

УДК [553.94.08+553.2] (477.82/.83)

**ВИХІДНІ ВУГЛЕТВОРНІ РОСЛИНИ, СКЛАД, ЯКІСТЬ  
І МЕТАНОГЕНЕРАЦІЙНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ВУГІЛЛЯ ПЛАСТА  $n_8$   
ТЯГЛІВСЬКОГО І ЛЮБЕЛЬСЬКОГО РОДОВИЩ  
ЛЬВІВСЬКО-ВОЛИНСЬКОГО БАСЕЙНУ**

**В. Узіюк, І. Шайнога<sup>1</sup>, С. Сокоренко<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Львівський національний університет імені Івана Франка  
79005 Львів, вул. Грушевського, 4

<sup>2</sup>Львівська ГРЕ, ДП “Західукргеологія”, НАК “Надра України”  
79018 м. Львів, вул. Героїв УПА, 33

Описано вуглетворні рослини пласта  $n_8$ , зміни систематичного складу їхніх асоціацій у його розрізах та на площі поширення, петрографічний, хімічний склад, технологічні властивості, марочна належність та якість вугілля. Визначено зміни геологічної будови і товщини пласта по 647 свердловинах, площі його поширення з товщиною 0,5 м і більше; 0,30–0,49 і 0,05–0,29 м. Для кожної групи розраховано кількість метану, генерованого фітомасою під час утворення торфу і кам'яного вугілля різних технологічних марок та загальний метаногенераційний потенціал.

*Ключові слова:* вуглетворні рослинні асоціації, фітомаса, торф, вугілля, мацерали, мікроінгредієнти, якість і технологічна марка вугілля, метан, метаногенераційний потенціал.

Пласт  $n_8$  складається з нижньої пачки гумусового вугілля, міжвугільного прошарку сапропелітового аргіліту й алевроліту та верхньої пачки складеної сапропеліто-гумусовим і сапропелітовим вугіллям. Умови формування розрізу складної геологічної будови зумовили несталість систематичного складу його вуглетворних рослинних асоціацій з часом та у просторі. Фітомасу гумусового вугілля продукували вищі рослини різної систематичної належності. Фітомаса накопичувалась у болотах і перетворювалась унаслідок біохімічних процесів у торф у відкритій наземній системі, потім – завдяки фізико-хімічним процесам – у гумусове вугілля в закритій системі надр Землі. Вихідним матеріалом для сапропеліто-гумусового і сапропелітового вугілля були переважно нижчі рослини (водорості), фітомаса яких накопичувалась на дні озер сумісно з відмерлими макро- і мікроорганізмами та перетворювалась у напівзакритій системі в сапропель, а в надрах Землі – у сапропеліто-гумусове і сапропелітове вугілля. Комплексними дослідженнями виявлена також несталість систематичного складу вищих рослин, з тканин яких утворювались торф і гумусове вугілля. Доведено наявність у ньому вітринізованих корових тканин стовбурів лепідодендронів, ботродендронів, сигілярій, рахисів птеридоспермів (насінної папороті) та вітринізованих тканин ксилеми стовбурів кордаїтів. Характерно також, що із плауноподібних рослин у вугіллі нижньої вугільної пачки

загалом значно переважають фітерали вітринізованих корових тканин стовбурів лепідодендронів (8–62 %), дещо зрідка і в меншій кількості (4–22 % подекуди до 37 %) трапляються фітерали вітринізованих корових тканин стовбурів ботродендронів і лише спорадично в кількості 5–10 % – сигілярій. Папоротеподібні рослини представлені рахісами птеридоспермів (1–6 % подекуди до 20 %) і фітералами вітринізованих тканин ксилеми стовбурів кордаїтів (4–15 %, подекуди до 20–45 %), які переважають у гумусовому вугіллі верхньої частини розрізу.

Загалом до головних характерних особливостей фітерального складу гумусового вугілля зведеного стратиграфічного розрізу пласта належать:

– значне переважання вітринізованих фітералів корових тканин стовбурів лепідодендронів (50–89 %) і ксилеми стовбурів кордаїтів;

– поступове зменшення вмісту фітералів лепідодендронів до 5 % і навіть до нуля та відповідне збільшення вмісту фітералів кордаїтів (від 0–3 до 35 %) від нижньої до верхньої частин розрізу; спорадична наявність поодиноких включень вітринізованих корових тканин ботродендронів (2–17 %) у вугіллі нижньої і середньої, а також рахісів птеридоспермів (1–8 %, подекуди 25 %) – верхньої частин розрізу.

Під час вичення вихідних вуглетворних рослин з проб вугілля пласта  $n_8$ , відібраних у шахті ім. Лопатіна (Червоноградська-1), розташованій у південно-західній частині Львівсько-Волинського басейну, В. Узіюк та О. Шварцман виявили таку достовірну ідентичність систематичного складу вуглетворних рослинних асоціацій, визначених анатомо-морфологічним та спорово-пилковим методами [9].

За даними спорово-пилкового методу фітерального аналізу, виконаного О.Шварцман, сапропеліто-гумусове вугілля верхньої пачки пласта утворилось головню з водоростей, які наявні також у сапропелітових аргілітах міжвугільного прошарку. З вищих рослин у сапропеліто-гумусовому вугіллі переважають міоспори деревоподібних плаунових – лепідодендронів, і травоподібних плаунових – селлагітел. Третє місце за вмістом міоспор посідають папоротеподібні рослини різних родів. Під час формування нижньої вугільної пачки розрізу пласта на торф'яному болоті переважали лепідодендрони. Середня і верхня частини розрізу цієї пачки виділяються значним переважанням міоспор селлагітел, наявністю великої кількості лепідодендронів і підпорядкованим вмістом фітералів папороті. Анатомо-морфологічним методом у вугіллі пласта  $n_8$  також виявлені вітринізовані фітерали лепідодендронів, ботродендронів, сигілярій, папороті насінної і кордаїтів (див. рисунок 1). Лепідодендрони представлені вітринізованою перидермою і листковими подушками, сигілярії та ботродендрони – вітринізованою перидермою, птеридосперми (насінна попороть) – головню вітринізованими рахісами, а кордаїти – вітринізованою ксилемою стовбурів і мезофілом листя. В розрізах пласта вуглетворні рослини розподілені пошарово екологічно зумовленими асоціаціями. Наприклад, під час формування припідшовової частини пласта на болоті переважали лепідодендрони і траплялась насінна попороть. Цю асоціацію вуглетворних рослин поступово змінила з часом та у просторі нова вуглетворна асоціація з лепідодендронів, ботродендронів, сигілярій, птеридоспермів, кордаїтів зі значним кількісним переважанням лепідодендронів і сигілярій. Під час формування наступного (третього) петрогенетичного шару на торф'яному болоті виразно переважали кордаїти і лепідодендрони, трохи більше було птеридоспермів, менше – сигілярій та ботродендронів. Верхня вугільна пачка складена сапро-

пеліто-гумусовим вугіллям (кенелем), що утворилося з водоростей та атрити вітринізованих, геліфікованих, фіузенізованих і ліпідних мацералів.

Мацеральний і мікроінгредієнтний склад вугілля пласта  $n_8$  у південно-західній частині Львівсько-Волинського басейну несталий у розрізі та на площі поширення (табл. 1). У всіх вивчених пробах основу вугілля за середніми значеннями для родовищ становлять мацерали групи вітриніту (45–75 %). Друге місце за кількістю посідають мацерали групи інертиніту (12–26 %), третє – групи ліптиніту (11–19 %) і четверте – мацерали групи семивітриніту (7–18 %). На ділянках окремо взятих родовищ межі змін вмісту мацералів значно більші. Зокрема, на площі Тяглівського родовища, за даними попереднього його розвідування, вміст мацералів різних груп змінюється в таких межах: вітриніту – 21–71 %, у середньому 45, семивітриніту – 8–28, у середньому 18, інертиніту – 15–20, у середньому 18, ліптиніту – 6–39, у середньому 19 %. Гумусове вугілля поля шахти Тяглівська-1 відрізняється від вугілля ділянки Тяглівська-південна більшим вмістом мацералів групи вітриніту (59–90 %, у середньому 73, проти 56–94, у середньому 65 %), меншою кількістю мацералів групи інертиніту (6–27 %, у середньому 14, проти 3–37, у середньому 26 %), дещо більшою кількістю мацералів групи семивітриніту (1–16 %, у середньому 6, проти 1–6, у середньому 3 %). Вміст мацералів групи ліптиніту у вугіллі обох ділянок майже однаковий (3–12 %, у середньому 7 на полі шахти Тяглівська-1 і 1–11, у середньому 6 % на ділянці Тяглівська-південна).

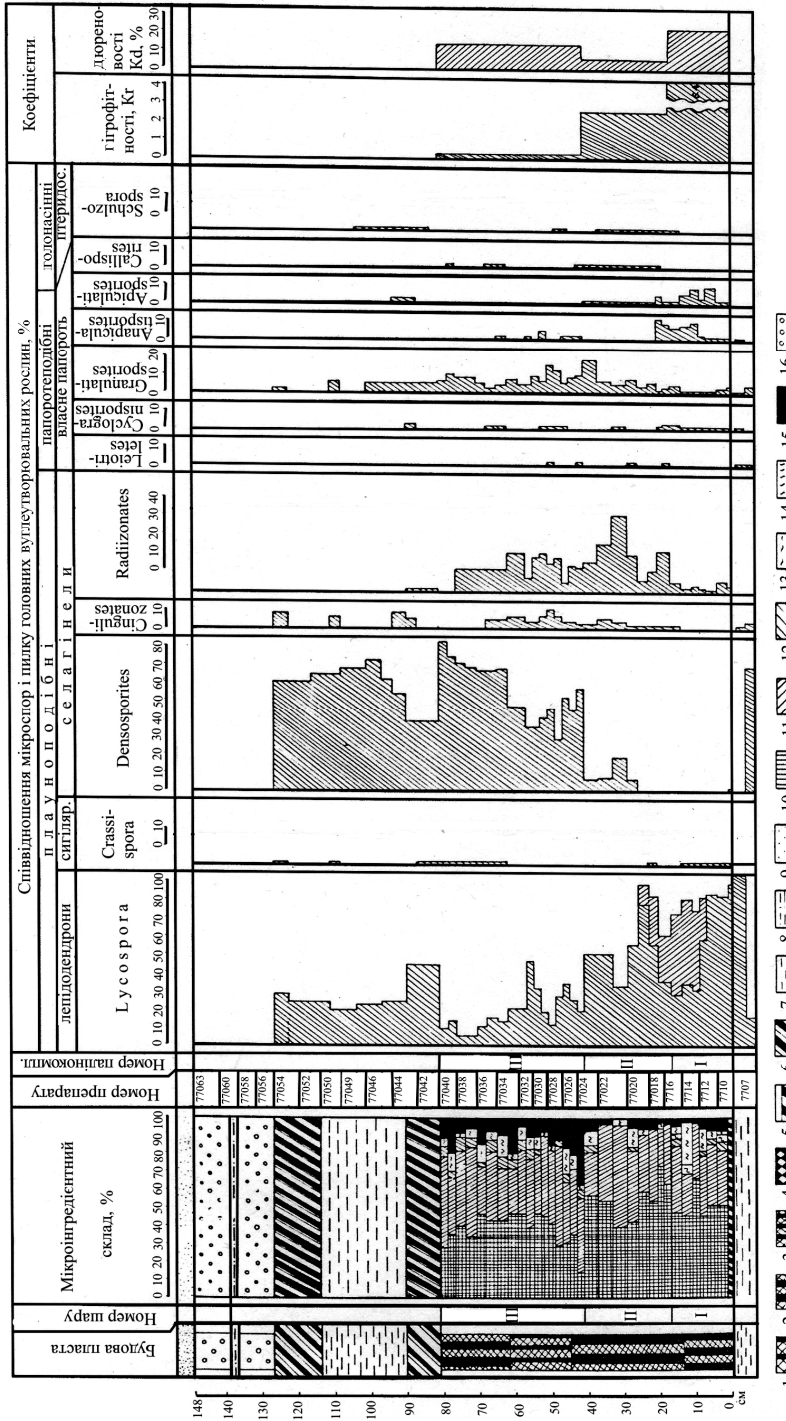
Гумусове вугілля всієї південної частини Любельського родовища відрізняється від вугілля північної його частини і поля шахти Любельська-1, відповідно, більшим вмістом мацералів групи вітриніту (74–77 %, у середньому 75, проти 40–57, у середньому 51, та 38–84, у середньому 65 %); значно меншим вмістом мацералів групи інертиніту (2–4 %, у середньому 3 %, проти 7–31 і 4–5, у середньому 17 %) та більшою сталістю вмісту мацералів групи інертиніту (14–33 %, у середньому 15 %, проти 2–25, у середньому 15 і 0,2–16,0 у середньому 4 %). Вугілля всього Тяглівського родовища близьке за середнім вмістом мацералів групи вітриніту (61 %) і ліптиніту (11 %) до вугілля Любельського родовища (відповідно, 64 і 11 %), однак відрізняється від нього більшою кількістю мацералів групи інертиніту (19 проти 12 %) та меншим вмістом мацералів групи семивітриніту (9 проти 13 %).

Вихідним рослинним матеріалом для формування гумусового вугілля нижньої пачки розрізу з шахти Червоноградська-1, за даними анатомо-морфологічного і спорово-пилкового методів, були переважно лепідодендрони, ботродендрони і селагінели\*.

Значно меншу кількість фітомаси постачали в торф'яне болото сигілярії, власне папороть, птеридосперми і кордаїти. Петрографічний склад вугілля і розподіл вуглетворних рослин у розрізі пласта нерівномірні, що сприяло розчленуванню вугільної пачки на три петрогенетичні шари. Кларенове і дюрено-кларенове вугілля першого (припідшовового) петрогенетичного шару утворилось головню із тканин лепідодендронів, ботродендронів, сигілярій, власне папороті,

---

\* Вугілля, відібране в шахті, вивчав і описував анатомо-морфологічним та петрографічним методами В. Узюк, вивчала споро-пилковим методом О. Шварцман.



Геологічна будова і палинологічно-петрографічна характеристика розрізу пласта №8, Шахта Червоноградська-1.  
 Вугілля: 1 – напівмагнове густо-тонкосмугасте; 2 – напівблискуче густо-середньосмугасте; 3 – напівблискуче густо-тонкосмугасте; 4 – сапропеліто-гумусове; 5 – вуглистий аргіліт; 6 – сапропелітовий аргіліт; 7 – аргіліт; 8 – алевроліт; 9 – пісковик; 10 – вігрен; 11 – кларен; 12 – дюрено-кларен; 13 – кларено-дюрен; 14 – дюрен; 15 – фюзен; 16 – кенель.

Таблиця 1  
Граничні та середні значення мацерального складу вугілля пласта  $n_8$ 

Ділянка	Мацерали груп, %				Сума збіднювальних мацералів $\Sigma$ ЗК
	вітриніту Vt	семивітриніту Sv	інертиніту I	ліптиніту L	
Попереднє розвідування Тяглівського родовища	$\frac{21-27}{45}$	$\frac{8-28}{18}$	$\frac{15-20}{18}$	$\frac{6-39}{19}$	$\frac{23-37}{31}$
Поле шахти Тяглівська-1	$\frac{59-90}{73}$	$\frac{1-16}{6}$	$\frac{6-27}{14}$	$\frac{3-12}{7}$	$\frac{7-34}{18}$
Тяглівська-південна	$\frac{56-94}{65}$	$\frac{1-6}{3}$	$\frac{3-37}{26}$	$\frac{1-11}{6}$	$\frac{4-38}{27}$
Разом по Тяглівському родовищу	$\frac{45-85}{61}$	$\frac{3-17}{9}$	$\frac{8-28}{19}$	$\frac{3-21}{11}$	$\frac{11-36}{25}$
Любельська площа (північна частина)	$\frac{40-57}{51}$	$\frac{11-25}{17}$	$\frac{7-31}{17}$	$\frac{2-25}{15}$	$\frac{15-38}{28}$
Поле шахти Любельська-1	$\frac{38-84}{65}$	$\frac{6-24}{14}$	$\frac{5-44}{17}$	$\frac{0,2-16}{4}$	$\frac{14-36}{24}$
Любельська площа (південна частина)	$\frac{74-77}{75}$	$\frac{7-8}{7}$	$\frac{2-4}{3}$	$\frac{14-33}{15}$	$\frac{19-40}{29}$
Разом по Любельському родовищу	$\frac{51-73}{64}$	$\frac{8-19}{13}$	$\frac{5-26}{12}$	$\frac{5-25}{11}$	$\frac{16-38}{27}$
Разом по Південно-Західному вугленосному району	$\frac{48-79}{63}$	$\frac{5-18}{11}$	$\frac{6-27}{15}$	$\frac{4-23}{11}$	$\frac{13-37}{26}$

птеридоспермів, селажітел, кордаїтів і продукованих ними спор родів *Lycospora*, *Crassispora*, *Radiizonates*, *Apiculatisporites* та ін. Характерні також підвищена кількість смуг кларено-дюрену в клареновому і дюрено-клареновому вугіллі й така числова характеристика вугілля: найбільші в розрізі значення коефіцієнта дюреновості (23 %), посередні співвідношення мікроінгредієнтів вітрину до фюзену (11) і кларену до дюрено-кларену (11), а також найбільший коефіцієнт гідрофітності (8, 9).

Під час формування вугілля другого петрогенетичного шару кількість лепідодендронів і селажітел, представлених спорами родів *Lycospora* і *Radiizonates*, на торф'яному болоті дещо збільшилась, з'явилися селажітели, що продукували спори роду *Densosporites*, і кордаїти, які продукували пилок роду *Florinites*. З фітомаси цих рослин утворилось переважно кларенове вугілля і лише поодинокі смужки кларено-дюренового та дюренового вугілля завтовшки 2–4 мм. Це зумовило багаторазове зменшення коефіцієнта дюреновості (до 6 %), збільшення значень співвідношень мікроінгредієнтів вітрину до фюзену і кларену до дюрено-кларену, відповідно, до 17 та 29, а також зменшення коефіцієнта гідрофітності до 2,5. Корелятивними ознаками вугілля третього шару є зменшення коефіцієнта гідрофітності до 0,3, зумовлене цим

зменшення кількості фітералів вітринізованої кори лепідодендронів, збільшення кількості фітералів вітринізованої кори ботродендронів, тканин птеридоспермів, ксилеми кордаїтів, значне переважання у спорово-пилковому спектрі міоспор роду *Densosporites*, продукованих селлагінелами, збільшення коефіцієнта дюреновості до 14 %, вмісту мацералів групи інертніту до 18–24 %, зменшення співвідношень мікроінгредієнтів вітрени до фюзену до 3 та кларену до дюрено-кларену до 9. У спектрі міоспор, виділених з аргіліту та сапропелітового аргіліту міжвугільного прошарку, значно переважають міоспори роду *Densosporites*, продуковані селлагінелами.

Якість вугілля визначали за його петрографічним складом, вмістом вологи, золи, загальної сірки, виходом легких речовин, спікливістю (товщиною пластичного шару у), теплою згорання і показником відбиття вітриніту. Описані вище відміни у вихідному рослинному матеріалі, петрографічному складі вугілля, різні умови його формування на торф'яній стадії та в земній корі зумовили відповідні зміни цих показників якості на площі поширення пласта (табл. 2). Найбільші їхні відміни виявлено в разі порівняння середніх значень показників якості вугілля всього Тяглівського і Любельського родовищ та значно менші – у разі порівняння середніх значень показників якості вугілля окремо взятих ділянок кожного родовища. Загалом за середніми значеннями показників якості вугілля Тяглівського родовища відрізняється від вугілля Любельського родовища таким: більшим вмістом аналітичної вологи (1,1 проти 0,7 %), виходом легких речовин (30,7 проти 26 %) і меншими значеннями зольності чистих вугільних пачок (13,9 проти 14,5 %), товщини пластичного шару (15 проти 17 мм), теплоти згорання (35,3 проти 36,3 МДж/кг) і показника відбиття вітриніту (0,89 проти 1,12 %). Зольність чистих вугільних пачок і вміст загальної сірки у вугіллі обох родовищ майже однакові (відповідно, 13,9 та 14,5 і 1,58 та 1,74 %). На ділянках Тяглівського родовища середні для кожної з них значення показників якості вугілля змінюються в таких межах, %: вміст аналітичної вологи – 1,0–1,23, зольність чистих вугільних пачок – 13,4–14,4, вміст загальної сірки – 1,52–1,79, вихід легких речовин – 28,9–30,4, товщина пластичного шару – 15–16 мм, теплота згорання – 35,28–35,36 МДж/кг, показник відбиття вітриніту – 0,87–0,89. Середні для ділянок Любельського родовища показники якості вугілля також близькі, а саме, %: вміст аналітичної вологи – 0,6–0,7; зольність чистих вугільних пачок – 13,3–15,9; вміст загальної сірки – 1,6–1,94; вихід легких речовин – 25,3–26,8, товщина пластичного шару – 17–19 мм, теплота згорання – 34,43–35,29 МДж/кг.

Загалом на площі Тяглівського і Любельського родовищ показники якості вугілля змінюються в межах: від – до/за середніх значеннях, %: вміст аналітичної вологи – 0,2–2,2/0,9; зольність чистих вугільних пачок – 4,5–33,3/14,2; вміст загальної сірки – 0,4–6,3/1,71; вихід легких речовин – 22,0–35,8/28,35; товщина пластичного шару – 11–26/17 мм; теплота згорання – 33,58–36,88/35,31 МДж/кг, показник відбиття вітриніту – 0,86–1,2/1,01.

За наведеними вище показниками складу і властивостей вугілля Тяглівського і Любельського родовищ Південно-Західного вугленосного району зачисляємо до таких технологічних марок чинного нині ДСТУ 3472–96 [2]: ділянки поля шахти Тяглівська-1 – газове близьке до жирного (ГЖ), ділянки Тяглівська південна – жирне (Ж), ділянок Північна частина Любельського родовища – жирне близьке до коксівного (ЖК), Південна частина Любельського родовища і поле шахти Любельська-1 – коксівне (К).

Таблиця 2

Граничні та середні значення показників хімічного складу і технологічних властивостей вугілля пласта n<sub>8</sub>

Ділянка	Волога аналітична, %	Зольність чистих пачок вугілля, %	Сірка загальна, %	Вихід летких речовин, %	Товщина пластичного шару, мм	Теплота згорання, МДж/кг	Показник відбиття вітриніту, %	Технологічна марка вугілля
	Wa	Ad	Std	Vdaf	У	Q <sub>bdaf</sub>	Ro, сеп.	
Попереднє розвідування Тяглівського родовища	0,4–5,1 1,23	2,9–40,1 13,8	0,5–9,34 1,79	21,4–38,8 28,9	7–22 15	33,584–37,548 36,363	0,81–0,97 0,89	ГЖ, Ж
Поле шахти Тяглівська-1	0,2–2,0 1,0	3,5–33,0 13,4	0,2–6,10 1,58	27,0–39,1 32,7	9–27 15		0,82–0,93 0,87	ГЖ
Тяглівська-південна	0,3–2,3 1,0	2,9–43,8 14,4	0,5–9,34 1,68	21,7–44,2 30,4	8–30 16	33,584–37,067 35,288	0,8–1,16 0,92	Ж
Разом по Тяглівському родовищу	0,3–3,1 1,1	3,1–39,0 13,9	0,4–8,26 1,68	23,4–40,7 30,7	8–26 15	33,584–37,307 35,325	0,81–1,05 0,89	ГЖ, Ж
Любельська площа (північна частина)	0,3–1,1 0,6	8–23 15,9	0,8–3,43 1,94	26,0–28,9 26,8	14–23 18	35,568–36,736 36,152	0,87–1,03 0,96	Ж, К
Поле шахти Любельська-1	0,2–1,8 0,7	4,9–38,6 14,2	0,31–4,80 1,68	21,5–29,4 25,3	15–26 19	31,286–36,094 34,436	1,04–1,36 1,21	К
Любельська площа (південна частина)	0,3–1,2 0,7	4,9–21,4 13,3	0,31–4,8 1,6	14,3–34,3 25,8	12–26 17	33,905–36,527 35,290	0,84–1,65 1,19	К
Разом по Любельському родовищу	0,2–1,4 0,7	5,9–27,7 14,5	0,5–4,34 1,74	20,6–30,9 26,0	14–25 18	33,586–36,432 36,293	0,86–1,2 1,01	ЖК, К
Разом по Південно-Західному вугленосному району	0,2–2,2 0,9	4,5–33,3 14,2	0,4–6,3 1,71	22,0–35,8 28,35	11–26 17	33,585–36,879 35,309	0,91–1,35 1,12	ЖК, К

Наукове визначення терміна “метаногенераційний потенціал” ґрунтується на класичних значеннях термінів “потенція, потенціал, генерація, потенційний”. Терміни “потенція” і “потенціал” походять від латинського *potentia* – сила, тобто можливість, здатність, що є у прихованому стані й може виявитися у певних сприятливих умовах, а термін “генерація” – від латинського *generatio* – народження, тобто репродукування, виробництво. Потенційний – це той, що існує в потенції у прихованому вигляді. Торфовуглеутворювальна органічна речовина рослинного походження (фітомаса) генерує гази на всіх стадіях розкладу та перетворення, починаючи від часу відмирання тканин різних органів рослин і потрапляння їх у торф’яне болото, перетворення у торф. Після захоронення торфу утворення газів продовжується в надрах Землі під час переходу торфу у буре, кам’яне вугілля та високометаморфізований антрацит. Виявлення масштабів і динаміки генерації біохімічних та метаморфогенних газів має важливе наукове і практичне значення для пізнання якісної та кількісної сторін перетворення фітомаси сучасних і викопних осадов. Згідно з наведеними вище визначеннями термінів, прийнято таке наукове визначення метаногенераційного потенціалу: метаногенераційний потенціал рослинної органічної речовини, з якої утворюються газ і вугілля, – це сукупна кількість газів, які можуть бути отримані з неї за певних сприятливих умов перетворення в торф, кам’яне вугілля й антрацит упродовж усього часу перетворення [9].

В. Узіюк розробив таку схему класифікації газогенераційного потенціалу: загальний газогенераційний потенціал, міграційний повний потенціал, міграційний питомий потенціал, сучасний повний потенціал, сучасний питомий потенціал, сучасний видобувний загальний потенціал, сучасний видобувний питомий потенціал, сучасний залишковий загальний потенціал, сучасний залишковий питомий потенціал.

*Загальний газогенераційний потенціал* – це сукупність кількості газів, що утворилась упродовж торф’яної, кам’яновугільної та антрацитової стадій перетворення фітомаси у вугілля.

*Міграційний повний газогенераційний потенціал* – сумарна кількість газів, що вийшли (мігрували) з усієї маси торфовища, вуглефікованої органічної речовини і вмісних порід у невугленосні породи й атмосферу; а *міграційний питомий* – лише тих газів, що мігрували з одиниці маси перетвореної рослинної речовини ( $\text{см}^3/\text{г}$  або  $\text{м}^3/\text{т}$ ).

*Сучасний повний газогенераційний потенціал* – це сумарна кількість газів, що містяться в різних формах у всій масі вугілля, пластових вод і неорганічних порід на день їхньої оцінки.

*Сучасний видобувний газогенераційний потенціал* – сума всіх газів, яку можна вилучити з усієї маси вугілля і вмісних порід сучасними технологіями видобування; а *видобувний питомий* – лише з одиниці маси газовмісної речовини ( $\text{см}^3/\text{г}$  або  $\text{м}^3/\text{т}$ ).

*Залишковий загальний газогенераційний потенціал* – це сумарна кількість газів, що залишається у всій масі колекторів після вилучення сучасними технологіями і може бути видобута максимально досконалыми технологіями; а *залишковий питомий* – кількість газів, що може бути вилучена з одиниці маси колектора ( $\text{см}^3/\text{г}$  або  $\text{м}^3/\text{т}$ ).



Баланс газів, які утворюються в процесі вуглефікації органічної фітомаси і вугілля, вивчали К. Паттейські [4], Р. Мотт [6], В. Успенський, [8], В. Козлов і Л. Токарев [5], Є. Рогозіна, І. Норенкова, С. Вільтовська і Є. Костюнічева [3], В. Єрмаков і В. Скоробогатов [4], В. Соколов, Н. Гуляєва і В. Узюк [7] та інші вчені. Лабораторне моделювання процесів біохімічного перетворення органічної речовини торфу виконували Є. Рогозіна, І. Норенкова, С. Вільтовська і Є. Костюнічева. На підставі результатів дослідів вони розрахували метаногенераційний потенціал верхніх 10 см шару торфу на початковому етапі його перетворення і з'ясували, що 1 км<sup>2</sup> площі торфовища генерує  $3,2 \cdot 10^5$  м<sup>3</sup> метану, з яких  $0,6 \cdot 10^5$  м<sup>3</sup> (18,7 %) перебувають у сорбованому стані. В. Козлов і Л. Токарев узагальнили результати досліджень попередніх учених, доповнили їх власними і дійшли висновку про генерацію різної кількості метану в процесі перетворення вугілля залежно від стадії вуглефікації (табл. 3).

Таблиця 3

Виділення метану в процесі перетворення вугілля залежно від стадії вуглефікації, за В. Козловим і Л. Токаревим [5]

Стадія вуглефікації	Вихід метану під час утворення 1 т вугілля, м <sup>3</sup>
Буре землисте і матове (Б I-II)	68
Буре блискуче (Б III)	100
Довгополуменева (Д)	168
Газове (Г)	212
Жирне (Ж)	229
Коксівне (К)	270
Піснувате спікливе (ПС)	287
Пісне і напівантрацит (П+НА)	333
Антрацит (А)	419

З наведених даних ми розрахували кількість метану, генерованого на торф'яній і кам'яновугільній стадіях утворення вугілля пласта  $n_8$ . За основу розрахунків взято такі вихідні дані: ступінь скорочення (усадки) товщини торф'яних і вугільних покладів унаслідок переходу зрілого торфу у кам'яне вугілля – 4,85 раза згідно з [1]; кількість метану, генерованого кожними 10 см товщини торфовища на 1 км<sup>2</sup>, – 0,32 млн м<sup>3</sup>, сорбованого торфом – 18,7 %, того, що вийшов з торфовища – 81,3 %; середня об'ємна маса вугілля – 1,39 т/м<sup>3</sup>; вихід метану під час утворення 1 т вугілля наведено в табл. 3. Товщина вугільного пласта  $n_8$  у Південно-Західному районі змінюється в межах від 0,05 до 1,24 м, подекуди більше. Тому метаногенераційний потенціал розраховували окремо для кожної з трьох груп пласта за товщиною: 0,50 м і більше (робочі), 0,30–0,49 (неробочі) і 0,05–0,29 м (прошарки вугілля). Для визначення середньої товщини пласта кожної групи і прошарків ми вивчали їхню геологічну будову по 311 свердловинах, пробурених на Тяглівському, і по 336 свердловинах, – на Любельському родовищах. На Тяглівському родовищі робочий пласт  $n_8$  поширений на площі 35,04 км<sup>2</sup> з визначеною середньою товщиною 0,72 м, неробочий – відповідно, 78,26 км<sup>2</sup> та 0,38 м і прошарок вугілля – на площі 137,9 км<sup>2</sup> з середньою товщи-

ною 0,22 м. На Любельському родовищі ці параметри дещо інші, а саме: площа поширення робочого пласта  $n_8$  – 28,44 км<sup>2</sup>, його середня товщина – 0,75 м, неробочого – відповідно, 103,56 км<sup>2</sup> і 0,41 м, прошарка – 94,38 км<sup>2</sup> та 0,21 м.

Згідно з наведеними вище результатами лабораторних досліджень, вугілля пласта і прошарків на Тяглівському родовищі газове, близьке до жирного і жирне, технологічних марок ГЖ та Ж, а на Любельському воно більш метаморфізоване – жирне, близьке до коксівного та коксівне марок ЖК і К. У разі визначення метаногенераційного потенціалу ми розраховували середні для кожного родовища значення кількості метану, генерованого в процесі утворення 1 т вугілля зазначених вище марок згідно з табл. 3. Для Тяглівського родовища воно становить 212 м<sup>3</sup>/т, для Любельського – 250 м<sup>3</sup>/т. Послідовність розрахунків і порівняння кількості метану, генерованого під час утворення торфу і кам'яного вугілля тільки сучасних марок пласта  $n_8$  на Тяглівському і Любельському родовищах, наведені у табл. 4, 5.

Інформація цих таблиць свідчить про різну кількість метану, що утворився під час формування торфу і кам'яного вугілля пласта  $n_8$  на Тяглівському і Любельському родовищах, а саме: на Тяглівському родовищі в процесі торфоутворення фітомаса генерувала всього 1 324,2 млн м<sup>3</sup> метану, з яких 247,6 залишилось у торфі і вийшло з нього, а на Любельському родовищі утворилося 1 297,9 млн м<sup>3</sup>, сорбувалось торфом лише 242,7 і 1 055,2 млн м<sup>3</sup> вийшло з болота.

Поряд з сучасними марками кам'яного вугілля на Тяглівському родовищі утворилось ще 25 138,9 млн м<sup>3</sup>, а на Любельському – 29 055 млн м<sup>3</sup> метану. Загалом за час утворення торфу і кам'яного вугілля пласта  $n_8$  тільки сучасних технологічних марок на Тяглівському родовищі сформувалось 25 386,5 млн м<sup>3</sup>, а на Любельському – 29 297,7 млн м<sup>3</sup> метану. Загальна кількість метану, що утворився на двох родовищах, становить 54 684,2 млн м<sup>3</sup>.

Отже, гумусове вугілля нижньої пачки пласта  $n_8$  утворилось головню з корових тканин стовбурів лепідодендронів і ботродендронів, ксилеми стовбурів кордаїтів, зрідка з перидерми сигілярій і тканин птеридоспермів. Кількість фітералів лепідодендронів поступово зменшується, а кордаїтів збільшується від подошви до покрівлі пласта. Основною фітомасою для утворення сапропеліто-гумусового вугілля верхньої пачки були водорості й частково тканини та спори вищих рослин – лепідодендронів, селлагінеї, зрідка – папороті.

Мацеральний і мікроінгредієнтний склад вугілля непостійний у розрізах і на площі поширення пласта. Основу гумусового вугілля становлять мацерали групи вітриніту (45–75 %), у кількості 12–26 % наявні мацерали групи інертиніту, 11–19 – ліптиніту, і лише 7–8 % – мацерали групи семівтриніту.

Якість вугілля вивчених родовищ різна. Вугілля Тяглівського родовища відрізняється від вугілля Любельського родовища більшими вмістами аналітичної вологи (1,1 проти 0,7 %, далі 1,1/0,7 %), виходом летких речовин (30,7/26 %), меншими значеннями зольності чистих вугільних пачок (13,9/14,5 %), товщини пластичного шару (15/17 мм), теплоти згорання (35,3/36,3 МДж/кг) і показником відбиття вітриніту (0,89/1,12 %). Вміст загальної сірки у вугіллі обох родовищ близький – відповідно, 1,58 і 1,74 %.

За визначеними показниками якості вугілля поля шахти Тяглівська-1 газове близьке до жирного (марка ГЖ), ділянки Тяглівська-південна – жирне (марки Ж), а ділянок Північна частина Любельського родовища – жирне близьке до коксів-

ного (марка ЖК), Південна частина Любельського родовища і поле шахти Любельська-1 – коксівне (марка К).

Таблиця 4

Розрахунок кількості метану, генерованого фітомасою під час утворення торфу пласта  $n_8$

Група пласта за товщиною, м	Середня товщина пласта, м	Ступінь скорочення торфу під час утворення вугілля	Товщина покладу торфу, з якого утворився пласт вугілля, м	Площа поширення пласта вугілля (торфу), км <sup>2</sup>	Кількість метану, генерованого кожними 10 см товщини покладу торфу на 1 км <sup>2</sup> , млн м <sup>3</sup>	Кількість метану, генерованого фітомасою під час утворення торфу на всій площі поширення пласта торфу, млн м <sup>3</sup>		Загальна кількість метану, млн м <sup>3</sup>	
						кожними 10 см його товщини	усією товщиною	сорбованого торфом (18,7%)	що вийшов з торфу (81,3%)
<b>Тяглівське родовище</b>									
0,5 і більше	0,72	4,85	3,5	35,04	0,32	11,2	392,4	73,4	319,0
0,30–0,49	0,38	4,85	1,81	78,26	0,32	25,0	460,0	86,0	374,0
0,05–0,29	0,22	4,85	1,07	137,90	0,32	44,1	471,8	88,2	383,6
Разом							1324,2	247,6	1076,6
<b>Любельське родовище</b>									
0,5 і більше	0,75	4,85	3,64	28,44	0,32	9,1	331,2	61,9	269,3
0,30–0,49	0,41	4,85	1,99	103,56	0,32	33,1	658,7	123,2	535,5
0,05–0,29	0,21	4,85	1,02	94,38	0,32	30,2	308,0	57,6	250,4
Разом							1297,9	242,7	1055,2

Під час утворення торф'яного покладу пласта  $n_8$  на Тяглівському родовищі фітомаса генерувала 1 324,2 млн м<sup>3</sup> метану, з яких лише 247,6 млн м<sup>3</sup> сорбував торф і 1 076,6 млн м<sup>3</sup> вийшло з болота, а на Любельському родовищі утворилось 1 297,9 млн м<sup>3</sup> метану, сорбував торф 242,7 та вийшло з болота 1 055,2 млн м<sup>3</sup>.

Таблиця 5

Розрахунок кількості метану, генерованого під час перетворення кам'яного вугілля пласта  $n_8$  різних технологічних марок

Група пласта за товщиною, м	Середня товщина пласта, м	Площа поширення пласта, км <sup>2</sup>	Об'єм вугілля пласта, млн м <sup>3</sup>	Середня об'ємна маса вугілля, т/м <sup>3</sup>	Запаси вугілля, млн т	Марка вугілля	Вихід метану під час утворення 1 т вугілля за [5, 8], м <sup>3</sup> /т	Кількість метану, генерованого під час утворення всіх запасів вугілля, млн м <sup>3</sup>
Тяглівське родовище								
0,5 і більше	0,72	35,04	25,23	1,39	35,07	Г+Ж	212	7434,8
0,30–0,49м	0,38	78,26	29,74	1,39	41,34	Г+Ж	212	8764,1
0,05–0,29	0,22	137,9	30,34	1,39	42,17	Г+Ж	212	8940,0
Разом								25138,9
Любельське родовище								
0,5 і більше	0,75	28,44	21,33	1,39	29,65	Ж+К	250	7412,5
0,30–0,49	0,41	103,56	42,46	1,39	59,02	Ж+К	250	14755,0
0,05–0,29	0,21	94,38	19,82	1,39	27,55	Ж+К	250	6887,5
Разом								29055,0

Перетворення торфу у кам'яне вугілля й утворення різних його технологічних марок супроводжувала подальша генерація метану. В розрахунку лише на сучасні технологічні марки кам'яного вугілля новоутворені його об'єми такі: на Тяглівському родовищі робочими, неробочими пластами і прошарками вугілля генеровано 25 138,9 млн м<sup>3</sup>, а на Любельському – 29 297,7 млн м<sup>3</sup>, на території обох родовищ – 54 684,2 млн м<sup>3</sup> метану.

Доцільно детально вивчити геологічні умови залягання вугільного пласта  $n_8$  на кожному родовищі, виявити місця вірогідного знаходження метану та можливості його видобування.

Геологічним розвідуванням на Тяглівському родовищі виявлено 199 пластів і прошарків вугілля, в тім числі 0,5 м і більше – 40; 0,30–0,49 – 65 і 0,05 – 0,29 – 94, а на Любельському родовищі всього 135 пластів і прошарків, з них товщиною 0,5 м і більше – 29; 0,30–0,49 – 51 і 0,05–0,29 – 55. Необхідно продовжити їхнє вивчення, щоб визначити загальний метаногенераційний потенціал.

1. Волков В.Н. Генетические основы морфологии угольных пластов. М.: Недра, 1973. 136 с.
2. Вугілля буре, кам'яне та антрацит. Класифікація. ДСТУ 3472-96. К.: Держстандарт України, 1997. 6 с.
3. Рогозина Е.А., Норенкова И.К., Вильтовская С.В. и др. Генерация газов при биохимическом преобразовании органического вещества торфа // Химия твердого топлива. 1987. № 2. С. 30–33.
4. Єрмаков В.И., Скоробогатов В.А. Образование углеводородных газов в угленосных и субугленосных формациях. М.: Недра, 1984. 205 с.
5. Козлов В.П., Токарев Л.В. Масштабы газообразования в осадочных толщах (на примере Донецкого бассейна) // Сов. геология. 1961. № 7. С. 19–33.
6. Мотт Р.А. Качество кокса. М.: Metallurgizdat, 1947. 490 с.
7. Соколов В.Л., Гуляева Л.Д., Узиюк В.И. Газообразование на высоких стадиях углефикации (по экспериментальным данным) // Геология нефти и газа. 1978. № 10. С. 34–38.
8. Успенский В.А. Опыт материального баланса процессов, происходящих при метаморфизме угольных пластов // Изв. АН СРСР. Сер. геол. 1954. № 6. С. 94–101.
9. Угленосные формации Львовско-Волынского бассейна и их промышленное значение / В.Ю. Забигаило, В.И. Узиюк, А.А. Муромцева и др. Отчет по НИР. Львов, 1990. 281 с. Фонды ИГГГИ НАН Украины.

**ORIGINAL COAL-FORMING PLANTS, COMPOSITION, QUALITY AND METHANE-GENERATION POTENTIAL OF N<sub>8</sub> LAYER TIAGLOV AND LIUBELIA COAL-FIELD OF LVIV-VOLYN BASIN**

**V. Uziyuk, I. Shaynoga, S. Sokorenko**  
*Ivan Franko National University of Lviv*  
*Hrushevskij Str. 4, UA-79005 Lviv*

Coal-forming plants, its vertical and lateral changes, petrographic and chemical composition, technological properties, coal trade-marks and quality are described. Changes of geological structure and thickness of layer in 647 wells, spreading squares with thickness in 0,5 m and more; 0,30–0,49 m i 0,05–0,29 m are distinguished.

Quality of methane, generated from phytomasses during the coal and plat forming of different technological trade-marks and common gas-generational potential are calculated to every groups.

*Key words:* coal-forming plants associations, phytomasses, peat, coal, macerals, microgradients, quality and technological mark of coals, methane, methane-generational potential.

**ИСХОДНЫЕ УГЛЕОБРАЗУЮЩИЕ РАСТЕНИЯ, СОСТАВ, КАЧЕСТВО  
И МЕТАНОГЕНЕРАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ УГЛЯ ПЛАСТА n8  
ТЯГЛИВСКОГО И ЛЮБЕЛЬСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЙ  
ЛЬВОВСКО-ВОЛЫНСКОГО БАССЕЙНА**

**В. Узіюк, І. Шайнога<sup>1</sup>, С. Сокоренко<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Львовский национальный университет имени Ивана Франко  
79005 г. Львов, ул. Грушевского, 4*

*<sup>2</sup>Львовская ГРЭ, ГП “Западукргеология”, НАК “Недра Украины”  
79018 г. Львов, вул. Героев УПА, 33*

Описаны углеобразующие растения пласта n<sub>8</sub>, изменения систематического состава их ассоциаций в его разрезах и на площади распространения, петрографический, химический состав, технологические свойства, марочная принадлежность и качество угля. Установлены изменения геологического строения и толщины пласта по 647 скважинам, площади его распространения с толщиной 0,5 м и больше; 0,30–0,49 и 0,05–0,29 м. Для каждой группы рассчитано количество метана, генерированого фитомассой при образовании торфа и каменного угля различных технологических марок и общий метаногенерационный потенциал.

*Ключевые слова:* углеобразующие растительные ассоциации, фитомасса, торф, уголь, мацералы, микроингредиенты, качество и технологическая марка угля, метан, метаногенерационный потенциал.

Стаття надійшла до редколегії 25.03.2009

Прийнята до друку 28.10.2009