

<https://doi.org/10.15407/ggcm2022.01-02.127>

УДК 502.17:622.32+662.66/67/769.22

**Дмитро БРИК, Мирослав ПОДОЛЬСЬКИЙ,
Леся КУЛЬЧИЦЬКА-ЖИГАЙЛО, Олег ГВОЗДЕВИЧ**

Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України, Львів, Україна,
e-mail: cencon@ukr.net

НЕКОНДИЦІЙНІ ГОРЮЧІ КОПАЛИНИ УКРАЇНИ ТА ЗАСАДИ ЇХНЬОЇ ЕКОЛОГІЧНОЇ КОНВЕРСІЇ

Загалом некондиційними горючими копалинами можна вважати балансові та позабалансові запаси первинних видів енергетичних матеріалів – поклади вугілля і торфу (тверді горючі копалини) та родовища нафти і природного газу (рідкі та газо-подібні горючі копалини), які за фізико-хімічними, енергетичними чи геолого-просторовими умовами не відповідають економічним критеріям видобування та використання традиційними технологічними способами, а також потенціал метану вугільних родовищ, масивів таких техногенних вуглецевмісних матеріалів, як відходи вуглевидобутку, вуглезбагачення, нафтопереробки тощо. Перегляд наявних запасів з погляду застосування сучасних технологій екологічно безпечної конверсії може значно розширити можливості освоєння всіх видів горючих копалин в Україні.

У роботі розглянуто геологічне районування нафтогазових родовищ та покладів твердих горючих копалин, а також наведено їхні запаси та видобуток. Показано, що запаси основних первинних енергетичних матеріалів в Україні багатократно перевищують видобуток, що має суттєві можливості до збільшення завдяки використанню ресурсів некондиційних горючих копалин.

Представлено засади екологічно безпечної конверсії некондиційних горючих копалин у наземних та підземних умовах. Відзначено важливість енергетичної утилізації метану вугільних родовищ, масивів таких техногенних вуглецевмісних матеріалів, як відходи вуглевидобутку, вуглезбагачення, нафтопереробки тощо. Наведено основні гірничо-геологічні і технологічні критерії, що сприяють розробці вугільних пластів способом підземної газифікації, а також вказано родовища та ділянки вугільних басейнів України, які придатні для підземної газифікації.

Ключові слова: горючі копалини, вугілля, газифікація, екологічна конверсія.

Стан проблеми. Україна належить до країн, які мають запаси всіх видів горючих корисних копалин: нафта, природний газ, газовий конденсат, вугілля, торф, горючі сланці, але ступінь забезпеченості запасами, їхнього видобування та використання неоднаковий, і в сумі вони не створюють необхідного рівня енергетичної безпеки держави.

За даними Науково-виробничої установи Державної служби геології та надр України («Геоінформ України», 2020) та Державної служби статистики України (2020) у межах України виокремлюють 4 нафтогазоносні провінції: Дніпровсько-Прип'ятську, Балтійсько-Передобруджинську, Карпатську, Причорноморсько-Північно-Кавказько-Мангишлацьку. Нафтогазові геологічні області на території України наведено на рис. 1.

Карпатська нафтогазоносна провінція представлена на території України Передкарпатською нафтогазоносною областю, газонафтоносною областю Складчастих Карпат і Закарпатською газоносною областю. У тектонічному плані поклади вуглеводнів приурочені до Передкарпатського і Закарпатського прогинів та складчастої області Карпат. Область Передкарпатського прогину є основним нафтогазовидобувним районом у західних областях України. За характером тектоніки та геологічного розвитку в його межах чітко виокремлюються дві зони: Внутрішня і Зовнішня. До Внутрішньої – приурочені нафтові і газоконденсатні поклади, до Зовнішньої – газові. Продуктивною товщею для Внутрішньої зони є флішові крейдово-палеогенові відклади, для Зовнішньої – платформові юрсько-крейдові і моласові тортон-сарматські відклади.



Рис. 1. Нафтогазові геологічні області на території України

Найбільш перспективними напрямками для збільшення видобування в Україні нафтогазових ресурсів є використання сучасних технологій глибокого та нахиленого/горизонтального буріння, а також способи інтенсифікації вилучення вуглеводнів. Для підвищення ефективності використання потенціалу твердих горючих копалин доцільно застосовувати методи екологічно безпечної конверсії палива.

Підвищення енергетичного потенціалу України пов'язується і з можливістю використання газу вугільних родовищ як паливної сировини. Основним компонентом газів кам'яновугільних родовищ є газ метан, вміст якого становить 80–90 % і більше. Метан, як супутня корисна копалина, міститься у вугільних пластах карбонового віку в Донецькому та Львівсько-Волинському басейнах.

Група твердих горючих корисних копалин (рис. 2) представлена в Україні кам'яним та бурим вугіллям, торфом, горючими та менілітовими сланцями.

На території України розташовані значні запаси вугілля всіх стадій вуглефікації – від бурого до антрациту. Кам'яне вугілля зосереджене у двох басейнах: Донецькому і Львівсько-Волинському. Буре – поширене головним чином у Дніпровському басейні і значно менше в Дніпровсько-Донецькій западині, у Придністровській, Прикарпатській і Закарпатській вугленосних площах, що об'єднують групи родовищ чи вуглепроявів.

Торф'яні поклади України представлені в основному низинним типом (96 % усіх ресурсів). У незначній кількості присутні також верховий (1,8 %),



Рис. 2. Поширення покладів твердих горючих копалин в Україні

перехідний (1,6 %) та змішаний (0,6 %) типи торф'яних покладів. За характером торфонагромадження й особливостями торфових родовищ на території України виокремлені такі торфові області: Поліська, Малополіська, Лісостепова, Степова, Карпатська. Найбільш сприятливі умови для торфонагромадження склалися в післяльодовиковий період у Поліссі, де утворилися численні і різноманітні торф'яні болота. Запаси та ресурси торфу цього регіону (Волинська, Рівненська, Чернігівська адміністративні області) становлять майже половину всього торфового фонду України.

Відклади з родовищами та проявами горючих сланців приурочені в Україні до різних тектонічних структур і спостерігаються в різних регіонах. Загалом виокремлюються дві геотектонічні групи сланценосних формацій: давніх платформ і геосинкліналей. В умовах давньої платформи утворилися горючі сланці Болтишського родовища та Ротмистрівського прояву, півдня Поділля (Флоріанівське, Слобода-Савицьке і Новоселицьке сланцепрояви), прикордонної частини України з Молдовою (Наславченський прояв). У геосинклінальних умовах утворилися менілітові сланці Карпат і малопотужні прояви таврійських горючих сланців Гірського Криму. Сьогодні горючі та менілітові сланці України не використовують як паливно-енергетичну сировину.

Запаси та видобуток основних горючих копалин в Україні станом на 01.01.2019 р. (табл. 1–6) («Геоінформ України», 2020).

Вугілля буре. Кількість родовищ – 80; розробляються – 3. Запаси всього, тис. т: балансові – 2 593 370; у розробці – 9 342.

Вугілля кам'яне. Кількість родовищ – 1 032; розробляються – 469. Запаси всього, тис. т: балансові – 11 233 218; у розробці – 849 404.

Газ природний. Кількість об'єктів обліку – 458; розробляються – 272. Запаси всього, млн м³: балансові – 804 369; у розробці – 694 916.

Газовий конденсат. Кількість об'єктів обліку – 267; розробляються – 185. Запаси всього, тис. т: балансові – 39 795; у розробці – 35 648.

Нафта. Кількість об'єктів обліку – 208; розробляються – 138. Запаси всього, тис. т: балансові – 99 986; у розробці – 82 325.

Торф. Кількість родовищ – 683; розробляються – 469. Запаси всього, тис. т: балансові – 76 192; у розробці – 4 333.

Із порівняння даних про запаси і видобуток горючих копалин в Україні станом на 01.01.2019 р. (табл. 7) видно, що запаси багатократно перевищують видобуток.

Т а б л и ц я 1. Розподіл запасів і видобуток бурого вугілля по областях України

Область	Кількість родовищ	Балансові запаси			Видобуток	
		A + b + c1	C2	%	тис. т	%
		тис. т	тис. т			
Дніпропетровська	21	1 320 644	258 053	54,58	0	0,00
Житомирська	2	10 884	0	0,38	0	0,00
Закарпатська	4	38 790	0	1,34	8	80,00
Кіровоградська	44	750 833	39 604	27,33	0	0,00
Харківська	1	389 985	0	13,48	0	0,00
Черкаська	8	82 234	1 524	2,90	2	20,00
Разом	80	2 593 370	299 181	100,00	10	100,00

Т а б л и ц я 2. Розподіл запасів і видобуток кам'яного вугілля по областях України

Область	Кількість родовищ	Балансові запаси			Видобуток	
		A + b + c1	C2	%	тис. т	%
		тис. т	тис. т			
Волинська	11	67 407	0	0,13	70	0,35
Дніпропетровська	54	10 606 950	2 919 813	25,70	11 619	58,04
Донецька	392	13 405 975	4 475 814	33,97	6 866	34,30
Луганська	543	14 309 066	3 508 394	33,85	316	1,58
Львівська	25	1 026 412	235 178	2,40	1 148	5,73
Харківська	7	1 987 130	94 019	3,95	0	0,00
Разом	1 032	41 402 940	11 233 218	100,00	20 019	100,00

Т а б л и ц я 3. Розподіл запасів і видобуток природного газу по областях України

Область	Кількість об'єктів обліку	Балансові запаси		Видобуток	
		млн м³	%	млн м³	%
Автономна республіка Крим	26	16 761	2,08		0,00
Волинська	1	993	0,12	29	0,14
Дніпропетровська	16	13 410	1,67	521	2,49
Донецька	2	105	0,01	1	0,00
Закарпатська	8	1 297	0,16	1	0,00
Запорізька	1	2 987	0,37		0,00
Івано-Франківська	44	30 197	3,75	448	2,14
Луганська	27	12 625	1,57	196	0,94
Львівська	69	70 852	8,81	764	3,65
Одеська	2	10	0,00		0,00
Полтавська	96	256 602	31,90	8 614	41,12
Сумська	35	21 236	2,64	320	1,53
Харківська	84	317 860	39,52	10 003	47,75
Чернівецька	6	3 403	0,42	5	0,02
Чернігівська	26	9 176	1,14	37	0,18
Шельф Азовського моря	6	9 349	1,16	10	0,05
Шельф Чорного моря	9	37 506	4,66		0,00
Разом	458	804 369	100,00	20 949	100,00

Т а б л и ц я 4. Розподіл запасів і видобуток газового конденсату по областях України

Область	Кількість об'єктів обліку	Балансові запаси		Видобуток	
		тис. т	%	тис. т	%
Автономна республіка Крим	6	1 476	3,71	0	0,00
Дніпропетровська	14	855	2,15	9	1,33
Донецька	2	1	0,00	0	0,00
Івано-Франківська	13	738	1,85	1	0,15
Луганська	20	166	0,42	3	0,44
Львівська	11	711	1,79	0	0,00
Полтавська	87	21 561	54,18	389	57,29
Сумська	25	3 178	7,99	18	2,65
Харківська	72	8 801	22,12	254	37,41
Чернівецька	1	1	0,00	0	0,00
Чернігівська	13	1 881	4,73	5	0,74
Шельф Чорного моря	3	426	1,07	0	0,00
Разом	267	39 795	100,00	679	100,00

Т а б л и ц я 5. Розподіл запасів і видобуток нафти по областях України

Область	Кількість об'єктів обліку	Балансові запаси		Видобуток	
		тис. т	%	тис. т	%
Автономна республіка Крим	12	7 464	7,47	0	0,00
Дніпропетровська	9	1 032	1,03	12	0,74
Івано-Франківська	30	18 765	18,77	356	21,95
Луганська	4	50	0,05	1	0,06
Львівська	21	12 718	12,72	141	8,69
Одеська	2	380	0,38	0	0,00
Полтавська	49	23 246	23,25	136	8,38
Сумська	31	15 808	15,81	653	40,26
Харківська	25	4 289	4,29	55	3,39
Чернівецька	1	3 794	3,79	1	0,06
Чернігівська	23	9 218	9,22	267	16,46
Шельф Чорного моря	1	3 222	3,22	0	0,00
Разом	208	99 986	100,00	1 622	100,00

Т а б л и ц я 6. Розподіл запасів і видобуток торфу по областях України

Область	Кількість родовищ	Балансові запаси			Видобуток	
		A + b + c1	C2	%	тис. т	%
		тис. т	тис. т			
Вінницька	24	14 355	328	1,91	0	0,00
Волинська	99	143 101	11 334	20,11	237	36,69
Житомирська	38	22 864	3 658	3,45	32	4,95
Івано-Франківська	19	4 804	84	0,64	9	1,39
Київська	27	27 894	49 443	10,07	0	0,00
Львівська	74	124 911	21 440	19,06	61	9,44
Полтавська	30	21 667	1 313	2,99	1	0,15
Рівненська	107	121 998	6 545	16,74	243	37,62
Сумська	56	43 519	570	5,74	0	0,00
Тернопільська	53	22 380	6 884	3,81	2	0,31
Харківська	2	283	0	0,04	0	0,00
Херсонська	3	1 629	848	0,32	0	0,00
Хмельницька	43	19 338	4 199	3,06	0	0,00
Черкаська	14	16 761	419	2,24	0	0,00
Чернігівська	94	59 625	15 780	9,82	61	9,44
Разом	683	645 129	122 845	100,00	646	100,00

Т а б л и ц я 7. Запаси і видобуток горючих копалин в Україні

Корисна копалина (сировина)	Одиниця виміру	Балансові запаси	Видобуток	
		Кількість	Кількість	% на рік від балансових запасів
Природний газ	млн м ³	804 369	20 949	2,60440
Газовий конденсат	тис. т	39 795	679	1,70624
Нафта	тис. т	99 986	1 622	1,62223
Вугілля буре	тис. т	2 892 551	10	0,00035
Вугілля кам'яне	тис. т	52 636 158	20 019	0,03803
Торф	тис. т	767 974	646	0,08412

Засади екологічної конверсії некондиційних горючих копалин. Загалом засади екологічної конверсії некондиційних горючих копалин можна



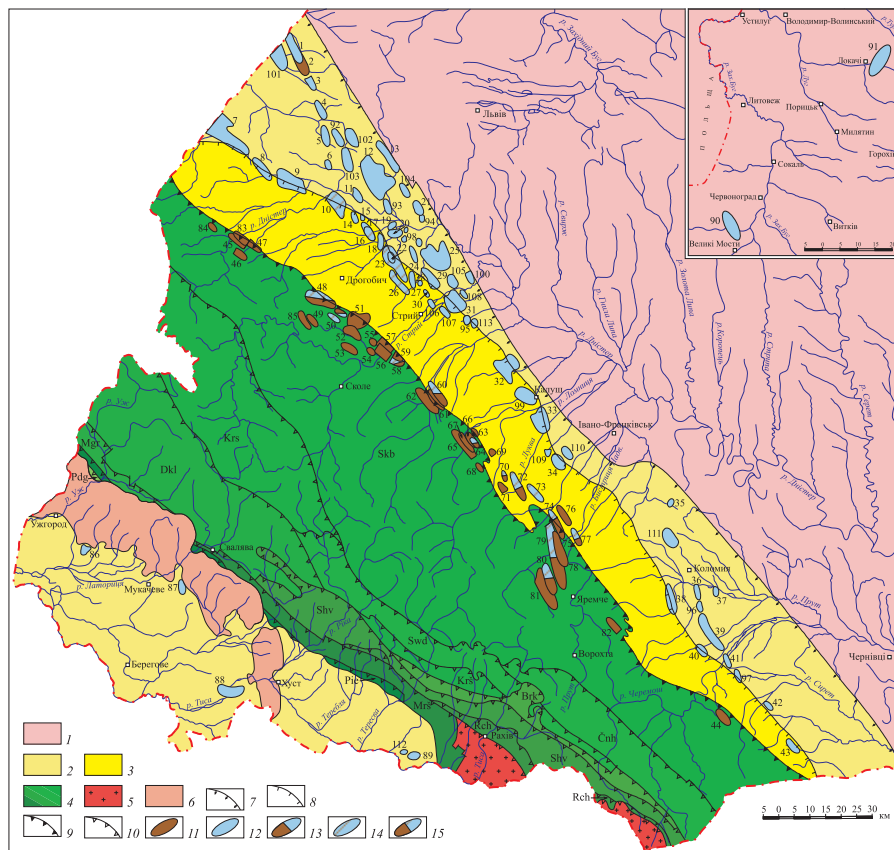


Рис. 1. Схема тектонічного районування та розташування родовищ нафти і газу Заходу України (Савчак, 2019): 1 – платформа; 2 – Зовнішня зона Передкарпатського прогину і Закарпатський прогин; 3 – Внутрішня зона Передкарпатського прогину, 4 – Карпати, 5 – Мармароський масив; 6 – Вигорлат-Гутинський хребет, 7 – північно-східна границя Зовнішньої зони Передкарпатського прогину, 8 – північно-східна границя Внутрішньої зони Передкарпатського прогину (Стебницький насув), 9 – Береговий насув Карпат, 10 – границі Карпатських зон (Skb – Скибова, Krs – Кросненська, Swd – Свидовецька, Chnh – Чорногорська, Krš – Красношорська, Dkl – Дуклянська, Mgr – Магурська, Brk – Буркутська, Shv – Сухівська, Rch – Рахівська, Mrš – Мармароська, Pie – Пієнінська, Pdg – Підгальська), 11–15 – родовища: 11 – нафтові, 12 – газові, 13 – газонафтові, 14 – газоконденсатні, 15 – нафтогазоконденсатні.

Родовища Передкарпатської нафтогазоносної області

Родовища Білче-Волицького нафтогазоносного району: 1 – Свидницьке, 2 – Коханівське, 3 – Вижомлянське, 4 – Вишнянське, 5 – Никловицьке, 6 – Макунівське, 7 – Хідновицьке, 8 – Садковицьке, 9 – Пинянське, 10 – Залужанське, 11 – Новосіліківське, 12 – Рудківське, 13 – Городоцьке, 14 – Майницьке, 15 – Сусолівське, 16 – Грушівське, 17 – Тинівське, 18 – Східнодовгівське, 19 – Південнограбівське, 20 – Меденицьке, 21 – Малогорожанське, 22 – Опарське, 23 – Летнянське, 24 – Грудівське, 25 – Білче-Волицьке, 26 – Гайське, 27 – Кавське, 28 – Глинківське, 29 – Угерське, 30 – Південноугерське, 31 – Дашавське, 32 – Кадобнянське, 33 – Гринівське, 34 – Богородчанське, 35 – Черемхівсько-Струпківське, 36 – Пилипівське, 37 – Дебеславівське, 38 – Яблунівське, 39 – Косівське, 40 – Ковалівське, 41 – Чорногузьке, 42 – Шереметівське, 43 – Красноільське, 44 – Лопушнянське, 92 – Орховицьке, 93 – Верещицьке, 94 – Рубанівське, 95 – Любешівське, 96 – Гуцулівське, 97 – Славецьке, 98 – Гірське, 99 – Калуське, 100 – Тейсарівське, 101 – Ретиченське, 102 – Добрянське, 103 – Дубаневицьке, 104 – Турабівське, 105 – Стриганецьке, 106 – Комарівське, 107 – Бережницьке, 108 – Лугівське, 109 – Північнобогородчанське, 110 – Старобородчанське, 111 – Коломийське, 113 – Східнолюбешівське.

Родовища Бориславсько-Покутського нафтогазоносного району: 45 – Старосамбірське, 46 – Південномонастирське, 47 – Блажівське, 48 – Бориславське, 49 – Новосхідницьке, 50 – Іванківське, 51 – Орів-Уличнянське, 52 – Соколовецьке, 53 – Заводівське, 54 – Південностинавське, 55 – Мельничинське, 56 – Стинавське, 57 – Семигинівське, 58 – Тянівське, 59 – Янківське, 60 – Північнодолинське, 61 – Долинське, 62 – Вигодсько-Витвицьке, 63 – Чечвинське, 64 – Струтинське, 65 – Спаське, 66 – Рожнятівське, 67 – Спаське-Глибинне, 68 – Ріпнянське, 69 – Підлісське, 70 – Луквинське, 71 – Руда-вецьке, 72 – Росільнянське, 73 – Космацьке, 74 – Монастирчанське, 75 – Пнівське, 76 – Гвіздецьке, 77 – Південногвіздецьке, 78 – Пасічянське, 79 – Битків-Бабченське, 80 – Довбушанське, 81 – Бистрицьке, 82 – Микуличинське, 83 – Страшевицьке.

Родовища Карпатської нафтогазоносної області

84 – Стрілибичське, 85 – Східницьке.

Родовища Закарпатської газозноної області

86 – Русько-Комарівське, 87 – Станівське, 88 – Королівське, 89 – Солотвинське, 112 – Дібровське.

Родовища Волино-Поділля (на врізці)

90 – Великомоствіське, 91 – Локачівське.

Опрацювали:

А. П. Медведєв, О. С. Щерба, Б. П. Різун, В. П. Милославська, І. З. Побігун, 2007 р.

Тектонічна основа:

за О. С. Вяловим, С. П. Гавуриною, В. В. Данишем, П. Н. Царенком, 1999 р.

представити двома групами: для наземних та підземних умов. Екологічна конверсія некондиційних горючих копалин є важливою для забезпечення сталого енергетичного розвитку України в умовах глобальних змін навколишнього природного середовища (Подольський та ін., 2021). Потрібне також впровадження енергетичної утилізації газу метану вугільних родовищ, масивів таких техногенних вуглецевмісних матеріалів, як відходи вуглевидобутку, вуглезбагачення, нафтопереробки тощо (Брик та ін., 2019).

Для наземних умов, коли горючі вуглецевмісні матеріали є на поверхні, найбільш перспективною варто вважати екологічну модернізацію відомих методів та способів термохімічного перероблення сировини з метою отримання кондиційних видів палива або цінних хімічних продуктів (Брик та ін., 2021). У цьому випадку важливою є класифікація первинних енергетичних матеріалів за ознакою їхньої придатності до екологічно безпечної конверсії при використанні конкретних технологічних процесів перероблення в економічно доцільному та екологічно прийнятному сенсі.

Прикладами енергетичної конверсії палива є технології газифікації вугілля для парогазових установок (Майстренко та ін., 1998) та виробництво синтетичного рідкого палива (Брик та ін., 2014). Наземні способи також представлені великою кількістю технологій конверсії паливних ресурсів у цінні хімічні продукти, до прикладу (Фальбе, 1980), для практичного використання яких доцільно провести відповідну екологічну модернізацію.

Для підземних умов, коли конверсію вуглецевмісних матеріалів, переважно покладів вугілля різних стадій вуглефікації, проводять без їхнього видобування на поверхню, можуть бути використані технології підземної газифікації (Стефанік, 1990). У цьому випадку важливими є критерії придатності вугільних пластів для підземної газифікації (ПГ).

Визначення придатності вугільного покладу до підземної газифікації доцільно проводити на регіональному і локальному рівнях. При прогнозі на регіональному рівні визначальними критеріями будуть: геологічний, структурний, хіміко-технологічний; на локальному – структурний, петрографічний, хіміко-технологічний та геолого-гірничий.

Регіональний рівень прогнозу придатності вугілля для підземної газифікації охоплює всі продуктивні світи карбону та включає: дослідження площ з оптимальними умовами нагромадження і захоронення органічної речовини в розрізі та плані; перетворення її у вугілля різних ступенів метаморфізму; встановлення структурних особливостей окремих родовищ та ділянок, виявлення тектонічних порушень, які визначають розміри, форми та конфігурацію окремих підземних газогенераторів; визначення морфології вугільних пластів, змін марочного складу вугілля, їхніх хіміко-технологічних характеристик; визначення кількості водоносних горизонтів, їхнього поширення та взаємоз'язку.

Локальний прогноз охоплює окремі вугільні пласти і включає встановлення кореляційної залежності між загальною вугленосністю, потужністю та будовою вугільних пластів; вивчення природної тріщинуватості та проникності вугільних пластів та вмісних порід, що дозволяє вибрати оптимальні розміщення нагнітальних свердловин; прогнозування характеру змін фізико-хімічних властивостей вугілля, поширення їхніх основних якісних

показників у розрізі та по площі; прогнозування за характером змін хіміко-технологічних параметрів вугілля ступеня вигазовування вугільних пластів, складу та якості отриманого при цьому газу.

На підставі аналізу різних технологій підземної газифікації вугілля, що застосовувалися в Україні і за кордоном, а також стендових експериментів із вивчення процесу ПГ, які ми провели, були окреслені основні гірничо-геологічні і технологічні критерії, що сприяють розробці вугільних пластів способом підземної газифікації. До них належать:

а) марка вугілля – найбільш сприятливим є буре та кам'яне гумусове і сапропелітове вугілля;

б) елементний склад вугілля;

в) гірничо-геологічні умови залягання вугільних пластів: глибина залягання (100–500 м), товщина пластів (понад 0,3 м), характер залягання вугільних пластів;

г) якість та властивості вугілля: зольність (від 5 до 40 %), сірчистість (не більше ніж 5 %), теплота згорання (від 7,0 до 28,0 МДж/кг для робочого палива), товщина пластичного шару (не більше ніж 12 мм), температура плавлення золи (≥ 1200 – 1400 °C);

д) характеристика тріщинно-пориної структури вугілля і вмісних порід: екзогенна порушеність пласта та ендегенні тріщини, окисненість вугілля, глибина вивітрювання;

е) літологічний склад покрівлі і підшви вугільного пласта: щільні глинисті породи (аргіліти, алевроліти) є тугоплавкими, вологонепроникними і забезпечують мінімальні втрати тепла під час горіння пласта; міцні та щільні породи, що перекривають вугільний пласт, запобігають просіданню покрівлі при вигоранні вугільного пласта та проникненню синтезованих газів у вмісні породи і на поверхню Землі;

є) гідрогеологічні умови: обводненість (водопритік – понад $3 \text{ м}^3/\text{год}$) вугленосних відкладів негативно впливає на процес підземної газифікації, знижує температуру горіння вугілля і теплоту згорання цільового газу;

ж) тектонічні умови: великі тектонічні порушення сприяють проникненню продуктів газифікації з підземного газогенератора у вмісні пористі або тріщинуваті породи. Крім того, цими порушеннями можливий також значний притік води в зони газифікації.

З допомогою вказаних критеріїв визначено конкретні об'єкти для вивчення гірничо-геологічних умов з метою проведення підземної газифікації вугілля – окремі ділянки або шахтні поля Львівсько-Волинського, Дніпровського і Донецького басейнів та Дніпровсько-Донецької западини (табл. 8) (Іванців та ін., 2001).

Відомо, що при видобутку вугілля у вугільних басейнах традиційним шахтним способом залишаються невилученими з надр приблизно 30–40 % покладів вугілля.

В умовах Донецького басейну розвідано багато вугільних пластів, непридатних для шахтного видобутку, які варто задіяти в процеси ПГ. Підземній газифікації можна піддати значні запаси (близько 11,0 млрд т) «солоного» вугілля того ж таки Донецького басейну. І перевагу тут варто віддати Богданівському та Петровському родовищам на півночі Луганської області,

Т а б л и ц я 8. Родовища та ділянки вугільних басейнів України, придатні для підземної газифікації

Назва родовища, ділянки	Марка вугілля	Глибина залягання від-до, м	Потужність вугільного пласта від-до, м	Балансові запаси, млн т
Донецький басейн				
Богданівське	Д	200–790	0,8–3,4	957,0
Петровське	Д	615–895	0,8–2,7	168,0
Усього по Донбасу				1125,0
Дніпровський басейн				
Синельниківське	Б ₁ –Б ₂	10–135	2,0–15,0	226,0
Миронівське	Б ₁ –Б ₂	30–155	0,8–14,4	472,0
Ново-Олександрівське	Б ₂	60–170	2,0–16,0	203,0
Усього по Дніпробасу				901,0
Дніпровсько-Донецька западина				
Ново-Дмитрівське	Б ₁ –Б ₂	65–550	0,6–16,3	390,0
Усього по Дніпровсько-Донецькій западині				390,0
Львівсько-Волинський басейн				
Сокальське	Г	280–400	0,5–1,3	41,3
Бубнівське	Г	200–300	0,5–0,7	13,3
Буське	К	270–320	0,4–0,8	5,1
Винники–Куликів	Г, Ж	400–500	0,5–0,9	68,5
Усього по Львівсько-Волинському басейну:				128,2
Разом (без урахування запасів «солоного вугілля» – 11 млрд т)				2544,2

що розмістилися в зоні дефіциту електроенергії і на базі яких можливе створення енергохімічного комплексу з виробництва горючого газу, електроенергії та хімічних продуктів.

У Дніпровському буровугільному басейні підземну газифікацію вугілля пропонується проводити на Синельниківському, Миронівському та Ново-Олександрійському родовищах, загальні запаси яких становлять приблизно 1 млрд т.

У Дніпровсько-Донецькій западині придатним для підземної газифікації є Ново-Дмитрівське родовище.

Крім того, завдяки застосуванню технології ПГ можуть розроблятися розвідані запаси вугільних басейнів України, які найближчим часом не будуть освоюватися традиційним шахтним способом, що значно знизить капітальні витрати на будівництво нових шахт та вуглезбагачувальних підприємств.

Проблема підземної газифікації некондиційних (забалансових) запасів вугілля особливо актуальна для Львівсько-Волинського басейну, де ці запаси становлять до 70 % від загальних геологічних запасів басейну (близько 2,0 млрд т).

Окрім того, тут виявлено низку ділянок, які за техніко-економічними аспектами (низька якість вугілля, висока зольність, незначні запаси, несприятливі гірничо-геологічні та технологічні умови) недоцільно освоювати традиційним шахтним способом, а варто рекомендувати для підземної газифікації. Насамперед це: Сокальське, Бубнівське, Буське родовища і площа Куликів–Винники.

У зв'язку з цим подальший розвиток Львівсько-Волинського басейну нерозривно пов'язаний як із будівництвом нових шахт на наявних резервних ділянках, так і з впровадженням нетрадиційних методів видобутку, зокрема технології підземної газифікації вугілля, що дозволить отримувати енергетичний або синтез-газ із наступним одержанням цінних хімічних продуктів.

Львівсько-Волинський басейн налічує велику кількість некондиційних пластів та пропластків з потужністю менш ніж 0,5 м, але складених вугіллям задовільної якості для вимог підземного перероблення, їхні сумарні запаси становлять орієнтовно до 1,0 млрд т. Вирішальним є знання геологічних умов, які сприяють або навпаки унеможливають застосування підземної газифікації для конкретної ділянки вугільного пласта.

Висновки.

1. Наведено геологічне районування нафтогазових родовищ і покладів твердих горючих копалин та запаси і видобуток основних горючих копалин в Україні станом на 01.01.2019 р., а саме вугілля бурого, вугілля кам'яного, газу природного, газового конденсату, нафти і торфу. Показано, що запаси багатократно перевищують видобування та в сумі не забезпечують належного рівня енергетичної безпеки держави. Зокрема, встановлено, що в середньому на рік видобуток природного газу становить близько 2,6 %, нафти – 1,6 %, а вугілля кам'яного – 0,038 % від балансових запасів.

2. Запропоновано засади екологічно безпечної конверсії некондиційних горючих копалин у наземних та підземних умовах. Відзначено важливість енергетичної утилізації газу метану вугільних родовищ, масивів таких техногенних вуглецевмісних матеріалів, як відходи вуглевидобутку, вуглезбагачення, нафтопереробки тощо. Обґрунтовано основні гірничо-геологічні і технологічні критерії, що сприяють розробці вугільних пластів способом підземної газифікації, а також вказано родовища та ділянки вугільних басейнів України, які придатні для підземної газифікації.

Брик, Д., Гвоздевич, О., Кульчицька-Жигайло, Л., & Подольський, М. (2019). Техногенні вуглевмісні об'єкти Червоноградського гірничопромислового району та деякі технічні рішення їхнього використання. *Геологія і геохімія горючих копалин*, 4(181), 45–65. <https://doi.org/10.15407/ggcm2019.04.045>

Брик, Д. В., Подольський, М. Р., & Гвоздевич, О. В. (2014). Фізико-технічне обґрунтування виробництва синтетичного палива з вугілля (на прикладі Львівсько-Волинського басейну). *Угледимический журнал*, 4, 69–74.

Брик, Д., Подольський, М., Хоха, Ю., Любчак, О., Кульчицька-Жигайло, Л., & Гвоздевич, О. (2021). Некондиційні вуглецевмісні горючі копалини та способи їхнього термохімічного перероблення. *Геологія і геохімія горючих копалин*, 1–2(183–184), 89–109. <https://doi.org/10.15407/ggcm2021.01-02.089>

«Геоінформ України». (2020). <http://minerals-ua.info/mapviewer/goruchi.php>

- ДГП «Західукргеологія», ВО «Волиньвугілля», ДХГ «Львіввугілля». (2002). *Геолого-промислова карта Львівсько-Волинського кам'яновугільного басейну*.
- Державна служба статистики України. (2020). *Паливно-енергетичні ресурси України. Статистичний збірник*. https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2020/zb/12/Zb_per.pdf
- Іванців, О. Є., Кухар, З. Я., & Брик, Д. В. (2001). Нові підходи до перспектив підземної газифікації вугільних родовищ України. *Геологія і геохімія горючих копалин*, 2, 129–134.
- Куровець, І. М., Михайлов, В. А., Зейкан, О. Ю., Крупський, Ю. З., Гладун, В. В., Чепіль, П. М., Гулій, В. М., Куровець, С. С., Касянчук, С. В., Грицик, І. І., & Наумко, І. М. (2014). *Нетрадиційні джерела вуглеводнів України: Кн. 1. Нетрадиційні джерела вуглеводнів: огляд проблеми*. Київ: Ніка-центр.
- Майстренко, А. Ю., Дудник, А. Н., & Яцкевич, С. В. (1998). *Технологии газификации углей для парогазовых установок*. Киев: Знание.
- Подольський, М., Брик, Д., Кульчицька-Жигайло, Л., & Гвоздевич, О. (2021). Використання горючих копалин у контексті цілей сталого розвитку України та глобальних змін навколишнього середовища. *Геологія і геохімія горючих копалин*, 3–4(185–186), 109–125. <https://doi.org/10.15407/ggcm2021.03-04.109>
- Савчак, О. (2019). Геолого-геохімічні особливості міграції та формування газових родовищ у нафтогазоносних регіонах України. *Геологія і геохімія горючих копалин*, 1(178), 21–40. <https://doi.org/10.15407/ggcm2019.01.021>
- Стефаник, Ю. В. (1990). *Геотехнология некондиционных твердых топлив*. Киев: Наукова думка.
- Фальбе, Ю. М. (1980). *Химические вещества из угля*. Москва: Химия.

Стаття надійшла:
14.04.2022 р.

**Dmytro BRYK, Myroslav PODOLSKY,
Lesia KULCHYTSKA-ZHYHAILO, Oleh GVOZDEVYCH**

Institute of Geology and Geochemistry of Combustible Minerals
of National Academy of Sciences of Ukraine, Lviv, Ukraine,
e-mail: cencon@ukr.net

SUBSTANDARD COMBUSTIBLE MINERALS OF UKRAINE AND PRINCIPLES OF THEIR ECOLOGICAL CONVERSION

In the general case, substandard combustible minerals include on-balance and off-balance reserves of primary energy materials - coal and peat deposits (solid combustible minerals) and oil and natural gas deposits (liquid and gaseous combustible minerals), which by physico-chemical, energy or geological-spatial conditions do not meet the economic criteria for extraction and use of traditional technological methods, as well as the potential of methane from coal deposits, arrays of man-made carbon-containing materials such as waste from coal mining, coal beneficiation, refining, etc. Review of the available reserves in terms of the use of modern technologies of environmentally friendly conversion can significantly expand the opportunities for the development of all types of combustible minerals in Ukraine.

The paper considers the geological zoning of oil and gas fields and deposits of solid combustible minerals, as well as their reserves and production. It is shown that

the reserves of the main primary energy resources in Ukraine many times exceeds the extraction and has significant opportunities to increase due to the use of substandard combustible minerals.

The principles of ecologically safe conversion of substandard combustible minerals in terrestrial and underground conditions are presented. The importance of energy utilization of methane from coal deposits, arrays of such man-made carbon-containing materials as coal mining waste, coal beneficiation, oil refining, etc. was noted.

The main mining-geological and technological criteria that contribute to the development of coal seams by underground gasification are given, as well as deposits and areas of coal basins of Ukraine that are suitable for underground gasification.

Keywords: combustible minerals, coal, gasification, ecological conversion.