

УДК 553.04

Н. Лижаченко, асп.

РАНЖУВАННЯ ВІТЧИЗНЯНИХ РОДОВИЩ ТА ПРОЯВІВ ГРАФІТУ ЗА ОСНОВНИМИ ГЕОЛОГО-ПРОМИСЛОВИМИ ПОКАЗНИКАМИ

(Рекомендовано членом редакційної колегії д-ром геол. наук, проф. В.А. Михайловим)

В роботі проаналізовано родовища та рудопрояви графіту за основними та додатковими показниками, до яких віднесено: якість корисної копалини, технологічні властивості руд, потужність порід розкриття, ступінь геологічної вивченості, умови залягання порід, складність геологічної будови.

The article presents the analysis of deposits and ore occurrences of graphite on core and additional indicators, which are classified as: quality of minerals, the technological properties of ores, power breeds of disclosure, extent of geological knowledge, conditions of occurrence of species, the complexity of the geological structure.

Постановка питання. Графіт є важливою складовою промисловості в Україні та світі, а українська графітоносна провінція є однією з найбагатших в Європі. На сьогоднішній день до ресурсної бази державного балансу занесено 47 рудопроявів, а основні запаси сконцентровані на 6 родовищах (В 1994 р до Державного балансу України було занесено Балахівське родовище в Кіровоградській області, а в 2006 – Буртинське родовище (Хмельницька обл).

Відкриття нових покладів тривало протягом останнього століття майже безперервно, проте, розробці піддаються лише руди Завалівського родовища. Запаси та ресурси графіту українських графітоносних провінцій є значними і, безумовно, зі збільшенням потреб ринку, інвестиційна привабливість графітовидобувної галузі зростає. Економічна ефективність розробки родовищ визначається їх гірничо-геологічними умовами, від яких залежить обсяг витрат на видобуток корисних копалин, облаштування родовища і т.д.

Аналіз попередніх досліджень та виділення невирішених проблем. За результатами робіт, проведених ЦТЕ МГ УССР в 1981 р (М.Ф. Таранюк та ін.) був вперше наданий геолого-економічний огляд графітоносності Українського щита, за даними якого на території останнього нараховувалось 18 родовищ, 79 рудопроявів та 422 точки підвищеної графітової мінералізації. Основою даних досліджень стали матеріали геолого-зйомочних робіт масштабу 1:200 000, 1:50 000, дані глибинного геологічного картування, пошукових та розвідувальних робіт. Вивченням геологічної будови родовищ та якісних параметрів корисних копалин в різні роки займались М.М. Янгічер, А.Д. Додатко, В.П. Николаєвський, Бочай та ін.

Завдання та методика виконання роботи. Метою роботи є ранжування об'єктів вітчизняної мінерально-сировинної бази графіту за геологічними, гірничотехнічними та технологічними критеріями геолого-економічної оцінки для встановлення найбільш перспективних для освоєння об'єктів. У даному дослідженні використовувались методи попередньої ГЕО, оскільки родовища та прояви характеризуються різним ступенем геологічного вивчення.

Оцінка проведена в два етапи. На першому етапі із загальної кількості рудопроявів (47-ми), враховуючи основні показники, такі як середній вміст графіту, потуж-

ність розкривних порід, ступінь геологічного вивчення, запаси та ресурси корисної копалини (в млн т руди), відібрано найбільш перспективні. На другому етапі, з метою врахування особливостей геологічної будови родовищ та проявів, характеру та особливостей руд, розширений перелік основних показників та включені додаткові і побудована рейтингова таблиця родовищ та найбільш перспективних рудопроявів. Для зручності побудови рейтингової таблиці основні показники були пронумеровані: показник 1 – якість корисної копалини; показник 2 – характер руд та тип графіту, додатковий показник 2 – наявність в рудах негативних домішок, що впливають на швидкість та порядок ступенів флотації, показник 3 – потужність та характер порід перекриття, додатковий показник 3 – характер денної поверхні, показник 4 – ступінь геологічної вивченості, показник 5 – складність геологічної будови родовища, показник 6 – умови залягання порід. Таким чином, виділено 6 основних та 2 додаткових показники, що будуть визначати перспективність подальшого освоєння родовищ та проявів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Попередньо, для виявлення найбільш перспективних об'єктів із балансових рудопроявів, прийнято показники, що відповідають рівню їх геологічної вивченості і є відомі для кожного прояву: середній вміст графіту в руді, потужність порід розкриття, ступінь геологічної вивченості, запаси (ресурси) (табл. 1).

Таблиця 1

Ранжування рудопроявів					
Показник/бал	1	2	3	4	5
Вміст граф.сер.%	3,4-4,5	4,6-5,6	5,7-6,7	6,8-7,8	7,9-9
Потужність порід розкриття	80 >	60-80	40-60	20-40	<20
Ступ геол. вивчення	P ₁ , P ₂	C ₂	C ₁	B	A
Запаси/ресурси, млн..т.руди	<5	5-15	16-30	31-60	60>

Таким чином, отримано найбільш перспективні прояви: Каратюкський, Махаринецький, Кошаро-Олександрівський, Дубинівський, Вишняківський, Сачкинський, Водяньський, Варварівський, Бабенківський. Ці об'єкти отримали високі бали за рахунок більш детальної геологічної вивченості та величини запасів, оскільки раніше вважались родовищами.

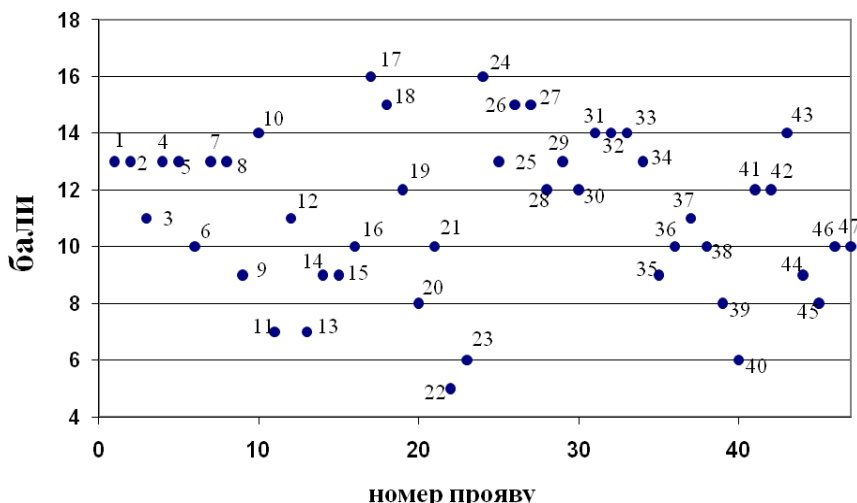


Рис. 1. Ранжування рудопоявів за основними показниками:

- 1 – Забарівський, 2 – Яблунівський, 3 – Замороченсько-Городнявський, 4 – Майданвільський, 5 – Буртинський (діл.Майданська), 6 – Діл. Хмелівська, 7 – Діл.Північно-Західний фланг, 8 – Діл. Лісова, 9 – Пединський, 10 – Махаринецький, 11 – Шереметівський, 12 – Дениші, 13 – Сальниківське, 14 – Хоцеватське, 15 – Шамраївське, 16 – Сабатинівське, 17 – Кошаро-Олександрівське, 18 – Дубинівський, 19 – Скалівський, 20 – Рогівський, 21 – Сухоташлицький, 22 – Врадіївський, 23 – Балахівське (ділянка Північна), 24 – Водянський, 25 – Більше-Водянський, 26 – Варварівський, 27 – Бабенківський, 28 – Кодацький, 29 – Зеленівський, 30 – Темрюкський, 31 – Каратюкський, 32 – Вишняківський, 33 – Сачкинський, 34 – Комишуватське, 35 – Демовярський, 36 – Зарудинецький, 37 – Міжріченський, 38 – Константинівський, 39 – Воєводський, 40 – Богословський, 41 – Троянський, 42 – Вюнківський, 43 – Павлівський, 44 – Вільшанський, 45 – Синицівський, 46 – Східно-савранський, 47 – Ставківський

Далі зроблено порівняння найбільш перспективних проявів з балансними родовищами. Оцінка проводиться за якісними геологічними та промисловими показниками.

Показник 1. Якість корисної копалини (вміст графіту на тону руди) За вмістом графіту для бальної оцінки руди родовищ були розподілені за п'ятибальною шкалою наступним чином (на родовищах вміст коливається в межах 3-10 %): 3-4,4 % графіту – 1бал; 4,4-5,8 % – 2 бали; 5,8-7,2 % – 3 бали; 7,2-8,6 % – 4 бали; 8,6-10 % – 5 бали.

Для більшої достовірності такого поділу була встановлена величина градації 1,4, отримана з відношення різниці відсоткових вмістів та кількості балів ($10-3=7/5=1,4$)

Показник 2. Технологічні властивості (структурна характеристика руд – залежно від умов знаходження руди можуть бути щільними, напівпухкими, пухкими, до уваги приймається також текстурно-структурний тип графіту, що впливає на спосіб їх збагачення) (табл. 2).

Таблиця 2
Розподіл балів за показником 2

Структурна характеристика руд	Бал	Текстурно-структурний тип графіту		Бал
		Явнокристалічний	Лускатий	
Пухкі	3	Явнокристалічний	Лускатий	2
Напівпухкі	2	сталічний	Щільнокристалічний	1
Щільні	1	Прихованокристалічний		0

Дуже часто на родовищі присутні всі типи руд, в таких випадках родовище отримуватиме бал за показником, що має найвище промислове значення.

Характер руд та тип графіту є показниками, що безпосередньо впливатимуть на спосіб збагачення. Руди графітових родовищ України збагачуються переважно флотацією. Найкраще збагачуваними є лускаті руди, в яких графіт знаходиться у вигляді окремих кристалів у формі лусок розміром до декількох міліметрів. Флотація щільнокристалічних руд здійснюється майже так само, як і лускатих, але з меншою швидкістю, що обумовлено наявністю у них деякої кількості зерен прихованокристалічного графіту (до 15-25 %), який повільніше флотується і вимагає більш тонкого подрібнення. Процес флотації ускладнюється також якщо руди є приховано-

кристалічними. Стосовно структурного типу руд, то найлегше збагачуються рихлі (вивітрілі) руди.

Додатковий показник 2. Графіт належить до найбільш легкофлотованих мінералів, але його флотованість залежить також від крупності кристалів, характеру домішок і ступеня окиснення поверхні. Так, наприклад, наявність карбонатних домішок впливає на швидкість та порядок складових ступенів флотації, а піритизація руд знижує якість флотації. Тому у випадках, коли руди на родовищі є кальцитизованими чи піритизованими, родовище втрачатиме -0,5 бала.

Показник 3. Потужність порід розкриття. Оскільки максимальна потужність порід перекриття на родовищах 50м, бальна оцінка буде наступною (табл. 3):

Таблиця 3
Розподіл балів за показником 3

Потужність	до 10 м	до 20	до 30	до 40	до 50
Бал	5	4	3	2	1

Додатковий показник 3 – характер порід денної поверхні. Іноді розробка родовища ускладнюється розміщенням родовища на заповідних чи родючих землях, що зменшує його привабливість як об'єкта капіталовкладень та знижує ймовірність розробки.

Потужність та характер денної поверхні порід розкриття впливають на ефективність експлуатації родовища. Розміщені на малопродуктивних землях родовища (глини, суглинки, піски, супіски, галечники) отримуватимуть плюс 2 бали, на орних та малопродуктивних землях – плюс 1 бал, а на заповідних територіях балів не отримуватимуть. +3 бали отримуватимуть родовища, породи перекриття яких мають промислове значення та можуть видобуватися комплексно, а також родовища, що мають незначну потужність порід перекриття і не потребують значних площ для відвалів.

Показник 4. Ступінь геологічної вивченості. За даним показником родовища, що вивчені до категорії будуть отримувати 5 балів, В – 4 бали, С₁ – 3, С₂ – 2 бали, прогнозні – 1 бал.

Показник 5. Складність геологічної будови. В даному параметрі визначається перш за все, розмір та характер коливання потужності покладу, мінливість речовинного складу руд в просторі (зміна вмісту графіту в руді). До даного визначника включається також морфологія рудних тіл. Таким чином, відповідно до "Класифікації..." [4], родовища будуть поділені за чотирма групами складності (родовища 4 групи складності геологічної будови практичного значення не мають).

В переважній більшості графітові родовища України характеризуються простим заляганням, оскільки рудоносні товщі є витриманими по падінню та простяганням. В окремих випадках (Сачкинське, Троїцьке) падіння порід за рахунок дислокацій є змінним, що характеризує складне залягання. За напрямками кута падіння переважає круте залягання. В багатьох випадках визначальною ознакою, що впливає на групу складності родовища, є розподіл корисного компоненту, який, як правило, в Українській графітоносній провінції є нерівномірним. Так, наприклад, Каратюкський прояв характеризується невитриманими на глибину та по простяганням рудними тілами і нерівномірною графітизацією, що відносять родовище до 2 групи складності. Старокримський прояв морфологічно представлений лінзами і жилами з нерівномірно розсіяним в породі графітом. На Маріупольському родовищі спостерігаються невитримані за потужністю лінзоподібні та пластоводібні

рудні тіла, що значно інтродовані гранітами та апліт-пегматитами з нерівномірним розподілом графіту. На Вишняківському, Водянському, Варварівському та Бабенківському рудопроявах рудні поклади представлені відносно витриманими пластовими рідше лінзоподібними покладами з відносно рівномірним розподілом графіту в породі, інколи характеризуються порушеним заляганням. Троїцьке і Петрівське родовища мають нерівномірний розподіл графіту та значним коливанням потужності покладів й ускладнюються інтрузіями гранітів і пегматитів. Гнейси Сачкинського прояву часто дислоковані та зібрані в складки.

Показник 6. Умови залягання порід визначаються за величиною кута падіння порід та витриманістю покладу по простяганням та падінню в межах ділянки (табл. 4). Залягання може бути горизонтальним та дуже пологим (0°-5°), пологим (5°-25°), похилим (25°-45°), крутим (45°-60°) та дуже крутим (60°-90°). Крім того, залягання порід може бути простим (витримане по простяганням та падінню) або складним (при зміні кута падіння). Чим складнішими є дані параметри, тим складніші умови розвідки та розробки родовища.

У табл. 5 і 6 наведено відомості щодо основних та додаткових параметрів родовищ за якими буде підраховуватись сумарний бал.

Результати рейтингової оцінки за визначеними показниками наведено в табл. 7.

Таблиця 4

Розподіл балів за умовами залягання

Величина кута падіння	Бал	Витриманість покладу	бал
Дуже полого	5	Просте	2
Пологе	4	Складне	1
Похиле	3		
Круте	2		
Дуже круте	1		

Таблиця 5

Промислові показники родовищ

Родовище/прояв	Вміст графіту середній	Тип руд	Тип графіту	Потужність порід розкриття		Промислове значення та характер порід перекриття на денній поверхні
				Від	до	
Каратюкський	8	щільні кальцитизовані	лускатий	2	10	орні та малопродуктивні землі
Махаринецький	4,6	пухкі, напівпухкі, щільні	лускатий	0	13	орні та малопродуктивні землі
Кошаро-Олександрівський	9	напівпухкі, щільні	лускатий	12	20	забудови та орні землі
Дубинівський	9	щільні	лускатий	3	18	малопродуктивні землі
Вишняківський	6,1	щільні піритизовані	лускатий	0	7	малопродуктивні землі
Сачкинський	7	щільні кальцитизовані	лускатий	0	3	орні та малопродуктивні землі
Троїцьке	8,04	напівпухкі	лускатий	0,2	8	розміщено в санітарно-охоронній зоні Бердянського водосховища
Водянський	8	пухкі	лускатий	0	50	малопродуктивні землі
Варварівський	7,52	пухкі	лускатий	30	40	малопродуктивні землі
Бабенківський	7	пухкі та щільні	лускатий	8	14	малопродуктивні землі
Петрівське	7,18	пухкі	лускатий	3,5	20	малопродуктивні землі
Маріупольське	3,92	щільні	лускатий	0,7	35	орні та малопродуктивні землі
Завалівське	6,2	пухкі, напівпухкі, щільні	лускатий	8	45	будівельний камінь, піски, глини (пром.знач)
Балахівське	4,94	пухкі, напівпухкі	лускатий	9	20	Піски та глини (пром.зн)
Буртинське	5,85	пухкі, напівпухкі, щільні	лускатий	20	30	Глини (пром.зн.)

Таблиця 6

Додаткові промислові показники родовищ

Родовище	Група складності	Умови залягання за величиною кута падіння	Умови залягання за витриманістю покладу	Ступінь геол. вивч
Каратюкський	2	круте	просто	P ₁
Махаринецький	2	пологе	просто	P ₁
Кошаро-Олександрівський	2	Похиłe	просто	B
Дубинівський	2	похиłe	просто	P ₁
Вишняківський	2	дуже круте	просто	C ₂
Сачкинський	3	дуже круте	складне	C ₂
Троїцьке	3	дуже круте	складне	A
Водянський	2	круте	просто	A
Варварівський	2	похиłe	просто	C ₂
Бабенківський	2	круте	просто	A
Петрівське	3	похиłe	просто	A
Маріупольське	2	похиłe	просто	A
Завалівське	2	круте	просто	A
Балахівське	2	пологе	просто	A
Буртинське	2	круте	просто	A

Таблиця 7

Оцінка родовищ за даними основних та додаткових показників

Родовище/прояв	Показник 1	Показник 2	Додатковий показник 2	Показник 3	Додатковий показник 3	Показник 4	Показник 5	Показник 6	Сума балів
Каратюкський	4	3	-0,5	5	1	1	2	4	19,5
Махаринецький	2	5		5	1	1	2	6	21
Кошаро-Олександрівський	5	4		4	1	4	2	5	25
Дубинівський	5	3		4	2	1	2	5	22
Вишняківський	3	3	-0,5	5	2	2	2	3	19,5
Сачкинський	3	3	-0,5	5	1	2	1	2	16,5
Троїцьке	4	4		5		5	1	2	21
Водянський	4	5		1	2	5	2	4	23
Варварівський	4	5		2	2	2	2	5	22
Бабенківський	3	5		4	2	5	2	4	25
Петрівське	4	5		4	2	5	1	5	26
Маріупольське	1	5		2	1	5	2	5	21
Завалівське	3	5		1	3	5	2	4	23
Балахівське	2	5		4	3	5	2	6	27
Буртинське	3	5		3	3	5	2	4	25

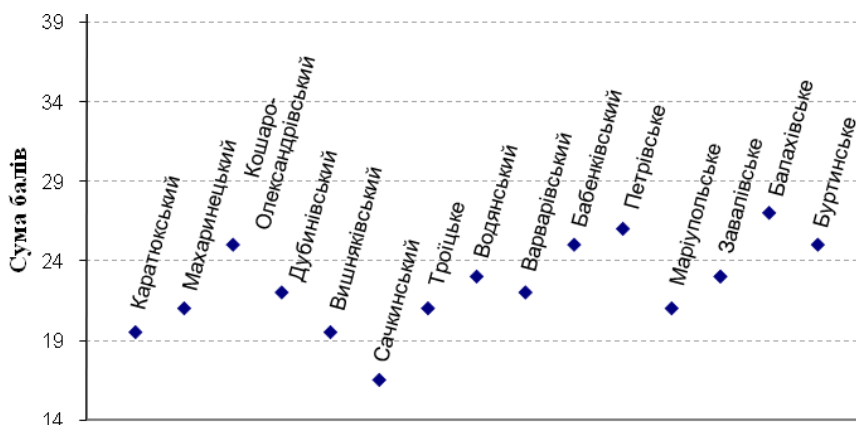


Рис. 3. Ранжування родовищ та найбільш перспективних проявів за сумою балів

Висновки. Таким чином, було проведена геолого-економічна оцінка родовищ з використанням основних геологічних, гірничо-технічних та технологічних параметрів, що визначають економічну ефективність розробки родовища і отримано такі результати:

1. Найбільш перспективними для подальшого освоєння визначені прояви Водянський, Варварівський, Бабенківський, Кошаро-Олександрівський та балансові Балахівське, Буртинське та Петрівське родовища.

2. У багатьох випадках геолого-промислової привабливості родовища (прояву) зростала (Кошаро-Олександрівський, Дубинівський) за рахунок середнього відсоткового вмісту графіту в руді, в інших навпаки –

знижувалась, хоча відомо, що відкритих способах розробки практично всі руди кристалічного графіту вважаються промисловими. У випадку Завалівського родовища бали занизились за рахунок значної потужності порід перекриття, що має свій прояв на самому родовищі, адже тривала його розробка призвела до відведення значних територій навколо родовища під відвали.

3. Інвестиційна привабливість родовищ та проявів графіту УЩ може визначатись з урахуванням наведених параметрів гірничо-геологічних умов розробки, якісних параметрів корисних копалин та запасів (ресурсів) цих об'єктів (табл. 8).

Таблиця 8

Інвестиційна привабливість родовищ та проявів графіту УЩ

Родовище (прояв)	Величина запасів, руда, млн.т	Сума балів
Каратюкський	25,2	19,5
Махаринецький	158	21
Кошаро-Олександрівський	10	25
Дубинівський	32	22
Вишняківський	23,2	19,5
Сачкинський	25	16,5
Троїцьке	2	21
Водянський	0,2	23
Варварівський	44,8	22
Бабенківський	3,6	25
Петрівське	7,5	26
Маріупольське	3,4	21
Завалівське	95,2	23
Балахівське	23,9	27
Буртинське	113,4	25

1. Андрієвський І.Д. Обґрунтування розміру єдиного нормативу плати за користування надрами // Мінеральні ресурси України. – 2008. – № 1. – С. 26-32. 2. Андреева О.А. Оцінка бентонітових родовищ України за допомогою бальної оцінки // Вісник Київського університету. Геологія. – 2009. – № 46. – С. 55-59. 3. Вульчин Є.І. Високометаморфізовані вугли-

сті утворення і графіти України. – К., 1967. – С. 108–113. 4. Державний баланс запасів України. – К., 2011. 5. Іванціє О.Є. Геологія та генезис графітових родовищ України. – К., 1972. – С. 74–78. 6. Минеральное сырьё. Графит: Справочник. – М., 1997.

Надійшла до редколегії 07.10.12