

УДК 553.048

Г.І. Рудько, професор, доктор геолого-мінералогічних наук, доктор геологічних наук, доктор технічних наук, голова ДКЗ України. E-mail: rudko@dkz.gov.ua

В.М. Озерко, начальник відділу нерудних корисних копалин ДКЗ України. E-mail: ozerko@dkz.gov.ua

Державна комісія України по запасах корисних копалин  
вул. Генерала Алмазова, 18/7, м. Київ, 01133, Україна

М.М. Курило, кандидат геологічних наук, доцент. E-mail: kurilo@mail.univ.kiev.ua

ННІ «Інститут геології», Київський національний університет імені Тараса Шевченка  
вул. Васильківська, 90, Київ, 03022, Україна

## ГЕОЛОГО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ЗАПАСІВ КАМЕНЕСАМОЦВІТНОЇ СИРОВИНИ ПІД ЧАС КОМПЛЕКСНОГО ОСВОЄННЯ РОДОВИЩ КАРБОНАТНИХ ПОРІД

(Рекомендовано доктором геологічних наук, професором Михайловим В.А.)

Проаналізовано особливості підрахунку запасів родовищ карбонатних порід, які містять включення каменесамецвітної сировини у промислових обсягах на прикладі мармурових оніксів. Визначено доцільність застосування статистичних методів підрахунку запасів, які дозволяють оцінити обсяги каменесамецвітної сировини з дуже нерівномірним розподілом у вмісних породах. Рекомендовано визначати промислове значення та проводити облік таких запасів за категоріями  $C_1$  і  $C_2$  та класами 112 і 122 за умови позитивних результатів вартісної оцінки. Проаналізовано перспективи освоєння проявів мармурових оніксів у межах Волино-Поділля як супутніх або спільно залягаючих корисних копалин.

Ключові слова: підрахунок запасів, супутні корисні копалини, карбонатні породи, каменесамецвітна сировина.

Актуальність геолого-економічної оцінки каменесамецвітної сировини у разі її супутнього видобутку з карбонатними породами пов'язана з такими аспектами:

- наявність значної кількості проявів виробного каміння з оціненими ресурсами, але недостатнім ступенем геологічного і техніко-економічного вивчення, без промислового освоєння;

- поширення включень виробного каміння в карбонатних породах, які розробляються як сировина для будівельної індустрії;

- необхідність оцінки промислового значення виробного каміння як супутніх або спільно залягаючих корисних копалин, що передбачає підрахунок їх запасів за промисловими категоріями.

В останні роки проводився ряд геологічних і гемологічних оцінок проявів каменесамецвітної сировини в межах Волино-Поділля [2, 6–8], які засвідчили гемологічну цінність та можливе промислове значення мармурових оніксів і кременистих конкрецій у карбонатних

породах. Це природне каміння віднесе-но до напівдорогоцінного каміння другого порядку згідно з вітчизняною класифікацією [9]. Такі об'єкти оцінки, як правило, характеризуються невеликими концентраціями включень (менше 1 %) з край нерівномірним розподілом, що спричинює значну вартість їх геологічного вивчення до стадії дослідно-промислової розробки (ДПР).

На території України прояви і родовища мармурового оніксу відомі в Середньому Придністров'ї та в Гірському Криму. Прояви мармурового оніксу приурочені до вапняків оолітових, черепашково-детритових і черепашкових карагансько-конського та нижньосарматського віку. У структурно-тектонічному відношенні територія їх поширення належить до Подільської зони розломів, активізація якої відбулася в неогеновий період. Мармуровий онікс утворився внаслідок осадження карбонату кальцію з низькотемпературних вод, циркуляція яких у товщах вапняків посилювалась у результаті поновлень

тектонічної діяльності [1]. Державним балансом запасів корисних копалин України враховане одне Калюсицьке родовище мармурового оніксу (Хмельницька область) з запасами 213 т за категорією  $C_2$ , яке підготовлене до дослідно-промислової розробки [3, 5]. Також за результатами пошукових робіт виділено три групи проявів оніксу: Жванська група (прояви Галайківецький, Виноградівський, Говорівський, Щербовецький, Малостругський), Калюська група (Калюсицьке родовище і Стругський прояв) і Ушицька група (Покутинецько-Проскурівський прояв). У межах Подільських Товтр виявлені три прояви мармурового оніксу – Зарічанський, Демківецький і Боришківецький та ділянка Супрунковецька з прогнозними ресурсами мармурового оніксу категорії  $P_3$  – 70 т [3, 5].

Деякі з названих ділянок визначені як перспективні для подальшого вивчення, але жоден об'єкт не було детально вивчено і залучено до промислової розробки.

Головними причинами такого стану є невисока вартість сировини в необробленому вигляді поряд з потребами значних капіталовкладень у геологічне вивчення і промислове освоєння. Досить часто причинами, що значно ускладнюють оцінку виробного каміння як супутньої корисної копалини, називають неможливість їх точного підрахунку і обліку. Нерівномірний розподіл сировини у вміщуючих породах спричинює значні геологічні ризики щодо непідтвердження запасів і наступних фінансових втрат.

Для встановлення промислового значення потрібен детальний підрахунок запасів у межах кожної ділянки, який можливий після проведення розвідувальних робіт, в тому числі ДПР. Більшість оцінюваних ділянок представлені прошарками або лінзами оніксу протяжністю до 5-8 м та потужністю від 2 до 40 (максимум 70 см) [8]. Як правило, мармуровий онікс виповнює тріщини або утворює на стінках тріщин суцільні натічні форми з хвилястою поверхнею. Зустрічаються пустоти, де онікс присутній у вигляді сталактитів і сталагмітів. Значні коливання потужності жил і лінз до 70-90 % від середніх значень є причиною віднесення великої кількості ділянок до 3-ї групи складності геологічної будови. Відповідно до п. 11.7 Методичних вказівок [4] це «...родовища карбонатних порід з неправильними за формою покладами, дуже складної геологічної будови, з різко мінливою будовою, потужністю і якістю корисної копалини, лінзоподібними і плаstopодібними покладами», для яких передбачено 50-100 м відстань між розвідувальними виробками для категорії С<sub>1</sub>. Дотримання таких відстаней між гірничими виробками для розвідки родовища є досить затратним, але може бути реалізоване за умови зростання попиту та ціни на цей вид сировини.

Більш ефективним може бути освоєння проявів каменебарвної сировини за умови супутнього видобутку на родовищах карбонатних порід, які розробляються для інших напрямів використання. У межах Волино-Поділля відомо більше 50 ділянок, які можна розглядати як об'єкти комплексного освоєння.

Позитивними факторами, які можуть вплинути на ефективність супутнього вилучення каменебарвної сировини є:

- наявність діючих виробничих фондів з видобутку гірничої маси і необхідної транспортної та енергетичної інфраструктури;

- високий ступінь геологічного вивчення ділянок і можливість отримання необхідної геологічної інформації при документації кар'єрів;

- наявність фактичних даних розробки, що дає можливість статистично визначити вміст сировини з виділенням ділянок з найбільшими концентраціями;

- додатковий дохід від реалізації виробної сировини;
- зменшення кількості позабалансових запасів карбонатних порід, оскільки такі включення, як правило, погіршують якість основної корисної копалини і є некондиційними.

Негативними аспектами варіантів комплексного освоєння може бути:

- додаткові капіталовкладення в геологорозвідувальні роботи з переоцінки родовищ;

- зростання собівартості видобутку гірничої маси, спричинене селективним видобутком сировини, транспортуванням та зберіганням за умови коливання попиту;

- зменшення продуктивності видобутку основної корисної копалини, що пов'язано із селективним вилученням виробного каміння з частковою або повною рудорозборкою.

Особливо треба відзначити можливість використання фактичної геологічної інформації про якість і вміст сировини, яка видобувається, що істотно зменшує геологічні ризики щодо непідтвердження запасів. Підрахунок запасів карбонатних порід проводиться за результатами опробування свердловин і меншою мірою поверхневих гірничих виробок з використанням, як правило, способів геологічних блоків та геологічних розрізів. За таких умов досить важко провести локалізацію та оконтурити кондиційні поклади виробного каменю з високою точністю. У такому випадку більш точним і можливим у використанні є статистичний спосіб, який базується на статистичному визначенні середньої продуктивності родовища, яка поширюється на всю площу або частину родовища. Спосіб застосовується для ділянок з нерівномірним розподілом корисної копалини у вміщуючих породах і характеризується відносною простою розрахунків.

Проведення орієнтовного підрахунку запасів за статичними даними видобутку карбонатних порід дасть можливість виділити найбільш перспективні ділянки для селективного видобутку виробного каміння. Наступний детальний підрахунок окремих ділянок забезпечить вартісну оцінку запасів сировини. Така послідовність відповідає загальноприйнятій процедурі проведення геолого-економічної оцінки (від GEO-3, GEO-2 до GEO-1).

Для підрахунку запасів виробного каміння для умов супутнього видобутку доцільно використовувати параметри кондицій, які обґрунтовані вимогами майбутніх споживачів сировини або досвідом розвідувальних робіт на інших родовищах. Для родовища Калюсик (єдиного родовища, запаси якого обліковуються балансом) при підрахунку запасів було прийнято розміри кондиційного матеріалу 10×10×5 см, при цьому довжина кондиційних жил становила 1-1,5 м, вміст жил оніксу в полі вапняку – 3,2 %, вихід кондиційного матеріалу – 6,2 % [3].

За умови нерівномірного розподілу включень оніксу у вапняках рекомендовано визначати промислове значення та проводити облік таких запасів за категоріями С<sub>1</sub> та С<sub>2</sub>.

Промислове значення включень виробного каміння в карбонатних породах за умови комплексного освоєння встановлюється за результатами техніко-економічних розрахунків у вигляді техніко-економічної доповіді (ТЕД) або техніко-економічного обґрунтування (ТЕО). Для вибору оптимального варіанту розробки необхідним є розрахунок декількох напрямів освоєння родовища, які повинні включати: варіант комплексного освоєння основної корисної копалини і супутнього видобутку виробного каміння; варіант селективного видобутку виробного каміння; варіант видобутку тільки основної корисної копалини; зіставлення можливих варіантів видобутку із обґрунтуванням і класифікацією запасів виробного каміння та вміщуючих карбонатних порід.

Після проведення підрахунку запасів і техніко-економічних розрахунків проводиться класифікація запасів з визначенням основної, супутньої та спільно залягаючої корисної копалини. Згідно з п. 3.7-3.9 [4], основна корисна копалина родовища карбонатних порід – корисна

копалина, що визначає промислове значення родовища, напрям використання його товарної продукції і назву. Супутня корисна копалина – корисна копалина, промислове використання якої економічно доцільне за умови, що видобуток її здійснюється разом з основною корисною копалиною. Спільно залягаюча корисна копалина – корисна копалина, що утворює в розкривних та вмисних породах самостійні поклади, селективний видобуток і промислове використання яких технологічно можливе та економічно доцільне в процесі видобутку основної корисної копалини. Приналежність сировини до названих груп залежить від кількості і якості підрахованих запасів. Як правило, запаси мармурового оніксу можуть набувати промислового значення як супутня корисна копалина або спільно залягаюча за умови високої концентрації

включень та достатніх морфометричних характеристик їх прошарків.

Подібні методичні підходи доцільно застосовувати і для інших видів виробного каміння, які зустрічаються у вигляді включень, зокрема, конкреційних силіцитів, найбільші концентрації яких приурочені до писальної крейди та крейдоподібних вапняків у межах Волино-Поділля [2, 6].

Поширення включень виробного каміння в карбонатних породах, які розробляються як сировина для будівельної індустрії, потребує встановлення їх промислового значення за результатами підрахунку запасів і техніко-економічних розрахунків. Для родовищ, які розробляються, більш точним і можливим у використанні є статистичний спосіб підрахунку запасів, який дає можливість виділити найбільш перспективні ділянки для селективного видобутку каменесамоцвітної сировини. Промис-

лове значення включень виробного каміння в карбонатних породах за умови комплексного освоєння встановлюється за результатами техніко-економічних розрахунків у вигляді техніко-економічної доповіді або техніко-економічного обґрунтування, в яких опрацьовують варіант комплексного освоєння основної корисної копалини і супутнього видобутку виробного каміння, варіант селективного видобутку виробного каміння та варіант видобутку тільки основної корисної копалини. Після проведення підрахунку запасів і техніко-економічних розрахунків проводиться класифікація запасів з визначенням основних, супутніх та спільно залягаючих корисних копалин. Рекомендовано визначати промислове значення та проводити облік таких запасів за категоріями  $C_1$  і  $C_2$  та класами 112 і 122 за умови позитивних результатів вартісної оцінки.

#### Використані джерела

1. Відомості про геологорозвідувальні роботи в Україні. Сировина каменесамоцвітна. Київ : ДНВП «Геоінформ України», 2014. 14 с.
2. Дрозд Т.І. Конкреційні силіцити Волино-Поділля та їх гемолого-економічна оцінка : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. геол. наук : Київ, 2016. 23 с.
3. Металічні і неметалічні корисні копалини України. Т.2. Неметалічні корисні копалини України. / Гурський Д.С., Єсипчук К.Ю., Калінін В.І та ін. Київ: Центр Європи, 2006.
4. Методичні вказівки щодо застосування Класифікації запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр до родовищ карбонатних порід. Київ: ДКЗ України, 2012 р. 40 с.
5. Мінеральні ресурси України. Київ : ДНВП «Державний інформаційний геологічний фонд України», 2017. 268 с.
6. Нестеровский В.А., Дрозд Т.И., Богдасаров М.А. Минералого-геммологические особенности кремнистых конкреций Волино-Подолья и перспективы их использования на рынке камнесамоцветного сырья. *Природные ресурсы*. 2015. № 2. С. 29–39.
7. Нестеровський В.А., Остряньська І.Ю. Геологія та декоративні властивості мармурового оніксу Українського Придністров'я : зб. наук. праць Інституту геол. наук НАН України. Київ, 2010. Вип. 3. С. 326-331.
8. Остряньська І.Ю. Геолого-економічна та гемологічна оцінка проявів карбонатних оніксів Волино-Поділля : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. геол. наук : Київ, 2016. 23 с.
9. Про загальну класифікацію та оцінку вартості природного каміння : Постанова КМУ від 27 липня 1994 р. N 512. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/512-94-%D0%BF>.

#### References

1. Exploration data in Ukraine. Gemstones. Kyiv : State Research and Production Enterprise «State Information Geological Found of Ukraine», 2014. 14 p.
2. Drozd T.I. Concretionary silicites of Volyn-Podillya region and their gemological and economic evaluation : abstract of thesis for degree of candidate of geological sciences : Kyiv 2016. 23 p.
3. Metallic and nonmetallic minerals of Ukraine. V.2. Non-metallic minerals of Ukraine. / Gursky D.S., Yesipchuk K.Yu., Kalinin V.I. and others. Kyiv : Center of Europe, 2006.
4. Methodological guidelines for application of the Classification of mineral reserves and resources of the state fund to carbonate deposits. Kyiv: State Commission of Ukraine on Mineral Reserves and Resources, 2012. 40 p.
5. Mineral resources of Ukraine. Kyiv: State Research and Production Enterprise «State Information Geological Found of Ukraine», 2017. 268 p.
6. Nesterovskiy V.A., Drozd T.I., Bogdasarov M.A. Mineralogical-gemological features of silicites of Volyn-Podolya and prospects for their use in market of gemstone raw materials. *Natural resources*. 2015. № 2. P. 29-39.
7. Nesterovsky V.A., Ostryanska I. Yu. Geology and decorative properties of marble onyx of Ukrainian Transnistria : Scientific works of the Institute of Geological Sciences of the National Academy of Sciences of Ukraine. Kyiv, 2010 V. 3. P. 326-331.

8. Ostryanska I.Yu. Geological, economic and gemological evaluation of carbonate onyx Volyn-Podillya : abstract of thesis for degree of candidate of geological sciences : Kyiv, 2016. 23 p.
9. About general classification and natural stone valuation : Cabinet of Ministers of Ukraine' decree of July 27, 1994 N 512. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/512-94-%D0%BF>.

УДК 553.048

Г.И. Рудько, профессор, доктор геол.-мин. наук, доктор географических наук, доктор технических наук, председатель ДКЗ Украины. Email: rudko@dkz.gov.ua

В.Н. Озерко, начальник отдела нерудных полезных ископаемых Email: ozerko@dkz.gov.ua

Государственная комиссия Украины по запасам полезных ископаемых, ул. Ген. Алмазова, 18/7, г. Киев, 01133, Украина

М.М. Курило, кандидат геологических наук, доцент Email: kurilo@mail.univ.kiev.ua

УНИ «Институт геологии», Киевский национальный университет им. Т. Шевченко, ул. Васильковская, 90, Киев, 03022, Украина

*Геолого-экономическая оценка запасов поделочных камней при комплексном освоении месторождений карбонатных пород*

Проанализированы особенности подсчета запасов месторождений карбонатных пород, содержащих включения поделочного сырья в промышленных количествах на примере мраморного оникса. Определена целесообразность применения статистических методов подсчета запасов, которые позволяют оценить количество поделочного сырья с очень неравномерным распределением в вмещающих породах. Рекомендуется определять промышленное значение и проводить учет таких запасов по категориям  $C_1$  и  $C_2$  и классам 112 и 122 при условии положительных результатов стоимостной оценки. Проанализированы перспективы освоения проявлений мраморного оникса в пределах Волыно-Подоллии как сопутствующих или совместно залегающих полезных ископаемых.

Ключевые слова: подсчет запасов, сопутствующие полезные ископаемые, карбонатные породы, камнесамоцветное сырье.

UDC 553.048

G. Rudko, Dr. Sci. (Geol.-Mineral.), Dr. Sci. (Geogr.), Dr. Sci. (Eng.), professor, Head of Commission of Ukraine on Mineral Resources. Email: rudko@dkz.gov.ua

V. Ozerko, Head of Department of non-metallic minerals. Email: ozerko@dkz.gov.ua

State Commission of Ukraine on Mineral Resources 18/7 Gen. Almazova Str., Kyiv, 01133, Ukraine

M. Kurylo, PhD in geology, assistant professor Email: kurilo@mail.univ.kiev.ua

Institute of Geology, National Taras Shevchenko University of Kyiv 90 Vasylkivska Str., 03022, Kyiv, Ukraine

*Geological and economic estimation of gemstones' reserves with complex exploitation of carbonate rocks deposits*

The peculiarities of geological and economic estimation of carbonate rocks deposits which consist inclusions of semi-precious stones in industrial quantities on example of marble onyxes, are analyzed. It's determined appropriateness of statistical methods for reserves calculation, which allow estimate quantity of semi-precious stones with a very uneven distribution of enclosing rocks. It is recommended to define industrial value and to account such reserves with categories  $C_1$  and  $C_2$  and classes 112 and 122 provided positive results of the valuation. Possibilities of commercial development of marble onyx within Volyno-Podillya as accompanying or co-subordinated minerals are analyzed.

Key words: reserves calculation, concomitant minerals, carbonate rocks, gemstones.