УДК 552.5
https://doi.org/10.31474/2073-9575-2019-1(21)-2(22)-72-79

Т.П. Волкова
К.В. Репіна

ЗАКОНОМІРНОСТІ РОЗВИТКУ КАРСТУ В КАРБОНАТНИХ ПОРОДАХ (НА ПРИКЛАДІ НОВОТРОЇЦЬКОГО РОДОВИЩА)

Мета. *Визначення факторів просторового розповсюдження та особливостей мінерального складу карстових утворень Новотроїцького родовища карбонатної сировини*

Методика. *У дослідженні використані методи статистичного аналізу даних розвідки та експлуатації родовища, натурні спостереження особливостей морфології та мінералогічного складу карстових утворень Новотроїцького родовища.*

Результати. *Одним з основних факторів закономірностей розподілу карсту у карбонатної товщі Новотроїцького родовища визначено шаруватість. Непорушена первинна шаруватість порід дозволяє воді проходити уздовж поверхонь шаруватості та не надходити усередину породи. Чим більш чітко виражена шаруватість розрізу карбонатної товщі, чим більш численні площини нашарування, тим менше карстових утворень спостерігається на родовищі. Значним за вагою є фактор вторинного мінералоутворення. Наступна перекристалізація породи певною мірою зменшує її крихкість, тому що більша частина вторинних мінералів цементує первинні. Кількісно вони можуть бути оцінені вмістом нерозчинного залишку, який відбиває інтенсивність вторинного мінералоутворення.*

Шаруватість вапняків пов'язана з коливаннями басейну осадконакопичення. Подальші тектонічні рухи, які відбувалися у регіоні дослідження, сприяли появу нових площин руху розчинів та розповсюдженню карстових утворень вздовж тектонічних порушень. Вони також визначали ділянки вторинного мінералоутворення та значно ускладнили закономірності розподілу карстових утворень первинних карбонатних порід. Отже структурно-тектонічний фактор має бути визнаний головним у просторовому розподілі карстових утворень Новотроїцького родовища.

Наукова новизна. *Встановлені геологічні фактори, що визначили інтенсивність карстових утворень у карбонатній товщі Новотроїцького родовища.*

Практична значимість. *Встановлені закономірності можуть бути враховані у плануванні відпрацювання окремих горизонтів та сортів карбонатної сировини Новотроїцького родовища.*

Ключові слова: *кальцит, доломіт, нерозчинний залишок, карстові утворення, тектонічні порушення, площини нашарування.*

Вступ.

Україна належить до регіонів складного структурно-геологічного районування, що пов'язано з розвитком певних комплексів порід. Деякі з них, схильні до процесів карстоутворення, що пов'язані із розчиненням природними водами певних мінералів, які входять до складу гірських порід. До них належать мінерали класу карбонатів (кальцит, доломіт), сульфатів (гіпс, ангідрит) і хлоридів (галіт, сільвін, карналіт). Територія України має 60% закарстованої площини, з них на 27% проявляється відкритий карст. На даний момент на території України зафіксовано близько 5 тис. карстових провалів. Наявність карстових явищ ускладнює інженерно-геологічні умови будівництва будівель та споруд, негативно впливають на безпеку існуючих промислових і житлових об'єктів. Велику небезпеку складають карстові явища в гірській промисловості, оскільки при веденні гірничих виробок в закарстованих породах значно зростають притоки води. Найбільш інтенсивно проявлені карстові явища при розробці родовищ карбонатних порід. У Донецькій області розташовані крупні родовища карбонатної сировини: Новотроїцьке, Оленівське, та Каракубське. Отже вивчення закономірностей розвитку карстових процесів є досить актуальним завданням.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

За раніше проведеними дослідженнями встановлено, що ступінь закарстованості первинних карбонатних порід залежить від багатьох причин: фізико-механічних і хімічних властивостей порід, їх гіпсометричного положення, потужності пухких відкладень, що покривають карбонатні породи, рівня підземних вод та інші. Одним з основних факторів, що контролюють процес розвитку карсту, є текстурна пористість. Зазвичай, вапняк дуже твердий, навіть крихкий при механічному впливі та нездатний навіть до слабкого вигину. Щільні, однорідні і навіть повно кристалічні вапняки практично не

мають текстурної пористості. Але у гірських виробках, розташованих нижче рівня карстових вод, навіть щільні вапняки виявляються проникними для води, якщо вона знаходиться під достатнім тиском. Встановлено, що пористість порід є функцією їх стратиграфічного віку. Зазвичай, чим вапняки древніше, тим вони щільніше. Загальні дані попередніх досліджень свідчать про те, що найбільше число тріщин (10-36 на одиницю поверхні) спостерігається у вапняках палеозою. Кількість їх зменшується поступово в напрямку до сучасності (6-12 для мезозойських; 1-8 щодо більш молодих вапняків). Структурна тріщинуватість є основним фактором проникності води у вапняки. Тому вапняк, навіть за відсутності текстурної пористості, майже обов'язково веде себе як порода з великою розчинністю. Але вапняки кам'яновугільного і більш давнього віку мають схильність до значного цементування вторинними мінералами (зростками кальциту, кварцу), що значно зменшує їх пористість та проникність. Тому, велике значення у дослідженнях просторового розповсюдження карсту мають дослідження вторинного мінералоутворення у карбонатних породах. Проведені дослідження науковців (Н.Половинкіна, 1948) показали, що чим менше перекристалізований вапняк, тим вище ступінь його тріщинуватості. Це означає, що подальша перекристалізація з підвищенням вмісту домішків буде до певної міри зменшувати крихкість вапняків. Для виділення домішок проводять спеціальну обробку соляною кислотою. В результаті карбонатний матеріал розчиняється, а домішки залишаються у нерозчинному залишку (н. з.). До їх числа відносять оксиди заліза, глинисті мінерали, зерна піску, кремнезем, бітум та ін. Добавки і домішки у вапняках відіграють значну роль у розвитку карсту. Компонентний аналіз складу домішок у вапняку може дати цікаву інформацію про процеси і генезис карсту.

Іншим критерієм водопроникності вапняків є ступінь і характер шаруватості породи. Масштаби розповсюдження карстових форм залежать в значній мірі від механічної міцності вапняку. У свою чергу, міцність є функція не тільки шаруватості і прихованої структурної тріщинуватості, а ще й ступеня кристалізації та інших текстурних особливостей карбонатних порід. Найвищу механічну міцність мають щільні, однорідні, з погано вираженою шаруватістю або зовсім нешаруваті чисті вапняки.

Вплив мінералогічного складу на розчинність карбонатної породи більш яскраво визначається за наявністю доломіту. Швидкість карстової корозії доломіту набагато менше. Але доломіт має тенденцію до дезінтеграції на гострокутні уламки і порошок. Це зумовлено різною розчинністю кальциту, доломіту і магнезиту. Оскільки розчинність чистого кальциту та магнезиту вище, ніж розчинність доломіту (подвійної солі), саме тому відбувається подрібнення доломіту хімічним вивітрюванням і перетворення його у порошкоподібний стан, або доломітові уламки [1].

Розчинність карбонатів також залежить від температури розчинів. Експериментально доведено, що з підвищенням температури розчину вище 40 градусів концентрація магнію в розчині перевищує концентрацію кальцію. Це зумовлено мінералогічною різнорідністю доломіту.

Мета досліджень. Перевірка дії усіх факторів карстоутворення, визначених попередніми дослідниками, визначення особливостей мінерального складу та головних факторів просторового розповсюдження карстових утворень Новотроїцького родовища є головною метою дослідження.

Методи дослідження. Безпосередні спостереження карстових форм у кар‘єрах, відбір проб із карстових ділянок різних стратиграфічних горизонтів карбонатних порід, наступна статистична обробка даних хімічних аналізів дозволили визначити головні фактори карстоутворення у карбонатних породах Новотроїцького родовища.

Виклад основного матеріалу.

Район Новотроїцького родовища карбонатної сировини в структурному відношенні приурочений до південно-західного крила Кальміус-Торецької западини. За структурно-тектонічним

районуванням ця територія належить до зони зчленування Приазовського кристалічного масиву з Донецькою складчастою спорудою. У її геологічній будові беруть участь різновікові комплекси осадових, магматичних та метаморфічних порід. Розташування району родовища на стику двох великих, різних за віком та фаціальним складом структур - Приазовського блоку Українського щита та Донбасу, призвело до розвитку складної плікативної і диз'юнктивної тектоніки, зумовило його блокову будову [2].

У цьому районі виділяють два етапи магматичної діяльності: докембрійську і палеозойську. На території Новотроїцького родовища значною мірою розвинуті магматичні породи палеозойського етапу магматизму. Цей комплекс представлений андезитовими і трахіандезитовими порфіритами, дацитовими порфіритами, кварцовими порфіритами, трахідолеритами, монцонітами, фельзит-порфірами. Вони зустрічаються у вигляді дайок, межпластових інтрузій, локколітоподібних та штокоподібних тіл.

Тектонічна будова району Новотроїцького родовища характеризується наявністю трьох структурних поверхів, розділених між собою поверхнями ерозійного зрізу. Нижній структурний ярус представлений глибоко метаморфізованими утвореннями докембрію. До середнього ярусу відносять відкладення девону і карбону. Верхній ярус складений породами кайнозою, які неузгоджено залягають на породах нижнього карбону.

Смуга карбонатних порід нижнього карбону тягнеться з південного заходу на північний схід. Головними тектонічними елементами, що визначають геологічну будову родовища є диз'юнктивні форми дислокацій - скиди та розломи, які мають переважно субширотне та субмеридіональне спрямування.

Новотроїцьке родовище складається з ряду блоків, що обмежені з усіх боків скидами. Північна межа західної ділянки проходить по західному закінченню Південно-Волноваського скиду. З півдня ділянку обмежує субширотний Доломітний скид. Західна межа цієї ділянки збігається з Велико-Анадольським скидом. Карбонатні породи утворюють пологу моноклiналь, нахилену на північ під кутом 7-12°. Карбонатна товща представлена вапняками, доломітизованими вапняками та доломітами. Звичайні вапняки турнейського і візейського ярусів нижнього карбону району досліджень відносяться до органогенних, переважно дрібнодетритусових, слабо метаморфізованих. Доломіти і доломітизовані вапняки визначені як органогенно-хемогенні утворення.

Карбонатні породи району в значній мірі схильні до процесів карстоутворення. Широкому розвитку карсту сприяє густа мережа тектонічних порушень, які супроводжуються розвитком зон тріщинуватості та подроблення. Результатом тривалого процесу вилуговування у карбонатній товщі є різноманітні карстові форми: воронки, печери, каверни, щілини та ін. Переважна більшість карстових порожнин заповнена піщано-глинистим матеріалом з уламками первинних порід. Процеси вторинної перекристалізації вапняків представлені жилами та прожилками кальциту, кварцу та сульфідів, розташованих серед первинних карбонатних порід із добре проявленою шаруватістю.

За умовами поширення, карстові прояви на родовищі поділяють на два типи: поверхневий (або зовнішній карст) та внутрішній карст. Внутрішній карст у карбонатній товщі має вигляд каверн, порожнин, щілин різних розмірів, які з'єднані між собою та мають розміри по горизонталі від декількох сантиметрів до 10-15 м, по вертикалі, зазвичай, не перевищують 10-15 м. За віком утворення поверхневий карст визначають як допалеогеновий. У цей час поверхня карбонатної товщі була відкритою. Пізніше в палеогені, неогені і четвертинному періоді нерівності рельєфу порід нижнього карбону були в значній мірі покриті товщею осадових континентальних утворень, в результаті чого, сучасний рельєф місцевості майже не має слідів карстової діяльності. Широко розповсюдженими формами поверхневого карсту є воронки і різноманітні поглиблення. Розвиток поверхневого карсту зменшується з глибиною.

Найбільш інтенсивно до поверхневого карсту схильна смуга карбонатних порід уздовж Південно-

Волноваського скиду і на східному фланзі ділянки, де поверхня карбонатної товщі знаходиться на відмітках від 80 до 150 м. Це пов'язано із проходженням на цьому рівні основного водоносного горизонту району. Підземні води цього горизонту протягуються у субширотному напрямі у вигляді смуги шириною 2 - 6 км. Його потужність збільшується в північно-східному напрямі. Середня потужність водоносного горизонту досягає 250-300 м. Максимальних значень вона досягає на північній межі карбонатної товщі. На півдні карбонатна товща обмежена, в основному, слабо водопроникливими утвореннями середньо-верхнього девону і докембрію. Північна межа горизонту співпадає із зоною розвитку пісково-сланцевої товщі грабовської свити. При зануренні вапняків під відкладення грабовської світи, закарстованність їх різко затухає, а також знижуються фільтраційні властивості до значень, характерних для водовміщуючих порід.

Величину ступеня закарстованості карбонатних порід при розвідці родовищ зазвичай визначають статистично, за даними розвідувальних свердловин. При цьому визначається лінійний коефіцієнт закарстованості, який розраховується окремо для кожного горизонту і підгоризонту порід. Він являє собою відношення потужності закарстованих порід до загальної потужності карбонатних порід, виражене у відсотках. Під час експлуатації, значення коефіцієнту закарстованості уточнюються та враховуються у балансі запасів.

Нами досліджувався також вплив хімічного складу карбонатних порід на інтенсивність закарстованості. Нижче, у таблицях наведені дані вмісту головних складових карбонатної товщі східної та західної ділянки Новотроїцького родовища. Якщо порівняти середні показники вмісту головних компонентів із закарстованістю горизонту, то маємо певний зв'язок між ними. Нами були проведені розрахунки коефіцієнтів кореляції між коефіцієнтом закарстованості та вмістом хімічних компонентів по свердловинах. Встановлено, що між ними існує значуща лінійна залежність: прямий зв'язок із вмістом (CaO+MgO) та зворотній зв'язок із вмістом SiO_2 та нерозчинним залишком (Н.З.).

Таблиця 1 - Значення вмісту хімічних компонентів та закарстованості по стратиграфічних горизонтах східної ділянки Новотроїцького родовища

Стратиграфічні горизонти	Карст,%	Середній вміст хімічних компонентів, %						
		CaO	MgO	SiO_2	R_2O_3	Н.З.	S	P
$C_1^t c$	16	51,40	3,38	0,42	0,98	0,52	0,05	0,002
$C_1^t b_2$	38	44,01	8,57	1,63	1,16	2,04	0,09	0,004
$C_1^t b_1$	18	36,97	15,83	0,64	0,55	0,80	-	0,002
$C_1^t a_2$	21	41,93	10,52	1,10	0,81	1,37	-	0,003

Таблиця 2 - Значення вмісту хімічних компонентів та закарстованості по стратиграфічних горизонтах західної ділянки Новотроїцького родовища

Стратиграфічні горизонти	Карст,%	Середній вміст хімічних компонентів, %				
		CaO	MgO	CaO+MgO	SiO_2	Н.З.
$C_1^v d$	25	54,30	0,52	54,82	0,70	0,84
$C_1^v b+c$	30	42,21	1,51	54,57	1,10	1,31
$C_1^v a$	39	54,83	0,64	55,47	0,94	1,11
$C_1^t d$	35	21,74	0,63	55,31	0,49	0,66
$C_1^t c$	16	54,57	0,58	55,14	0,82	0,98
$C_1^t b_2$	38	39,79	1,69	54,57	1,68	1,89
$C_1^t b_1$	18	38,33	7,65	52,98	1,01	1,25
$C_1^t a_2$	43	48,24	4,80	53,04	1,22	1,55

Як раніше було зазначено, за даними експериментальних досліджень, наявність доломіту у карбонатних породах підвищує вміст MgO, який сприяє зменшенню швидкості карстової корозії. Нерозчинний залишок відображує вміст полуторних

оксидів (R_2O_3=Al_2O_3+Fe_2O_3) та кремнезему (SiO_2). Вони мають між собою тісний позитивний зв'язок [3,4]. Разом із підвищенням їх вмісту значно зменшується інтенсивність карстоутворення. В першу чергу вилуговуванню піддаються найменш стійкі мінерали - кальцит і доломіт, причому останній, в меншій мірі. При цьому утворюються кавернозні і пухкі карбонатні породи. Зони окварцювання, більшою мірою, зберігаються. Хімічний склад утворень карстових порожнин наведений у таблиці 3. Він значною мірою залежить від мінералогічного складу корисної копалини.

Таблиця 3 - Хімічний склад пород карстових утворень Новотроїцького родовища (за даними експлуатації)

	Середній вміст хімічних компонентів, %							
	CaO	MgO	SiO_2	P_2O_3	Al_2O_3	Fe_2O_3	S	P
Стратиграфічні горизонти вапнякової товщі $C_1^t b_2 – C_1^t d, C_1^v b+c$	49,98	1,41	5,15	1,80	1,34	0,81	0,09	0,005
Стратиграфічні горизонти магнезіальної товщі: $C_1^t a_2$ - $C_1^t b_1$	37,37	10,13	9,21	2,34	-	-	-	0,007

За даними таблиці 3 робимо висновки про зменшення вмісту кальцію за рахунок підвищення вмістів кремнезему та магнію у магнезіальній товщі. Це робить її значно менш схильною до карстоутворення.

Масштаби розповсюдження карстових форм залежать в значній мірі від механічної міцності вапняку [2, 3]. Фізико-механічні властивості карбонатних порід Новотроїцького родовища, які наведені за даними експлуатації у таблиці 4, змінюються у великому діапазоні. Якщо густина досить стабільна, щодо усіх різновидів карбонатних порід, то пористість та механічна міцність мають велику розбіжність. Порівнюємо закарстованість відповідних горизонтів карбонатної товщі (див. табл. 1, 2) з даними таблиці 4. Як бачимо, найвища пористість горизонту $C_1^t c$ не відповідає невеликому обсягу карстових утворень (16%, див. табл. 1,2). Найвищу механічну міцність мають доломіти горизонту $C_1^t b_{1+2}$. Їм відповідає середнє значення карсту у 28%. У свою чергу, міцність є функція не тільки шаруватості і прихованої структурної тріщинуватості, а ще й ступеня кристалізації та інших текстурних особливостей карбонатних порід. Велике значення у карстоутворенні вапняків та доломітів є ступінь і характер шаруватості породи. Як було зазначено раніше, шаруватість породи є критерієм водопроникності, отже й карстоутворення. Розглянемо шаруватість карбонатної сировини Новотроїцького родовища. Зроблені спостереження у кар'єрах Новотроїцького родовища (рис. 1, 2) чітко доводять, що шаруваті вапняки, які чітко розділяються за площинами нашарування, менш схильні до карстоутворення, ніж нешаруваті або товстошаруваті однорідні.

Таблиця 4 - Фізико-механічні властивості карбонатних порід Новотроїцького родовища (за даними експлуатації родовища)

Найменування горизонту	Середня густина, г/см^3	Істинна густина, г/см^3	Пористість %	Механічна міцність на стиск, г/см^2
$C_1^v d$	-	-	-	1121-1685
$C_1^v b+c$	2,43-2,68	2,69-2,72	0,37-10,0	716-1561
$C_1^t d$	2,07-2,73	2,71-2,75	0,37-4,00	570-1779
$C_1^t c$	2,52-2,68	2,71-2,73	1,47-7,70	630-1625
$C_1^t b_{1+2}$	2,58-2,71	2,69-2,78	0,74-4,80	660-2248

У свою чергу, міцність є функція не тільки шаруватості і прихованої структурної тріщинуватості, а ще й ступеня кристалізації та інших текстурних особливостей карбонатних порід. Велике значення у карстоутворенні вапняків та доломітів є ступінь і характер шаруватості породи. Як було зазначено раніше, шаруватість породи є критерієм водопроникності, отже й карстоутворення. Розглянемо шаруватість карбонатної сировини Новотроїцького родовища. Зроблені спостереження у кар'єрах Новотроїцького родовища (рис. 1, 2) чітко доводять, що шаруваті вапняки, які чітко розділяються за площинами нашарування, менш схильні до карстоутворення, ніж нешаруваті або товстошаруваті однорідні.

Рис. 1. Дрібнозернисті доломіти та доломітизовані вапняки стратиграфічного підгоризонту $C_1^t b_1$

Рис. 2. Шаруватість вапняків візейського ярусу ($C_1^v a$, $C_1^v b$, $C_1^v c$, $C_1^v d$) Новотроїцького родовища

Як бачимо, шаруватість карбонатної товщі на цьому підгоризонті виражена слабко. Переважають окремі глиби-кластоліти. На стратиграфічному підгоризонті $C_1^t a_2$ розповсюджені дрібнозернисті доломіти і доломітизовані вапняки. Вони поступово змінюються доломітизованими вапняками і, частково,

вапняками стратиграфічного підгоризонту $C_1^t b_1$. Вище залягають вапняки візейського ярусу. Самий нижчий горизонт $C_1^v a$ складений бітумінозними вапняками темно-сірого, майже чорного кольору з прошарками вуглисто-глинистих сланців і великою кількістю викопної фауни (Рис.2). Цей горизонт є маркуючим через свою літологічну витриманість по простяганню та по падінню на усіх родовищах Зони зчленування Приазовського блоку і Донбасу. Невелика потужність цього горизонту в середньому становить 3,6 м.

Горизонт не має промислового значення через високий вміст кремнезему та наявність прошарків сланців. Вище залягають дрібнозернисті вапняки стратиграфічного підгоризонту $C_1^t b_2$. Вище простежуються горизонти $C_1^v b$ та $C_1^v c$, які мають одноманітний літологічний склад, що представлений високоякісними флюсовими вапняками. На стратиграфічному горизонті $C_1^v d$ з‘являються різнозернисті товстошарові вапняки (рис. 2).

В приконтактних частинах майже всіх стратиграфічних горизонтів спостерігаються стилолітові шви. Хоча проблема їх виникнення поки зовсім не вирішена, деякі дослідження довели [3], що у консолідованій товщі шляхами руху порових розчинів і флюїдів є мікродеформаціїі сутуро-стилолітові контакти. Появі кальциту декількох генерацій сприяє активізація тектонічних рухів. Тектонічні процеси неодноразово збуджують перетворення, які нерідко накладаються на регіональні зміни мінерального складу пісковиків.

Оцінити вплив вторинної мінералізації порід щодо просторового розповсюдження карстоутворення дуже складно, тому що вона розподілена у породах дуже нерівномірно. Генезису скупчень рудної мінералізації у родовищах карбонатної сировини були присвячені дослідження багатьох науковців. Більшість з них рахує, що вторинні мінерали у карбонатних породах є наслідком переносу речовини водними розчинами та відкладення кварцу, піриту, галеніту, сфалериту, флюориту, вторинного кальциту у карстових порожнинах. Розмір зерен мінералів залежить від розміру порожнин. У свою чергу, інтенсивність карсту визначається розміром порожнин. Температури та умови виникнення розчинів були різноманітними та тісно пов'язаними з геологічною історією формування Дніпрово-Донецького палеорифту.

Висновок.

Таким чином, перевірені загальні фактори розвитку карстових форм у карбонатній товщі, які були визначені у світі попередніми дослідниками, а саме: фізико-механічних і хімічних властивостей порід, їх гіпсометричного положення, рівня підземних вод та інші. Одним з основних факторів, що контролюють процес розвитку карсту карбонатної товщі Новотроїцького родовища визначено шаруватість. Непорушена первинна шаруватість порід дозволяє воді проходити уздовж поверхонь шаруватості та не надходити усередину породи. Чим більш чітко виражена шаруватість розрізу карбонатної товщі, чим більш численні площини нашарування, тим менше карстових утворень спостерігається на родовищі. Стилолітові шви, які значної мірою відокремлюють площини нашарування, теж сприяють послабленню впливу розчинів на основну масу карбонатної породи стратиграфічних горизонтів. По площинах нашарування порода найбільш забруднена, тому при розчиненні виникає рясний нерозчинний залишок, що сприятиме заповненню існуючих тріщин та пониженню розчинності карбонатної товщі.

Значним за вагою є фактор вторинного мінералоутворення. Наступна перекристалізація породи певною мірою зменшує її крихкість, тому що більша частина вторинних мінералів цементує первинні. За даними розвідки та експлуатації Новотроїцького родовища вторинні утворення мінералів мають форму гнізд, прожилків та напливів за стінками тріщин. Кількісно вони можуть бути оцінені вмістом нерозчинного залишку, який відбиває інтенсивність вторинного мінералоутворення.

Шаруватість вапняків пов'язана з коливаннями басейну осадконакопичення [4,1]. Подальші тектонічні рухи, які відбувалися у регіоні дослідження, сприяли появу нових площин руху розчинів та розповсюдженню карстових утворень вздовж тектонічних порушень. Вони також

визначали ділянки вторинного мінералоутворення та значно ускладнили закономірності розподілу карстових утворень первинних карбонатних порід. Отже структурно-тектонічний фактор має бути визнаний головним у просторовому розподілі карстових утворень Новотроїцького родовища.

Список літератури

1. Максимович Г.А. Карст. М., 1960. 115 с.
2. Геология СССР. Донецкий бассейн [Текст]: в 7 т. / Под ред. акад. П.И. Степанова. М.-Л.: Гос. ком. издат. по делам геол. при СНК СССР, 1944. 912 с.
3. Маметова Л.Ф. Трансформація карбонатів у пісковиках середнього карбону Донбасу. *Мінералогічний збірник.* 2012. № 62. Вип. 1. С. 202–208.
4. Repina K. Natural factors forming the quality of carbonate raw materials. *Journal of geology, geography and geoecology.* 2018. 27(3). P. 495-503.

References

1. Makimovich G.A. Karst. M.1960 – 115 p.
2. Geologiya SSSR. Donetskiy basseyn]: v 7 t. / Pod red. akad. P.I. Stepanova. M.-L.: Gos. kom. Izdat. po delam geol. pri SNK SSSR, 1944. 912 p.
3. Mametova L.F. Transformatsiya karbonativ u piskovykah seredn'oho karbonu Donbasu. *Mineralohichnyy zbirnyk.* 2012. № 62. Vyp. 1. P. 202-208.
4. Repina K. Natural factors forming the quality of carbonate raw materials. *Journal of geology, geography and geoecology.* 2018. 27(3). P. 495-503.

Надійшла до редакції 15.12.2019

Волкова Тетяна Петрівна - доктор геологічних наук, професор кафедри «Геологія, розвідка та збагачення корисних копалин» Державного вищого навчального закладу «Донецький національний технічний університет» (пл.. Шибанкова,2, м. Покровськ, 85300, Україна).
Email: tetiana.volkova@donntu.edu.ua
Рєпіна Ксенія Володимирівна - аспірант кафедри «Геологія, розвідка та збагачення корисних копалин» Державного вищого навчального закладу «Донецький національний технічний університет» (пл.. Шибанкова,2, м. Покровськ, 85300, Україна).
Email: ecoseka@rambler.ru

REGULARITIES OF KARST DEVELOPMENT IN CARBONATE ROCKS (ON THE EXAMPLE OF NOVOTROITSKY DEPOSIT)

Purpose. *Determination of spatial distribution factors and mineral composition features of karst formations of the Novotroitsk carbonate raw materials deposit*

Methodology. *The study used the methods of statistical analysis of survey data and operation field, field observations morphology features and mineralogical composition karst formations Novotroitsk deposits.*

Results*. One of the main factors in the patterns of karst distribution in the carbonate stratum of the Novotroitsk deposit is layering. Undisturbed primary bedding of rocks allows water to pass along the bedding surfaces, but not enter the rock. The more clearly expressed the layering of the carbonate sequence section, the more numerous layering planes, the less karst formations are observed in the field. Significant in weight factor is the secondary mineral formation. Subsequent recrystallization of the rock, to a certain extent, reduces its brittleness, since most of the secondary minerals cement the primary ones. Quantitatively, they can be estimated by the the insoluble residue content, which reflects the intensity of the secondary mineral formation.*

Limestone stratification is associated with fluctuations in the sedimentation basin. Subsequent tectonic movement, which occurred in the area of research, contributed to the emergence of the movement solutions new planes and karst formations distribution along the tectonic faults. They also determined areas of secondary mineral formation and significantly complicated the distribution patterns of the original carbonate rocks karst formations. So, the structural-tectonic factor should be recognized as the main one in the spatial distribution of the Novotroitsky deposit karst formations.

Scientific novelty. *Geological factors were established that determined the intensity of karst formations in the carbonate mass of the Novotroitsky deposit.*

Practical significance. *The established patterns can be taken into account in planning the development of individual horizons and varieties of the Novotroitsky deposit carbonate raw materials.*

Key words: *calcite, dolomite, insoluble residue, karst formations, tectonic disturbances, layering planes.*

Volkova Tatyana Petrovna - doctor of geological sciences, professor of the department «"Geology, exploration and mineral processing", Public higher education institution Donetsk National Technical University (2, Shybankova square, Pokrovsk, Donetsk region, 85300 Ukraine).
Email: tetiana.volkova@donntu.edu.ua
Repina Ksenia Vladimirovna - graduate student of the department department «"Geology, exploration and mineral processing", Public higher education institution Donetsk National Technical University (2, Shybankova square, Pokrovsk, Donetsk region, 85300 Ukraine).
Email: ecoseka@rambler.ru