УДК 556.3 + 553.494

Гідрогеологічні умови освоєння Носачівського родовища апатит-ільменітових руд

Струтинська К.С., *katerinazt2009@ukr.net,*
Державна комісія України по запасах корисних копалин, Київ, Україна

Наведено результати дослідження гідрогеологічних умов, які супроводжуватимуть роботи з видобутку апатит-ільменітових руд Носачівського родовища.

Ключові слова: гідрогеологія, титанові руди, умови видобутку.

Hydrogeological conditions of the Nosachivske apatite-ilmenite ore deposit development

Strutynska Kateryna, *katerinazt2009@ukr.net,*
State Commission of Ukraine on Mineral Resources, Kyiv, Ukraine

Research results on hydrogeological conditions related to the apatite-ilmenite ore extraction at the Nosachivske deposit have been outlined.

Keywords: hydrogeology, titanium ores, mining conditions.

Вступ. У межах Корсунь-Новомиргородського плутону Українського щита в результаті геолого-знімальних та пошукових робіт у 80-х роках XX століття в габроїдних породах було відкрито кілька ільменітових та апатит-ільменітових рудопроявів, руди яких мають вміст TiO_2 40 % і більше. Ці титанові родовища отримали назви: Носочівське, Межиричеське, Калинівське, Південно-Цвєтковське, Волковське, Воронівське та Цвєтковське.

Гостра потреба кольорової металургії та хімічної промисловості України в титановій сировині зумовила інтерес до подальшого вивчення цих рудних проявів на всебічному рівні.

З усіх титанових рудопроявів Корсунь-Новомиргородського плутону найбільший практичний інтерес представляє Носочівське родовище, тому на сьогодні геологія, мінералогія
та інші його геологічні особливості є найбільш вивченими [2].

Було встановлено, що це родовище просторово пов’язане з крутопадаючою штокоподібною структурою габро-норитового складу, включеною до масиву основних порід.

Особливий інтерес викликають результати технологічних досліджень руди. За результатами цих досліджень було встановлено, що титанові руди Носочівського родовища є високотехнологічними, ільменіт у рудах слабо змінений, вміст у них хрому, фосфору, магнію, магнетиту та інших шкідливих домішок надзвичайно низький, а ільменітові концентрати, що отримуються з руд, є унікальними для виробництва пігментного діоксиду титану і за всіма показниками можуть слугувати еталоном якості титановмісної сировини.

З метою подальшого вивчення Носочівського родовища на початку XXI століття геологами Державної геологічної служби НАК "Надра України" ДП "Центрукргеологія" було проведено роботи з вивчення гідрогеологічних умов осадового покриву та кристалічних порід ділянки, де планується закладання шахтного ствола. Отримані результати були відображені в низці виробничих звітів, однак досі не опубліковані. У наведеному нижче матеріалі наводяться основні отримані результати.

Короткий геологічний нарис. Територія Носочівського родовища розташована в центральній частині Українського щита, де розвинені основні породи Корсунь-Новомиргородського комплексу протерозойських інтрузивних утворень. Ці кристалічні породи перекривають осадові утворення крейдяного, палеогенового, неогенового та четвертинного віку.

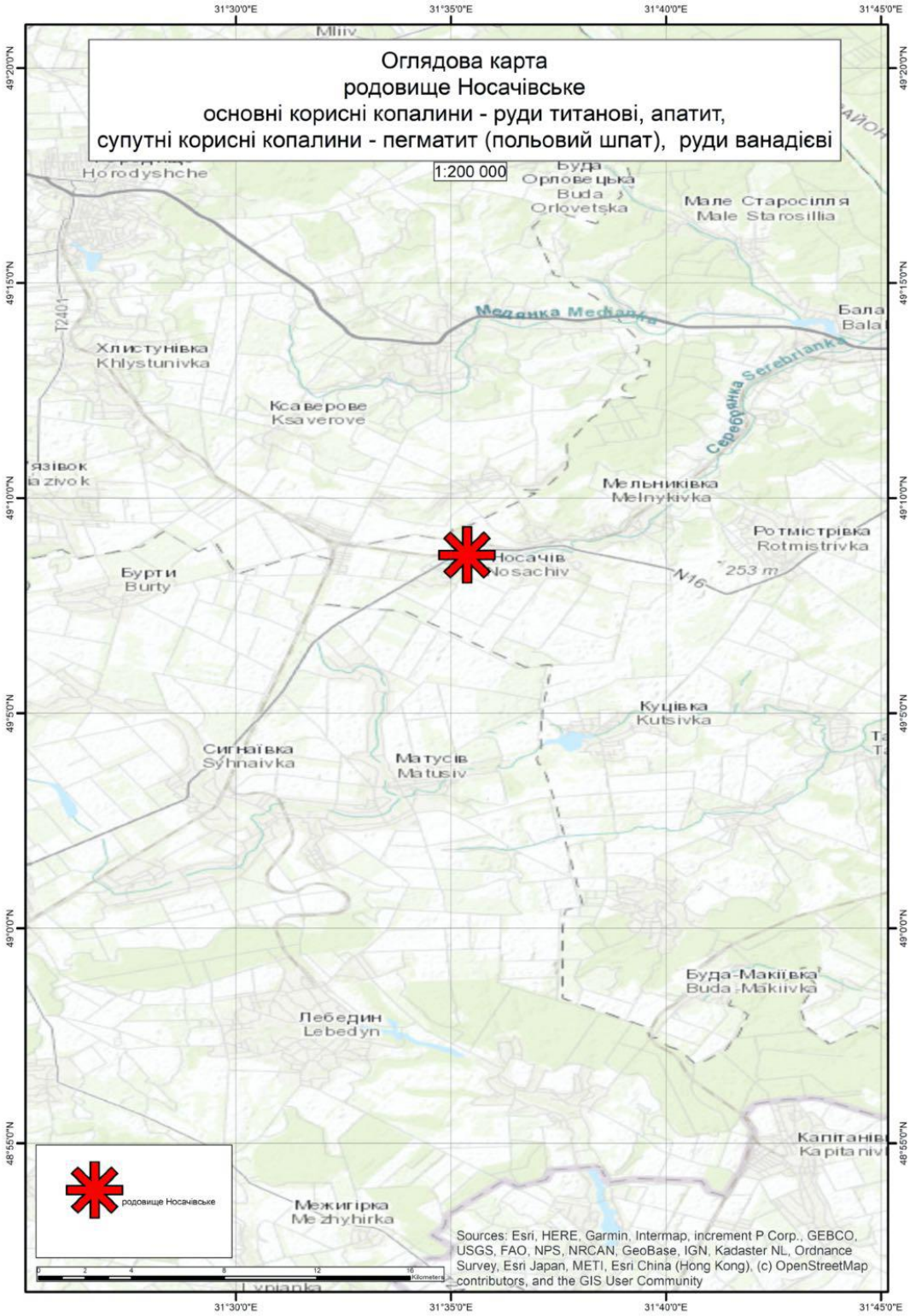
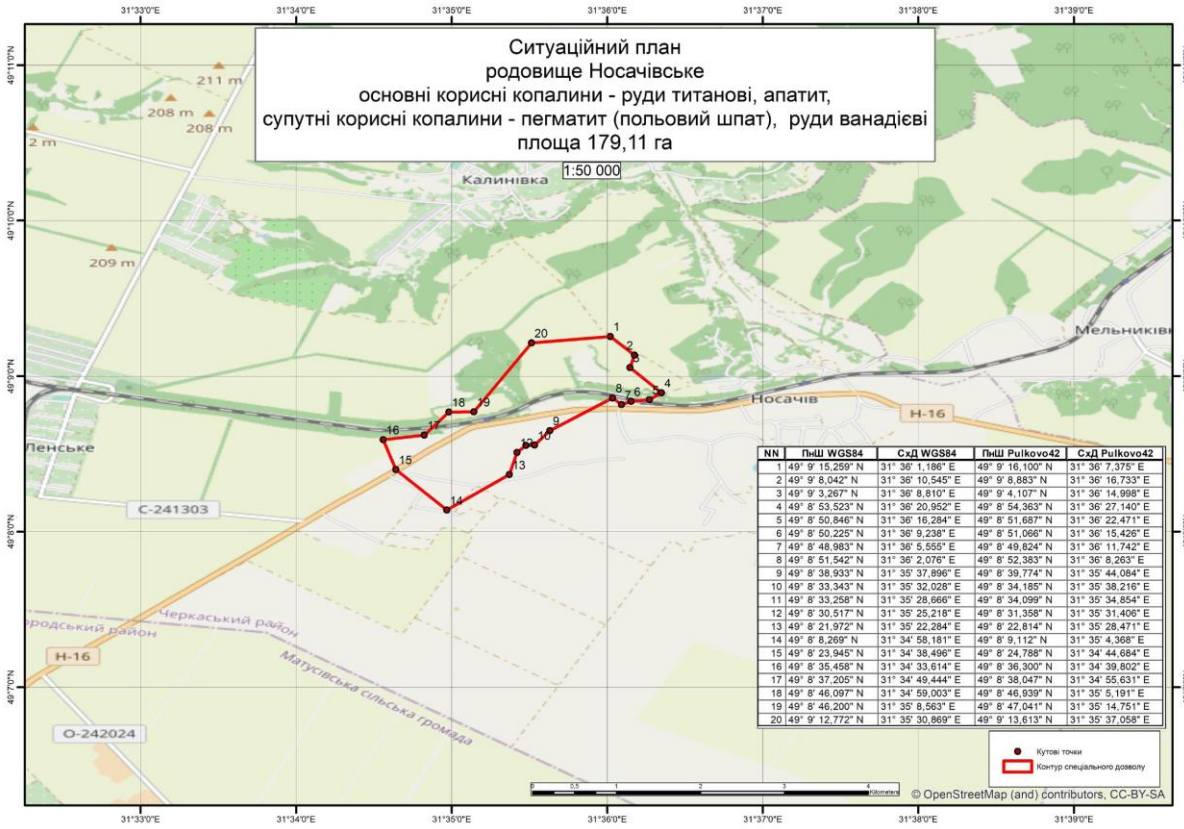


Рис. 1. Оглядова карта Носочівського родовища [1]

Крейдяні відклади представлені майже горизонтально залягаючими вторинними каолінами та каолінистими пісками, які містять прошарки бокситів і бокситоподібних порід аптського ярусу (смілянські шари). Їхня потужність сягає 2 м. Каолінисті піски містять численні зерна ільменіту, які з'явилися в пісках у результаті вивітрювання основних порід, що їх підстилають.

Палеогенові відклади представлені породами середньоеоценового (бучакський і київський регіояруси) та верхньоеоценового віку (обухівський і межигірський регіояруси).

Відклади бучакського регіоярусу складаються з глауконіт-кварцових дрібнозернистих пісків, що містять обвуглені рослинні рештки, різнозернистих кварцових пісків із прошарками вторинних каолінів, вугільних глин та бурого вугілля, різнозернистих кварцових пісків з галькою кварцу та лінзами окремненого пісковика, вугільних дрібнозернистих пісків та вугільних глин, що містять прошарки бурого вугілля, пісковиків та вторинних каолінів. Товщина цих відкладень становить 0,5–10 м.



NN	ПнШ WGS84	СхД WGS84	ПнШ Pulkovo42	СхД Pulkovo42
1	49° 9' 15,259" N	31° 36' 1,186" E	49° 9' 16,100" N	31° 36' 7,375" E
2	49° 9' 8,042" N	31° 36' 10,545" E	49° 9' 8,883" N	31° 36' 16,733" E
3	49° 9' 3,267" N	31° 36' 8,810" E	49° 9' 4,107" N	31° 36' 14,998" E
4	49° 8' 53,523" N	31° 36' 20,952" E	49° 8' 54,363" N	31° 36' 27,140" E
5	49° 8' 50,846" N	31° 36' 16,284" E	49° 8' 51,687" N	31° 36' 22,471" E
6	49° 8' 50,225" N	31° 36' 9,238" E	49° 8' 51,066" N	31° 36' 15,426" E
7	49° 8' 48,983" N	31° 36' 5,555" E	49° 8' 49,824" N	31° 36' 11,742" E
8	49° 8' 51,542" N	31° 36' 2,076" E	49° 8' 52,383" N	31° 36' 8,263" E
9	49° 8' 38,933" N	31° 35' 37,896" E	49° 8' 39,774" N	31° 35' 44,084" E
10	49° 8' 33,343" N	31° 35' 32,028" E	49° 8' 34,185" N	31° 35' 38,216" E
11	49° 8' 33,258" N	31° 35' 28,666" E	49° 8' 34,099" N	31° 35' 34,854" E
12	49° 8' 30,517" N	31° 35' 25,218" E	49° 8' 31,358" N	31° 35' 31,406" E
13	49° 8' 21,972" N	31° 35' 22,284" E	49° 8' 22,814" N	31° 35' 28,471" E
14	49° 8' 8,269" N	31° 34' 58,181" E	49° 8' 9,112" N	31° 35' 4,368" E
15	49° 8' 23,945" N	31° 34' 38,496" E	49° 8' 24,788" N	31° 34' 44,684" E
16	49° 8' 35,458" N	31° 34' 33,614" E	49° 8' 36,300" N	31° 34' 39,802" E
17	49° 8' 37,205" N	31° 34' 49,444" E	49° 8' 38,047" N	31° 34' 55,631" E
18	49° 8' 46,097" N	31° 34' 59,003" E	49° 8' 46,939" N	31° 35' 5,191" E
19	49° 8' 46,200" N	31° 35' 8,563" E	49° 8' 47,041" N	31° 35' 14,751" E
20	49° 9' 12,772" N	31° 35' 30,869" E	49° 9' 13,613" N	31° 35' 37,058" E

Рис. 2. Ситуаційний план родовища Носачівського [1]

Відклади київського регіоярусу представлені товщею блакитно-зелених мергелів і мергелястих пісків. Товщина цих порід сягає 15 м.

До порід обухівського регіоярусу віднесені алевритові піски, товщина яких сягає 22 м. Ці піски мають поступовий контакт із нижньолежачими середньоеоценовими мергелями київського регіоярусу.

Відклади межигірського регіоярусу представлені безкарбонатними глауконіт-кварцовими, іноді глинистими пісками та прошарками піщаних глин. У пісках часто зустрічаються прошарки кварцових пісковиків товщиною 0,2–8 м. Товщина межигірських відкладів сягає 30 м.

Вище цих порід знаходяться відклади полтавської серії (берецький і новопетровський регіояруси), які датуються олігоцен-міоценовим віком.

Берецькі породи (олігоцен) представлені кварцовими пісками та монтморилонітовими піщаними глинами товщиною 3–21 м.

Новопетровські породи (міоцен) представлені кварцовими пісками, глинами та глинистими пісками. Товщина цих порід сягає 30 м.

Міоценові відклади представлені товщею строкатих глин сірого, зеленуватого та жовтувато-сірого кольорів, які містять охристі та бурі плями гідроксидів заліза та марганцю. Потужність цих порід сягає 5 м.

Пліоценові відклади представлені товщею червоно-бурих глин, потужність яких сягає 15 м. Ці глини бурі, червоно-бурі, піщанисті, озалізнені, часто містять карбонатні

вкраплення. У нижній частині цієї товщі глини переходять у червоно-бурі глинисті піски, товщина яких сягає 2–3 м.

Четвертинні відклади представлені глинами, суглинками та алювіальними пісками, товщина яких сягає 25–30 м.

Гідрогеологічні умови родовища. Гідрогеологічні умови Носачівського родовища складні внаслідок відмінності осадових порід по літологічному складу, умовам живлення, циркуляції і розвантаження підземних вод, їх гідродинамічним і гідрохімічним особливостям.

Носачівське родовище по геолого-гідрогеологічним умовам, характеру і величині водотоків, умовам експлуатації, методам боротьби з підземними водами відноситься до IV типу – "Родовища в тріщинуватих скальних породах, перекритих пухкими утвореннями".

На родовищах даного типу основну роль відіграють тріщинуваті води, які мають зв'язок з пластовими водами осадового чохла. Водозбагаченість родовищ цього типу залежить від ступеня тріщинуватості і тектонічної роздробленості скальних порід.

Гідрогеологічні особливості даної площі визначаються її положенням у північно-східній частині Українського щита, для якого характерне повсюдне і неглибоке залягання кристалічного фундаменту, покритого чохлом пісчано-глинистих осадових відкладів різного віку порівняно невеликої потужності.

Дана площа характеризується розповсюдженням підземних вод у четвертинних, неогенових, палеогенових, крейдових відкладах та в тріщинуватій зоні кристалічних порід докембрію.

У відповідності з геологічною будовою і гідрогеологічними особливостями території виділяються наступні водоносні горизонти і комплекси:

– водоносний горизонт у сучасних алювіальних відкладеннях заплав рік і днищ балок (горизонт 1);

– водоносний горизонт у нерозчленованих середньо-верхньочетвертинних еолово-делювіальних відкладеннях (горизонт 2);

– водоносний горизонт у середньочетвертинних водольодовикових і озерних відкладеннях прохідних долин (горизонт 3);

– водоносний комплекс у міоценових відкладеннях (горизонт 4);

– водоносний комплекс у харківських відкладеннях (горизонт 5);

– водоносний комплекс у бучацьких відкладеннях (горизонт 6);

– водоносний комплекс у відкладеннях крейди смілянської товщі (горизонт 7);

– води тріщинуватої зони кристалічних порід докембрію і продуктів їх вивітрювання (горизонт 8).

Матеріал і методи досліджень. Для вивчення гідрогеологічних умов осадового чохла було пробурено 5 гартувальних свердловин (261,0 п.м.) і три гідрогеологічні дослідні кущі з центральними свердловинами (№№ 1Г, 2Г, 4Г), по одному на кожний водоносний горизонт: у середньочетвертинних водольодовикових і озерних відкладах прохідних долин, у бучацьких відкладах і відкладах крейди смілянської товщі. Гідрогеологічні кущі складаються з однієї центральної і трьох спостережних свердловин, крім куща № 2Г, де ще додатково пробурений п'єзометр під статичний рівень верхнього водоносного горизонту у нерозчленованих середньо-верхньочетвертинних еолово-делювіальних відкладеннях. Загальний об'єм буріння дослідних кущів порід осадового чохла склав 566,1 п.м.

Для вивчення гідрогеологічних умов тріщинуватої зони кристалічних порід докембрію і продуктів їх вивітрювання були пробурені дві свердловини: розвідувальна (№ 2002) і розвідувально-експлуатаційна (№ 5Г). Загальний об'єм буріння кристалічних порід склав 590,5 п.м.

Викладення результатів досліджень.

Якісна характеристика підземних вод. У табл. 1 наводиться вміст макро- і мікрокомпонентів та інших показників у воді в порівнянні їх з нормами ГОСТу 2874-82

"Вода питьевая". Результати визначення вмісту урану і радію у воді по гідрогеологічних свердловинах Носачівського родовища приведені в табл. 2.

Таблиця 1

Вміст макро- і мікрокомпонентів та інших показників у воді в порівнянні їх з нормами ГОСТу 2874-82 "Вода питна"

Назва компонентів	Одиниця виміру	Кущ 1Г (горизонт 3)		Кущ 2Г (горизонт 6)				Кущ 4Г (горизонт 7)		Св. № 2002 (горизонт 8)		Норма мг/дм^3
Н		7,85	7,3	8,0	7,96	6,85	6,9	7,7	6.8	7,2-7,9	7,9	6,0-9,0
Сухий залишок	мг/дм^3	410,0	461,5	400,0	398,0	393	423	550,0	559	650,0	632.6	1000
Хлориди	-//-	34,9	28,91	20,9	14,0	11,76	9,8	62,9	13,72	111,8	98,9	350
Сульфати	-//-	65,8	39,2	16,4	20,6	25,02	40,04	75,1	56,1	44,0	51,0	500
Гідрокарбонати	-//-	305,1	439,2	384,4	384,4	414,0	427	396,6	549	445,4	439,2	1000
Карбонати	-//-	—	7,92	—	—	18,48	32,56	—	27,28	—	4,4	100
Нітрати	-//-	1,2	<2,2	0,1	0,1	<2,2	<2,2	0,0	<2,2	0,0	<2,2	45
Нітрити	-//-	0,0	<0,002	0,05	0,05	<0,002	<0,002	0,0	<0,002	0,01	<0,002	0,1
Залізо	-//-	0,1	0,81	0,0	0,0	0,73	1,12	0,1	0,16	<0,2	<0,1	0,3
Кальцій	-//-	72,1	94,0	96,2	96,2	88,0	88,0	86,2	100	20,0	11,6	200
Магній	-//-	26,7	23,3	15,8	14,6	19,45	19,45	18,2	21,88	10,9	9,5	100
Натрій	-//-	38,1	55,5	33,4	33,0	41,2	52,5	95,5	93,5	205,0	242,0	200
Загальна жорсткість	мг-екв/дм^3	5,8	6,62	6,1	6,0	6,0	6,0	5,8	6,8	1,9	–	7,0
Мідь	мг/дм	0,0006	–	0,002	0,0008	–	–	0,0008	–	–	–	–
Молібден	-//-	0,004	–	0,0006	0,0006	–	–	0,008	–	0,000	–	–
Марганець	-//-	0,012	–	0,2	0,12	–	–	0,0016	–	0,02	–	–
Колі індекс	-//-	< 3	–	< 4	–	–	–	< 3	–	< 3	–	< 3
Число колоній	в 1 мл^3	45	–	60	—	–	–	30	–	–	–	100
Мінералізація	г/дм^3	0,54	0,68	0,57	0,57	0,60	0,64	0,74	0,834	0,84	0,85	1
Окислюваність	мг O_2/дм^3	0,5	4,08	0,08	0,07	2,24	3,92	0,45	2,08	3,9	3,9	–

Таблиця 2

Результати визначення вмісту урану і радію у воді у с. Носачів

Найменування	Номер проби	Номер свердловини	Фактичний вміст радіонуклідів	
			(природна суміш ізотопів), г/дм^3	Ra^{226} г/дм
Підземна вода	84	2002	1.0×10^{-7}	$< 1\times10^{-12}$
-II-	114	1Г	2.8×10^{-6}	1×10^{-12}
-II-	107	2Г	6.8×10^{-8}	$< 1\times10^{-12}$
-II-	104	2Г	3.5×10^{-8}	$< 1\times10^{-12}$
-II-	111	4Г	1.2×10^{-6}	1×10^{-12}

Рівні допустимого вмісту у воді радіонуклідів по НРБУ-97 (природна суміш ізотопів) складають -8.0×10^{-5} г/дм^3 , а вміст Ra^{226} – 2.7×10^{-11} г/дм^3.

Висновок – вміст природних радіонуклідів урану і радію не перевищує рівні за НРБУ-97.

Характеристика агресивності підземних вод.

1. *Агресивність по відношенню до бетону*. Агресивні властивості підземних вод по відношенню до бетону визначаються по інтенсивності карбонатної агресії, яка вираховується за формулою:

$$J = a^2 / 0.36 \times B \times a,$$

де а – кількість CO_2 у дослідній воді, мг/дм ;

В – кількість HCO_3 (мг/дм^3).

При J < 1 – вода слабоагресивна, але, в основному, практично безпечна. при J > I – вода агресивна.

За даними лабораторних визначень, відібрані проби води у водоносних горизонтах містять агресивну вуглекислоту.

Сульфатною агресією не володіють. Так, по Лаптєву Ф. Ф., води вважаються агресивними, коли вміст сульфатів більше 800 мг/л. У водах Носачівського родовища вміст сульфатів не перевищує 264 мг/л. Водневий показник вод родовища знаходиться у межах 7,12–8,0. Вода слаболужна. Отже, загально-кислотна агресія відсутня.

На відсутність магнезіальної агресивності вказує низький вміст у водах магнію (10,9–65,7 мг/л), що набагато менше вмісту, при якому вода вважається агресивною (2000 мг/л).

2. *Агресивність води по відношенню до металу*. Агресивність підземних вод по відношенню до металу оцінюється за коефіцієнтом корозії, який розраховується за формулою Стеблера:

$$К_к = 1{,}008 \times (rMg — rHCO_3),$$

де r Mg – вміст Mg (мг-екв), $rHCO_3$ – вміст HCO_3 (мг-екв).

Розрізнюють води:

- некорозійні, якщо $К_к + 1{,}008\ rCa < 0$;
- напівкорозійні, якщо $К_к < 0{,}40$; $К_к + 1{,}008\ rCa > 0$;
- корозійні, якщо Кк > 0.

Після розрахунків з'ясовано, що води у с. Носачів по відношенню до металу напівкорозійні та некорозійні.

Висновки. В обводненні вертикальних шахтних стволів родовища будуть приймати участь водоносні горизонти середньочетвертинних водольодовикових і озерних відкладів прохідних долин, полтавських, харківських, бучацьких та смілянських відкладів і води тріщинуватої зони кристалічних порід докембрію і продуктів їх вивітрювання.

За складністю гідрогеологічних умов Носачівське родовище за гідрогеологічною класифікацією, розробленою П. П. Кліментовим, відноситься до IV типу "Родовища в тріщинуватих скальних породах, перекритих пухкими утвореннями".

Підземні води відповідають вимогам ГОСТу 2874-82 "Вода питна", крім водоносного комплексу флювіогляціальних водольодовикових і бучацьких відкладень, де збільшений вміст заліза (0,81–1,12 мг/дм^3) при нормі – 0,3 мг/дм^3, та еолово-делювіальних відкладень (мінералізація– 1,3 г/дм^3 при нормі – 1 г/дм^3; вмісту нітратів – 103,6 мг/дм^3 при нормі – 45 мг/дм^3; за величиною жорсткості 20,7 мг-екв/дм^3 при нормі – 7,0 мг-екв/дм^3).

Води по відношенню агресивності до бетону є не агресивні, по відношенню агресивності до металу є напівкорозійні та некорозійні.

Список використаних джерел:

1. Носачівське родовище. Державна служба геології та надр України (https://www.geo.gov.ua/wp-content/uploads/2021/09/nosachivske-rodovyshche.pdf).

2. Кривдік С. Г., Гуравський Т. В., Дубина О. В., Братчук О. М., Мархай О. І., Нечаєнко О. М., Якубенко П .Ф. Особливості речовинного складу Носачівського апатит-ільменітового родовища (Корсунь-Новомиргородський плутон, Український щит). Мінералогічний журнал. 2009. 31, № 3. С. 55-78.

References:

Kryvdik, S., Huravskyi, T., Dubyna, O., Bratchuk, O., Markhay, O., Nechaienko, O., & Yakubenko, P. (2009). Features of the chemical composition of the Nosachivske apatite-ilmenite deposit (Korsun-Novomyrhorod pluton, Ukrainian Shield) [in Ukrainian]. *Mineralogical Journal*, 31(3), 55–78.

State Service of Geology and Subsoil of Ukraine. (2021). *Nosachivske deposit* [in Ukrainian]. https://www.geo.gov.ua/wp-content/uploads/2021/09/nosachivske-rodovyshche.pdf