

*Парышев А. В., Никитин И. И.* Головоногие моллюски юры Украины. – Киев : Наук. думка, 1981. – 144 с.

*Пермяков В. В., Пермякова М. Н., Чайковский Б. П.* Фауна титона из опорных разрезов юго-западного Крыма // Палеонтологические и биостратиграфические исследования на территории Украины. – Киев, 1991. – С. 84–87.

*Рогов М. А., Аркадьев В. В., Барабошкин Е. Ю.* Новые данные по аммонитам и биостратиграфии кимериджа и титона Горного Крыма // Юрская система России: проблемы стратиграфии и палеогеографии : I Всерос. совещ. (21–22 нояб. 2005 г.). – М., 2005. – С. 210–214.

*Стратиграфія верхнього протерозою та фанерозою України* : у 2 т. – К. : Логос, 2014. – Т. 1. Стратиграфія верхнього протерозою, палеозою та мезозою України / відп. ред. П. Ф. Гожик. – 634 с.

*Bown P.* Calcareous nannofossil biostratigraphy. – London : Chapman and Hall, 1998. – 318 p.

*Mironenko A. A., Rogov M. A.* Ammonoid lower jaws of rhynchaptychus type from the Cretaceous of Crimea // Cretaceous Research. – 2018. – **91**. – P. 350–361.

**Галина МЕДВІДЬ, Ольга ТЕЛЕГУЗ, Оксана СЕНІВ**

**ПРОСТОРОВО-ЧАСОВІ ЗМІНИ  
ХІМІЧНОЇ МАТРИЦІ ПЛАСТОВИХ ВОД  
ВЕРХНЬОПРОТЕРОЗОЙСЬКИХ ТА НИЖНЬОПАЛЕОЗОЙСЬКИХ  
ВІДКЛАДІВ ВОЛИНО-ПОДІЛЛЯ**

Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України, Львів,  
e-mail: igggk@mail.lviv.ua

Територія між Українським щитом і Передкарпатським прогином під загальною назвою Волино-Поділля складається з низки геологічних структур, що розвивалися в різні геологічні епохи на каркасі блокової тектоніки кристалічного архей–нижньо- і середньопротерозойського фундаменту.

Осадовий комплекс починається верхньопротерозойськими породами рифейської (поліська серія) і вендської (волинська та валдайська серії) систем, на яких без перерви залягають кембрійські утворення та перекриваються відкладами ордовіку та силуру.

Водозбагаченість протерозойських відкладів незначна – дебіти коливаються від 0,0001 до 0,18 м<sup>3</sup>/добу, лише в берестовецькій товщі волинської серії вони зростають до 0,034–0,54 м<sup>3</sup>/добу. Кембрійський комплекс ще менш водозбагачений: дебіти не перевищують 0,09–0,13 м<sup>3</sup>/добу.

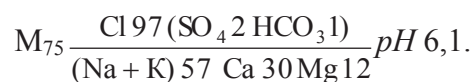
Геохімічні особливості верхньопротерозойських та нижньопалеозойських підземних вод досліджено на 15 площах, зокрема: протерозойські водоносні горизонти представлено 34 пробами води з 7 свердловин 7 площ, кембрійські – 41 пробою з 16 свердловин 12 площ, і силурійські – 24 пробами з 15 свердловин 8 площ. Зразки пластових вод з ордовіцьких відкладів відсутні. Усі без виключення досліджувані води відносяться до хлоридно-кальцієвого типу (за В. А. Суліним) хлоридного натрій-кальцієвого та хлоридного кальцій-натрієвого складу. Води залягають у широкому інтервалі

Т а б л и ц я 1. Кореляційна матриця макро- і мікроелементів у підземних водах силурійського водоносного комплексу ЛПП

Показники	Глибина H, м	pH	Мінералізація M, г/дм <sup>3</sup>	Катіони				Аніони			Мікроелементи		r:Na/r:Cl	r:SO <sub>4</sub> •100 r:Cl	Cl/Br
				Na <sup>+</sup> +K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Г <sup>-</sup>	Br <sup>-</sup>			
H, м	1,00														
pH	0,07	1,00													
M, г/дм <sup>3</sup>	-0,17	-0,60	1,00												
Na <sup>+</sup> +K <sup>+</sup>	-0,09	-0,23	0,44	1,00											
Ca <sup>2+</sup>	-0,10	-0,46	0,74	-0,26	1,00										
Mg <sup>2+</sup>	-0,51	-0,31	0,66	0,02	0,53	1,00									
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,52	-0,10	0,21	0,22	0,13	-0,34	1,00								
Cl <sup>-</sup>	-0,19	-0,60	0,99	0,41	0,75	0,69	0,17	1,00							
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0,08	0,00	0,04	0,06	0,00	-0,20	0,22	-0,08	1,00						
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,17	-0,01	0,05	-0,19	0,21	-0,15	0,24	0,00	0,65	1,00					
Г <sup>-</sup>	-0,10	-0,37	0,10	-0,02	0,05	0,44	0,21	0,12	-0,18	0,00	1,00				
Br <sup>-</sup>	0,22	-0,39	0,70	0,82	0,11	0,28	0,36	0,69	-0,10	-0,40	0,10	1,00			
r:Na/r:Cl	0,06	0,40	-0,47	0,55	-0,88	-0,58	0,05	-0,50	0,13	-0,15	-0,24	0,20	1,00		
Сульфатність	0,08	0,14	-0,10	-0,08	-0,04	-0,21	0,21	-0,21	0,98	0,44	-0,22	-0,35	0,12	1,00	
Cl/Br	-0,21	-0,37	0,54	-0,45	0,92	0,49	-0,08	0,56	-0,12	0,38	0,03	-0,38	-0,84	-0,20	1,00

глибин (520–4162 м), чим зумовлений широкий діапазон значень їх мінералізації. Проте середні значення окремих комплексів (107; 86,4 і 74,9 г/дм<sup>3</sup>) свідчать, що в розрізах переважають слабкі солянки. У них домінує слабко-кисле (pH 6,0) і відновне середовище, про що свідчить наявність досить значних вмістів амонію і низькі середні вмісти сульфатів.

**Силур.** Середнє значення мінералізації вод комплексу становить 74,9 г/дм<sup>3</sup> при коливанні в межах 11–133 г/дм<sup>3</sup>, проте лише в трьох пробах (з площ Володимирівської та Локачинської) вона перевищує 100 г/дм<sup>3</sup>, а її медіана становить 77,9 г/дм<sup>3</sup>. Лужно-кислотне середовище має гідрогенний показник pH, який становить у середньому 6,1 (3,9–10,0), медіана – 6,0 (табл. 1). Лужні і слабко лужні води (pH 7,4–10,0) виявлені лише у двох свердловинах (Локачі-5 і Нововолинська-1) у крайових частинах комплексу, що зумовлено, можливо, процесами вилуговування. Усереднений хімічний склад силурійських вод представлений формулою:



За величиною солоності такі води класифікуються як слабкі солянки. Коефіцієнт варіації значень мінералізації – 39,4 % – є найменшим серед усіх макро- та мікрохімічних показників, що свідчить про достатньо рівномірну солоність на більшій частині площі комплексу.

П'ять об'єктів кореляційної матриці силурійського водоносного комплексу – мінералізація, Хлор, Бром, Кальцій і Магній – пов'язані між собою, лише останні два не мають суттєвого зв'язку з Бромом.

**Кембрій.** Підземні води кембрійських відкладів також характеризуються широким діапазоном значень мінералізації: від 5,9 до 220 г/дм<sup>3</sup> (св. Великі Мости-30, гл. 4162,5 м), становлячи в середньому 86,3 г/дм<sup>3</sup>, медіана 85,19 (табл. 2). Дещо слабші за концентрацією води зустрічаються на площах Берестецькій, Буцацькій, Володимирівській, Літовезькій, Нововолинській, Оваднівській та Тихотинській (14,87–106,2 г/дм<sup>3</sup>), вищої за 110 і до 220 г/дм<sup>3</sup>

Т а б л и ц я 2. Кореляційна матриця макро- і мікроелементів у підземних водах кембрійського водоносного комплексу ЛПП

Показники	Глибина <i>H</i> , м	<i>pH</i>	Мінералізація, <i>M</i> , г/дм <sup>3</sup>	Катіони				Аніони			Мікроелементи		<i>r</i> Na/ <i>r</i> Cl	<i>r</i> SO <sub>4</sub> •100/ <i>r</i> Cl	Cl/Br
				Na <sup>+</sup> +K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Г	Br <sup>-</sup>			
<i>H</i> , м	1,00														
<i>pH</i>	-0,27	1,00													
<i>M</i> г/дм <sup>3</sup>	0,37	-0,38	1,00												
Na <sup>+</sup> +K <sup>+</sup>	0,41	-0,38	0,89	1,00											
Ca <sup>2+</sup>	0,57	-0,16	0,80	0,77	1,00										
Mg <sup>2+</sup>	-0,03	-0,41	0,68	0,67	0,48	1,00									
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,33	-0,05	0,68	0,68	0,62	0,32	1,00								
Cl <sup>-</sup>	0,49	-0,31	0,91	0,95	0,92	0,68	0,68	1,00							
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0,027	0,22	-0,29	-0,22	-0,24	-0,14	-0,29	-0,25	1,00						
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	-0,14	-0,13	-0,02	-0,03	-0,05	0,07	-0,08	-0,04	-0,07	1,00					
Г	-0,03	-0,1	0,36	0,43	0,39	0,45	0,46	0,46	-0,11	0,04	1,00				
Br <sup>-</sup>	0,56	0,1	0,50	0,58	0,81	0,24	0,48	0,72	-0,05	-0,09	0,26	1,00			
<i>r</i> Na/ <i>r</i> Cl	-0,36	-0,19	-0,39	-0,29	-0,7	-0,38	-0,1	-0,52	0,1	0,03	-0,2	-0,63	1,00		
Сульфатність	0,1	0,14	-0,36	-0,42	-0,33	-0,28	-0,23	-0,4	0,4	-0,05	-0,24	-0,26	0,27	1,00	
Cl/Br	-0,13	-0,23	0,14	0,02	0,14	0,27	-0,15	0,1	-0,12	0,07	0,05	-0,26	-0,21	-0,07	1,00

мінералізації досягають солянки на площах Бучацькій, Великомоствівській, Локачинській, Нововитківській, Перемишлянській.

Реакція водного середовища (*pH*) водоносного комплексу коливається в межах 4,5–10,0 одиниць *pH*, середнє арифметичне значення – 6,0. Отже, води кислі, слабко кислі і локально – слабко лужні (у середньому – 8,6). Узагальнений макрокомпонентний склад виглядає наступним чином:

$$M_{86} \frac{Cl\ 99\ (SO_4\ 1)}{(Na + K)\ 58\ Ca\ 35\ (Mg\ 7)}\ pH\ 6,0.$$

Суттєві кореляційні зв'язки виявлено між наступними хімічними компонентами пластових вод кембрійських відкладів – мінералізацією, Хлором, Кальцієм, (Натрієм+Калієм) та Бромом.

**Верхній протерозой.** Мінералізація протерозойських вод змінюється в широкому діапазоні від 5,02 до 249 г/дм<sup>3</sup>, становлячи в середньому 107 г/дм<sup>3</sup>, медіана 107,8. Найнижча мінералізація у вод Кременецької (5,02–42,62 г/дм<sup>3</sup>) та Перемишлянської площ (21,48–67,23 г/дм<sup>3</sup>), на Берестецькій, Літовезькій, Луцькій та Овадненській вона змінюється у межах 36,93–153,53 г/дм<sup>3</sup>, а на Горохівській – міцні солянки досягають мінералізації 249 г/дм<sup>3</sup>. Узагальнений макрокомпонентний склад можна подати у вигляді формули Курлова:

$$M_{107} \frac{Cl\ 99\ (SO_4\ 1)}{Ca\ 54\ (Na + K)\ 40\ (Mg\ 6)}\ pH\ 5,8.$$

Реакція водного середовища (*pH*) водоносного комплексу коливається в межах 4,5–10,0 одиниць *pH*, середнє арифметичне значення – 6,0.

З кореляційної матриці (табл. 3) видно, що шість об'єктів хімічного складу підземних вод протерозойських відкладів – мінералізація, Хлор, Кальцій, (Натрій + Калій), Бром і Йод – тісно пов'язані між собою.

Отже, статистичний аналіз макро- і мікроелементів у підземних водах верхньопротерозойських та нижньопалеозойських відкладів Волино-Поділля та виділені ряди асоціацій за аналізом кореляційної матриці дозволяють вважати їх парагенною асоціацією седиментогенного походження. Тобто, води

Т а б л и ц я 3. Кореляційна матриця макро- і мікроелементів у підземних водах верхньопротерозойського водоносного комплексу ЛПП

Показники	Глибина H, м	pH	Мінералізація, M, г/лм <sup>3</sup>	Катіони				Аніони			Мікроелементи		rNa/rCl	rSO <sub>4</sub> *100 rCl	Cl/Br
				Na <sup>+</sup> + K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	I <sup>-</sup>	Br <sup>-</sup>			
H, м	1,00														
pH	-0,01	1,00													
M, г/лм <sup>3</sup>	0,53	-0,32	1,00												
Na <sup>+</sup> + K <sup>+</sup>	0,44	-0,22	0,83	1,00											
Ca <sup>2+</sup>	0,52	-0,30	0,98	0,70	1,00										
Mg <sup>2+</sup>	0,51	-0,40	0,81	0,57	0,79	1,00									
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,27	-0,48	0,49	0,37	0,49	0,61	1,00								
Cl <sup>-</sup>	0,53	-0,32	0,9998	0,82	0,98	0,82	0,49	1,00							
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	-0,24	0,13	-0,22	0,13	-0,31	-0,39	-0,01	-0,23	1,00						
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,12	0,10	-0,51	-0,40	-0,52	-0,26	0,08	-0,51	0,13	1,00					
I <sup>-</sup>	0,19	-0,21	0,54	0,21	0,58	0,55	0,09	-0,54	-0,50	-0,37	1,00				
Br <sup>-</sup>	0,48	-0,15	0,88	0,67	0,89	0,69	0,32	0,88	-0,30	-0,49	0,58	1,00			
rNa/rCl	-0,33	0,22	-0,85	-0,53	-0,88	-0,77	-0,38	-0,85	0,35	0,61	-0,65	-0,86	1,00		
Сульфатність	-0,27	0,06	-0,37	-0,41	-0,32	-0,26	0,14	-0,36	0,34	0,41	-0,20	-0,36	0,32	1,00	
Cl/Br	-0,16	-0,18	-0,19	-0,21	-0,17	-0,16	0,34	-0,19	0,04	0,12	-0,12	-0,39	0,28	0,19	1,00

всіх трьох водоносних комплексів високометаморфізовані, хлоридно-кальцієвого типу, слабкокислі у відновному середовищі створюють сприятливі умови для утворення і збереження покладів вуглеводнів. Однак водам найдревнішого верхньопротерозойського комплексу властиві найвищий ступінь метаморфізації, максимальна мінералізація, найвищий вміст Бромю і Кальцію, а також найнижча кількість сульфатів.

Окрім того, з кореляційної матриці видно, що з віком, а в даному випадку і з глибиною, хімічна матриця пластових вод даного регіону набуває тісніших асоціацій між мінералізацією, Хлором, Кальцієм, Бромом та сумою Натрію і Калію, а в найдревніших відкладах – верхньопротерозойських – і Йоду.

**Микита МИРОНЦОВ**

**ПРОБЛЕМА ЕКВІВАЛЕНТНОСТІ  
В ОБЕРНЕНИХ ЗАДАЧАХ ЕЛЕКТРОМЕТРІЇ  
НАФТОГАЗОВИХ СВЕРДЛОВИН**

Інститут телекомунікацій  
і глобального інформаційного простору НАН України, Київ,  
e-mail: myrontsov@ukr.net

Окрім іншого, електрометрія свердловин дає відповідь на два питання (Anderson, 2001; Миронцов, 2012в):

- скільки вуглеводнів є у розрізі?
- де саме вони в ньому розташовані?

Тому вимога збільшення чи навіть збереження рівня видобутку вуглеводнів ставить на порядок денний ефективне використання електрометрії свердловин, що здатна визначати геоелектричні параметри складнобудованих геологічних розрізів. Саме такі розрізи (тонкошаруваті, анізотропні колектори