

## МИНЕРАЛЬНЫЕ ВОДЫ ГОРНОСКЛАДЧАТОГО УРАЛА

А.И. Ковальчук, Ю.К. Иванов, А.А. Ястребов

**Глубинная гидрохимическая зональность**

Складчатая область Урала представляет собой открытую гидрогеологическую структуру, соответствующую сложной системе гидрогеологических массивов с резким преобладанием трещинно-грунтовых и трещинно-жильных скоплений подземных вод. Приподнятое гипсометрическое положение, относительно слабое развитие покровных водоупорных отложений определяют активное проникновение инфильтрационных (метеогенных) вод в трещинные коллекторы, развивающиеся в сложном комплексе карбонатных, терригенных и изверженных пород различного состава. Преобладающим распространением пользуются подземные воды, формирующиеся за счет инфильтрации атмосферных осадков в зону развития трещин выветривания, проникающих на глубину 50-100 м и реже 150 м. Ниже указанной глубины подземные воды имеют локальное распространение и приурочены к системе тектонической трещиноватости. Подземные воды жильного типа, связанные с зонами тектонического дробления, прослежены до глубин 1-1,5 км и более.

В верхней наиболее изученной части разреза до глубины 200-300 м получают распространение пресные маломинерализованные (0,1-0,5 г/дм<sup>3</sup>) гидрокарбонатные, сульфатные и смешанные воды разнообразного катионного состава, и лишь на Южном Урале в зоне континентального соленакопления известны солоноватые гидрокарбонатно-хлоридные и сульфатно-хлоридные воды с минерализацией до 2-3 г/дм<sup>3</sup>.

Определяющими факторами формирования химического состава подземных вод являются процессы выщелачивания растворимых продуктов выветривания водовмещающих пород в условиях активного водообмена, протекающие при участии атмосферной и метаморфогенной углекислоты, что определяет преимущественно гидрокарбонатный состав подземных вод в зоне активного водообмена. Несмотря на хорошую промытость гидрогеологических

структур в целом, в пределах складчатого Урала известно значительное количество локальных водопоявлений соленых, а иногда и рассольных хлоридных проявлений подземных вод (Таблица 1). Хлоридные воды, как правило, соответствуют глубинным зонам трещинных коллекторов и несут определенную геологическую информацию об особенностях глубинного строения; они способны пролить свет на некоторые особенности палеогидрогеологии Урала.

До недавнего времени не фиксировались существенные изменения в химическом составе подземных вод с глубиной, за исключением локальных проявлений солоноватых и соленых хлоридных вод (Н. Серги, Катав-Ивановский на западном склоне, Теченское железорудное месторождение, Челябинский грабен – на восточном).

За последнее время получены новые данные, свидетельствующие о широком развитии гидрокарбонатно-хлоридных и хлоридных вод в зонах тектонических нарушений на глубинах свыше 500-600 м в различных структурах Урала. Хлоридно-гидрокарбонатные воды с минерализацией до 1,5-2,0 г/дм<sup>3</sup> известны на глубине более 400 м в Северо-Уральском бокситовом бассейне, вскрыты скважинами на глубинах свыше 600 м на Северо-Гороблагодатском железорудном и Подольском медно-колчеданном месторождениях. Зафиксированы так же в сверхглубокой скважине СГ-4 на глубине свыше 2000 м.

Хлоркальциевые высокоминерализованные (тип IIIб) воды обнаружены скважинами на глубинах свыше 150 м в центральной части Магнитогорского синклиория западнее г. Магнитогорска (оз. Мултак-Куль). Получены новые данные о локальном развитии хлоридных рассолов с минерализацией до 100 г/дм<sup>3</sup> на глубинах (700 м) горизонтах Кизеловского бассейна на западном склоне Урала и т.д. [Гидрогеология СССР, 1972].

Хлоридные воды, характерные для зоны замедленной циркуляции, встречены как в оса-

Химический состав глубинных вод складчатой области Урала  
(Ковальчук, 1989, Абдрахманов, 1999)\*

Водопроявление	Формула химического состава	Микроэлементы, мг/дм <sup>3</sup>			Хлоридные отношения $\cdot 10^3$			Na/Cl
		Br	J	B	Br/Cl	J/Cl	B/Cl	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Западный склон								
Кизеловский бассейн, шахта им. В.И. Ленина, глуб. 775 м, известняки, С <sub>1</sub>	$M_{123} \frac{Cl_{99,9}HCl_3O,1}{Na_{75}Mg_{14}Ca_{11}}$	624,6	63,5	1,5	8,1	0,82	0,02	0,8
Курорт Н.Серги, скв.3, глуб. 192 м, известняки, D <sub>2</sub>	$M_6 \frac{Cl_{19}HCO_3_{12}SO_4_{11}}{Na_{94}Ca_4Mg_2}$	0,35	н/о	0,05	0,1	-	0,014	1,0
Катав-Ивановский источник, доломиты и сланцы, Pt <sub>2</sub>	$M_{12,2} \frac{Cl_{177}HCO_3_{12}SO_4_{11}}{Na_{77}Ca_{13}Mg_{10}}$	0,8	н/о	1,0	0,8	-	1,0	1,0
Катав-Ивановский, скважина, глуб. 340 м, доломиты и сланцы, Pt <sub>2</sub>	$M_{8,3} \frac{Cl_{83}SO_4_{14}HCO_3_{2}}{Na_{83}Ca_{10}Mg_7}$	1,39	н/о	0,65	0,3	-	0,16	1,0
Передовые складки Урал								
Глухая Вильва, источник, песчаники, P <sub>1</sub>	$M_{12} \frac{Cl_{73}SO_4_{25}}{Na_{86}Ca_9Mg_5}$	2,3	н/о	0,56	0,5	-	0,11	1,2
Тереклинский, известняки, С <sub>2</sub>	$M_{13} \frac{Cl_{80}HCO_3_{18}SO_4_{2}}{Na_{87}Ca_8Mg_3}$	0,21	н/о	0,42	0,3	-	0,07	1,1
Аскын Баш, известняки, С <sub>3</sub>	$M_{1,8} \frac{Cl_{83}HCO_3_{11}SO_4_{6}}{Na_{82}Ca_{13}Mg_5}$	0,91	н/о	-	0,11	-	-	0,9
Таш-Астинский, известняки, С <sub>3</sub>	$M_{4,7} \frac{Cl_{90}HCO_3_{7}SO_4_{3}}{Na_{94}Ca_4Mg_2}$	0,53	н/о	0,12	0,18	-	0,04	1,1
Восточный склон								
Североуральский бокситовый бассейн, Черемуховское месторождение, шахта 9, глуб. 500 м, известняки, D <sub>2</sub>	$M_{0,9} \frac{Cl_{173}HCO_3_{23}SO_4_{4}}{Na_{82}Ca_{15}Mg_3}$	0,26	н/о	0,2	0,5	-	0,4	1
Северо-Гороблагодатское железорудное месторождение, скв 622, глуб. 800 м, эффузивы, D <sub>2</sub>	$M_{1,06} \frac{Cl_{160}HCO_3_{28}SO_4_{12}}{Na_{90}Ca_6Mg_4}$	0,21	0,007	1,2	0,61	0,021	3,5	1,5

Водопроявление	Формула химического состава	Микроэлементы, мг/дм <sup>3</sup>			Хлоридные отношения $\cdot 10^3$			Na/Cl
		Br	I	B	Br/Cl	I/Cl	B/Cl	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Буланашская депрессия, скв.1020, глуб.300 м, аргиллиты, I <sub>1</sub>	$M_{2,0} \frac{Cl55HCO_3,45}{Na94Ca3Mg3}$	-	-	-	-	-	-	1,7
Теченское месторождение железных руд, скв.10, глуб.250 м, граниты	$M_{4,1} \frac{Cl75SO_4,24}{Na48Mg44Ca8}$	-	-	-	-	-	-	0,63
Челябинский грабен, Камышловский участок, скв.3 г, глуб. 86 м, аргиллиты, T <sub>3</sub> +I <sub>1</sub>	$M_{3,9} \frac{Cl78SO_4,20}{Na62Mg37Ca7}$	18	-	-	1,0	-	-	0,8
Магнитогорский синклинорий, оз. Мултак-Куль	$M_{14,3} \frac{Cl75SO_4,22HCO_3,3}{Na60Mg36Ca4}$	9	0,64	13	1,4	0,1	2,1	0,8
Оз. Мултак-Куль, скв.2, глуб. 120 м, песчаники полимиктовые, красноцветные, C <sub>3</sub>	$M_{17,2} \frac{Cl87SO_4,12}{Na45Ca30Mg25}$	17,6	2,1	8	2,2	0,25	0,9	0,5
Подольские месторождения, скв.68, глуб. 780, эффузивы, D <sub>2</sub>	$M_{3,2} \frac{Cl90HCO_3,5SO_4,5}{Na83Ca13Mg4}$	3,03	0,08	0,32	1,7	0,04	0,2	0,9

\* Все данные заверены авторами статьи.

дочных, так и в эффузивных метаморфических породах различного возраста и приурочены к зонам тектонического дробления. Приведенные сведения дают возможность заключить, что общая вертикальная гидрохимическая зональность, выражающаяся в смене пресных вод хлоридными повышенной минерализации, присуща также складчатой области Урала. При этом зона хлоридных вод, в отличие от платформенных областей, располагается на большей глубине, что непротиворечит представлениям о более глубоком развитии зоны инфильтрационного водообмена в приподнятых горно-складчатых сооружениях.

По характерным генетическим отношениям (Таблица 2) подавляющая часть глубинных подземных вод соответствует группе континентальных вод, характеризующихся пониженными

(менее 1,0) бром-хлоридными отношениями. Исключением являются глубинные рассолы Кизеловского бассейна и оз. Мултак-Куль, которые по всем гидрохимическим показателям соответствуют группе морских вод и относятся к водам наследующим поровый морской комплекс вмещающих пород.

Предварительный анализ генетической природы известных водопроявлений глубинных вод позволяет заключить, что хлоридная минерализация и микрокомпонентный состав формируются за счет диффузионного выщелачивания реликтовых поровых растворов водовмещающих преимущественно осадочных пород.

#### Минеральные лечебные воды

Горно-складчатый Урал характеризующийся открытыми гидрогеологическими струк-

Основные генетические показатели природных вод литосферы (Ковальчук, 1989)

Группы вод	Хлорные отношения $\cdot 10^3$			Основные группы пластовых вод	Хлорные отношения $\cdot 10^4$		
	Br/Cl	I/Cl	B/Cl		Br/Cl	I/Cl	B/Cl
Воды морского происхождения:				Пластовые рассолы	4-7,3	0,54-	0,7-
Океаническая вода	3,4	0,003	0,24	Западно-		2,9	5,3
Поровые воды океанических илов	3,7	0,05	0,04	Сибирского артезианского бассейна			
Воды солеродных лагун	3,5-21	0,03	0,24-2,1	Пластовые рассолы Предуралья	3,5-12,0	0,06-0,07	0,4-1,5
Континентальные воды:				Подземные воды надсолевых толщ Предуралья	0,5	0,02	0,05
Реки (средние значения)	1,0	0,3	1,25	Минеральные озера Зауралья	1,5	0,05	0,21
Грунтовые воды	1,0	0,2	1,5				
Воды выщелачивания каменных солей	0,1	0,01	0,04				
Воды континентального соленакопления	1,5	0,09	0,2				

турами трещинно-жильного типа сравнительно бедны минеральными водами бальнеологического назначения. В его пределах практическое значение имеют три типа вод: радоновые, хлоридные и железистые кислые, связанные с полиметаллическим оруденением [Каталог., 1969].

Радоновые воды имеют широкое распространение. Приурочены они к гранитным массивам, хотя известны единичные проявления радоновых вод в карбонатных породах восточного и западного склонов Урала. По химическому составу это обычные пресные воды с минерализацией 0,3 – 0,4 г/дм<sup>3</sup>, содержащие повышенные (20-400 н кюри/л) радона – главного бальнеологического показателя. В Свердловской области наиболее изученными являются водопрооявления в Каменск-Уральском (ист.Кодинка), Асбестовском (г.Асбест), Режевском (курорт Липовка) районах [Ковальчук, 1989]. Используются для водолечения только воды в п. Липовка (запасы утверждены) и в г.Асбесте. В Челябинской области радоновые воды известны в районе ст. Чебаркуль, в г.Пиасте, на курортах Увильды и Кисегач. Используются они на указанных курортах. В пределах Башкортостана практическое значение имеет источник Кургазак, воды которого используются на курорте Янгантау. Источник приурочен к зоне тектонического разлома в карбонатных породах каменноугольного возраста в восточном борту Юрю-

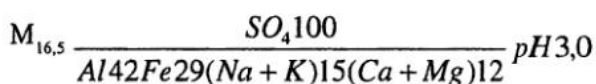
зано-Сылвинской депрессии. В случае необходимости путем проведения целенаправленных работ могут быть подготовлены для эксплуатации новые месторождения с ресурсами достаточными для полного удовлетворения потребностей в этих водах. В качестве наиболее обеспеченных ресурсами могут быть рекомендованы источники в п. Кодинка вблизи г.Каменск-Уральска.

Хлоридные воды представлены двумя модификациями: натриевыми и кальциево-натриевыми.

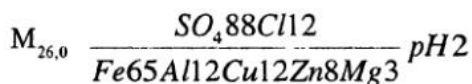
Хлоридные натриевые водопрооявления широко распространены в карбонатных породах Западного склона Урала. Воды этих проявлений обычно содержат сероводород в количествах 3-15 мг/дм<sup>3</sup>, имеют обычно минерализацию 2-10 г/дм<sup>3</sup> (Таблица 1). В пределах Свердловской области они используются в лечебных целях на курорте Нижние Серьги, в Челябинской - в г. Катав-Ивановский (для разлива), в Башкортостане – Ассинское месторождение, имеющее воду по составу близкую к Таш-Астинскому источнику (табл. 1). Следует отметить, что современная изученность позволяет с минимальными затратами выявить целый ряд новых водопрооявлений этих вод, пригодных для разлива в качестве столовых и лечебно-столовых, а так же в бальнеологических целях в водолечебницах.

Хлоридные кальциево натриевые воды известны в ряде водопроявлений Магнитогорского мегасинклинория на Южном Урале. Наиболее типичным представителем этих вод являются воды района Мултак-Куль в 40 км к западу от г. Магнитогорска (табл. 1). Воды эти частично используются для ванн в санаториях на берегу озера [Гидрогеология СССР, 1972].

Железистые кислые воды распространены на всех колчеданных месторождениях Восточного склона Урала. В пределах Свердловской области представителем таких вод являются воды шахты Левиха имеющий вид:



Аналогичного состава являются воды шахты Первомайская Карабашских рудников.



Наряду с железом, алюминием и группой тяжелых металлов эти воды содержат ряд

халькофильных элементов как мышьяк, германий и др. Единственной водолечебницей, где использовались эти воды является курорт Гай. Использование этих вод затруднено слабостью их бальнеологической изученностью и непостоянством в составе.

Наряду с минеральными водами ценными в бальнеологическом отношении являются озерные пеллоиды. В пределах Свердловской области они представлены сапрелями (оз. Монтаево). На Южном Урале известны сероводородные илы (оз. Мултак Куль).

#### Список литературы

- Абрахманов Р.Ф., Попов В.Г. Минеральные лечебные воды Башкортостана. Уфа., 1999. 293 с.
- Гидрогеология СССР, т. XIV, Урал. М: Недра, 1972. 648 с.
- Каталог минеральных вод СССР. Приложение к карте минеральных вод М 1:400000. Минздрав СССР. М.: 1969. 287 с.
- Ковальчук А.И., Вдовин Ю.П., Козлов А.В. Формирование химического состава подземных вод Зауралья. М.: Наука, 1989. 184 с.