

**ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ЗОНЫ  
ПОЛОГИХ БРАХИСТРУКТУР КУЗБАССА  
НА ПРИМЕРЕ ЕРУНАКОВСКОГО УГЛЕННОГО РАЙОНА**

Д. С. ПОКРОВСКИЙ, Г. А. ПЛЕВАКО

Ерунаковский район расположен в центральной части Кузнецкого бассейна на значительном удалении от обрамляющих горных сооружений, на стыке лесостепной и таежной зон, достаточно увлажненных.

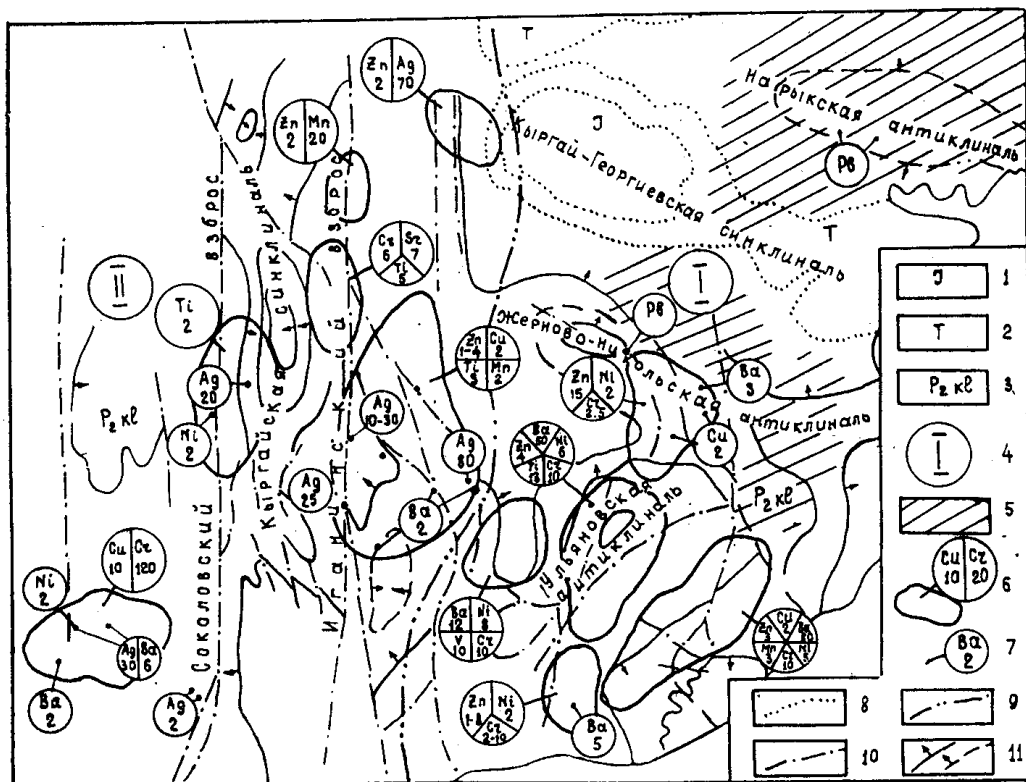


Рис. 1. Схематическая гидрогеохимическая карта Ерунаковского района Кузбасса: 1—песчано-глинистые отложения конгломератовой серии юры; 2—песчано-глинистые отложения мальцевской серии триаса; 3—угленосные песчано-глинистые отложения кольчугинской серии пермского возраста; 4—ландшафтные зоны: I—лесостепная, II—таежная; 5—участки развития ультрапресных вод гидрокарбонатно-хлоридного и хлоридного натриевого типов; 6—участки с аномальным содержанием микрокомпонентов в подземных водах. В кругу—индекс элемента и контрастность его содержаний по отношению к фону; 7—отдельные точки опробования с аномальными содержаниями микрокомпонентов в подземных водах. В кругу—элемент и контрастность его содержаний; 8—стратиграфические границы; 9—граница ландшафтных зон; 10—зоны тектонических нарушений; 11—выходы угольных пластов под рыхлые четвертичные отложения

Геологическое строение района характеризуется широким распространением континентальных образований кольчугинской серии палеозойского возраста. В северной части района в пределах Кыргай-Георгиевской синклинали палеозойские породы перекрыты отложениями триаса, на которых с угловым и стратиграфическим несогласием залегают отложения конгломератовой свиты юрского возраста. Как палеозойские, так и мезозойские образования перекрыты почти сплошным чехлом четвертичных отложений.

Кольчугинская серия представлена ритмически переслаивающимися песчаниками, алевролитами и аргиллитами с пластами углей. Наблюдается укрупнение ритмов осадконакопления и песчанности пород снизу вверх по разрезу.

Содержания металлов в подземных

Водоносный комплекс	Содержания						
		Cu	Pb	Zn	Ag	Mo	Ni
Четвертичных отложений (53 анализа)	наибольшие	5,37	1,5	47,7	1,6	0,9	10,7
	наименьшие	сл.	сл.	2,0	0,06	сл.	сл.
	часто встречаемые	2—06	сл.	16,15	0,1—0,3	0,3	сл.
	% встречи	100	11,3	60,4	22,6	13,2	24,6
Отложений мезозойского возраста (120 анализов)	наибольшие	20,6	3,3	29,7	2,7	сл.	25,5
	наименьшие	сл.	сл.	0,6	сл.	—	сл.
	часто встречаемые	0,6—1,5	сл.—0,1	1,5—10	0,1—1	—	сл.—1,6
	% встречи	88,2	21,0	73,1	6,7	0,8	37,8
Отложений кольчугинской серии. Источники (590 анализов)	наибольшие	9,7	2,7	96,6	4,8	1,5	32,4
	наименьшие	сл.	сл.	1,2	0,02	сл.	сл.
	часто встречаемые	сл.—4	сл.	4,0—25	0,1—0,6	сл.	сл.—4
	% встречи	87,5	17,6	62,0	5,8	1,5	41,0
Отложений кольчугинской серии. Скважины (58 анализов)	наибольшие	2,76	3,3	112,2	4,9	1,4	3,84
	наименьшие	сл.	сл.	2,2	0,05	сл.	сл.
	часто встречаемые	сл.—1,5	сл.	4,0—15	до 0,1	сл.	сл.
	% встречи	91,5	8,6	100	10,3	6,9	27,6

Отложения триасового возраста представлены породами типа туфогенных алевролитов и песчаников, среди которых встречаются прослой нормальных осадочных разностей. Юрские образования имеют песчано-глинистый состав. Песчаники от мелкозернистых до гравелистов, часто расцементированные, залегают мощными, хорошо выдержанными по простиранию слоями.

Четвертичные отложения представлены суглинками, глинами, а в пределах развития речных террас — гравийно-галечниковым материалом.

В тектоническом отношении западная часть района относится к Присалаирской зоне линейной складчатости к подзоне пологих линейных складок, восточная — к центральной зоне пологих складок и куполовидных поднятий (Белицкий, Пах, Тыжнов, 1970).

Пликативная тектоника характеризуется серией синклиналильных и антиклиналильных брахиструктур, ориентированных в различных направлениях (рис. 1). Синклиналильные складки имеют отчетливые в плане формы, широкие, корытообразные очень пологие замочные части и разделяются слабовыраженными антиклиналиями. Широко развита дизъюнктивная тектоника. Наиболее крупные ее элементы — Соколовский, Иганинский и Успенский взбросы, генетически близкие к краевым разрывам, отделяющим Кузнецкий бассейн от окружающих горных сооружений. Имеется много более мелких нарушений типа согласных

взбросов и надвигов. Максимальная нарушенность характерна для замковых частей антиклиналей. В районе четко устанавливаются общие для всего Кузбасса закономерности в водообильности пород. Максимальной обводненностью характеризуются юрские отложения, где отмечены удельные дебиты скважин до 8,6 л/сек. Удельные дебиты скважин, вскрывших отложения кольчугинской серии, не превышают 2,6 л/сек. Наиболее обводнена верхняя трещиноватая зона до глубины 100—150 м, особенно в долинах рек и депрессиях рельефа. С глубиной трещиноватость пород уменьшается, уменьшается и их водообильность.

В пределах зоны интенсивной трещиноватости преобладают подземные воды гидрокарбонатного кальциевого и кальциево-магниевого составов с минерализацией до 0,7 г/л. На гипсометрически приподня-

Таблица 1

водах Ерунаковского района

металлов, мкг/л								
Co	Sb	Sn	Ba	Sr	Ti	Mn	V	Cr
не обн.	6,0	0,98	18,7	54,0	25,4	217	10,7	90,0
—	сл.	сл.	сл.	4,6	сл.	1,05	сл.	сл.
—	—	сл.	до 40	до 10	сл.—1,5	4—50	сл.	сл.—1,5
—	3,8	13,2	50,9	9,4	67,6	100	17,0	73,6
сл.	не обн.	0,54	2,9	10,1	1100	115	42,5	25,5
—	—	—	сл.	4,8	сл.	0,5	сл.	сл.
—	—	—	сл.	—	0,2—4,0	1,5—25	до 4	до 40
0,8	—	0,8	21,0	4,2	39,6	86,6	33,4	54,2
0,8	7,44	11,5	52,6	34,5	147	87,0	27,2	54,4
сл.	сл.	сл.	сл.	1,5	сл.	0,5	сл.	сл.
сл.	2,0—6,0	сл.	до 10	4—10	0,6—10	1,5—60	0,6—10	0,6—10
2,7	2,1	2,1	35,0	2,6	89,6	92,0	34,3	57,2
не обн.	8,3	13,5	41,4	8,4	20,7	69,6	38,4	36,0
—	—	сл.	сл.	3,5	сл.	0,5	сл.	сл.
—	—	0,5—1,5	4—10	—	0,6—10	4—60	до 4,0	0,5—1,5
—	1,7	10,3	70,6	6,9	77,5	100	24,1	62,1

тых, хорошо промытых участках в северо-восточной части района развиты слабоминерализованные (0,07—0,2 г/л) воды гидрокарбонатно-хлоридного натриевого состава, близкие по характеру и водам атмосферных осадков.

С глубиной минерализация подземных вод увеличивается до 2—2,5 г/л, а их тип меняется на гидрокарбонатный натриевый. В пределах отдельных антиклинальных структур (Нарыкская антиклиналь) развиты гидрокарбонатно-хлоридные натриевые воды с минерализацией до 3,5—5,5 г/л.

По металлоносности подземные воды отдельных водоносных комплексов несколько отличаются друг от друга.

В зоне интенсивного водообмена наиболее широким комплексом металлов характеризуются подземные воды четвертичных отложений. Здесь в большинстве проб отмечены медь, цинк, барий, титан, марганец, хром. Специфическими являются серебро, молибден, олово, отсутствующие в подземных водах других водоносных комплексов, либо встречающиеся в единичных пробах (табл. 1). Следует отметить, что большинство проб относится к подземным водам, приуроченным к галечникам террас р. Томи и ее притоков. При сравнении с подземными водами, относящимися к элювиально-делювиальным отложениям и изученным нами в пределах Осиновского района, в них отмечено хорошо заметное понижение встречаемости целого ряда микрокомпонентов, особенно ме-

таллов полиметаллического комплекса. Уменьшается встречаемость никеля, олова. Очень редко отмечаются сурьма и стронций.

По комплексу микрокомпонентов подземные воды мезозойских и пермских отложений довольно близки между собой. Наиболее четко различия наблюдаются в процентах встречи и, в меньшей мере, в содержаниях металлов. В условиях Ерунаковского района Кузбасса, где в породах отсутствуют зоны аномально повышенных содержаний металлов и зоны оруденения и минерализаций, при выяснении условий формирования подземных вод наиболее показательной величиной, помимо встречаемости, является «мода», характеризующая содержания с пятидесятьюпроцентной вероятностью встречи, а критерий «верхней границы фона», используемый обычно в целях поисковой гидрогеохимии, мало приемлем в силу принадлежности аномальных значений концентраций отдельных металлов к участкам, где факторы, влияющие на нее, действуют преимущественно в одном направлении. Вместе с тем нами рассматривались и участки с аномальными содержаниями металлов. В качестве последних были приняты величины, отвечающие односигмовому пределу (вероятность встречи 33%), относительно которых оценивалась контрастность.

При выделении указанных характеристик нами использовался метод спрямленных диаграмм распределений, применяемый в Томском политехническом институте (Удодов, Шестаков, 1964). В основу метода положены предпосылки о логарифмически-нормальном законе общего распределения (Разумовский, 1948) и нормальном распределении в пределах фона (Смирнов, 1963). Справедливость логарифмически-нормального распределения микрокомпонентов в природных водах была подтверждена при исследованиях во многих районах Сибири (Удодов и др., 1962). Из рис. 2 и табл. 1, 2, где приведены результаты определений, видно, что большинство металлов обнаруживает повышенные значения «моды» для подземных вод палеозойского водоносного комплекса, причем большая часть из них (медь, цинк, ванадий, марганец, барий) характеризуется максимальными величинами содержаний в подземных водах, вскрытых скважинами. Отмеченная закономерность указывает, что с глубиной содержания металлов в подземных водах возрастают. Это подтверждается и при анализе гидрогеохимических профилей, построенных вкрест простирания структурам. Устанавливается повыше-

Средние (фоновые) и аномальные содержания металлов

Водоносный комплекс	Содержания					
		Cu	Pb	Zn	Ag	Ni
Таежный						
Отложения мезозойского возраста	средние	1,26	0,73	10,04	0,016	0,079
	аномальн.	2,52	15,6	12,6	0,199	0,79
Лесостепной						
Отложения кольчугинской серии	средние	0,726	0,05	3,99	0,01	0,08
	аномальн.	1,39	0,219	15,1	0,025	0,755
Таежный						
	средние	0,502	0,006	3,82	—	0,602
	аномальн.	0,502	0,012	8,51		1,51

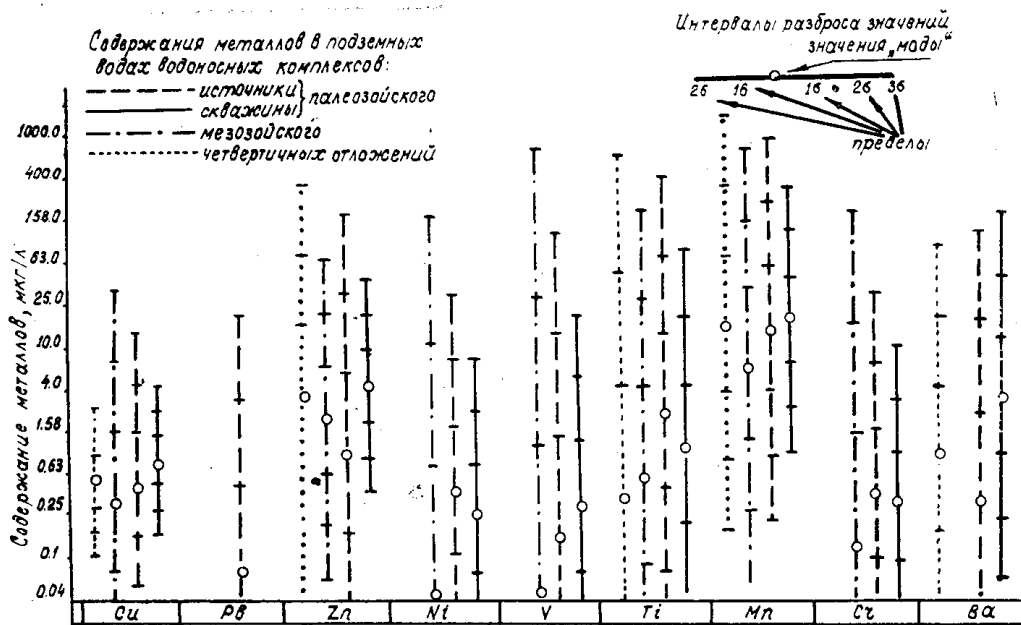


Рис. 2. Содержания металлов в подземных водах Ерунаковского района

ние металлоносности в точках, относящихся к антиклинальным структурам, по которым идет разгрузка подземных вод глубоких горизонтов.

Увеличение металлоносности подземных вод глубоких горизонтов отмечалось и в смежных районах Кузбасса, в частности, на Осинском месторождении, где при подземной гидрогеологической съемке в шахтах установлено возрастание концентраций и встречаемости меди, цинка, серебра, бария, бериллия, ванадия, хрома. При рассмотрении колебаний содержаний металлов в подземных водах (рис. 2) обнаруживается уменьшение интервалов разброса значений от четвертичных отложений к палеозойскому водоносному комплексу, что хорошо видно на примере меди, никеля, ванадия, титана, марганца и др.

В распределении металлов в пределах развития палеозойского водоносного комплекса намечились некоторые закономерности. В источ-

Таблица 2

в подземных водах Ерунаковского района

металлов, мкг/л							
Co	Sb	Ba	Sr	Ti	Mn	V	Cr
ландшафт							
0,0003	не обн.	7,98	0,025	5,04	50,2	0,0003	0,126
0,079	—	15,9	1,59	12,6	63	0,1	12,6
ландшафт							
—	—	0,224	0,1	1,264	19,1	0,045	0,04
—	—	0,795	1,02	4,46	39,8	0,316	0,332
ландшафт							
—	—	0,1	—	3,64	17,4	0,23	0,126
—	—	0,724	—	12,6	56,1	1,58	0,832

никах, приуроченных к замковым частям антиклинальных структур, в большинстве проб отмечены медь, цинк, свинец. Следует учитывать низкий процент встречи свинца в подземных водах комплекса. Таким образом, этим участкам принадлежат почти все места встречи полного полиметаллического ряда металлов. Характерными примерами являются ядро Жерново-Никольской антиклинали, Нарыкская антиклиналь и западное крыло Кыргайской антиклинали, срезанное Соколовским взбросом. Крупные тектонические нарушения, как правило, закрытые и заглинизированные, обладают низкой встречаемостью указанных элементов, на участках же, интенсивно разбитых мелкими многочисленными нарушениями, встречаемость их увеличивается и в отдельных случаях источники с повышенными содержаниями меди, свинца и цинка довольно хорошо отражают нарушенные зоны. Воды обладают обычно реакцией, близкой к нейтральной (рН-6,8—7,2). К этим же участкам относится значительная часть проб, в которых встречены никель и барий. В дополнение к сказанному следует отметить, что барий при ассоциации с медью и цинком в точках, где свинец отсутствует, также тяготеет к зонам разломов, никель же отличается сравнительно равномерным распространением в районе с некоторым тяготением к горнотаежной ландшафтной зоне.

Кобальт, наличие которого в подземных водах вообще нехарактерно, отмечен в трех тесно локализованных участках — на нарушенном северо-восточном крыле Жерновской синклинали, в районе нарушенной сводовой части Маркино-Никольской антиклинали и на северо-восточном крыле Нарыкской антиклинали. В большинстве проб он отмечен в следах.

Интересны закономерности распределения металлов в подземных водах, проявляющиеся в пределах различных ландшафтных зон района. Прежде всего, при анализе фактического материала обращает на себя внимание широта комплекса аномально-высоких содержаний металлов в пределах территории развития таежного ландшафта, причем набор элементов закономерно увеличивается с запада на восток от лесостепного к таежному ландшафту (рис. 1). Если в пределах лесостепных территорий в качестве аномальных выступают, как правило, 1—2 элемента, то в таежной зоне их количество увеличивается до 5—6.

В качестве металлов с аномально высокими содержаниями выступают цинк, никель, хром, барий, реже титан, медь и марганец.

Серебро встречается в значительном количестве опробованных источников западной части района в лесостепной ландшафтной зоне. Концентрации его невелики и составляют обычно 0,1—0,6 мг/л, лишь в отдельных точках достигая 4,5—4,8 мг/л. В таежной части района серебро в подземных водах не отмечено.

Основные выводы:

1. Макрокомпонентный состав подземных вод зоны интенсивного водообмена юбласти пологих брахиструктур относительно однороден в пределах развития отдельных литолого-стратиграфических разностей пород. Наиболее четкие различия проявляются при анализе микрокомпонентного их состава.

2. Угленосные отложения палеозоя характеризуются повышенной встречаемостью и содержаниями металлов в подземных водах. Наиболее широкий комплекс металлов с повышенными содержаниями характерен для подземных вод зон тектонических нарушений.

3. С глубиной содержания металлов в подземных водах увеличиваются, а разброс их значений уменьшается.

4. Подземные воды таежной зоны характеризуются более обшир-

ным комплексом металлов и повышенными их содержаниями по сравнению с водами лесостепной ландшафтной зоны.

Указанные закономерности необходимо учитывать при обработке материалов гидрогеологических исследований.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. А. А. Белицкий, Э. М. Пах, А. В. Тыжнов. Тектоника. — В кн.: «Геология месторождений угля и горючих сланцев СССР», т. VII, 1970.
2. Н. К. Разумовский. Логарифмический закон распределения вещества и его свойства. Записки Ленинградского горного ин-та, 1948.
3. С. И. Смирнов. Вероятностно-статистическая оценка геохимического фона при поисках месторождений полезных ископаемых. «Геохимия», 1963, № 3.
4. П. А. Удодов, И. П. Онуфриенок, Ю. С. Париков. Опыт гидрогеохимических исследований в Сибири. Изд-во «Высшая школа», 1962.
5. П. А. Удодов, Б. Н. Шестаков. К вопросу определения фона при гидрогеохимических исследованиях. Известия ТПИ, т. 112, 1964.