

А. И. КОВАЛЬЧУК, С. А. ФИЛИПОВ

ГИДРОГЕОХИМИЯ РУДНИЧНЫХ РАССОЛОВ НА ВЕРХНЕКАМСКОМ КАЛИЙНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ

В январе 1986 г. на Верхнекамском месторождении в результате прорыва пластовых вод в Березняковском калийном руднике (БКРУ-3) горные выработки были затоплены, а сам рудник потерян. В настоящее время здесь реализуется большая программа комплексных исследований, направленных на предупреждение подобных аварий. Программой предусматриваются научно-исследовательские геофизические и геологоразведочные работы, однако гидрогеохимии рассолов соленосной толщи, в том числе самого водопритока, в программе не уделено должного внимания.

Выполненный анализ динамики изменений гидрохимического состава рассолов водопритока и сравнение их с другими рассольными водами соленосной толщи позволяют разработать методику диагностики отдаленных гидрохимических предвестников катастрофических прорывов подземных вод в горные выработки.

В таблице приведен состав типичных представителей трех разновидностей рассолов: нормальных межсоловых маточных, где за основу взяты рассолы из горных выработок БКРУ-1, деформированных маточников из горных выработок вблизи района аварийного водопритока и рассольных вод собственно водопритока.

Рассолы водопритока уже с самого момента обнаружения довольно резко отличались от маточных. Это указывает прежде всего на позднее обнаружение водопритока, когда его аварийность была неотвратимой. Статистическая обработка содержаний главных анионов и катионов показала, что такой анализ малоинформативен, а его интерпретация не дает однозначных выводов. Более явные закономерности выявляются при использовании для сравнения отношений между некоторыми главными компонентами и микрокомпонентами. В частности, величины бром-хлорного коэффициента в нормальных рассолах-маточниках из горных выработок БКРУ-1 и БКРУ-3 существенно отличаются (см. рисунок).

При анализе пространственного расположения рассолопроявлений по горным выработкам в плане установлено, что рассолы с деформированным составом находятся ближе к месту водопритока, чем нормальные маточники. Это позволяет заключить о том, что, во-первых, существовали отдаленные предвестники водопритока и, во-вторых, рассолы с деформированным составом, очевидно, маркируют зоны неоднородностей в водозащитной толще. Исходя из выявленных закономерностей можно определить границы деформации состава рассолов и наметить, таким образом, критерии прогнозирования опасных зон в горных выработках. Эти данные введены в программу тестирования рассолов.

Отметим еще одну закономерность, проявившуюся при рассмотрении рассолов собственно водопритока (см. рисунок), где четко различаются три области значений бром-хлорных коэффициентов, которые соответствуют рассолам выщелачивания пластов каменной соли, сильвинита и карналлита. Такое распределение рассолов говорит о том, что основные флюиды водопритока являются действительно конседиметационными и формировались при растворении соответствующих солей.

Химический состав рассолов БКРУ-3, г/л

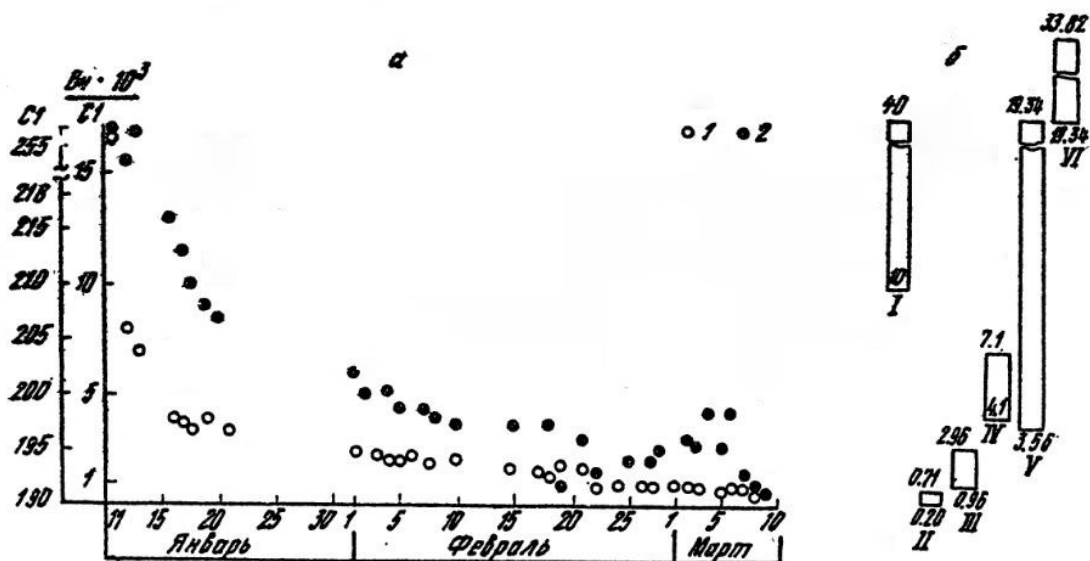
№ п/п	Cl	SO ₄	HCO ₃	Ca	Mg	Na	K	Br	Br/Cl-1000	Mg/Cl	SO ₄ /Cl-1000
Нормальные маточники											
1	25,885	0,07	0,73	62,44	33,74	3,30	23,97	11,46	44,27	0,814	0,27
2	25,885	0,08	0,87	60,94	34,05	22,78	24,56	11,46	44,27	0,807	0,309
3	25,246	0,07	0,20	62,00	33,29	17,71	25,82	11,24	44,52	0,826	0,277
4	26,126	0,09	0,81	63,66	33,40	24,95	22,30	12,00	45,93	0,811	0,344
5	26,06	0,09	0,85	60,44	34,35	3,46	24,59	12,02	46,12	0,802	0,345
6	25,531	0,10	0,53	69,43	22,80	32,91	28,29	12,64	49,51	0,747	0,392
7	251,77	0,08	1,22	67,53	24,44	27,07	27,60	13,55	53,82	0,763	0,318
Деформированные маточники											
8	556,73	0,09	0,87	61,94	33,08	23,0	23,60	11,54	20,73	0,373	0,162
9	260,63	0,07	0,51	46,50	47,73	14,53	21,79	5,53	21,22	0,858	0,269
10	271,27	0,06	0,46	54,50	42,26	17,04	23,57	6,33	23,33	0,817	0,221
11	272,97	0,07	0,81	56,0	46,82	12,37	20,44	6,50	23,81	0,872	0,256
12	264,18	0,07	0,45	46,0	49,55	18,12	22,86	6,66	25,21	0,864	0,265
13	280,13	0,05	0,66	52,0	47,42	20,67	19,60	7,19	25,67	0,830	0,178
Рассольные воды водопритока											
14	192,73	3,85	0,19	11,95	4,24	112,54	7,15	0,14	0,73	0,083	19,976
15	195,03	3,50	0,18	2,12	4,71	113,59	5,70	0,18	0,92	0,091	17,946
16	193,26	3,86	0,18	1,88	4,21	113,27	6,65	0,18	0,93	0,082	19,973
17	192,37	3,99	0,18	2,13	4,03	113,78	5,0	0,18	0,94	0,082	20,741

Рассмотренные гидрогеохимические закономерности позволяют уверенно различать следующие разновидности межсолевых рассолов: рассолы выщелачивания пластов карналлита; то же пластов сильвинита; то же пластов галита; нормальные маточники разреза калийных солей; деформированные маточники; конденсационные рассолы соленосных пластов.

Статистическо-графическая обработка на компьютере при помощи специальных программ Statgraf, Grafer, Surfer и Foxbase+ позволила бы нам выделить гидрогеохимические критерии, необходимые для четкой классификации указанных рассолов. Данные признаки реализованы в специальной программе Hydrogeoschim, разработанной нами применительно к Верхнекамскому месторождению. Кроме первичной обработки базы данных по рудничным рассолам (в том числе и конденсационными), в программу введен блок тестирования, который позволяет с определяемой степенью уверенности (60, 90 и 99%) диагностировать нормальные рассолы из различных пластов, деформированные рассолы типа рассмотренных для БКРУ-3 и конденсаты различных пластов.

Основные выводы, полученные в результате проведенных исследований, сводятся к следующему.

I. Гидрогеохимические параметры рудничных рассолов позволяют наметить методику ранней диагностики и предупреждения шахтных водопритоков, подобных описанному.



Содержание хлора и бром-хлорные отношения в рассолах водопритока на БКРУ-3(а) в сравнении с бром-хлорными отношениями в солях и рассолах (б):

I - содержание хлора, г/л; 2 - бром-хлорные отношения. I - закладочные воды; II - галит; III - сильвинит; IV - карналит, бишофит; V - конденсаты; VI - маточники

2. Для этого целесообразнее всего использовать гидрогеохимические коэффициенты. К ним относятся в первую очередь бром-хлорное, магний-хлорное и сульфат-хлорное отношения, а также отношение натрия к хлору. Признаки должны использоваться только в комплексе и лучше всего в графической форме для сравнения с эталоном. Нами разработана программа для IBM PC AT/XT, которая тестирует введенный химический анализ и выдает заключение о характере рассола и возможной опасности водопритока.

3. Анализ материалов по рудникам Ю "УРАЛКАЛИЙ" показывает, что маточные рассолы БКРУ-3 еще до аварии отличались по некоторым параметрам от таких же на других рудниках (БКРУ-1).

4. Сами же рассолы водопритока с момента его обнаружения по своим параметрам сравнимы с рассолами выщелачивания, а не с типичными маточниками.

5. Достаточно уверенно по указанным параметрам различаются также закладочные воды и конденсаты, что позволяет их четко выделять на фоне как нормальных, так и уже деформированных маточников (БКРУ-3).

6. Предлагаемый нами метод применения гидрогеохимических параметров основан на использовании стандартных анализов, проводимых на рудниках, и легко автоматизируется с помощью персональной ЭВМ.

7. Из рассмотренных параметров наиболее важное значение имеет бром-хлорное отношение, которое для маточников при снижении ниже 20 прямо указывает на опасность нежелательного водопритока.