

ВЛИЯНИЕ СТОКОВ СОЛЕОТВАЛА КАЛИЙНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ НА ХИМИЗМ ПРИПОВЕРХНОСТНОЙ ГИДРОСФЕРЫ

Е. А. Хайрулина, Н. Г. Максимович

*Естественнаучный институт Пермского государственного университета, Пермь,
e-mail: elenakhay@gmail.com*

На территории Пермского края расположено одно из крупнейших в мире Верхнекамское месторождение калийно-магниевых солей. Несмотря на современные технологии, разработка месторождения на протяжении 80 лет привела к целому комплексу экологических проблем, характерных для районов развития галогенных формаций [1].

Спецификой калийного производства является накопление значительного количества отходов (шламохранилище, солеотвал с рассолосборниками). В настоящее время на территории Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей накоплено более 270 млн. т. галитовых отходов и более 30 млн. м³ глинисто-солевых шламов [2].

Отходы добычи и обогащения полезных ископаемых существенно различаются. Отходы горного производства, представленные вскрышными породами и вмещающими породами, характеризуются природным спектром токсичных элементов. Отходы обогащения и переработки, образующиеся в результате различных режимов измельчения руд, способов раскрытия минералов и отделения полезных компонентов от пустых пород, приводят к концентрации в отходах микроэлементов, сопутствующих основным полезным компонентам.

Стоки и фильтрация с солеотвалов и из шламохранилищ являются основным источником загрязнения окружающей среды. Водные мигранты активно участвуют в поверхностном и внутрипочвенном стоке, формируя ореолы засоления поверхностных и подземных вод. Кроме того отходы калийных предприятий являются источниками загрязнения микроэлементами. К числу наиболее миграционно-способных, согласно данным Б. А. Бачурина [2], относятся стронций, марганец, никель, кобальт, хром, цинк.

Для исследования влияния стоков солеотвала на химический состав поверхностных и подземных вод были проанализированы сточные воды, поверхностные воды и донные отложения в районе расположения солеотвала (реки Черная и Волим), поверхностные воды верхнего течения р. Волим и р. Телепаевка химический состав вод которых представляет фоновые природные воды территории исследования и воды родников, представляющих и природные подземные воды и расположенные в зоне влияния солеотвала. Химический анализ включал проведение общего анализа воды и определение микроэлементов. Микроэлементы в водах и донных отложениях определялись методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой на ELAN9000 после микроволнового кислотного разложения.

Для анализа трансформации химического состава вод и донных отложений в результате поступления стоков с солеотвала рассчитывался коэффициент концентрации (Кс), в качестве фоновых значений были приняты концентрации химических элементов в водах вне зоны влияния солеотвала.

Стоки с солеотвалов характеризуются хлоридно-натрий-калиевым-сульфатным составом. Минерализация сточных вод составляет 440 000 мг/л с рН 6,6. Высокие концентрации среди макроэлементов отмечаются для Са, Mg (Таблица), среди микроэлементов - Sr, Mn, Pb, Ba, Cr, Zn, Li, V и ряд других редких элементов (таб. 1).

Природные поверхностные воды относятся к гидрокарбонатно-кальциевой фации с минерализацией 330 мг/л и рН 7,4 (таб.). В районе воздействия солеотвала происходит трансформация химического состава поверхностных вод. Гидрокарбонатно-кальцевая фация вод сменяется на хлоридно-натрий-калиевую. Содержание основных загрязнителей увеличивается вниз по течению, достигая максимальных значений по всем компонентам. Минерализация поверхностных вод достигает 13 733,61 мг/л, концентрация хлоридов увеличивается до 7 711,34 мг/л, натрия и калия – до 4 583,31 мг/л. По превышению над

природным фоном (Кс) макрокомпоненты распределяются следующим образом: $SO_4(287) > Cl(285) > Na+K(249) > Mg(14) > Ca(11)$. Микроэлементы имеют более контрастные превышения над фоном (по Кс): $Mn(580) > Pb(362) > Tl(107) > Ge(88) > Sr(60) > Rb(43) > Co(29)$.

Подземные воды относятся к шешминскому водоносному комплексу, характеризующемуся гидрокарбонатно-кальциевой фацией, минерализацией 263 мг/л и pH 7,6 (Таблица). Несмотря на фильтрацию сточных вод солевотвала через почву и грунты трансформация химического состава подземных вод проявляется не менее ярко, чем в поверхностных, особенно по содержанию основных водных мигрантов. Среди макрокомпонентов наибольшие коэффициенты концентрации отмечены для $Cl(889,2) > SO_4(179,2) > Na+K(173,7) > Mg(50,1)$. Среди микроэлементов превышения над фоном менее значительны, по значению Кс элементы располагаются следующим образом: $Pb(87) > Sr(78) > Co(39) > Mn(7)$. Появляются многие элементы, которые не были обнаружены в природных подземных водах.

Химический состав донных отложений рек в большей степени связан с механическим составом и содержанием органического вещества (табл.). Тем не менее, относительно фоновых значений (Кс) обнаружены превышения для $SO_4(29) > Na+K(12) > Cl(8,9)$, среди микроэлементов, обладающих наибольшим значением Кс в водах превышения выявлены для Mn – Кс достигает 4.

Исследование трансформации химического состава приповерхностной гидросферы в районе влияния солевотвала калийного предприятия показало, что, несмотря на высокие значения содержания основных водных мигрантов хлоридов, сульфатов, натрия и калия, в поверхностных и подземных водах, наблюдаются чрезвычайно высокие концентрации микроэлементов таких как Mn, Pb, Tl, Ge, Sr, Rb, Co. Анализ содержания химических элементов в донных отложениях рек свидетельствует о том, что они активно участвуют в водной миграции, не образуют ареалов накопления в донных отложениях. Это приводит к распространению загрязнения поверхностных вод на значительное расстояние.

1. Максимович Н.Г., Ворончихина Е.А., Хайрулина Е.А., Жекин А.В. Техногенные биогеохимические процессы в пермском крае // Геориск. 2010. № 2 С. 38-45
2. Бачурин Б.А., А.Ю. Бабошко Эколого-геохимическая характеристика отходов калийного производства // Горный журнал. 2008, № 10. С. 88-91.

Таблица

Химический состав приповерхностной гидросферы на территории Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей

Место отбора	Кол-во проб	pH	Общая минерализация, мг/л	Содержание ионов, мг/л						Содержание микроэлементов*, мкг/л						
				HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ +K ⁺	Mn	Co	Ge	Rb	Sr	Tl	Pb
Сток с отвала	1	6,6	439970,0	244,1	6964,4	255898,1	1563,1	297,7	174848,6	2558,7	5,24	6,06	1711,9	24605,8	0,358	44,48
Поверхностные воды																
Фоновые	2	7,4	332,3	213,56	2,49	27,04	59,12	7,90	18,38	0,84	0,08	0,004	0,558	142,38	0,001	0,082
В районе солеотвала	2	7,5	1825,9	140,30	256,40	786,25	228,50	41,95	366,30	275,64	1,0	0,047	7,296	859,09	0,016	6,045
Ниже солеотвала	4	7,0	13733,6	106,78	716,51	7711,34	667,47	117,27	4583,31	489,92	2,404	0,310	24,449	8548,1	0,054	29,506
Подземные воды																
Фоновые	3	7,6	263,3	185,12	3,78	6,42	49,60	5,09	10,85	2,68	0,06	н.о.	0,23	125,0	н.о.	0,007
В зоне влияния солеотвала	4	7,1	10341,8	193,77	678,21	5705,99	1615,53	254,46	1885,59	18,9	2,5	0,067	1,241	9805,3	0,004	0,613
Донные отложения																
Фоновые	2	7,0	-	732,20	13,66	146,90	230,45	18,20	93,75	1611,9	15,56	1,22	42,44	189,82	0,27	12,52
В зоне влияния солеотвала	3	7,0	-	305,2	381,76	1312,13	65,13	10,13	1120,0	4383,0	4,29	0,83	47,14	76,5	0,30	14,15

Примечание: н.о. – элемент не обнаружен

* – содержание микроэлементов в донных отложения в мг/кг сухого субстрата