

# СОВРЕМЕННОЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ВОДОХРАНИЛИЩА КАРАБАШСКОГО ГОРНОПРОМЫШЛЕННОГО УЗЛА

**Исследовано современное экологическое состояние водохранилища Карабашского горнопромышленного узла, выполнены гидрогеологические исследования в объеме, обеспечивающем предварительную оценку степени влияния хвостохранилища в пойме реки Сак-Элга и самой реки на качество подземных вод, а также объемов массопереноса загрязнителей в Аргазинское водохранилище.**

## Введение

Исследователями прошлых лет не уделялось достаточного внимания качественной оценке подземных вод. Исключением является работа института «РосНИИВХ» (1990 г.), в которой по 5-ти скважинам был установлен коэффициент корреляции взаимосвязи содержания химических элементов в подземных водах с содержанием их в воде р. Сак-Элга. Было отмечено, что связь является умеренной и сделан вывод о существенном влиянии подземного стока на формирование поверхностного стока. Однако вопрос о количестве поступающих загрязняющих элементов в речные воды не затрагивался.

Нами выполнены гидрогеологические исследования в объеме, обеспечивающем предварительную оценку степени влияния хвостохранилища в пойме р. Сак-Элга и самой реки на качество подземных вод, а также объемов массопереноса загрязнителей в Аргазинское вдхр.

**Ю.А. Дженис\***, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Водоснабжение и водоотведение», ФГБОУ ВПО Южно-Уральский государственный университет

**Д.В. Ульрих**, кандидат технических наук, доцент кафедры «Водоснабжение и водоотведение», Южно-Уральский государственный университет

**С.Е. Денисов**, заведующий кафедрой «Водоснабжение и водоотведение», ФГБОУ ВПО Южно-Уральский государственный университет

**Г.О. Жбанков**, аспирант, ФГБОУ ВПО Южно-Уральский государственный университет

## Результаты и их обсуждение

**Х**имический состав подземных вод на изучаемой территории в целом аналогичен химическому составу вод всех медно-колчеданных месторождений, а характерной особенностью химического состава вод на исследуемом участке является влияние техногенных факторов.

Химия подземных вод изучалась по пробам, отобраным из скважин механического колонкового бурения, а также из ручья в подножии горы Золотая. В целом подземные воды на территории хвостохранилища в пойме р. Сак-Элга являются сульфатно-магниевыми, характеризуются высокой минерализацией, достигающей 11,4 г/дм<sup>3</sup>, жесткостью до 300 мг-экв/л, рН от 3,7 до 6,3. Содержание отдельных элементов в подземных водах колеблется в широких пределах, в большинстве случаев превышает ПДК от «несколько раз» до «несколько тысяч» раз. Прежде всего, это относится к таким элементам, как аммиак (2819 ПДК), марганец (719 ПДК), железо (695 ПДК), медь (258 ПДК), цинк (99 ПДК), никель (16 ПДК), сульфаты (5 ПДК) и кадмий (4 ПДК).

По мере удаления от реки содержание сульфатов, хлоридов, сухого остатка, а также ионов тяжелых металлов уменьшается.

Гидродинамические и гидрохимические параметры подземных вод и водовмещающих пород на фронте фильтрации подземных вод в Аргазинское вдхр. не исследовались. В связи с этим оценить суммарную массу вредных веществ, поступающих в водохранилище с подземными водами, не представляется возможным. В объеме выполненных изысканий дается лишь ориентировочная оценка. Расчет массы химических элементов, переносимых потоком

\*Адрес для корреспонденции: juliadz28@mail.ru

**Таблица 1**

Результаты ориентировочного расчета поступления в Аргазинское вдхр. вредных веществ с подземным стоком

Компоненты, мг/л	Среднее содержание компонента, мг/дм <sup>3</sup>	Суточный удельный приток воды, м <sup>3</sup> /сут	Масса компонента, вносимого подземным потоком на 1 м уреза реки, кг/год
Мутность	30	0,2092	2,292
Аммиак и ионы аммония	140,95		10,7686
Хлориды	235,5		17,99
Сульфаты	2961,52		226,2601
Железо	208,48		15,9279
Кальций	558,12		42,6404
Магний	1125,42		85,9821
Калий + Натрий	680		51,952
Медь	2,576		0,1968
Цинк	0,991		0,0757
Марганец	71,89		5,4924
Кадмий	0,02		0,0015
Никель, мг/л	0,159		0,0121
Алюминий, мг\л	1,39		0,1062

подземных вод шириной 1 м на участке хвостохранилища, выполнен исходя из предположения, что породы зоны аэрации исчерпали свою сорбционную способность. Место разгрузки подземных вод р. Сак-Элга или р. Миасс принципиального значения не имеет, т.к. в конечном итоге они попадают в Аргазинское вдхр. Результаты расчетов приведены в *табл. 1*.

С каждого метра левобережной части р. Сак-Элга на участке «хвостов» с подземным стоком, возможно, поступает значительное количество различных химических элементов, в том числе и токсичных. Если гипотетически принять зафиксированные в июле 2002 г. уровни и уклон подземных вод за среднегодовые, то с участка длиной 300 м в р. Сак-Элгу ежегодно может поступать и выноситься в Аргазинское вдхр. (кг): аммиака 3328, железа 4780, меди 60, цинка 21, никеля 3, кадмия 0,30. Данные цифры получены без учета режима подземных вод и процессов трансформирования химических элементов при транзите подземного потока, взаимодействии с водой и донными отложениями (ДО) водохранилища; тем не менее, они позволяют сделать вывод, что при оценке качества воды Аргазинского вдхр. нельзя пренебрегать подземной составляющей.

Определены загрязняющие вещества в ДО Аргазинского вдхр. В северной части водохранилища сульфидсодержащие хво-

**Ключевые слова:**  
вода, хвостохранилище, водохранилище, ПДК, донные отложения

сты фиксируются даже визуально в пробах, отобранных воронковым лотом. В некоторых пробах отмечаются только погребенные торфоподобные почвы, поэтому возможно, что граница распространения сульфидсодержащих «хвостов» проходит через точку отбора гидрохимической пробы 366 примерно по азимуту 40°.

В северной и в центральной частях водохранилища в ДО концентрации тяжелых металлов халькофильной группы (Cu, Zn, Pb, Cd, Ba) в несколько раз (для Cd, Ba) и в десятки раз (для Cu и Zn) превышают фоновые. Однако техногенная природа таких высоких содержаний в ДО принципиально различна. В северной части водохранилища отложились перемещенные в паводковые периоды из района г. Карабаша по р. Сак-Элга и р. Миасс тонкозернистые сульфидсодержащие отходы обогащения. К этим аномальным концентрациям примешиваются тонкозернистые продукты пылевой составляющей при аэральном переносе частиц с хвостохранилищ и от выбросов Карабашский медеплавильный комбинат. Разделить эти две составляющие невозможно и, следовательно, получена интегральная характеристика техногенных процессов в северной части водохранилища.

В центральной части (вероятно, и в южной части, но в меньшей степени) водохранилища степень аномальности concentra-

ций имеет тот же порядок, что и в северной. Но это относится только к верхним 5-7 см разреза ДО. Если в районах распространения нанесенных паводковыми водами «хвостов» наблюдается равномерное распределение концентраций халькофильных элементов по всему разрезу, то в точке, характеризующей аэральный перенос металлов, аномальные содержания фиксируются в первых двух-трех пробах, а ниже по разрезу мы наблюдаем их фоновые значения.

Сидерофильные элементы (Ni и Cr) во всех точках по акватории обнаружены в узком диапазоне концентраций от 173 до 249 мг/л для Ni и от 88 до 275 мг/л для Cr, что соответствует их природному содержанию с учетом вероятного влияния пород массива Собачьих гор, расположенного к западу от акватории водохранилища.

Анализ форм нахождения элементов в слоях 0-2 см ДО Аргазинского вдхр. выполнен в пробах, характерных для района распространения сульфидсодержащих «хвостов» и района только с аэральным загрязнением. Независимо от типа техногенного воздействия и природы накопления аномальных концентраций обнаруживается сходство форм нахождения потенциально токсичных элементов. Для Cu основной объем приходится на остаточные формы, т.е. формы, связанные либо с силикатами, либо с какой-то другой матрицей, которая прочно удерживает медь в своей структуре. Наиболее опасные обменные формы составляют около 2% от общего объема. Сходная картина наблюдается и при распределении Zn. Небольшое отличие заключается лишь в увеличении доли остаточной фракции за счет уменьшения количества форм, связанных с гидроксидами Fe и Mn. Совершенно другая картина характеризует формы нахождения Pb. От 94 до 95% составляют

формы, связанные с гидроксидами Fe и Mn. Вопрос о степени устойчивости таких комплексов остается открытым, т.к. в зависимости от того, с какими именно гидроксидами Fe связан Pb степень устойчивости может меняться от слабой до очень сильной. Характер распределения форм нахождения Cd в целом сходен с Cu и Zn, однако следует отметить появление доли обменных форм. Для района развития «хвостов» она составляет 5%, а для ареалов с аэральным загрязнением около 3%. В мировой геохимической литературе имеются сведения, что количество обменных форм для Cd порядка 4-5% от общего количества, Mn, связанного с обменными формами — 9%, остаточных форм — 59% является той пороговой границей, при которой эти участки вызывают беспокойство экологов.

Высокая доля обменных форм характерна для такого типичного биофильного элемента, каковым является Mn. Вероятно, процентное соотношение форм Mn, в отличие от других элементов, будет существенно меняться в зависимости от климатических сезонов, когда концентрация кислорода, главного контролирующего для Mn агента, будет минимальной зимой и максимальной летом.

## Заключение

Состояние Аргазинского вдхр. с каждым годом постепенно ухудшается, большую роль в этом играет как химический состав подземных вод, так и состав ДО, поэтому эта проблема является актуальной и требует дальнейших и тщательных исследований.



Yu.A. Dzhenis, D.V. Ulrich, S.E. Denisov, G.O. Zhbakov

## CURRENT ECOLOGICAL STATE OF A RESERVOIR OF THE KARABASH MINING SITE

Current ecological state of a reservoir of the Karabash mining site was studied and hydrogeological investigations were performed. Obtained data are preliminary estimate impact of tailing pound in alluvial valley of the Sak-Elga River and the river on groundwater quality as well as the level of contaminant mass transfer to the Argazinskoe Reservoir.

**Key words:** water, tailing pound, reservoir, maximum concentration limit, bottom sediments.