

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВЛИЯНИЯ РАЗГРУЗКИ ВЫСОКОМИНЕРАЛИЗОВАННЫХ ХЛОРИДНО-НАТРИЕВЫХ ВОД НА ХИМИЗМ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД НА ТЕРРИТОРИИ КАЛИЙНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Е. С. Ушакова, Е. А. Меньшикова

*Естественнаучный институт Пермского государственного национального
исследовательского университета, г. Пермь, Россия, ushakova.evgeniya@gmail.com*

Приводятся данные по самоизливу рассолов из старых рассолоподъемных скважин и родниковой разгрузке высокоминерализованных вод в бассейне р. Усолка (г. Соликамск, Пермский край), расположенных в границах Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей. Рассмотрены особенности формирования макро- и микроэлементного состава вод р. Усолки в нижнем течении с выделением приоритетных загрязнителей.

Ключевые слова: рассолоподъемные скважины; подземные воды; р. Усолка, засоление; Верхнекамское месторождение калийно-магниевых солей.

Введение. Геоэкологические проблемы от разработки месторождения калийных солей детально рассмотрены на примере калийных производств не только в России (Верхнекамское месторождение), но в Беларуси (Старообинское месторождение), Германии и Франции, приуроченных к Среднеевропейскому калиеносному бассейну [4].

На территории Верхнекамья (в верхней части р. Камы) в результате использования вод соленых источников еще в XV веке зародился соляной промысел [2]. Ранее здесь существовало более 200 рассолоподъемных скважин, входящих в состав следующих промыслов – Усть-Боровской, Усть-Усольский, Березниковский, Соликамский, Ленвенский, Дедюхинский, Яйвенский и др., с глубиной скважин до 125 м, а отдельных до 267 м, приуроченных к контакту глинисто-мергелистых пород с покровной толщей или даже карналлитовой зоной Верхнекамского месторождения. Самоизлив из старых рассолоподъемных скважин на территории Верхнекамья зафиксирован в бассейнах рек Усолки, притоках р. Яйвы [5, 6].

Несмотря на гумидный климат с промывным режимом, отличительной чертой территории Верхнекамья, расположенной в границах Соликамской впадины, является наличие природного и техногенного галогенеза. В настоящее время в пределах таежной зоны Верхнекамья имеются аномальные локальные территории, связанные с природным и техногенными факторами поступления высокоминерализованных вод на дневную

поверхность, в результате чего выявлено засоление почв, галофильная растительность, трансформация химического состава поверхностных вод с преобладанием Cl-Na фации [7]. На примере бассейна реки Усолки, где ранее были расположены Соликамские соляные промыслы, начиная с 1430 года, рассмотрены особенности формирования химического состава поверхностных вод.

Материалы и методы исследований. Эколого-гидрохимические исследования бассейна р. Усолки были выполнены с использованием бассейнового подхода (от верховья к устью). Химический анализ включал определение макро- и микрокомпонентного состава поверхностных вод с использованием современных высокочувствительных аналитических методов с выполнением анализов в аккредитованных лабораториях по аттестованным методикам.

Результаты и их обсуждение. Общая длина р. Усолки составляет 57 км, и только за 8,5 км от устья, в нижнем течении, зафиксирована трансформация химического состава вод. Воды характеризуются значительной вариацией минерализации от 0,12-1,9 г/л. Среднее значение (для 25 проб) составляет 0,5 г/л, что соответствует категории повышенной минерализацией, воды слабощелочные хлоридно-гидрокарбонатные натриево-кальциевые.

Увеличение минерализации вод преимущественно Cl-Na состава на этом участке р. Усолки связано с самоизливами рассолов в виде ручьев из старых рассолоподъемных скважин, расположенных по обоим берегам, которые были заложены еще в 15 веке и позволяли получать насыщенные хлористым натрием рассолы с глубины 85-100 м. В настоящее время старые рассолоподъемные скважины в связи с отсутствием тампонажа и нарушения водоизоляции являются проводником слабоминерализованных вод в поверхностные воды. Устья многих таких скважин выходят по берегам реки Усолки в нижнем течении. По архивным данным известно о существовании 12 скважин и только Людмилинская скважина сохранилась до настоящего времени. Точное расположение других скважин в нижнем течении реки не известно. Это связано и с тем фактом, что в период с 16-18 веков частым явлением были пожары, в результате которых полностью исчезли деревянные конструкции соляных варниц [3].

В нижнем течении р. Усолки с увеличением минерализации (до 1,3 г/л) наблюдается и увеличение концентраций микроэлементов в водах. Ниже железнодорожного моста на правом берегу р. Усолки выявлена серия ручьев с расходом воды 1-15 л/с, связанных с родниковой разгрузкой и с самоизливом из рассолоподъемных скважин. Эти воды по величине минерализации солоноватые, с содержанием хлоридов-ионов до 4,4 г/л и

ионов натрия до 1,5 г/л, воды имеют и высокие концентрации талассофильных элементов (Sr до 15,2 мг/дм³, Rb до 18,4 мг/дм³, Cs до 0,01 мг/дм³, Li до 0,4 мг/дм³), что в целом сопоставимо с химическим анализом вод Людмилинской скважины и соотношением содержания макро-и микроэлементов в добываемых калийных рудах [5].

Так же в водах ручьях зафиксировано высокое содержание Ti до 0,8 мг/дм³, As до 11 мг/дм³, V до 15 мг/дм³, Zn до 1 мг/дм³, Cr до 0,6 мг/дм³, Cu до 0,4 мг/дм³, Ni до 0,35 мг/дм³, Pb до 0,05 мг/дм³, которые активно мигрируют с высоконцентрированными растворами на территории Верхнекамского месторождения и связаны с неглубоким залеганием соляной залежи на этом участке долины р. Усолки.

Анализ содержания микроэлементов в водах родников, расположенных на условной фоновой территории и в пределах влияния действующих калийных рудников, зон разгрузки рассолов из старых рассолоподъемных скважин (Людмилинская скважина, территория г. Соликамска) в бассейне р. Усолки, свидетельствует о значительных концентрациях в первую очередь Ni, As и Zn, находящихся на уровне или значительно выше, чем в поверхностных водах р. Усолки [1, 5].

Заключение. Солеваренные промыслы, функционировавшие в разное время в нижнем течении р. Усолки в месте поступления высокоминерализованных вод, связанных с Верхнекамским месторождением солей, определяют изменение химического состава поверхностных вод реки с увеличением доли хлорид-ионов и ионов натрия, ростом концентраций Ni, As и Zn. При этом в настоящее время не учтен вклад поступления рассолов от старых рассолоподъемных скважин в воды этого объекта, что требует дополнительного внимания к данной проблеме в условиях необходимости разделения влияния современной и прошлой исторической деятельности по добыче солей.

Библиографические ссылки

1. *Белкин П. А.* Трансформация химического состава подземных вод в зоне влияния объектов складирования разработки калийных солей (на примере Верхнекамского месторождения): дис. ... канд. геол.-мин. наук: 25.00.36 / Белкин Павел Андреевич. Москва, 2019. 117 с.
2. *Богданов М. В.* История солеварения Соликамска / М.В. Богданов // Соликамск : ООО «Типограф», 2014. 272 с.
3. *Максимович Г. А.* Влияние древних рассолоподъемных скважин на обводненность Верхнекамского месторождения калийных солей. Пермь, 1969. 175 с.
4. *Хайрулина Е. А., Хомич В. С., Лискова М. Ю.* Геоэкологические проблемы разработки месторождений калийных солей // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. 2018. № 2. С. 112-126.

5. Чайковский И. И., Коротченкова О. В., Федоров Т. В. Современное минералообразование в месте разгрузки рассолов Людмилинской скважины (г. Соликамск, Пермский край) // Вестник Пермского университета. Геология. 2019. Т. 18, № 4. С. 347-355.
6. Formation of solonchak in the area of the discharged ancient brine wells (Perm Krai, Russia) / E. Khayrulina [et al.] // *Frontiers Environmental Science*/ 2022. Vol. 10.
7. Environmental aspects of potash mining: A case study of the Verkhnekamskoe potash deposit / E. Ushakova [et al.] // *Mining*. 2023. Vol. 3. No. 2. P. 176-204.
8. Статистическая отчетность // Федеральная служба по надзору в сфере природопользования (Росприроднадзор): сайт. URL: <https://rpn.gov.ru/open-service/analytic-data/statistic-reports/> (дата обращения: 04.09.2024).