ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННАЯ ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКАЯ АНОМАЛИЯ В РАЙОНЕ СЕРЕГОВСКОГО СОЛЯНОГО КУПОЛА (РЕСПУБЛИКА КОМИ, РОССИЯ)

Митюшева Т.П.

Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, Россия, E-mail: mityusheva@geo.komisc.ru

АННОТАЦИЯ: На основе изучения поверхностных и подземных вод в районе Сереговского месторождения каменной соли показано формирование локальной долговременной поликомпонентной природно-техногенной гидрогеохимической аномалии.

1. ВВЕДЕНИЕ

Сереговский рассолопромысел (солеваренный завод) находится в с. Серегово Республики Коми (координаты 62°19' с.ш., 50°42' в.д.) в 75 км от г. Сыктывкара на правом берегу р. Вымь.

Гидрографическая сеть района исследований принадлежит бассейну реки Вычегда являющегося притоком II порядка р. Северной Двины (бассейн Белого моря). Река Вымь примыкает к куполообразному поднятию с востока и юго-востока. Ширина русла у с. Серегово составляет 150-350 м, глубина – до 1.4 м. Основная доля стока реки формируется за счет стока талых и дождевых вод, в меньшей степени подземных вод. Мелкие водотоки – р. Ниремка, ручьи Богадельский и Маслов – правые притоки р. Вымь, окаймляют купол с юга и севера. Долины неширокие (до 0.5 км), нередко заболоченные. Глубина вреза мене 15-25 м.

В геологическом отношении, район исследования расположен в юго-восточной части Вычегдского прогиба Мезенской синеклизы Русской плиты и связан с Сереговской солянокупольной структурой, к которой приурочено месторождение каменной соли. Геологический разрез изучен до глубины 1152 м. По периферии купола в толще пермских отложений распространены различные по типу и составу лечебные минеральные воды с минерализацией до 130 г/л. В четвертичных отложениях на обрамлении Сереговского соляного купола выделено два водоносных горизонта с пресными водами – верхнечетвертичный–современный аллювиальный и среднечетвертичный озерно-аллювиальный.

Рассолопромысел существовал длительное время – с XVII в. Добыча естественных рассолов для получения (выпаривания) пищевой соли велась из скважин, пробуренных на первой надпойменной террасе реки Выми в зоне развития крутопадающих пермских (P₁₋₂) терригенных и карбонатных отложений. С 50-х годов

XX в. и до 2001 г., после открытия месторождения каменной соли, получение рассолов осуществлялось путем выщелачивания каменной соли диапира. С 1929 г. рассолы используются для бальнеологических целей на курорте «Серегово».

На небольшой (10х20 км) площади в районе с. Серегово пробурено более 80 скважин. Часть скважин самоизливается солеными водами и в настоящее время.

Сложная геоэкологическая обстановка изучается на данной территории с 2000 г. [5], и обусловлена как природным засолением, вызванным естественной разгрузкой минеральных вод по обрамлению соляного купола, так и загрязнением природной среды на одном из наиболее древних рассолопромыслов на Европейском Севере.

2. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Для оценки современного состояния природных вод и сопоставления с ранее [5] проведенными работами в районе Серегово в июле 2016 гг. выполнено гидрохимическое обследование. В период проведения полевых работ было отобрано 8 проб грунтовых вод (колодцы) и 21 проба поверхностных вод (рр. Вымь, Ниремка и руч. Богадельский – 10 проб). Общий химический состав вод исследован по стандартным методикам в ИБ Коми НЦ УрО РАН (г. Сыктывкар). Концентрации микрокомпонентов определены методом ICP–MS Agilent 7700x (ThermoElemental, США) в ЦКП УрО РАН «Геонаука» (ИГ Коми НЦ УрО РАН) (г. Сыктывкар). Погрешность определения концентраций отдельных компонентов этими методами составляла порядка 10–15%.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОБСУЖДЕНИЕ

В таблице приведены концентрации химических элементов в водах реки Выми и ее притоков – руч. Богадельский и р. Ниремка.

Таблица. Показатели качества поверхностных и грунтовых вод (июль 2016 г.) в районе Сереговского месторождения каменной соли

Элемент	Содержание, мг/дм ³								
	грунтовые воды		поверхностные воды						
			р. Вымь	р. Ниремка (фон)	ручей Богадельский				
	от	до			от	до	Токсичность, ед. ПДК [1]	Токсичность, ед. ПДК [3]	Превышение над фоновым уровнем
As	0.002	0.003	0.0018	0.0018	0.0016	0.022	2.17	0.44	12.22
Be	0.00001	0.00011	0.000003	0.000012	0.000003	0.00014	0.69	0.47	11.67
Ti	0.0006	0.002	0.0002	0.0008	0.0006	0.0017	0.02	0.03	2.13
Tl	0.00001	0.00007	0.00002	0.00001	0.000009	0.00006	0.62	–	6.00
Na	6.64	250.0	9.855	2.338	186.50	1180.0	5.90	9.80	504.7
Li	0.0004	0.0109	0.011	0.001	0.01	0.11	3.59	1.38	110.00
B	0.03	0.2	0.032	0.003	0.01	1.08	2.16	2.16	360.00
Se	0.001	0.001	0.0011	0.0009	0.001	0.017	1.74	8.50	18.89
Cd	0.00007	0.0002	0.00005	0.00007	0.00003	0.0012	1.19	0.24	17.14
Si	2.46	8.87	1.809	2.784	1.35	9.03	0.90	–	3.24
Sr	0.08	0.65	1.07	0.049	0.15	5.97	0.85	14.93	121.84
Ni	0.001	0.038	0.00077	0.00097	0.0008	0.0063	0.31	0.63	6.49
Rb	0.0008	0.04	0.0006	0.0006	0.0005	0.0263	0.26	0.26	43.83
Ba	0.02	0.12	0.03052	0.00663	0.03	0.15	0.21	0.20	22.62
Pb	0.00006	0.00012	0.00007	0.00008	0.00006	0.0015	0.15	0.25	18.75
U	0.00001	0.00048	0.00024	0.00001	0.000043	0.00178	0.02	593.33	178.00
Sb	0.00006	0.00016	0.00002	0.00006	0.0001	0.0001	0.018	–	1.67
Co	0.0001	0.0005	0.00036	0.00005	0.0003	0.0010	0.01	0.10	20.00
Ag	0.00002	0.00006	0.00002	0.00007	0.00002	0.0002	0.004	0.00	2.86
Nb	0.00001	0.00003	0.000002	0.000005	0.000004	0.000004	0.004	0.00	0.80
Bi	0.00003	0.00009	0.00005	0.00003	0.000045	0.00032	0.003	–	10.67
W	0.00004	0.00017	0.0001	0.00003	0.00002	0.00016	0.003	0.20	5.33
Mo	0.00004	0.0008	0.00049	0.00003	0.0001	0.0006	0.002	0.00	20.00
Te	0.00001	0.00005	0.00002	0.00002	0.0000	0.0002	–	0.07	10.00
Mn	0.0003	0.38	0.00027	0.00698	0.0002	1.76	17.57	176.00	252.15
Fe	0.1	0.18	0.14	0.58	0.12	1.19	3.96	11.90	2.05
Mg	3.42	25.48	15.817	2.034	12.86	90.02	1.80	2.25	44.26
V	0.0001	0.0041	0.0003	0.00036	0	0.004	0.04	4.00	11.11
Al	0	0.12	0.016	0.157	0.002	0.011	0.02	0.28	0.07
Cr ³⁺	0.0005	0.0014	0.0007	0.0008	0.001	0.005	0.01	0.07	6.25
Cu	0.001	0.026	0.00042	0.00057	0.0007	0.0119	0.01	11.90	20.88
Zn	0	1.0	0.00035	0.00124	0.0004	0.004	0.004	0.40	3.23
Cl	13.2	378.0	25.0	0.5	21.7	2300	6.57	7.67	4600
Ca	9.09	81.08	75.346	5.313	31.91	250.00	–	1.39	47.05
Zr	0.00004	0.00026	0.00002	0.00035	0.0000	0.0002	–	33.33	0.57
Th	0.00002	0.00008	0.00000	0.00006	0.000003	0.00006	–	12.0	1.00
K	2.07	19.41	0.952	0.960	3.87	40.88	–	0.82	42.58
Cs	0.0001	0.00016	0.00012	0.00008	0.0001	0.0028	–	0.00	35.00
Sn	0.00002	0.00006	0.00002	0.00002	0.00004	0.0002	–	0.00	10.00

Воды реки Выми и ее приток – руч. Ниремка имеют минерализацию 0.1-0.5 г/л, их состав соответствует нормативным показателям, за исключением повышенных содержаний железа. Высокие концентрации железа (и марганца) характерны для региона и объясняются природными факторами: физико-химическими условиями водной среды (рН, Eh) при которых возможен переход гетеровалентного железа из пород в водное состояние, высокая миграционная способность железа в составе органоминеральных комплексов в условиях гумидного климата.

Ручей Богдельский максимально подвержен техногенному воздействию. Состав вод ручья характеризуются сменой гидрохимического типа (рисунок) сопровождаемой ростом минерализации от 0.4 до 4.6 г/л. Сравнение состава вод руч. Богдельский за период наблюдений с 2002 [5] по 2016 гг., свидетельствует, что улучшения гидрохимической обстановки не произошло.

Рис. Гидрохимический профиль руч. Богдельский. Сопоставление состава вод 2002 и 2016 гг.

Значительное загрязнение поллютантами руч. Богдельский, среди которых доминируют химические элементы второго (Na, Li, B, Se, Cd), третьего (Mn, Mg, Fe) и четвертого (Cl) класса опасности, а также As, достигает 17.6 кратного превышения ПДК ГН 2.1.5.1315-03 [1]. Токсичность вод ручья относительно нормативов качества вод объектов рыбохозяйственного значения [3] до 593 ПДК (таблица) выявлена для большого количества элементов. Степень загрязнения водотока оценивается как экстремально высокая по РД 52.24.643–2002 [4]: по максимальному разовому содержанию нормируемых веществ 1-2 класса опасности >5 ПДК и 3-4 класса опасности >50 ПДК. О степени загрязнения (засоления) ручья Богдельский свидетельствует и значительное превышение концентраций натрия, хлора и других компо-

нентов относительно принятых фоновых значений – р. Ниремка.

Миграционные способности выявленных элементов-загрязнителей вод различны. Весьма интенсивной водной миграцией по А.И. Перельман [2] в любой обстановке характеризуются анионы Cl, Br, B, миграционно активны в окислительной обстановке также катионы Na, Mg, Li и Se. Наличие в водах органических веществ, способствует миграции элементов-комплексобразователей (Fe, Mn, As, Cd и др.).

Поступление токсичных элементов в руч. Богдельский (и далее в р. Вымь) наиболее интенсивно происходит на участке бывшего сользавода и связано в первую очередь с выщелачиванием солей и золошлакового материала с площадки и хвостохранилища Сереговского солеваренного завода (рисунок). На хвостохранилище сользавода (~150x75 м) расположенном в долине руч. Богдельский, сконцентрированы солевые техногенно-измененные породы (хвосты от выпариваемых рассолов: глауберова соль, калийные соли и часть хлористого натрия с характерным комплексом микроэлементов) и техногенно-образованные отложения (зола и шлаки углей – окислы кремния, алюминия, железа, магния, кальция, калия, титана, другие соединения и микроэлементы).

Процессы самоочищения водных объектов (разбавление ультрапресными метеогенными водами, биоаккумуляция, образование трудно-растворимых осадков на геохимических барьерах в результате реакций нейтрализации, гидролиза, окисления и др.) за истекший период после прекращения работ на Сереговском месторождении недостаточны для восстановления природного состава. Слишком высоки содержания элементов, накопленные в почвах и грунтах на площади водосбора. Также происходит постоянный подток природных минеральных вод в зонах разгрузки. В водотоки (р. Вымь, руч. Богдельский) поступают также стоки минеральных (до 15 г/л) вод самоизливающихся скважин. Существенное поступление поллютантов в почвы и вторичное загрязнение вод происходит за счет использования шлаков угля (от котельных сользавода и курорта) при строительстве и для отсыпки дорог.

Грунтовые воды на высокой поверхности купола в преимущественно суглинистой толще имеют относительно постоянный $\text{SO}_4\text{--HCO}_3$ или Cl--HCO_3 Mg--Ca или смешанный катионный состав с минерализацией 0.3-0.9 г/л. На склоновых участках (в пределах эрозионных

первой и второй надпойменных террас) подземные воды подвержены значительным сезонным колебаниям минерализации и химического состава, воды колодцев в зимний период приобретают Cl-HCO_3 состав и максимальную минерализацию до 2.9 г/л [5]. Колодцы с. Серегово, вскрывшие грунтовые воды, как правило, непригодны для питьевых целей из-за повышенной минерализации и плохих органолептических свойств. Однако они продолжают использоваться для питьевых и технических целей. Свыше норм [1] в этих водах выявлены токсичные элементы Na, Cl, Mn, Ni и Zn.

Воды современных аллювиальных отложений, используемые для централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения с. Серегово (с 1965 г.) из скважин глубиной до 40 м, имеют HCO_3 или Cl-HCO_3 Ca-Na (Na) состав с минерализацией 0.8-1.8 г/л. Концентрации химических веществ второго-четвертого класса опасности превышают нормативы [1]: Cl (2 ПДК), Na (2.5 ПДК), Fe (14.6 ПДК), Mn (7 ПДК), Pb (2 ПДК).

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На примере проведенных исследований гидрохимической обстановки в районе Сереговского месторождения каменной соли показано существование долговременных природно-техногеосистем, возникающих на месторождениях полезных ископаемых.

В зоне влияния площадки сользавода и хвостохранилища сформирована локальная техногенная поликомпонентная (Cl, Na, Mn, Fe, Li, B, As, Mg, Se, Cd, Se) гидрогеохимическая аномалия. Воды ручья Богадельский полностью преобразованы и имеют в нижнем течении Cl-Na состав. Формирование поверхностных вод этого типа аномально для гумидных климатических условий зоны северной тайги.

Наибольший вклад в формирование некондиционных подземных вод зоны активного водообмена и долговременной природно-техногенной гидрохимической аномалии (Na, Cl, Fe, Mn, Pb, Ni и Zn) принадлежит поверхностному загрязнению.

Источником загрязнения (засоления) природных вод и образования вторичных ореолов в компонентах окружающей среды, являются самоизливающиеся минеральными водами сква-

жины, источники минеральных вод, загрязненные почвы и грунты по трассам рассолопроводов (в результате утечек и проливов рассолов, природных и выщелачивания каменной соли с минерализацией от 50 до 300 г/л), золошлаковый материал и продукты выпаривания рассолов, накопленные за более чем трехвековой период работы Сереговского солеваренного завода (рассолопромысла).

Показатели состава и свойств поверхностных и подземных вод изменились под прямым или косвенным влиянием хозяйственной деятельности и стали частично или полностью непригодны для водопользования населения. Превышения концентраций химических веществ (первого-четвертого класса опасности) в водных объектах хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования над уровнем ПДК установленных ГН 2.1.5.1315-03 [1] и Приказа Федерального агентства по рыболовству от 18.01.2010 г. № 20 [3] в ручье Богдельский достигают 17.6 и 593 раз, соответственно. Степень загрязнения руч. Богдельский оценивается как экстремально высокая. Степень влияния техногенных факторов на качество природных вод на Сереговском месторождении оценивается в настоящее время как опасная – при долговременном стабильном превышении ряда нормируемых показателей более ПДК.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гигиенические нормативы. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования (с изменениями от 28.09.2007 г.). ГН 2.1.5.1315-03. – М.: Минздрав РФ, 2007. – 81 с.
2. Перельман, А.И. Геохимия элементов в зоне гипергенеза. – М.: Мир, 1972. – 252 с.
3. Приказ Федерального агентства по рыболовству от 18.01.2010 г. № 20 "Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения". 2010. – 214 с.
4. Руководящий документ. Методические указания. Метод комплексной оценки степени загрязнения поверхностных вод по гидрохимическим показателям. РД 52.24.643–2002. – М.: Росгидромет, 2002. – 25 с.
5. Экогеологическая обстановка в районе Сереговского месторождения каменной соли и минеральных вод / Митюшева Т.П., Лапицкая В.Ф., Лаптева Е.М. и др. – Сыктывкар: Геопринт, 2006. – 48 с.

NATURAL-TECHNOGENIC HYDROGEOCHEMICAL ANOMALY OF THE SEREGOVSKY STONE SALT DEPOSIT (KOMI REPUBLIC, RUSSIA)

Mityusheva T. P.

Institute of Geology of the Komi Science Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar, Russia,

E-mail: mityusheva@geo.komisc.ru

ABSTRACT: The chemical composition of surface and underground water near the Seregovsky Stone Salt Deposit have been studied. The results of investigations allowed making the conclusion about the formation of the local permanent multicomponent natural–technogenic hydrogeochemical anomaly.