

## **ФОРМИРОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД В РАЙОНЕ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАЛИЙНЫХ СОЛЕЙ\***

Н.Г. Максимович<sup>1</sup> [nmax54@gmail.com](mailto:nmax54@gmail.com), Е.А. Хайрулина<sup>1</sup> [elenakhay@gmail.com](mailto:elenakhay@gmail.com),  
В.Т. Хмурчик<sup>1</sup> [khmurchik.vadim@mail.ru](mailto:khmurchik.vadim@mail.ru), А.Д.Макурова<sup>2</sup> [lady.makurova@mail.ru](mailto:lady.makurova@mail.ru)

*<sup>1</sup>Естественнаучный институт Пермского государственного национального исследовательского университета, г. Пермь, Россия*

*<sup>2</sup>Пермский государственный национальный исследовательский университета, г. Пермь, Россия*

Добыча и производство калийных солей сопровождается засолением почв, поверхностных и подземных вод. Наиболее существенное воздействие оказывается на

приповерхностную гидросферу. Для оценки интенсивности воздействия калийной промышленности на поверхностные воды было проведено исследование поверхностных вод южной части Верхнекамского месторождения калийных солей. Выделены 5 групп вод по степени загрязнения.

## POLLUTION OF THE SURFACE WATER ON AREA OF POTASH DEPOSIT DEVELOPMENT

N.G. Maksimovich<sup>1</sup>, E.A. Khayrulina<sup>1</sup>, V.T. Khmurchik<sup>1</sup>, A.D. Makurova<sup>2</sup>,

<sup>1</sup>*Institute of Natural Science of Perm State University, Perm, Russia*

<sup>2</sup>*Perm State National Research University, Perm, Russia*

Potash production leads to salinization of soil, surface and underground water. The most significant impact is on the subsurface hydrosphere. In order to assess the intensity of the impact of the potash production the surface water was investigated in southern part of Verhnekamskoye Potash Deposit. Five groups were distinguished according to the degree of water pollution.

Верхнекамское месторождение калийно-магниевых солей находится на водосборной площади Камского водохранилища. Разработка месторождения на протяжении 80 лет привела к целому комплексу экологических проблем, характерных для районов разработки галогенных формаций [1]. Основной спецификой калийного производства является накопление значительного количества отходов разного фазового состава в шламохранилищах, солеотвалах с рассолоборниками.

Отвалы и шламохранилища, состоящие в основном из легко водорастворимого галита NaCl, являются мощными загрязнителями окружающей среды, так как с атмосферными осадками из них выносятся значительное количество растворимых компонентов. Техногенные воды характеризуются хлоридно-натриевым составом, минерализацией от 30 до 400 г/л. Содержание хлоридов составляет свыше 50 % общей минерализации вод, калия от 1 до 20 %, натрия 20-40 %, сульфатов 1-5 %. Среди микроэлементов наибольших концентраций достигают Sr, Mn, Rb, Br, Ba, Cr, Zn, Li, V.

В результате инфильтрации техногенные воды поступают в подземные горизонты, формируя ареалы загрязненных подземных вод. При их разгрузке поверхностные воды подвергаются засолению на значительном расстоянии благодаря высокой подвижности загрязнителей. В Камском водохранилище ниже г. Березники отмечается увеличение хлоридов в сравнении с фоновыми значениями в 4,8 раз [2]. Наибольший эффект от воздействия отходов калийного производства испытывают средние и малые реки. Вблизи объектов хвостового хозяйства минерализация поверхностных вод увеличивается до 30 -50 г/л.

Для оценки экологического состояния поверхностных вод в южной части калийного месторождения нами проведено геоэкологическое районирование поверхностных вод по степени загрязнения. Показателем загрязнения поверхностных вод выбрано отношение содержания хлорид-ионов к общей минерализации вод.

Проанализированы общий химический состав более 400 проб поверхностных вод за 2007-2013 гг. Отбор проб проводился в районах



расположения соленоотвалов и шламохранилищ на реках Ленва, Черная и Волим. В качестве точек с фоновыми значениями химического состава были выбраны верховья рек Волим, Телепавки, Большого и Малого Подунов, Сюзьвы и др. Для выявления других источников загрязнения были отобраны пробы в р. Яйва. В каждой пробе воды высчитывали долю хлорид-ионов в общей минерализации, выраженную в процентах. Статистическую обработку результатов анализа проводили с помощью пакета программ «Statistica '99» (StatSoft, Inc., USA).

Статистическая обработка результатов показала, что все пробы воды могут быть разделены на 5 групп (в скобках показано стандартное отклонение):

1 группа – содержание хлорид-ионов от общей минерализации менее 12%, общая минерализация в среднем 163,2 (101,7) мг/л;

2 группа – содержание хлорид-ионов от общей минерализации от 12 до 26%, общая минерализация в среднем 146,7 (116,6) мг/л;

3 группа – содержание хлорид-ионов от общей минерализации от 26 до 40%, общая минерализация в среднем 528,6 (447,4) мг/л;

4 группа – содержание хлорид-ионов от общей минерализации более 40% при общей минерализации от 1000 мг/л до 10000 мг/л, общая минерализация в среднем 8219,6 (7096,5) мг/л;

5 группа – содержание хлорид-ионов от общей минерализации более 40% при общей минерализации более 10000 мг/л, общая минерализация в среднем 17671,7 (4910,4) мг/л.

Достоверность разницы между значениями средних величин была подтверждена статистически на высоком уровне значимости ( $p < 0,001$ ). Для этих групп была выявлена достоверность разницы между значениями средних величин для следующих гидрохимических показателей:  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ , общая минерализация, жесткость. Достоверность разницы очень высокая –  $p < 0,05$ , а в большинстве случаев  $p < 0,001$ .

Выделенные нами 5 групп поверхностных вод с разной степенью техногенного загрязнения отличаются между собой по всем основным гидрохимическим показателям.

К **первой группе** по степени загрязнения поверхностных вод относятся ручьи и верховья малых рек, находящихся вне зоны влияния калийной промышленности. Содержание хлоридов находится в пределах 19 мг/л и загрязнения отсутствуют. Ко **второй группе** относятся более крупные реки и верховья р. Волим и р. Яйва, в которых уменьшение загрязнения происходит за счет разбавления вод. В среднем содержание хлоридов достигает 40 мг/л. Степень загрязнения поверхностных вод характеризуется как *низкая*. К **третьей группе** относятся воды в нижнем течении р. Яйвы, в которых повышенное содержание хлоридов связано с другими источниками техногенного воздействия. Степень загрязнения водотоков характеризуется как *средняя*, содержание хлоридов достигает 250 мг/л и лежит в пределах ПДК.

Содержание хлоридов резко увеличивается в четвертой и пятой группах и характеризует влияние калийной промышленности на водные объекты. В **четвертой группе** при минерализации от 1 000 мг/л до 10 000 мг/л содержание хлоридов достигает более 40 %, что в среднем соответствует концентрации

хлоридов 3 288 мг/л. Степень загрязнения вод для этой группы оценивается как *высокая*. Такая ситуация складывается при поступлении загрязненных вод малых рек и ручьев в более крупные реки, например, р. Ленва и р. Волим.

Самое высокое содержание хлоридов характерно для малых рек в непосредственной близости от шламохранилищ и соледвалов. Данные водотоки относятся к **пятой группе**. Процентное содержание хлоридов превышает 40 % при минерализации более 17 000 мг/л. Геоэкологическая ситуация в этих реках характеризуется как *критическая*.

Проведенная оценка загрязнения поверхностных вод с помощью показателей минерализации вод и содержания хлорид-ионов позволяет провести районирование экологического состояния поверхностных вод в районе деятельности калийных предприятий.

### Список литературы

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. Лепихин А.П., Мирошниченко С.А. Техногенное воздействие Соликамско-Березниковского промузла на поверхностные водные объекты // Горный журнал. 2008. № 10. С. 92-96.