

**Изучение техногенного воздействия отходов
Джидинского вольфрамо-молибденового комбината
на состояние подземных вод**

© **В. В. Дабаева**

*Геологический институт Сибирского отделения РАН, Улан-Удэ, Россия
dv.viktoriya@mail.ru*

В статье рассматриваются отходы Джидинского вольфрамо-молибденового комбината как источники поступления загрязняющих веществ в подземные воды. В работе показано исследование процессов, протекающих в толще хвостов переработки руд. Установлено, что в поровых растворах установилась кислая среда, что способствует миграции химических элементов. Обнаружено, что в кислых поровых растворах присутствуют в очень высоких концентрациях железо, алюминий, цинк, что обусловлено взаимодействием кислых вод с вмещающими оруденение породами. В отходах переработки руд к процессам окисления сульфидов добавляется взаимодействие кислых вод с песками хранящихся в хвостохранилище, что способствует интенсивной миграции и накоплению в них металлов. Определено, что нейтрализация поровых вод приводит к резкому ограничению миграционной способности многих химических элементов в толще отходов горно-обогатительных комбинатов.

Ключевые слова: хвосты; сульфиды; кислота; миграция; нейтрализация; поровые воды.

Джидинский вольфрамо-молибденовый комбинат (ДВМК) был создан в 1934 г. В настоящее время на территории, прилегающей к бывшим обогатительным фабрикам и г. Закаменск, для которого ДВМК был градообразующим предприятием, расположены массивы техногенных песков — отходов обогатительного производства, общая масса которых составляет более 40 млн.т. С 1980 г. бедные сульфидно-вольфрамовые руды Инкурского штокверка перерабатывались совместно с более богатыми жильными рудами Холтосона. Сульфидный продукт, отделявшийся при доводке вольфрамового концентрата, содержащий сопутствующие полезные компоненты, при этом смешивался с хвостами [1].

Хвостохранилище, называемое также Джидинским месторождением лежалых техногенных песков, представляет собой линзовидную залежь площадь 660×300 м, средней мощностью 10,6 м. Второе хвостохранилище — гидроотвал — расположено в устье рч. Барун-Нарын, впадающего в р. Модонкуль. Заполнение его начато в 1958 г, прекращено в 1998 г (рис. 1). В 2002 г. отходы обогащения Джидинского комбината приобрело в собственность ООО «Закаменск». В 2008 г. начаты опытные работы по вторичной переработке хвостов. Построена мини-фабрика, организовано новое хвостохранилище в пади Зун-Нарын.

Хвостохранилище имеет в плане форму равностороннего треугольника, основанием которого служила насыпная плотина. Протяженность гидроотвала вверх по долине рч. Барун-Нарын — 1700 м.

Источниками загрязнения служат горные выработки, отвалы вскрышных пород, хвосты переработки руды. Среди загрязнителей подземных и поверхностных вод наиболее высокими содержаниями выделяются фтор, железо, марганец, цинк, медь, кадмий, алюминий и другие тяжелые металлы.



Рис. 3.1. Космоснимок намывного хвостохранилища пади Барун-Нарын с точками отбора проб песков и воды, использовавшихся в лабораторных экспериментах: 1, 2 — пески из нижних горизонтов, 3 — пески с поверхности массива, 4 — пески возле загрузочного бункера обогатительной фабрики, 5 — пески с поверхности хвостохранилища после вторичной переработки на обогатительной фабрике, 6 — вода из пруда накопителя, используемая в технологических процессах, 7 — вода из ручья Зун-Нарын, ниже оградительной дамбы хвостохранилища.

Проведена серия экспериментов по вымыванию растворенного вещества из поровых вод и взаимодействию кислых вод с известняком. Для экспериментов использовался песок из хвостохранилища Джидинского ВМК, дистиллированная вода, известняк месторождения Зун-Нарын — фракции с размером частиц 1–2 мм и 0,5–1,0 мм. Целью экспериментов было определение концентрации микроэлементов, включая редкоземельные элементы и золото, вымываемых из песков дистиллированной водой, изучение высаживания их из раствора при взаимодействии с известняком, исследование их содержания и форм высаживания на известняке. При проведении экспериментов для смачивания всей толщи песка в емкости потребовалось 2500 мл воды. Вода на поверхность песка расплылась порциями по 100 мл, после насыщения пор водой, вода стала поступать в реакционную трубку, из которой производился отбор проб для определения pH и концентрации микроэлементов в растворе. Всего было пропущено в каждом эксперименте по 3600 мл воды, отобрано по 11 проб воды. Установлено, что нейтрализация растворов известняком с размерностью частиц 3,0–2,0; 1,0–0,5 мм происходит медленно. В трубке длиной 40 см, заполненной известняком с размерностью частиц 3,0–2,0 мм, произошло изменение pH с 2,83 до 3,9. Максимального повышения pH удалось добиться при использовании известняка фракции 1,0–0,5 мм, где pH увеличился до 4,53. Наиболее активно из песков вымываются алюминий, цинк, марганец, медь, свинец. Их концентрация по 11 опреде-

лениям в среднем соответственно составляет 573; 520; 308; 241; 139 мкг/мл. Содержание элементов, относящихся к первой группе токсичности — кадмия и бериллия по 11 определениям составляет 5,86 и 1,08 мкг/мл, ПДК для вод (по СП 11-102-97) составляет соответственно 0,001 и 0,0002 мкг/мл.

В толще хвостов переработки руд установилась кислая среда, в растворе обнаруживаются высокие содержания тяжелых металлов. В поровых водах хвостохранилища установлено присутствие в очень высоких концентрациях железо, алюминий, цинк, что обусловлено взаимодействием кислых вод с вмещающими оруденение породами. В отходах переработки руд к процессам окисления сульфидов добавляется взаимодействие кислых вод с песками хранящихся в хвостохранилище, что способствует интенсивной миграции и накоплению в них металлов. Экспериментально установлено, что нейтрализация поровых вод приводит к резкому ограничению миграционной способности многих химических элементов в толще отходов горно-обогатительных комбинатов.

Исследование выполнено при финансовой поддержке проекта ФАНО № 0340-2016-0006.

Литература

1. Смирнова О. К., Плюсин А. М. Джидинский рудный район (проблемы состояния окружающей среды). — Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2013. — 181 с.

Study of the technogenic impact of the wastes of the Dzhidinsky tungsten-molybdenum on the state of groundwater

V. V. Dabaeva

*Geological institute of Russian Academy of Sciences, Ulan-Ude, Russia
dv.viktoriya@mail.ru*

The article considers the wastes of the Dzhidinsky tungsten-molybdenum plant are sources of pollution in the groundwater. The investigation shows the processes occurring in the thicker tails ore processing. It has been established that an acid medium is established in pore solutions, which facilitates the migration of chemical elements. It was found that iron, aluminium, and zinc are present in very high concentrations in acidic pore solutions, which is due to the interaction of acidic waters with the enclosing mineralization rocks. Oxidation of sulphides in the ore processing waste is accompanied by the interaction of acidic pore waters with the sands stored in the tailings, which facilitates intensive migration and the accumulation of metals in them. Certainly, the neutralization of pore waters leads to a sharp reduction in the resources of mining and processing plants.

Keywords: tailings; sulphides; acid; migration; neutralization; pore water.