

## **МОДЕЛЬ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ДРЕНАЖНЫХ РАСТВОРОВ В ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЕ ПО ДАННЫМ ЭЛЕКТРОРАЗВЕДКИ**

*Дмитрий Олегович Кучер*

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Коптюга, 3, аспирант, тел. (383)330-95-36, e-mail: DmitriyKucher89@gmail.com

*Владимир Владимирович Оленченко*

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Коптюга, 3, кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник, тел. (383)330-79-08, e-mail: OlenchenkoVV@ipgg.sbras.ru

Часть отвалов горнорудной и обогатительной промышленности России из-за определенной сложившейся гидрогеологической обстановки – открытые источники техногенного загрязнения окружающей среды, в которых основными агентами переноса загрязняющих веществ являются протекающие через отвалы растворы, реализующиеся на поверхности в виде дренажных ручьев, а в подземные горизонты уходят потоки, фильтрующиеся в разных направлениях. Изучены и определены модели распространения токсичных элементов с водными потоками в латеральном и вертикальном масштабах при помощи геофизических методов электротомографии в сочетании с данными физического моделирования.

**Ключевые слова:** гидрогеология, хвостохранилища, фильтрация, электротомография, моделирование, дренажные растворы.

## **MODELING OF MINE DRAINAGE FILTRATION IN GEOLOGICAL ENVIRONMENT BASED ON ELECTRICAL PROSPECTING**

*Dmitry O. Kucher*

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, 630090, Russia, Novosibirsk, Koptuyug Prospect 3, Ph. D., student, tel. (383)330-95-36, e-mail Kucher.do@ocsial.com

*Vladimir V. Olenchenko*

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, 630090, Russia, Novosibirsk, Koptuyug Prospect 3, Ph. D., Senior Researcher, tel. (383)330-79-08, e-mail: OlenchenkoVV@ipgg.sbras.ru

Some tailings of mining and mineral processing industry in Russia due to certain existing hydrogeological conditions are open sources of man-made pollution, where the main agents of the pollutants transfer are flowing through the tailings fluids that are realized on the surface in the form of drainage streams, and filtered in different directions solutes penetrate to groundwater aquifer. Models of propagation of toxic elements from water flows in the lateral and vertical scale were studied and identified by means of geophysical methods of electrical resistivity tomography combined with the data of physical modeling.

**Key words:** hydrogeology, tailings, filtration, electrical resistivity tomography, modeling, acid drainage.

На территории России отвалы отходов горноперерабатывающей промышленности (хвостохранилища) зачастую не имеют каких-либо защитных гидро-

технических сооружений. Особенно это относится к объектам, сформированным в эпоху раннего СССР. В связи с чем различные дренажные растворы, протекающие по территории хвостохранилищ, далее распространяются на близлежащие территории и загрязняют окружающую среду, а также, по данным электроразведки, проникают на глубину грунтовых вод.

Так, например, Урское хвостохранилище (Кемеровская обл.) представляет собой два отвала высотой 10-12 м, сложенных отходами цианирования первичных золото-полиметаллических руд и руд зоны окисления [3]. На протяжении 80 лет существования хвостохранилища отходы размывались протекающими по территории природными ручьями и сезонными осадками. В результате заболоченная территория, расположенная ниже хвостохранилища, покрыта снесенными отходами (рис. 1).



Рис. 1. Внешний вид отвалов Урского хвостохранилища

При помощи метода электротомографии были построены профили геоэлектрической зональности подповерхностного пространства на территории распространения дренажных потоков до глубины 20 м. Изменение удельного электрического сопротивления ( $УЭС$ ) на разрезах отражает разную степень насыщенности проникающими дренажными растворами в межпоровом пространстве вмещающих пород. На территории сноса отходов удалось выявить природный разлом, который способствовал проникновению кислых дренажных растворов на глубину грунтовых вод (рис. 2).

Другим примером актуальности метода служит Комсомольский гидроотвал (пос. Комсомольск, Кемеровская область), образовавшийся в результате складирования отходов цианирования Комсомольского золото-извлекательного завода (рис. 3.). Хвостохранилище представляет собой котловину, заполняющуюся общим стоком золотоизвлекательного завода, количество накопленного материала отходов составляет порядка 1 млн. м<sup>3</sup>. Твердое вещество отходов состоит из кварца, полевого шпата, кальцита и сульфидных. Над поверхностью твердой части образовалось техногенное озеро, которое пополнялось за счет поступления обеззолоченных растворов, жидкой фазы репульпированного кека и природных стоков [1].

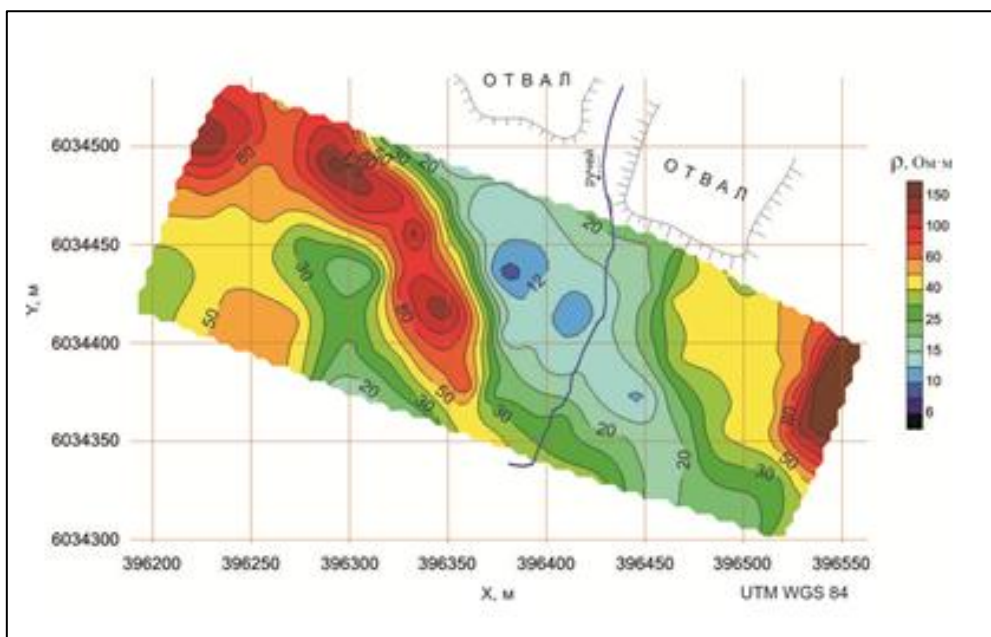


Рис. 2. Карта распределения удельного электрического сопротивления пород на глубине 10 м по данным электротомографии (Урское хвостохранилище). Область пониженного УЭС связана с разломной зоной



Рис. 3. Внешний вид Комсомольского гидротвала

При помощи метода электротомографии на территории хвостохранилища была выявлена утечка растворов под стенкой дамбы, в результате чего дренажные растворы загрязняют близлежащие ручьи и грунтовые воды. На спутниковом снимке, совмещенном с картой УЭС на глубине 20 м (рис. 4.), видно, что с северо-западной стороны дамбы под насыпью присутствует низкоомная зона, которая соответствует просачиванию дренажных растворов.

В приведенных выше примерах агентами переноса кислых растворов в основном являются естественные ручьи, оттаявшие снега, осадки, в связи с чем



отсутствуют какие-либо макро-градиенты давления (гидравлического). Естественно предположить, что непосредственно в среде растворы распространяются в основном путем пропитывания грунта как в латеральном направлении, так и за счет сил капиллярного поднятия в вертикальном направлении. Важным параметром характера загрязнения окружающей территории является скорость пропитки геологической среды кислыми дренажными растворами. Скорость и характер распространения фронта зависит от многих параметров, как самих растворов, так и свойств среды. К таковым можно отнести как физические свойства среды и фильтра (пористость, проницаемость, плотность), так и химические свойства (кислотность, соленость, содержание растворенных твердых веществ).

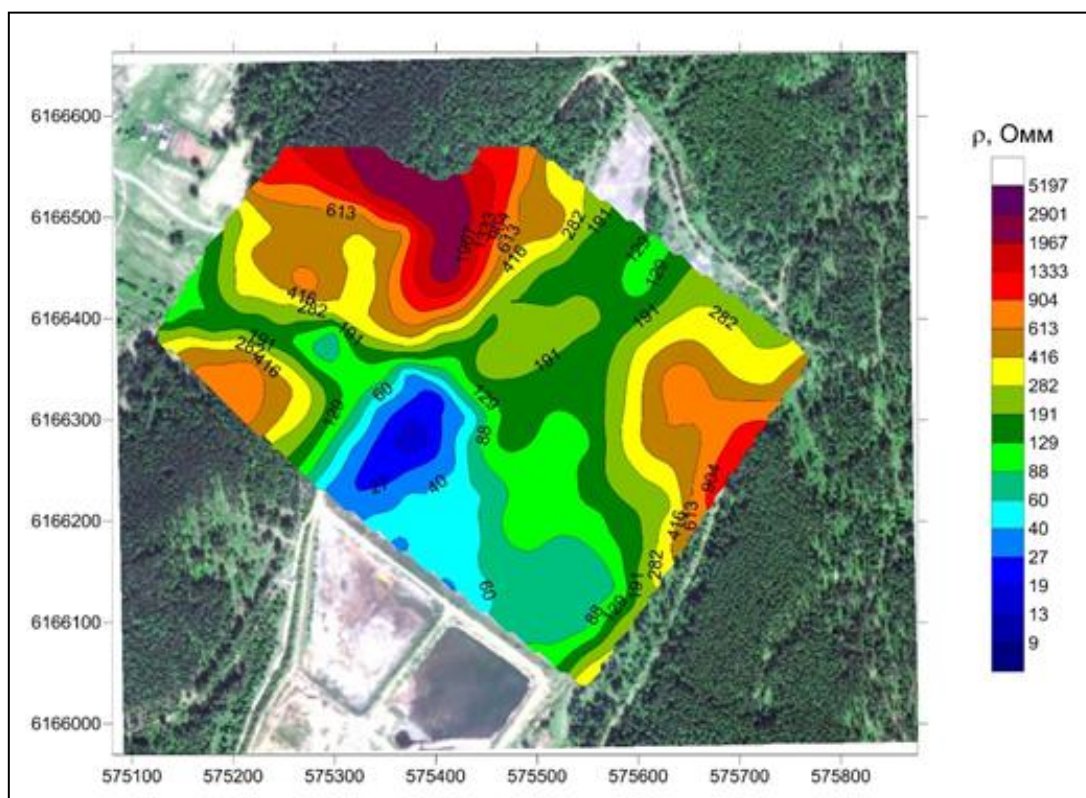


Рис. 4. Карта распределения удельного электрического сопротивления пород на глубине 20 м по данным электротомографии (Комсомольское хвостохранилище)

На основе полученных данных электротомографии можно сделать вывод, что техногенные растворы проникают на глубину подземных вод, а также происходит их унос совместно с поверхностными талыми водами, ручьями, реками, а глубина и площадь распространения загрязнения сильно зависит от геологической структуры вмещающих пород.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Саева О.П. Взаимодействие техногенных дренажных потоков с природными геохимическими барьерами: дисс. ... канд. геол.-мин. наук. - Новосибирск, 2016. - 168 с.
2. Халатов С.Ю., Балков Е.В., Бортникова С.Б., Саева О.П., Корнеева Т.В. // Инженерная геофизика 2013: 9-я международная конференция и выставка (Геленджик, 22-26 апреля 2013 г.). - 2013. - С. Е15
3. Юркевич Н.В., Бортникова С.Б., Саева О.П. Направления подземного и поверхностного стоков с хвостохранилищ горнорудного производства по данным геофизических и геохимических исследований // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2015. XI Междунар. науч. конгр. (г. Новосибирск, 13-25 апреля 2015 г.): Междунар. науч. конф. "Недропользование. Горное дело. Направления и технологии поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых. Геоэкология": сб. материалов в 3 т. - 2015. - Т. 2. - С. 305-310.
4. Abrosimova N., Bortnikova S., Gaskova O., Yurkevich N., Ribkina E. Results of mine tailings - water interaction: A column leaching study on the example of waste materials of Komso-molsky gold processing plant // 15th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2015. Surveying Geology and Mining Ecology Management (Albena, Bulgaria, 18-24, June, 2015): Conference proceedings. - 2015. – Vol. 1 (5). - P. 765-770.

© Д. О. Кучер, В. В. Оленченко, 2016