Записки Ленинградского ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени горного института им. Г.В.Плеханова,
т. XCI, 1982 г.

УДК 551.491.55 + 016.3

ГИДРОГЕОФИЗИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ВОПРОСОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Е.В.МОЛЬСКИЙ, В.В.ЩЕМЕЛИНИН

Еще совсем недавно об использовании геофизических методов исследований в гидрогеологии говорилось преимущественно с позиций перспективы. Охотно признавались их мобильность, относительная простота, высокая экономическая эффективность и возможность получения информации на достаточно больших по глубине и по площади массивах водоносных горных пород. Последнее обстоятельство особенно важно, поскольку обеспечивает высокую степень осреднения гидрогеологических параметров, создает условия для практически непрерывного прослеживания в плане и в разрезе гидрогеологических границ, гидрохимических аномалий и т.д. и тем самым в известной мере восполняет недостаток гидрогеологических методов исследований, заключающийся в их дискретности, обеспечивает лучшие условия для интерпретации собственно гидрогеологических исследований.

Сегодня можно уже констатировать, что использование геофизических методов в гидрогеологии оказывается исключительно плодотворным. Некоторые виды каротажа (расходометрический, резистивиметрический и др.) прочно вошли в практику не только научных исследований [2], но и стали составной частью технологии массовых работ.

Значительный опыт гидрогеофизических исследований накоплен на кафедре гидрогеологии ЛГИ, в частности применительно к проблеме охраны подземных вод в горнодобывающих районах.

В рамках этой проблематики гидрогеофизические методы используются в основном для повышения информативности опытно-миграционных работ, а также гидрохимического пробования и для решения некоторых конкретных и вполне самостоятельных задач, связанных с загрязнением подземных вод.

В последнем случае чаще всего применяются традиционные геофизические методы (электрометрия, термометрия, сейсмоакустика). Так, хорошо зарекомендовало себя при изучении фильтрационных свойств экрана хранилищ промстоков термозондирование (Курская магнитная аномалия, Верхнекамское месторождение калийных солей). По данным термозондирования строились карты

скоростей фильтрации придонных отложений, на которых выделялись участки с максимальными утечками. Характерно, что термозондирование здесь выступало в роли практически автономного метода исследований.

Однако, использование гидрогеофизических методов как самостоятельного инструмента исследований не получило пока широкого распространения. Основная причина такого положения, на наш взгляд, заключается в том, что каждая конкретная ситуация требует индивидуального и творческого подхода, с одной стороны, к выбору метода исследований, а с другой - к „подгонке" и шлифовке методики измерений применительно к этой конкретной ситуации. И пока такое положение сохраняется, заслуживает серьезного внимания любой успешный опыт подобного рода исследований.

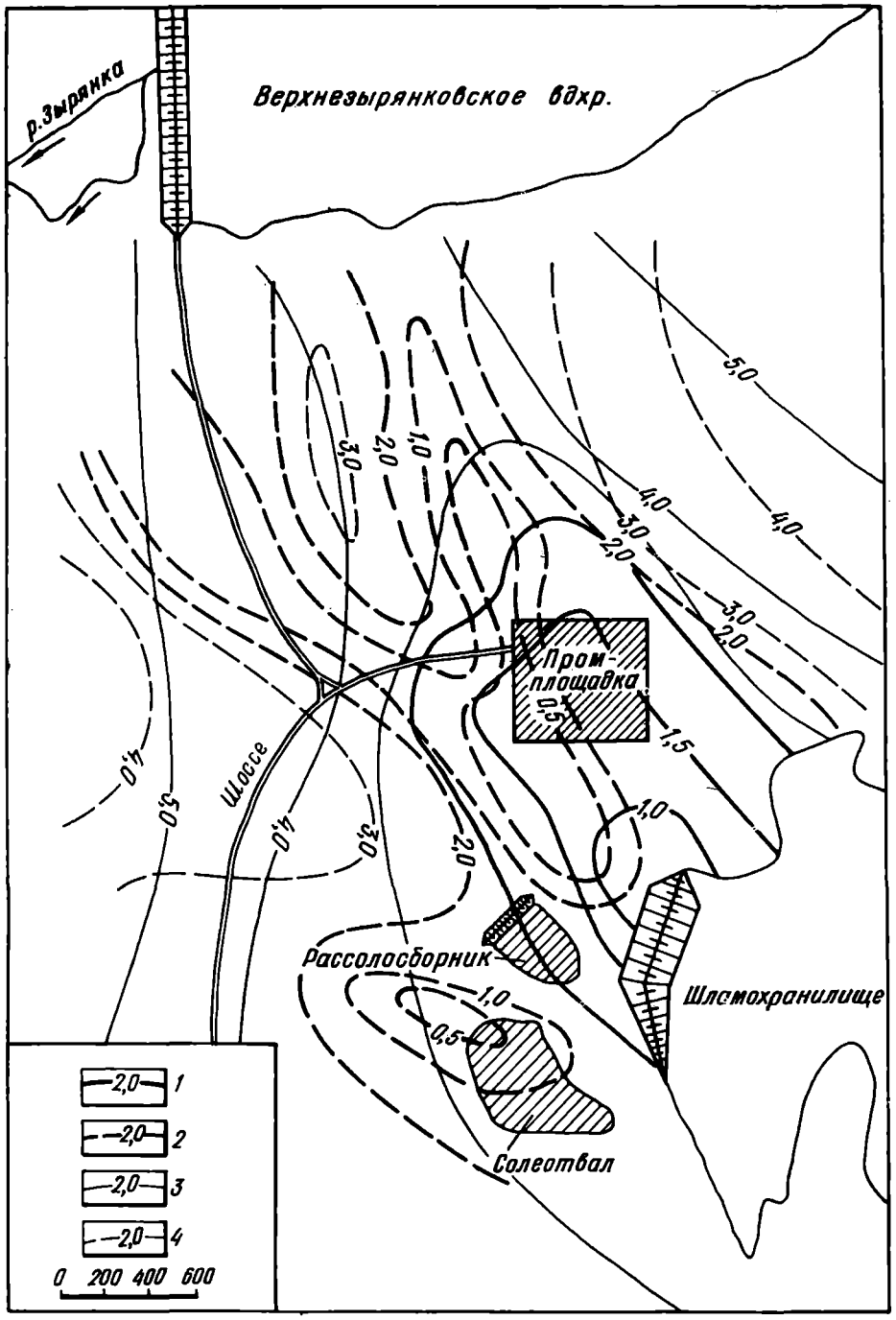
В практике геологоразведочных работ нашел широкое применение метод вертикальных электрических зондирований (ВЭЗ). Он успешно используется для решения структурных задач, а также ряда специфических задач горного дела: оценки относительного напряженного состояния пород [I] и эффективности предварительного увлажнения угольных пластов путем нагнетания в них воды через скважины [3].

В практике гидрогеологических исследований, связанных с охраной подземных вод, приходится постоянно сталкиваться с необходимостью оконтуривания в плане и в разрезе ореолов загрязнения водоносных горизонтов. Обычно эта задача решается с помощью дорогостоящего бурения скважин и гидрохимического опробования. Однако, при загрязнении подземных вод высокоминерализованными промстоками границы „языков загрязнения" могут быть достаточно надежно определены и с помощью метода ВЭЗ; постановка исследований в этом случае осуществляется совершенно автономно.

Такие работы были проведены в 1980 г. кафедрой гидрогеологии ЛГИ на Верхнекамском месторождении калийных солей, в пределах которого подземные воды нередко загрязняются хлоридными калиево-натриевыми рассолами - отходами обогатительного производства. Источниками загрязнения являются хранилища промстоков и солеотвалы. Подземные воды трещинного типа приурочены к горизонтально залегающим пермским отложениями и образуют три водоносных горизонта: в пестроцветных отложениях (верхняя часть разреза мощностью 30-60 м), представленных песчаниками, мергелями, аргилитами и алевролитами; в терригенно-карбонатной толще (мощностью до 110 м), сложенной известняками, песчаниками и мергелями; в глинисто-мергельной толще (глины, мергели с прослоями каменной соли).

Два первых водоносных горизонта содержат пресную воду с минерализацией 0,3-0,5 г/л. Глинисто-мергельная пачка пород практически водоупорна, но в ее составе обнаружены отдельные водоносные слои со слабоминерализованными водами в ее верхней части и рассолами (до 30-50 г/л) в средней и нижней частях толщи.

Ореолы загрязнения фильтрующихся промстоков формируются как в пестроцветной, так и в терригенно-карбонатной толщах. Например, на территории шахтного поля БКРУ-2 отмечены значительные по величине утечки рассолов из шламохранилища (см.рисунок). Большая разница между фоновой и наведенной минерализацией подземных вод, достигающая I-3 порядков, и



Карта кажущихся удельных электрических сопротивлений по подошвам толщ (территория БКРУ-2)

1 и 2 – изолинии (в ом-метрах) в пределах ореола засоления пород пестроцветной и терригенно-карбонатной толщ; 3 и 4 – изолинии за пределами ореола засоления в пестроцветной и терригенно-карбонатной толщах

определила возможность использования на этом участке метода ВЭЗ для оконтуривания границ ореолов загрязнения.

При постановке исследований мы исходили из следующих предпосылок.

Для участков с фоновой минерализацией подземных вод с геоэлектрической точки зрения характерно трехслойное строение разреза: верхний слой (пестроцветная и терригенно-карбонатная толщи) с удельным электрическим сопротивлением пород ρ = 4-6 Ом·м; глинисто-мергельная толща с пониженным сопротивлением (за счет присутствия естественных соленых вод); пласты каменной соли (последний слой) с сопротивлением в несколько тысяч ом-метров.

Наличие в разрезе промстоков с повышенной минерализацией должно привести к уменьшению мощности первого слоя (кривые типа H). Правда, возможен вариант, когда рассолы распространяются по средней части верхнего слоя. В этом случае мы имеем дело по крайней мере с пятислойным геоэлектрическим разрезом типа $\rho_1 > \rho_2 < \rho_3 > \rho_4 < \rho_5$.

Полевые измерения проводились четырехэлектродной установкой AMNB по стандартной методике [4].

Интерпретация результатов зондирования показала, что геоэлектрические разрезы носят в основном многослойный характер. Последнее свидетельствует о наличии „языков" загрязнения как в пестроцветной, так и в терригенно-карбонатной толщах. При этом в пределах пестроцветной толщи зона пониженных сопротивлений ($\rho \leqslant 2$ Ом·м), отвечающая „языку" минерализованных промстоков, протягивается от источника загрязнения (шламохранилище) в сторону области разгрузки (Верхнезырянковское водохранилище).

В основании терригенно-карбонатной толщи влияние шламохранилища прослежено на расстоянии 1,5-2 км в сторону области разгрузки. Однако в средней части этой толщи отдельные „языки" разбавленных рассолов также достигают района водохранилища, что свидетельствует о существовании в пределах всех водоносной толщи интрузии искусственных рассолов весьма сложной конфигурации в разрезе.

Результаты исследований вполне удовлетворительно совпадают с данными специальной гидрогеологической съемки и бурения контрольных скважин в комплексе с их гидрохимическим опробованием. Именно в результате этих сопоставлений и была обоснована контрольная цифра (ρ = 2 Ом·м), приближенно отвечающая границе раздела пресных и соленых вод.

На представленной карте (см.рисунок) обращает на себя внимание еще одна аномалия сопротивлений - в районе солеотвала. Она незначительна по площади распространения, тяготеет к солеотвалу и зафиксирована только в верхнем водоносном горизонте, что свидетельствует скорее всего о преимущественно диффузионном механизме переноса загрязнений с солеотвалов в толщи подстилающих его пород и о незначительной роли солеотвалов в загрязнении подземных вод.

При интерпретации кривых зондирования пришлось решать еще одну проблему методического характера. Известно,что в данном районе к овражным формам рельефа приурочены зоны повышенной трещиноватости пород. Поэтому вполне резонны опасения, не являются ли пониженные сопротивле-

ния на таких участках следствием повышенной трещиноватости пород. Однако все ВЭЗ, поставленные в логах, находящихся заведомо за пределами ореола загрязнения, не дают резко пониженных значений сопротивлений. Это означает, что аномально низкие значения сопротивлений, если таковые отмечаются, не являются следствием повышенной трещиноватости обводненных пород, тем более, что в рассматриваемых условиях рост трещиноватости практически не сказывается на приросте общей пористости: активная трещиноватость в оврагах может возрастать на 0,1-0,2 % по сравнению с водораздельными пространствами, в то же время пористость блоков, ограниченных трещинами, составляет 5-6 %. Поэтому любое резкое понижение электрического сопротивления в логах объясняется лишь присутствием в породе рассолов.

Выводы

Таким образом, с помощью ВЭЗ в данном районе, пусть и на качественном уровне, удалось решить по меньшей мере три важные задачи.

Во-первых, еще раз удалось показать, что основным источником загрязнения подземных вод здесь является шламохранилище, о чем свидетельствует характер изолиний кажущихся сопротивлений. Солеотвалы, рассолосборник и промплощадка практически не загрязняют водоносных горизонтов.

Во-вторых, достаточно четко зафиксированы границы ореола загрязнения. При этом применительно к пестроцветной толще можно говорить об относительной стабилизации этих границ на большинстве изученных участков: сгущение линий равных сопротивлений вблизи боковых границ ореола может считаться признаком незначительной роли процессов поперечного рассеяния вещества за счет гидродисперсии.

В-третьих, подтверждено отсутствие водораздела подземных вод между шламохранилищем и водохранилищем в пределах границ ореола засоления, что имеет важное значение для расчетов, связанных с прогнозными оценками процессов загрязнения, и для разработки соответствующих профилактических мероприятий.

Обнадеживающие результаты, полученные с помощью метода ВЭЗ на БКРУ-2, позволили значительно расширить сферу его применения и уже в 1981 г. успешно провести такие работы на территории шахтного поля БКРУ-3, характеризующейся значительно более сложными условиями фильтрации рассолов. Одновременно продолжаются исследования по совершенствованию методики ВЭЗ, направленные, прежде всего, на повышение чувствительности метода.

ЛИТЕРАТУРА

А.С. Исследование применимости и обоснование электрометрического мес сопротивления для прогноза горных ударов. Автореф. канд. диссертации. Пермь, изд. Пермского политехн. ин-та, 1972.

Зоценко В.А., Румынин В.Г., Учаев В.К. Охрана подземных вод в горно- . Л., Недра, 1980.

3. Мольский Е.В. Филинков А.А., Дальнов А.С., Гребенщиков А.А. Электромеханический способ контроля за качеством увлажнения угольных пластов. - В кн.: Технология добычи угля подземным способом / ЦНИЭИУголь, 1973, № 2.

4. Пылаев А.М. Руководство по интерпретации вертикальных электрических зондирований. М., Недра, 1968.