Записки Ленинградского ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени горного института им. Г.В.Плеханова.
т. XX, вып. 2, 1976 г.

ЗАГРЯЗНЕНИЕ И ОХРАНА ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ В СЛАНЦЕВСКОМ ГОРНОПРОМЫШЛЕННОМ РАЙОНЕ

А.И.Коротков

Одним из основных объектов, требующих охраны от загрязнения, являются природные воды. В первую очередь загрязнению подвержены поверхностные воды. Они загрязняются как в результате непосредственного спуска в водоемы отходов промышленности, так и при размыве загрязненных ландшафтов паводковыми и дождевыми водами. Подземные воды и, в основном, межпластовые, защищенные сверху водоупорными слоями, загрязняются значительно меньше, хотя в последние годы появились сообщения о возможности такого загрязнения, в особенности в крупных горнопромышленных районах. Сланцевая промышленность, дающая стране дешевое топливо и многие ценные продукты, является в то же время источником значительного количества отходов, проблема очистки и отвода которых представляет значительную сложность. Эти отходы могут загрязнить ландшафт, воздух и подземные воды.

В связи с сигналами о загрязнении подземных вод в Сланцевском горнопромышленном районе, кафедра гидрогеологии и инженерной геологии ЛПИ провела комплекс исследований по гидрохимии и динамике природных вод этого района и состоянию ландшафта.

Гидрохимическая зональность подземных вод на Ленинградском месторождении горючих сланцев подробно описана [1-3]. В пределах толщи пород ордовика-кембрия встречены пресные воды хлоридно-гидрокарбонатного и гидрокарбонатно-хлоридного состава с четко прослеживающимся к низу увеличением содержания хлоридов натрия и уменьшением содержания сульфатных солей. Гдовский водоносный горизонт верхнего ордовика, залегающий на глубине около 300 м, содержит солоноватые воды хлоридного кальциево-натриевого состава с минерализацией 2,9 г/л.

Статистическая обработка результатов химических анализов подземных вод месторождения свидетельствует, что кальций, магний и их сумма (общая жесткость) имеют довольно четкие модальные характеристики, которые для каждого из водоносных горизонтов отличаются незначительно. Кривые рас-

пределения суммы натрия и калия имеют расплывчатый характер в связи со значительной погрешностью определения суммы щелочных металлов расчетом. Для сульфат-иона модальные характеристики практически отсутствуют: вертикальная зональность затушевывается водопроявлениями, связанными с окислением сульфидов, встречающихся в трещинах северо-восточного простирания и карстовых нарушениях. Гидрокарбонат-ион имеет четкие модальные характеристики, и на кривых распределения отчетливо видна тенденция к его снижению с глубиной, связанная, видимо, с уменьшением содержания углекислоты в воде. Наиболее разнящиеся между собой и устойчивые для отдельных водоносных горизонтов средние содержания имеет хлор-ион. Эта особенность связана с химическими свойствами хлор-иона, который не вступает в окислительно-восстановительные реакции (в противоположность сульфат-иону), не связан с газовым режимом (в противоположность гидрокарбонат-иону), не вступает в обменные реакции (в противоположность катионам). Именно хлор-ионом, а не общей минерализацией подземных вод, следует пользоваться при диагностировке водопроявлений по их принадлежности к тому или иному горизонту.

Динамика режима подземных вод месторождения по мере его отработки внесла свои коррективы в выявленную ранее гидрохимическую зональность. В настоящее время везенбергский и кукерский водоносные горизонты, залегающие выше промышленного пласта горючего сланца, имеют практически одинаковый химический состав воды. В таллинском и оболовом водоносных горизонтах, залегающих ниже промпласта, выявленная ранее гидрохимическая стратификация сохранилась в южной и юго-восточной части месторождения. Однако и здесь имеются отдельные участки, на которых содержание хлор-иона падает на порядок вследствие перетекания воды из верхних водоносных горизонтов. В северной части месторождения таллинский и оболовый водоносные горизонты залегают ближе к поверхности, и здесь расположено наибольшее количество скважин городского водоснабжения. В этой части месторождения наблюдается максимальная сработка пьезометрической поверхности водоносных горизонтов и существенное изменение гидрохимического облика подземных вод. Состав воды таллинского и оболового водоносных горизонтов здесь практически сравнялся, причем явственно ощущается влияние перетекания воды из верхних водоносных горизонтов, уменьшающее содержание хлор-иона до 25-75 мг/л вместо наблюдавшихся ранее 50-120 мг/л. Содержание сульфат-иона в результате интенсификации водообмена и усиления процессов окисления сульфидов увеличилось до 30-40 мг/л, т.е. на порядок.

Определенная динамика наблюдается и в составе шахтных вод. В первые годы отработки месторождения он был близок к составу воды кукерского водоносного горизонта, а после крупных прорывов в подошве горных выработок – таллинского. В настоящее время длина путей движения шахтных вод по горным выработкам часто достигает 5-10 км; химический состав шахтных вод не отвечает смеси воды дренируемых водоносных горизонтов. В первую очередь это заметно по сульфат-иону, содержание которого в шахтных водах выше, чем среднее для любого из водоносных горизонтов. Процессы окисления сульфидов не достигают в горных выработках такой интенсивности, как, например, в шахтах Донбасса, и не приводят к появлению агрессивных к

бетону и металлам кислых шахтных вод, однако протекание их не вызывает сомнений.

Источником загрязнения подземных вод района являются так называемые условно-чистые и ливневые воды, образующиеся из атмосферных осадков, стекающих по территории сланцеперерабатывающего комбината, и вод, использованных для промыва теплообменной аппаратуры и гидрозолоудаления. Эти воды вместе с шахтными водами 2-го района шахты Ленинградской поступают в пруды-отстойники, а затем по р.Сиженке и главному отводному каналу сбрасываются в р.Плюссу. В этих водах содержится в среднем 1340 мг/л сухого остатка, 6,5 мг/л фенолов; запах нефтепродуктов 5 бл; pH 11,8. Наиболее интенсивная фильтрация загрязненных вод из канала выявлена на участке, где каналом вскрыты закарстованные известняки везенбергского горизонта верхнего ордовика. Утечка воды из канала составляет 170 $м^3$/сутки. По мере продвижения по известнякам везенбергского горизонта концентрация летучих фенолов в воде постепенно падает и в скважинах, расположенных в 100 м от канала, составляет 0,03 мг/л. Возможная ширина ореола загрязнения подземных вод оценивается по скорости распада фенольных соединений в 300-500 м.

Загрязнение везенбергского горизонта весьма значительно. Поскольку часть воды этого горизонта перетекает в горные выработки, очень важно было проследить, как протекают процессы самоочищения этих вод при нисходящей фильтрации через толщу известняков, глинистых известняков, мергелей и горючих сланцев. В сложных условиях анизотропной толщи переслаивания пород, осложненной карстовыми нарушениями, пересеченной горными выработками, техническими и разведочными скважинами, оценить миграционные процессы расчетными методами не представлялось возможным. Поэтому на участках горных выработок, расположенных под очистными сооружениями и отводным каналом, была поставлена подземная гидрогеологическая съемка с гидрохимическим опробованием водопроявлений. В шурах, заданных в кровле штреков, следов фенольного загрязнения не обнаружено и общий состав подземных вод не претерпел изменений. Вблизи карстовых нарушений и в технических скважинах, пробуренных с поверхности, были обнаружены летучие фенолы в количестве 0,002-0,05 мг/л. Проникающие в шахты загрязненные воды откачиваются вместе с шахтными водами на поверхность, однако на участках, где пьезометрическая поверхность таллинского и оболового горизонтов располагается ниже подошвы горных выработок, имеется опасность проникновения загрязненных вод в водоносные горизонты, используемые для питьевого водоснабжения. Эта опасность по мере отработки месторождения будет возрастать.

Газообразные выбросы сланцеперерабатывающего комбината в атмосферу значительно загрязняют поверхность. Результаты опробования талых и дождевых вод позволили установить размеры ореола загрязнения ландшафта, достигающие радиуса 7-8 км по сульфат-иону и летучим фенолам. Содержание сульфат-иона в талых и атмосферных водах на этой площади достигает 100-200 мг/л, летучих фенолов 0,002-0,01 мг/л. Для водоносных горизонтов, используемых для питьевого водоснабжения города и залегающих на

глубине более 100 м, такие концентрации летучих фенолов на поверхности не опасны, однако постепенное общее загрязнение ландшафта продуктами газообразных выбросов комбината и эрозии отвалов требуют специального изучения и, возможно, строительства дымоочистных сооружений.

Проблема питьевого водоснабжения г.Сланцы тесно связана с вопросами загрязнения подземных вод и осушения горных выработок. Наиболее целесообразен вариант строительства нового линейного водозабора в 6–7 км к юго-востоку от сланцеперерабатывающего комбината, одновременно эксплуатирующего водоносные горизонты кембрия и ордовика. Строительство такого водозабора будет эффективной мерой по уменьшению водопритоков в горные выработки. В случае перехода города на водоснабжение из р.Плюссы такой водозабор будет важным резервным источником водоснабжения. С точки зрения предотвращения опасности загрязнения водоносных горизонтов, используемых для питьевого водоснабжения, такое расположение водозабора также наиболее целесообразно. С ростом депрессионных воронок, связанных с отработкой месторождения, увеличивается опасность проникновения шахтных вод в питьевые водоносные горизонты. Эксплуатация нового водозабора приведет к перемещению центра депрессионных воронок на территорию, где нет ни подземных, ни поверхностных источников загрязнения.

Основные меры по борьбе с загрязнением подземных вод направлены на уменьшение концентрации загрязняющих веществ в отстойных прудах и отводящем канале, ликвидацию неиспользуемых технических скважин, внедрение предложенной конструкции новых скважин, реконструкцию зон санитарной охраны, строительство дымоулавливающих сооружений.

Литература

1. Коротков А.И. Режим карстовых вод на Ленинградском месторождении горючих сланцев. В кн.: Горногеологическое значение карста на Ленинградском месторождении горючих сланцев. ЛГИ, 1973.

2. Коротков А.И., Паукер Н.Г., Цивьян М.В. Изменение химического состава природных вод и их загрязнение в Сланцевском горнопромышленном районе. Матер. XXIУ гидрохимич. совещ. Новочеркасск, 1970.

3. Паукер Н.Г. Гидрохимический метод в шахтной гидрогеологии. Зап. ЛГИ, т.Х/УШ, вып. 2, 1965.