Записки Ленинградского горного института имени Г.В.Плеханова.
Т. 128. Л., 1991

УДК 551.498

И.В.ТОКАРЕВ,
Т.Ю.СКВОРЦОВА

ОПЫТ ПОЛЕВЫХ РАБОТ ПО ИССЛЕДОВАНИЮ ВЛАГОПЕРЕНОСА В МЕЛОВОЙ ТОЛЩЕ КУРСКОЙ МАГНИТНОЙ АНОМАЛИИ НАЛИВАМИ В ШУРФЫ

По условиям залегания, распространения и состояния именно толща меломергельных отложений на месторождениях Курской магнитной аномалии (КМА) контролирует качество подземных вод региона. В результате интенсивных горных работ на Лебединском и Стойленском железорудных карьерах воронка депрессии распространилась на несколько тысяч квадратных километров, что привело к осушению меломергельной толщи, обусловив таким образом нисходящий характер инфильтрации атмосферных осадков и воды из поверхностных природных и искусственных водоемов. Поэтому в сложившихся стационарных гидродинамических условиях вертикальная проницаемость этой толщи и ее емкостные характеристики определяют ресурсы и качество воды на водозаборах и водозаборах-дренажах[x].

Наиболее распространенный и эффективный способ изучения фильтрационных и миграционных параметров в условиях зоны аэрации - наливы в шурфы и скважины. Однако должна быть обоснована принципиальная возможность такого рода работ в трещиновато-пористых меловых породах, поскольку они являются существенно неоднородными как в фильтрационном, так и в миграционном отношении.

На первом этапе оценки качества и методики постановки наливов в осушенных мелах в 1984 г. [1] работы проводились по стандартной методике: для наливов использовались небольшие шурфы (менее 1-2 $м^2$) и неглубокие скважины (менее 1 м) малого диаметра, а сам налив производился по методу свободного снижения уровня воды в шурфе. Таким образом, были определены коэффициенты вертикальной фильтрации меломергельных отложений ($K_ф = n \cdot 10^{-1} \div n$ м/сутки), получены ориентировочные значения удельной поверхности блоков ($S_б = 6{,}7$ $м^{-1}$) и трещиноватости ($n = 0{,}025$) при принятом по лабораторным испытаниям коэффициенте молекулярной диффузии блоков $D_м = 5 \cdot 10^{-5}$ $м^2$/сутки.

Найденные параметры, в первую очередь значение трещиноватости, представляются завышенными. Причина - потеря части фильтрационного расхода

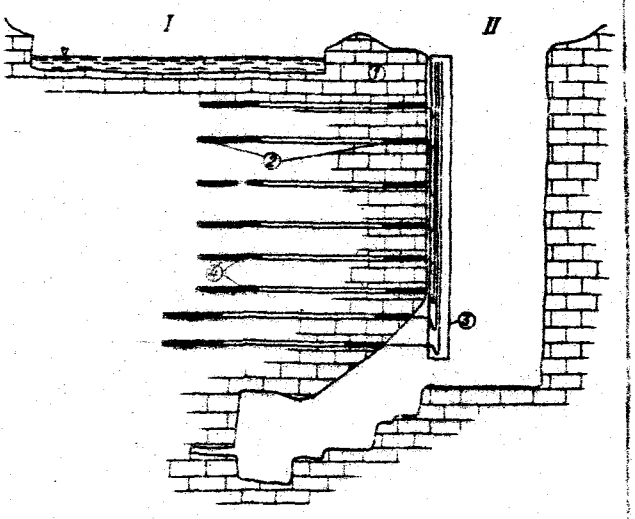
[x] Подробные особенности геологического строения, гидрогеологических условий и характеристика источников загрязнения см. в работе [3].

на боковой отток в меловые блоки за счет капиллярного всасывания на боковой поверхности фронта насыщения.

На втором этапе исследований в 1987 г. была сделана попытка исключить эти искажающие факторы и использовать методы контроля инфильтрации под шурфом, не требующих остановки налива, как это было в предыдущих экспериментах, когда фронт увлажнения под шурфом прослеживался при отборе проб породы из скважин в площади шурфа с последующим тампонированием.

Сначала была произведена съемка трещиноватости мелоидных отложений по обнажениям в бортах карьеров. Выявлены три системы крутопадающих трещин (углы падения более 70^0 с азимутами простирания 310-340°, 220-250° и 40-70°) и система горизонтальных трещин (углы падения 0-15°). Видимая протяженность вертикальных трещин варьировала от долей до нескольких метров, горизонтальных - от нескольких метров до нескольких десятков метров. Раскрытость горизонтальных трещин оказалась на порядок больше раскрытости вертикальных (от 3 мм до 3 см). Горизонтальные трещины осложнены зонами каналов - уширений, частично заполненных окатанными зернами мела диаметром 1-3 мм. Трещинная пустотность меньше 0,01. Средняя удельная поверхность блоков $S_б$ = 10,2 $м^{-1}$. Объемная пористость блоков $n_б$ = = 48÷56 %. Влажность мелов в естественном состоянии, на глубине больше 0,3-0,5 м, составила 0,85-0,9 от полной влагоемкости.

Для снижения доли воды, идущей на боковой отток, площадь шурфа была сделана максимально большой и составила 21,1 $м^2$. Рядом с основным шурфом была пройдена вспомогательная выработка, оборудованная горизонтальными наблюдательными скважинами с термодатчиками и водяными манометрами (см. рисунок). Последние позволили проследить по вертикали продвижение фронта увлажнения и всасывающего давления в трещинах в процессе налива. Были также пройдены ручным буром две скважины, которые использовались для наблюдения за фоновой температурой и позволяли косвенно судить о зоне растекания воды под шурфом. Эта зона оказалась несущественной.



Схематический разрез через основной (I) и вспомогательный (II) шурфы на участке налива
1 - меловые отложения; 2 - тампонаж наблюдательных скважин; 3 - водяные манометры; 4 - термодатчики

Налив в шурф проводился при постоянном уровне воды над дном H = 0,18 м. Налив продолжался 5 суток с деби-

том от 8,5 м³/сутки в первые сутки налива до I-I,2 м³/сутки - в последние. С учетом потери воды на насыщение блоков при боковом оттоке воды с фронта увлажнения, судя по влажности кернов после налива и полагая, что фильтрационная картина к концу налива достигла квазистационара, коэффициент фильтрации $K_ф$ = 0,05÷0,I м/сутки.

Во время опыта проводились и наблюдения за изменением температуры в массиве пород под шурфом, и запуск солевого индикатора. Однако поскольку в опыте режим распределения температур и концентрационных полей был резко нестационарным, что было обусловлено, в частности, непостоянными начальными и граничными условиями, этот эксперимент дал лишь качественную картину явления, согласно которой фронт температуры и концентрации индикатора закономерно запаздывал по сравнению с продвижением фронта увлажнения.

Выводы

I. Поскольку насыщенность блоков меловых пород в естественном состоянии близка к полной влагоемкости, при наливе достаточно быстро наступает квазистационарный режим инфильтрации. Для небольших шурфов и неглубоких скважин это время составляет несколько часов, для крупных шурфов и глубоких скважин - несколько суток. О наступлении этого режима можно судить по стабилизации расхода инфильтрации. Следовательно, продолжительность налива должна быть в I,5-2 раза больше[x], что позволит эффективно использовать простые аналитические зависимости для обработки фильтрационной части опыта.

2. Для мелкомасштабных опытов существенной остается доля воды, идущей на боковой отток с фронта увлажнения за счет капиллярного всасывания соседних блоков вне зоны увлажнения. Это приводит к завышению коэффициента фильтрации. Учитывая, что максимальный размер этой капиллярной каймы ограничен средним размером блока (трещины являются границами для капиллярного потока), характерный линейный размер квадратного шурфа следует выбирать с учетом допускаемой погрешности в определении $K_ф$ за счет бокового оттока. Так, например, при допустимом отклонении в пределах 20 % размер шурфа должен быть на порядок больше размера среднего блока на опытном участке.

3. Переход к миграционной части опыта возможен лишь после достижения квазистационарного режима по инфильтрации. При проведении опытно-миграционного опробования следует использовать не только химические индикаторы, но и следить за распределением температуры в зоне инфильтрации по глубине с помощью термодатчиков. Тепловой индикатор при расстояниях переноса в несколько метров более информативен, чем химический, и не требует трудоемких затрат на многократное бурение скважин для отбора проб и последующее их тампонирование.

---

[x] Момент наступления квазистационара можно определить точно, если использовать точечные датчики порового давления в зоне увлажнения.

Наливы в курфы, таким образом, при соблюдении определенных схем постановки опытов, учитывающих комплексное опробование, являются достаточно информативным методом исследований зоны аэрации меловых пород.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Коносавский П.К., Токарев И.В., Панчуков Н.П. Гидрогеологические исследования для обоснования зоны санитарной охраны водозаборов-дренажей (на примере Лебединского железорудного месторождения) // Физические процессы горного производства. Фильтрационные и миграционные процессы в массивах горных пород: Сборник науч. трудов / Ленинградский горный ин-т. Л., 1985. С. 28-32.

2. Мироненко В.А., Румынин В.Г. Опытно-миграционные работы в водоносных пластах. М.: Недра, 1986. 240 с.

3. Мироненко В.А., Румынин В.Г., Учаев В.К. Охрана подземных вод в горнодобывающих районах (опыт гидрогеологических исследований). М.: Недра, 1988. 320 с.