Чиганов И.А., Филимонова Е.А.

МГУ им. М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра гидрогеологии,
г. Москва, ea.filimonova@yandex.ru

ОСОБЕННОСТИ ДИАГНОСТИКИ И ИНТЕРПРЕТАЦИИ ОПЫТНО-ФИЛЬТРАЦИОННЫХ РАБОТ, ПРОВЕДЕННЫХ В ТАЛИКОВОЙ ЗОНЕ РЕКИ ОБИ

В настоящее время, происходит активное изучение северных районов Российской Федерации в связи с принятой программой развития Севера. Вследствие этого возникла потребность в хозяйственно-питьевом водоснабжении п. Аксарка. В работе анализируются опытно-фильтрационные работы, проведенные организацией АО «Росгеология» при поиске питьевых подземных вод для обеспечения водоснабжения райцентра п. Аксарка Ямало-Ненецкого автономного округа. Объектом исследования является участок «Пойма», расположенный в пойменном талике р. Оби. Правильная диагностика опытных данных и выбор адекватной расчетной схемы определяют достоверность получаемых оценочных параметров. На зависимость понижения уровней подземных вод от времени влияют различные техногенные и природные условия, которые требуют подробного анализа и изучения [1].

Район работ расположен в западной части Ямало-Ненецкого автономного округа (ЯНАО), в поселке Аксарка. Территория работ расположена на правобережье р. Обь, между ее притоками: руч. Первый Лог и р. Пембой. В орографическом отношении площадь работ находится в пределах Западно-Сибирской низменности. Район отличается суровым климатом, который способствует сохранению мощной толщи многолетнемерзлых пород. Наличие многочисленных рек, озер, а также вечной мерзлоты обуславливает большую влажность.

Водоносный горизонт четвертичных отложений приурочен к гидрогенному талику реки Обь. Горизонт сложен песками с включениями гальки и гравия в верхней части. Мощность обводненной толщи достигает 18 м. Глубина залегания уровня подземных вод – до 1,2 м (рис. 1).

Участок работ расположен в сложных гидрогеологических условиях, обусловленных наличием многолетне- и сезонно-мерзлых пород. Грунтовый водоносный горизонт ограничен р. Обь и многолетнемерзлыми породами. В пределах поймы р. Обь мощность мерзлых пород изменяется от 20 до 80 м, увеличиваясь от зоны прирусловых отмелей к тыловым частям высокой поймы. На правобережье р. Обь залегает толща многолетнемерзлых пород мощностью в пределах I надпойменной террасы около 110 м.

Опытно-фильтрационные работы были проведены весной 2018 г. с целью оценки геофильтрационных и емкостных параметров грунтового водоносного горизонта. Куст скважин расположен вдоль и вкрест реки (рис 1.). Дебит

откачки составил 121 м^3/сут. Этап снижения составил 5 суток, восстановления 3 сут.

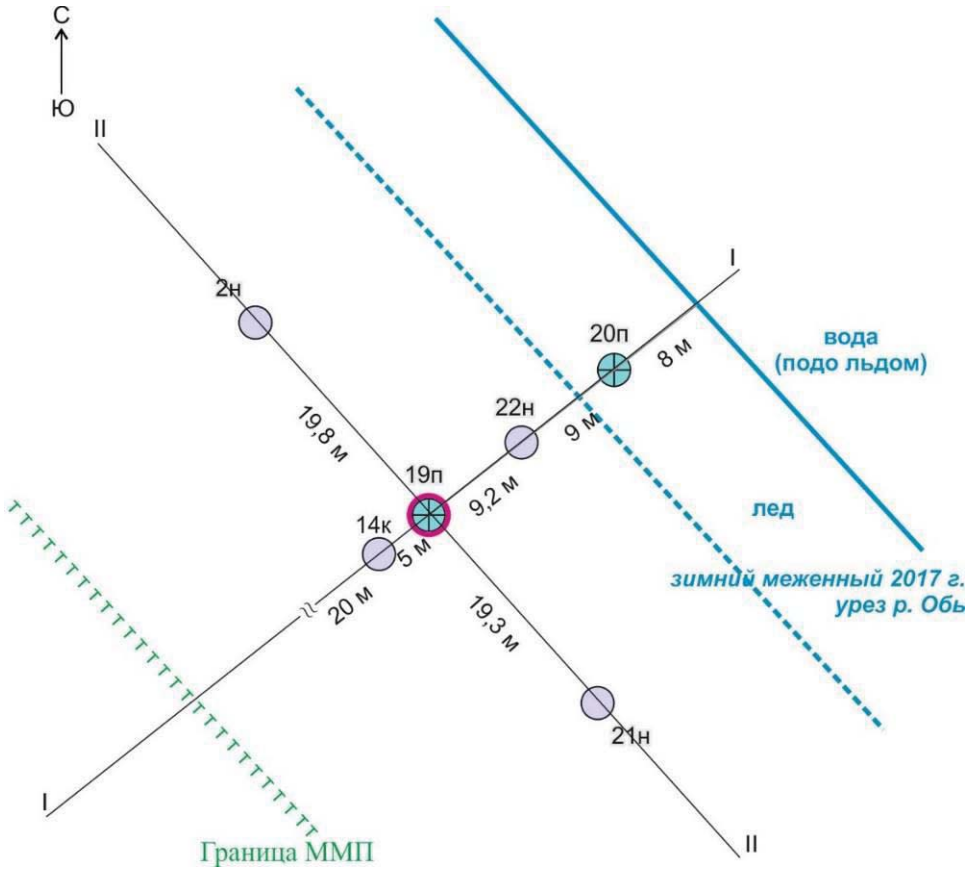


Рис. 1. Схема расположения скважин на участке «Пойма»

Результаты опытно-фильтрационных работ представлены на графике комбинированного прослеживания (рис. 2). По графику заметно, что в конце откачки уровни выполаживаются и начинается стационарный режим фильтрации. В скважине № 20п в конце этапа снижения наблюдается небольшое повышение уровня, предположительно связано с повышением уровня в р. Обь. На графике комбинированного прослеживания (см. рис. 2) можно выделить несколько линейных участков. На первый линейный участок попадают опытные точки наблюдательных скважин 20н, 22н и 21н, за исключением данных по скважине № 21н. По графику видно (см. рис. 2), что скважина № 21н реагирует с задержкой, что может быть обусловлено техническими причинами, особенностями бурения и т. д, а также природными факторами, например, большей величиной емкости водовмещающих отложений. Углы наклона прямых равны, следовательно, одинаковые фильтрационные свойства водовмещающих отложений.

На примере графика временного прослеживания понижения по скважине № 2н проанализировано влияние гидрогеологических факторов, так как на графике понижений по данной скважине их действие наиболее четко

проявлено. По характеру развития понижения от логарифма времени выделяется 6 участков (рис. 3).

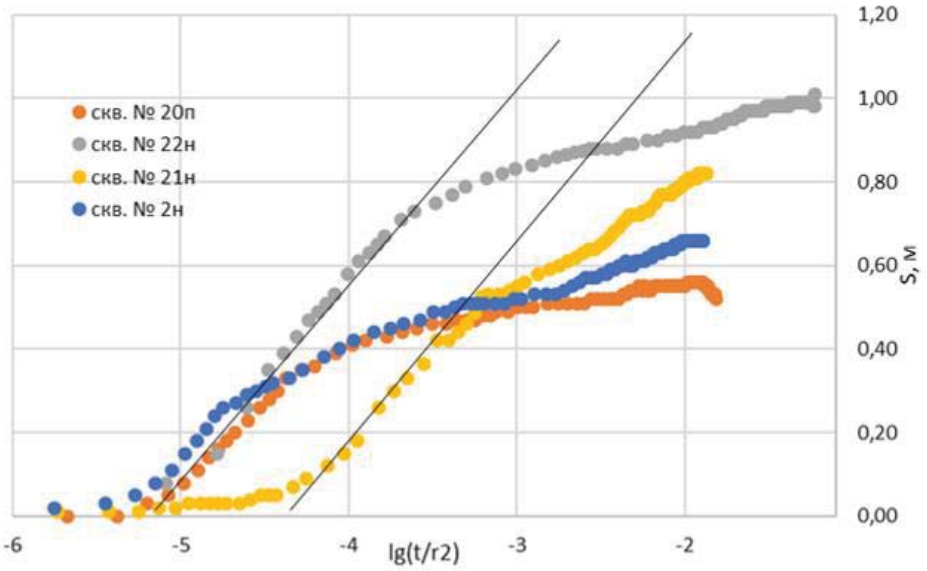


Рис. 2. График комбинированного прослеживания понижения уровня

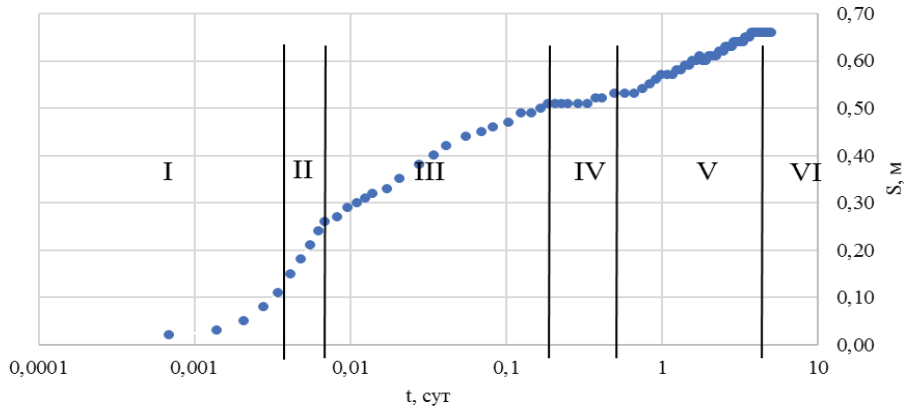


Рис. 3. График временного прослеживания понижения по скважине № 2н

Участок I (нестационарный режим фильтрации) сменяется двумя прямолинейными участками II и III, характеризующимися разными углами наклона. Меньший угол наклона графика на участке III говорит об увеличение проводимости или начале влияния питающих граничных условий. Участок IV – характеризуется «ложным» стационаром, предположительно проявленным за счет перехода упругого режима фильтрации в гравитационный. Участок V аналогичен участку III, также аппроксимируется прямой линией, угол наклона идентичен участку III. Последний участок VI характеризуется стационарным режимом фильтрации.

На имитационной модели, где был задан сверху сезонно мерзлый слой, за счет которого водоносный горизонт является напорным, произведен анализ

участка IV, характеризующийся «ложным» стационаром. Промоделировано снижение и восстановление подземных вод напорно-безнапорного водоносного горизонта в условиях смены режима фильтрации. Модельные графики (рис. 4, *а*) получились похожими на опытные (рис. 4, *б*).

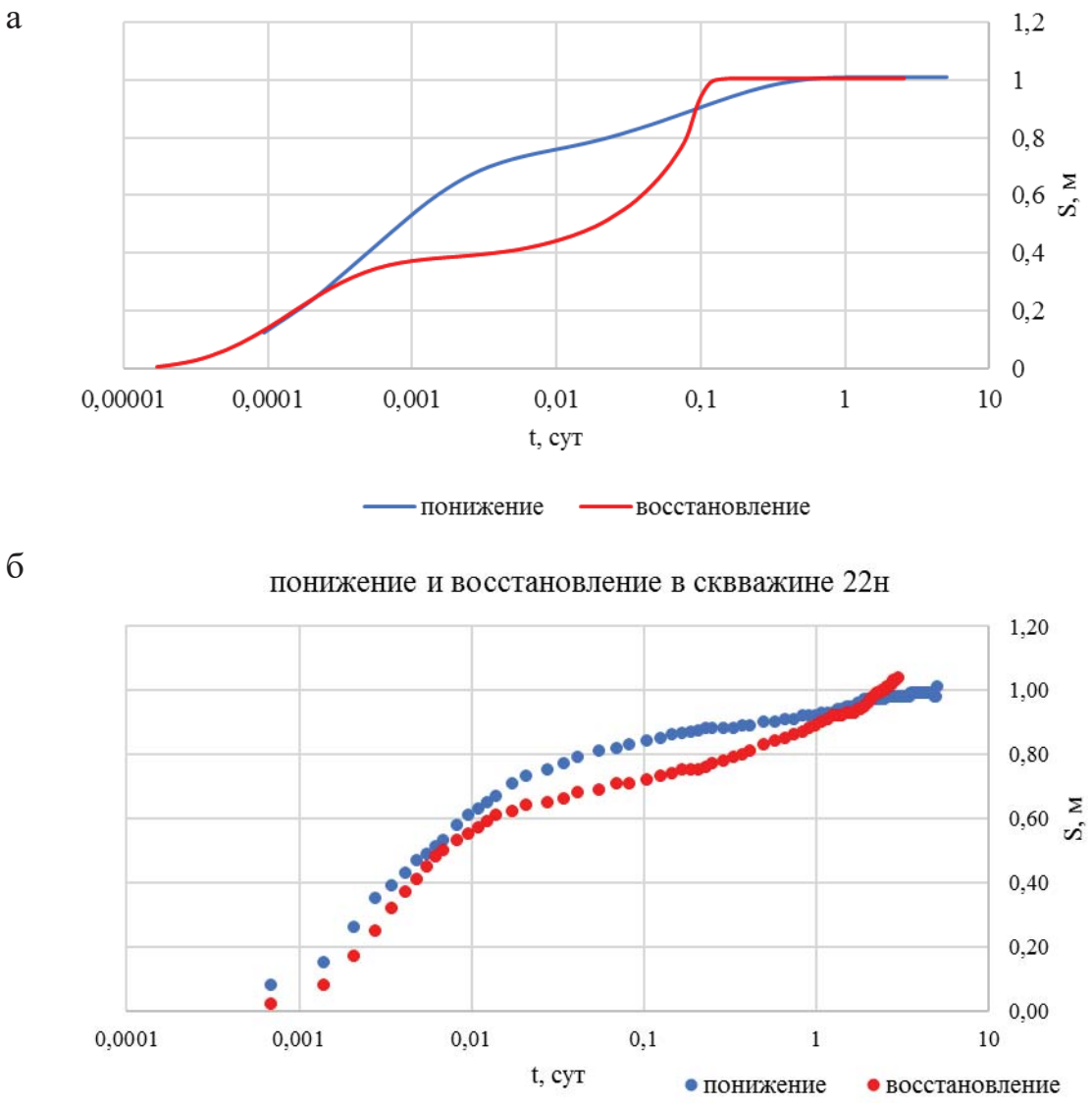


Рис. 4. График прослеживания понижения и восстановления в скважине 22н (а – на модели, б – опытные кривые)

Упругая емкость песков намного меньше, чем гравитационная, поэтому при наложении линии восстановления на линии снижения проявляется петля Гистерезиса, так как восстановление начинается с гравитационной емкости, а снижение с упругой емкости пород [2].

Обработка начального этапа снижения до влияния границ производилась в программе ANSDIMAT методом «эталонной» кривой, так как этап квацистационарного режима получился очень короткий. Полученные данные представлены в таблице. Параметры центральной скважины не определялись в

связи с скин-эффектом. За первую минуту откачки понижение в центральной скважине составило 52% (4,77 м) от общего числа (9,2 м), что свидетельствует о сильной кольматации прискважинной зоны.

Полученная величина проводимости водоносного горизонта изменяется в диапазоне от 27 до 71 м2/сут (табл.). Мощность водовмещающих пород не выдержана по разрезу и находится в диапазоне от 12 до 17,5 м. Рассчитанный коэффициент фильтрации на всем участке изменяется в малом диапазоне от 2,3 до 2,9 м/сут, то есть может быть принят 3 м/сут, кроме результатов в скважине № 21н, где k = 6 м/сут, что может быть объяснено генезисом отложений, фильтр скважины расположен в интервале с включениями гальки и редких валунов, что существенно влияет на параметры.

Таблица

Параметры водоносного горизонта, полученные при обработке методом «эталонной кривой»

№ скв.	Проводимость, $м^2$/сут	Пьезопроводность, м	Мощность водоносного горизонта, м	Коэффициент фильтрации, м/сут
20п	27	25000	12	2,3
22н	35	36000	14	2,5
21н	71	24700	12	5,9
2н	50	55000	17,5	2,9

Для подтверждения полученных результатов было проведено эпигнозное моделирование хода снижения и восстановления откачки. Моделирование хода откачки предполагает нестационарный режим фильтрации. Грунтовый водоносный горизонт является слабонапорным, во время откачки происходит переход из упругого в гравитационный режим фильтрации, поэтому режим фильтрации напорно-безнапорный.

В модель были заданы геофильтрационные и емкостные параметры. Геофильтрационные параметры были взяты после графо-аналитической обработки и проинтерполированы по всему участку, при калибрации коэффициент фильтрации не изменялся. Коэффициент верхнего слоя от поверхности был задан 6 м/сут, а коэффициент фильтрации нижнего слоя задан 3 м/сут.

При калибрации подбирались емкостные параметры водоносного горизонта (упругая и гравитационная водоотдача). Полученные значения водоотдачи следующие: в более молодых отложениях упругая водоотдача составила 0,00001, а гравитационная 0,1, в нижнем слое – упругая водоотдача 0,0001, а гравитационная 0,05.

Модельные кривые отражают характер опытных кривых, но на модельных графиках слабо выражен участок «ложного» стационара, что требует дальнейшего уточнения.

Список литературы

1. Боревский Б.В., Самсонов Б.Г., Язвин Л.С. Методика определения параметров водоносных горизонтов по данным откачек. М.: Недра, 1973. 304 с.
2. Filimonova E., Chiganov I. Analysis of pumping test data under different condition // 5th Slovenian Geological Congress: book of abstracts. Lubljana: Geoloski zavod Slovenije, 2018. P. 103–104.