

Рис. Общая схема оценки дренированности центральной части территории г.Томска

Литература

1. Покровский В.Д. Построение карты дренированности для оценки степени потенциальной подтопляемости территории г.Томска / Проблемы геологии и освоения недр: Труды XVII Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых. – Томск, 2013. –Т.1. – С. 463–464.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ПОДСЧЕТЕ ЗАПАСОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД НА ВОДОЗАБОРЕ ПУНКТА СБОРА И НАЛИВА НЕФТИ «СТОЛБОВОЕ» (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)

М.С. Рунова

Научный руководитель доцент К.И. Кузеванов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Комплекс геологоразведочных работ по изучению гидрогеологических условий на водозаборе пункта сбора и налива нефти «Столбовое» выполнен сотрудниками ОАО «ТОМСКГЕОМОНИТОРИНГ» в 2013 г. в качестве основного метода подсчёта запасов подземных вод использовано гидродинамическое моделирование в среде программного комплекса **GMS (Groundwater Modeling System)**. На практике исследование гидрогеологических условий на участках водозаборов малой производительности сталкивается с проблемой острого дефицита фактического материала для схематизации природных условий из-за ограниченного количества гидрогеологических скважин. Часто кроме эксплуатационных скважин другие источники первичной информации полностью отсутствуют. В этих условиях возрастает роль численного моделирования для выбора наиболее оптимального варианта схематизации гидрогеологического разреза и определения характера граничных условий области фильтрации. Нами сделана попытка оценить чувствительность численной модели в рамках неопределённости фильтрационных параметров в области влияния водозаборных скважин.

Участок работ располагается в центральной части Западно-Сибирской низменной равнины на территории Столбового месторождения в северо-западной части Каргасокского района Томской области. В гидрогеологическом отношении изучаемая территория относится к Иртыш-Обскому бассейну подземных вод структуры второго порядка, входящему в Западно-Сибирский артезианский бассейн первого порядка.

Вскрытый разрез, представляющий практический интерес, ограничен отложениями палеогеновой системы, которые являются перспективными для целей добычи подземных вод питьевого качества. Эти отложения имеют повсеместное распространение в районе работ. Верхняя часть верхнего гидрогеологического этажа до пород тавдинской свиты служит региональным водоупором на описываемой территории и разделяет пресные и соленые подземные воды. Водоносные отложения представлены неравномерным переслаиванием глинистых, преимущественно, тонкозернистых песков и плотных глин. Мощность тех и других литологических разностей изменяется в широком диапазоне.

Данные о фильтрационных параметрах получены при проведении опытных работ в эксплуатационной и резервной скважинах. Работы заключались в наблюдениях за понижением уровня подземных вод при возмущении водозаборной скважины и восстановлением уровня подземных вод после отключения насосного оборудования. До включения насосного оборудования статический уровень подземных вод в скважинах был близким 3,90 м и 3,93 м. В результате обработки данных опробования получены усредненные гидрогеологические параметры: коэффициент водопроницаемости – 108 м²/сут, коэффициент пьезопроводности – $1,0 \times 10^5$ м²/сут.

Прогноз работы водозабора выполнен с применением геофильтрационного моделирования с учетом проектного дебита. При этом дебит считался постоянным на расчетный момент времени 10 000 сут. Величина полного прогнозного понижения уровня по эксплуатационной скважине на водозаборном участке УПН «Столбовое» составила 2,1 м. В том числе за счет взаимодействия с соседними водозаборами срезка уровня не превысила 0,6 м. Полное понижение уровня подземных вод, полученное в процессе геофильтрационного моделирования, значительно меньше допустимого, что свидетельствует о достаточной обеспеченности запасами подземных вод, необходимых для удовлетворения заявленной потребности.

Категоризация запасов подземных вод проведена в соответствии с требованиями Классификации запасов и прогнозных ресурсов питьевых, технических и минеральных подземных вод [Классификация... 2007]. Запасы подземных вод подсчитаны на участке недр с действующим водозабором.

Для оценки чувствительности численной модели нами использован программный комплекс **PMWIN (Processing Modflow)** и сохранены ограничения, принятые при разработке оригинальной численной модели (**GMS**):

изолированный напорный водоносный горизонт, состоящий из двух водоносных и одного слабопроницаемого слоя, неограниченный по площади, изолированный сверху и снизу;

расчетный срок эксплуатации – 10 000 суток;

допустимое понижение не превышает величины напора над кровлей водоносного комплекса ~72,1 м;

водозаборные скважины работают с постоянным дебитом в течение всего срока эксплуатации;

проектный дебит соответствует заявленной потребности.

Для оценки чувствительности модели к изменению фильтрационных и емкостных параметров была проведена оценка величины погрешности модельных и наблюдаемых значений уровня по среднему отклонению и квадратному корню из среднего квадратичного отклонения. Достаточно хорошая сходимость модельных и наблюдаемых значений уровня подтверждает принятые после калибрации фильтрационные и емкостные параметры.

Обработка результатов численного моделирования в многовариантной постановке позволяет сделать несколько важных особенностей, которые должны учитываться при постановке и решении исследовательских задач с использованием моделирования для малых водозаборов.

Выводы:

1. Модель одиночного водозабора малой производительности на равномерной конечно-разностной сетке с размерами показывает, что понижение в расчетном блоке с водозаборной скважиной в несколько раз меньше реального изменения уровня подземных вод.

2. Различие реального и модельного понижения связано с особенностями сеточного решения, в результате которого рассчитывается прогнозируемое понижение в расчетном блоке, а не в скважине.

3. Для приведения в соответствие результатов численного решения и реальных понижений в эксплуатационной скважине на практике используется 2 способа:

3.1. Применение аналитических расчетных формул дополнительного гидравлического сопротивления эксплуатационной скважины:

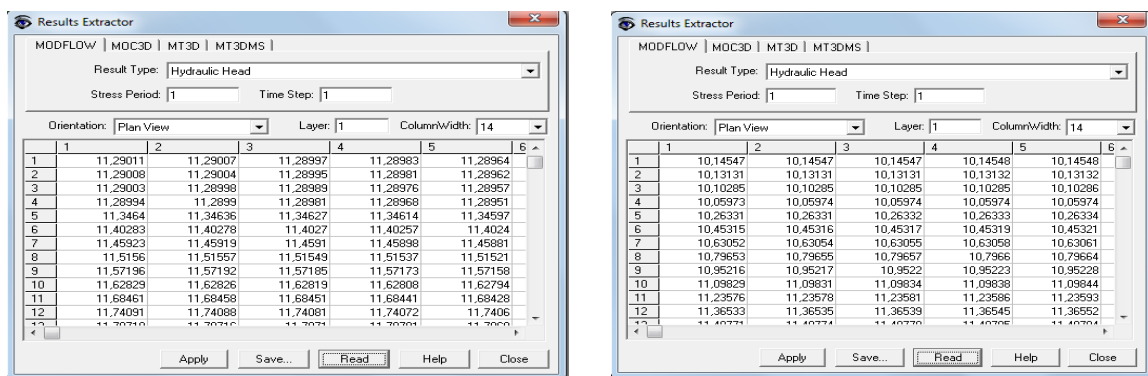
3.2. Уменьшение размеров расчетного блока для искусственного создания дополнительного фильтрационного сопротивления эксплуатационной скважины.

4. Наличие наблюдательных скважин, в которых нет гидравлического скачка уровня в значительной степени облегчает калибрацию модели путем приведения расчетных значений напоров в соответствие с реальными замерами в скважинах.

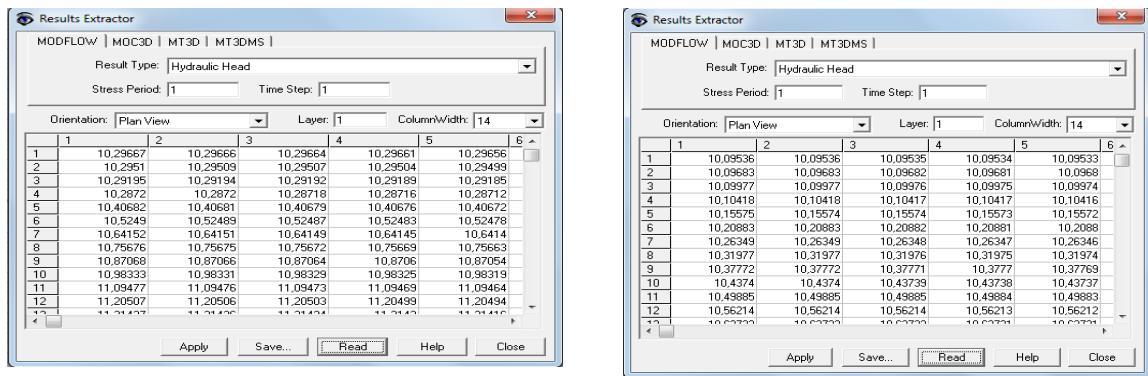
5. Результаты оценки чувствительности численной модели к пространственному изменению фильтрационных параметров показали, что при изменении коэффициента фильтрации, понижение меняется незначительно (рис. 1), а изменение величины упругой водоотдачи практически не сказывается на величине расчетного понижения.

6. Наиболее тесная зависимость расчетного понижения уровня установлена с величиной гидравлического сопротивления скважины, которая требует самостоятельного обоснования и не может быть выполнена корректно без привлечения данных по наблюдательным скважинам.

7. Материалы численного моделирования работы одиночного водозабора показывают, что без привлечения данных режимных гидродинамических наблюдений эффективность компьютерного моделирования резко снижается и не дает заметных преимуществ перед традиционными гидродинамическими расчетами.



а) б)
 Рис. 1. Расчетное значение напоров при условно высоких (а) и при условно низких значениях коэффициента фильтрации, отличающихся на один математический порядок



а) б)
 Рис. 2. Расчетное значение напоров при условно высоких (а) и при условно низких значениях упругой водоотдачи, отличающихся на один математический порядок

График оценки чувствительности численной модели к пространственной изменчивости коэффициента фильтрации

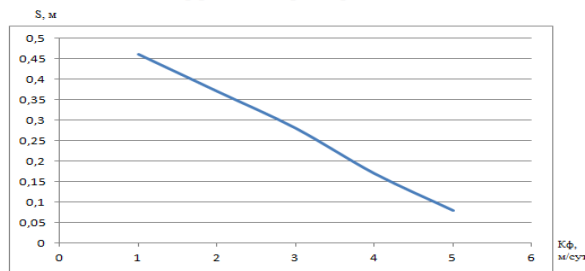
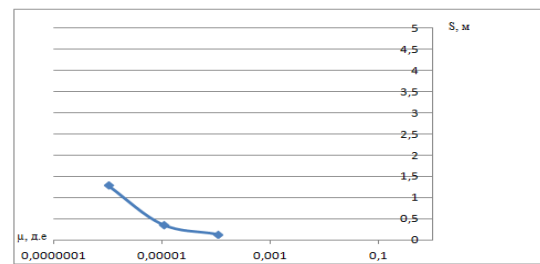


График оценки чувствительности численной модели к пространственной изменчивости коэффициента упругой водоотдачи



Таким образом, стремление использовать современные вычислительные технологии в работах по подсчету запасов должно быть обеспечено информационно, до начала постановки работ по подсчету запасов подземных вод. Для одиночных водозаборов крайне желательно иметь данные по наблюдательным скважинам. Автор благодарит руководство ОАО «Томскгеомониторинг» за предоставленную возможность использовать в работе материалы полевых исследований.