

К МЕТОДИКЕ ОЦЕНКИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЗАПАСОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ПРЕДГОРНЫХ РАВНИН АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Ю.Г.Исрафилов

*Институт геологии НАН Азербайджана
AZ1143, Баку, просп. Г.Джавида, 29А*

В условиях интенсивной водохозяйственной деятельности за основу расчетной схемы оценки эксплуатационных запасов пресных подземных вод принимается вся гидросфера, принципиальной особенностью которой является взаимосвязь всех природных вод. Вместе с тем математической моделью данной системы является уравнение общего водного баланса в естественных условиях и водохозяйственного баланса в условиях антропогенного воздействия. В статье обосновывается последовательность решения задач, особенности предварительной группировки источников, формирующих ресурсы пресных подземных вод, а также алгоритм их количественной оценки.

Объектом исследований являются месторождения инфильтрационных пластово-поровых пресных подземных вод (ППВ) предгорных равнин республики (Гусарское, Ганых-Айричайское, Ширванское, Гянджинское, Гарабагское, Мильское, Джебраильское, Муганское, Талышское и Нахчыванское). Они интенсивно эксплуатировались в период 1960-1990 гг. подавляющей частью при орошении сельхозкультур (порядка 85-90% от общей добычи) и частично для хозяйственно-питьевого водоснабжения. Региональные прогнозные эксплуатационные запасы месторождений ППВ утверждены в Государственном Комитете по запасам бывшего СССР или Территориальном Комитете по запасам Азербайджанской Республики 25-35 лет тому назад. Оценивались они методом аналитических расчетов производительности абстрактных водозаборов (скважин), сначала равномерно распределенных по площади и работающих в круговых пластах с непроницаемыми границами, затем водозаборов линейного ряда скважин, работающих в полуограниченном пласте с двумя границами: непроницаемой границей с коренными породами (постоянным нулевым расходом) и региональными дренами (постоянным напором) и, что важно отметить, в режиме равномерного водоотбора (по формулам Н.Н. Биндемана, Ф.М. Боचेвера и др.) (Боचेвер, 1967; Биндеман, Язвин, 1970; Листенгартен, 1983). Однако фактический режим добычи подземных вод по всем месторожде-

ниям ППВ резко отличался от расчетного режима. Так, 85% добываемых вод использовалось в орошении сельхозкультур с “ударными” объемами отбора подземных вод в вегетационный период (порядка 70% от объема годовой добычи), что не позволяет считать утвержденные эксплуатационные запасы достоверными, т.к. они должны были оцениваться по математическим зависимостям, учитывающим режим неравномерного водоотбора. Подтверждением этому является тот факт, что по отдельным месторождениям ППВ общий объем годовой добычи превышал их утвержденные эксплуатационные запасы по Гарабагскому и Мильскому месторождениям в 3 раза, а по Джебраильскому – более чем в 2 раза, однако признаков истощения подземных вод здесь не наблюдалось. В условиях техногенеза при расчетах эксплуатационных ресурсов подземных вод важным является учет гидравлической взаимосвязи подземных и поверхностных вод, оценки эффективности отбора подземных вод с учетом допустимых изменений в окружающей среде, которые неизбежны при добыче, иными словами, с учетом экономически оправданного ущерба окружающей среде.

Учитывая вышеизложенное, а также современную степень изученности и просроченность так называемого “срока годности” (исходя из расчетного временного параметра $t=10000$ суток или 27,5 лет), можно констатировать, что в настоящее время возникла необходимость пе-

реоценки эксплуатационных запасов по всем месторождениям ППВ республики.

Существующие методики оценки эксплуатационных запасов ППВ не позволяют учитывать последствия их добычи на гидросферу и, как следствие, на экологию среды.

Известно, что интенсивная водохозяйственная деятельность резко отражается на всей гидросфере и на подземных водах инфильтрационного генезиса в частности. С учетом гидравлической взаимосвязи между водоносными горизонтами и поверхностным стоком вся гидродинамическая система подземных вод подвергается интенсивному антропогенному воздействию как в пространстве, так и во времени, и, как следствие, трансформируется вся структура ресурсов ППВ.

Рациональная эксплуатация подземных вод возможна только при условии учета ограничений, гарантирующих сохранение их количественных и качественных параметров, а также охрану среды.

За основу расчетной схемы необходимо принять всю гидросферу в условиях реализации водохозяйственных мероприятий. Мощность расчетной гидросферы по отдельным месторождениям варьирует от 500 до 1500 метров. Специфика реакции гидросферы на воздействие, характеризующаяся тесной обратной связью, требует отдать приоритет нормативному прогнозу модели природоохранной деятельности. Такого рода оценка должна опираться на анализ процесса, отражающего принципиальную особенность гидросферы, а именно: взаимосвязь природных вод, математической моделью которой является уравнение водного баланса, а в условиях антропогенного воздействия на гидросферу – водохозяйственного баланса (ВХБ). В условиях дефицита общих водных ресурсов важным фактором выбора данного метода является возможность управления состоянием ресурсов ППВ по дефициту ВХБ, так как данные уравнения служат обоснованием выбора соответствующих мероприятий, направленных на ликвидацию дефицита. При этом результат взаимодействия поверхностных и подземных векторов природного стока исследуемой гидросферы учитывается в виде ущерба поверхностному стоку при эксплуатации подземных вод и дает возможность реализовать управление водными ресурсами гидросферы в целом.

Констатируем также, что за рациональный водоотбор в условиях дефицита водных ресурсов следует считать только тот объем вод, который можно получить при учете конкретных фильтрационных свойств отложений, а отбор их не приведет к нежелательному нарушению окружающей среды. Следовательно, величина эксплуатационных ресурсов подземных вод определяется гидрогеологическими условиями территории, техническими средствами отбора воды и величиной допустимых и экономически оправданных изменений в окружающей среде, неизбежных при добыче ППВ. При этом расчетный срок выявленных ресурсов не имеет предела в связи с возможностью их управления.

Водохозяйственно-балансовый подход при оценке ресурсов и прогноза гидрогеологических условий ППВ наиболее полно приведен в работе (Нечевея и др., 1987), в которой обоснована схема последовательных задач по выявлению структуры ресурсов подземных вод. Основываясь на данной схеме, выделим последовательность решения задач:

I этап:

- выделение балансовых участков для совместной оценки ВХБ поверхностных и подземных вод;

- выделение водных ресурсов, для которых недопустимо или допустимо в ограниченных пределах нарушение сложившегося баланса воды;

II этап:

- задание этих пределов;

- составление уравнения ВХБ (определение его приходных и расходных составляющих).

III этап:

- количественная оценка составляющих уравнений ВХБ;

- прогноз последствий изъятия водных ресурсов.

IV этап:

- математическое моделирование абстрактных водозаборов подземных вод с учетом выявленных ограничений.

Источники формирования эксплуатационных запасов ППВ предварительно группируются следующим образом. В группу А помещаются источники, имеющие гидравлическую связь с эксплуатируемой водонасыщенной толщей, которые в свою очередь

подразделяются на:

Q_{A1} - подземные воды, поступающие в пределы балансовых участков сбоку;

Q_{A2} - подземные воды, перетекающие в пределы балансовых участков из горных областей;

Q_{A3} - поверхностные воды рек, озер, водохранилищ и т.п.

В группу В входят источники, имеющие инфильтрационную связь с эксплуатируемой водонасыщенной толщей. Здесь выделим:

Q_{B1} - поверхностные воды рек, водохранилищ, каналов и т.п.;

Q_{B2} - атмосферные осадки (метеорные воды).

В группу С помещается объем подземных вод, обеспеченный сработкой емкостных запасов исследуемой водоносной толщи с условием одноразового использования, т.е. без их восполнения.

Тогда базовое уравнение ВХБ записывается так:

$$Q_{\text{расч}} = Q_{\text{пр}} - Q_{\text{огр}} \quad (1)$$

$$Q_{\text{экс}} = Q_A + Q_B + Q_C \quad (2)$$

где: $Q_{\text{пр}}$ – количество воды, реально существующее в пределах расчетного участка; $Q_{\text{экс}}$ – эксплуатационные запасы подземных вод; $Q_{\text{огр}}$ – количество воды, которое необходимо оставить из соображений экологического, санитарного, производственного характера; Q_A и Q_B – части эксплуатационных запасов, обеспеченные привлечением ресурсов источников групп А и В соответственно; Q_C – расход воды, обеспеченный сработкой емкостных запасов (без восполнения) подземных вод.

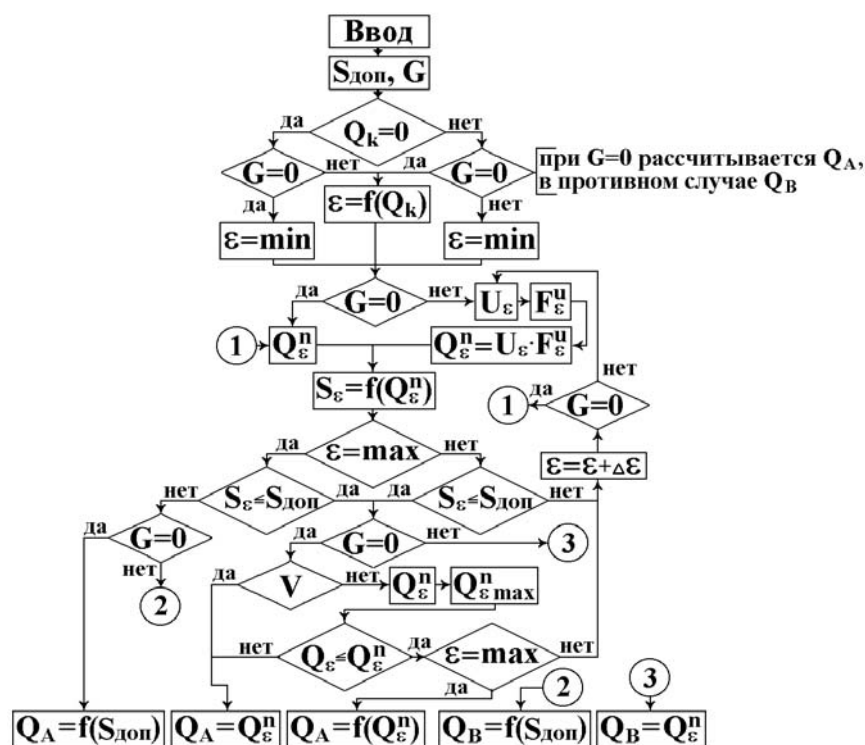
В процессе постоянной эксплуатации подземных вод емкостные запасы после их сработки не восполняются и не участвуют в дальнейшем формировании сложившихся эксплуатационных запасов ППВ. Поэтому в нашей расчетной схеме мы ими пренебрегаем, что увеличивает обеспеченность эксплуатационных запасов.

Величины Q_A и Q_B представляют собой дебиты водозаборных систем, привлекающих максимально возможное количество воды из источников данных групп. В связи с четкой ориентацией на водоисточник разработан унифицированный алгоритм оценки этих величин, параметры которых приведены на ри-

сунке. Данный унифицированный алгоритм практически представляет собой многовариантный прогноз, направленный на выбор структуры запасов, обеспечивающий отбор максимально возможного или требуемого количества подземных вод при допустимом нарушении водного баланса территории.

Вместе с тем определение данных величин должно сопровождаться оценкой последствий изъятия воды из источников восполнения и решением вопроса об их оптимальном количестве, которое может быть привлечено к формированию эксплуатационных запасов. С этой целью на заключительном этапе методом математического моделирования определяются оптимальные эксплуатационные параметры абстрактных водозаборов, суммарная производительность которых составляет эксплуатационные ресурсы исследуемой водоносной толщи. На базе карт водопроводимости, глубин залегания, гидроизогипс, гидроизопьез, химического состава грунтовых и напорных водоносных горизонтов, гидрологических параметров поверхностного стока и других материалов определяются оптимальные участки и схемы (линейные или площадные) заложения расчетных водозаборов. При моделировании должны быть учтены ограничения ($Q_{\text{огр}}$), предусмотренные в базовом уравнении ВХБ (1), связанные с охраной количественных и качественных параметров эксплуатационных запасов подземных вод и окружающей среды. Этими ограничениями могут быть: минимизация ущерба поверхностному стоку от эксплуатации подземных вод; предотвращение подсоса к водозаборами линз минерализованных вод; ограничение допустимых понижений в связи с требованиями охраны среды и многие другие.

Математическому моделированию геофильтрации посвящено множество работ. Адаптации имеющихся методик и программ к гидрогеологическим условиям республики осуществлены автором и приведены в отдельной статье (Исрафилов, 2000). Оптимальным является создание постоянно-действующих математических моделей геофильтрации всех месторождений пластово-поровых вод предгорных равнин республики, позволяющие решать любые прямые, обратные и прогнозные гидрогеологические задачи на базе математической программы “MODFLOW”.

Алгоритм оценок Q_A и Q_B

Q_A - составляющая эксплуатационных запасов подземных вод, обеспеченная источниками восполнения группы А; Q_B - составляющая эксплуатационных запасов подземных вод, обеспеченная источниками восполнения группы В; $S_{доп}$ - допустимое понижение уровня водоносного горизонта; ε - набор значений вероятности превышения, %; $\Delta\varepsilon$ - шаг при переборе значений ε_n ; Q_k - расход воды в источниках группы А и В, обязательное наличие которого обусловлено ограничениями экономического и природоохранного характера; Q_ε^n - среднегодовой расход воды в источнике восполнения вероятностного превышения ε ; S_ε - понижение уровня в эксплуатируемом водоносном горизонте при изъятии расхода Q_ε^n ; $Q_{\varepsilon max}^n$ - максимальный среднесуточный расход воды в источнике восполнения с вероятностью превышения ε ; Q_ε - расход воды, который могут пропустить отложения на контакте водоносного горизонта и источника восполнения; U_ε - интенсивность поступления воды из источников группы В в эксплуатируемый горизонт в пределах площади F_ε^u ; V - тип источника питания группы А (Q_{A1} , Q_{A2} , Q_{A3}).

Приведенная выше схема последовательных задач дает возможность оценить все естественные и антропогенные факторы, трансформирующие структуру ресурсов подземных вод, прогнозировать реакцию подземной гидросферы на воздействие и управлять водными ресурсами гидросферы в целом.

ЛИТЕРАТУРА

- БИНДЕМАН, Н.Н., ЯЗВИН, Л.С. 1970. Оценка эксплуатационных запасов подземных вод. Недра. Москва. 214.
 БОЧЕВЕР, Ф.М., 1967. Оценка эксплуатационных запасов и расчеты водозаборов подземных вод в конусах выноса предгорных областей. В сб.: *Вопросы опре-*

деления гидрогеологических параметров и расчеты эксплуатационных запасов подземных вод. 1. ВСЕГИНГЕО. Москва. 47-53.

- ИСРАФИЛОВ, Ю.Г. 2000. Принципы построения математической модели геофильтрации месторождений пресных подземных вод республики. В кн.: *Труды АзНИИ Водных Проблем.* Баку. 45-52.

- ЛИСТЕНГАРТЕН, В.А. 1983. Закономерности формирования, особенности методики оценки ресурсов и перспективы использования маломинерализованных подземных вод равнин Азербайджанской ССР. Элм. Баку. 272.

- НЕЧЕВЕРЯ, И.К., ЗЕЛЕНЦОВА, Н.И., ПОМЕРАНЦЕВА, Л.Г. и др. 1987. Прогноз изменения гидрогеологических условий под влиянием водохозяйственных мероприятий. Недра. Москва. 205.

Рецензент: д.г.-м.н. А.К.Алимов