

Благодаря хорошим фильтрационным свойствам песчано-галечниковых отложений континентального происхождения, которыми сложены бассейны рек и обусловленному этим активному водообмену, создаются условия для питания подземных вод глубоких водоносных горизонтов за счет поверхностных вод. Основной зоной взаимодействия подземных и поверхностных вод является зона активного водообмена – верхняя гидродинамическая зона, сложенная песчано-гравелистыми отложениями третичного и четвертичного периода. Подземные воды этой зоны – это грунтовые и слабонапорные.

Грунтовые воды распространены по всей рассматриваемой территории и приурочены к дельтам Терека и Сулака и долинам предгорных рек. В долинах рек и других естественных понижениях рельефа наблюдаются многочисленные выходы пресных вод в виде родников, которые питаются поверхностными водами.

Водообильными являются конуса выноса предгорных рек, сложенные песками и галечниками. Глубина залегания зеркала грунтовых вод чаще всего составляет 2-3 м. Воды пресные, дебиты незначительны – менее 1 л/сек. Густая речная сеть, пересеченность рельефа, высокие фильтрационные свойства древнеаллювиальных отложений, которыми сложены речные долины на рассматриваемой территории, способствуют активному водообмену подземных и поверхностных вод.

Таким образом, подземные воды вместе с подрусловым потоком рек образуют единый резервуар пресных вод.

Артезианские скважины, эксплуатирующие древнекаспийские и апшеронские водоносные горизонты, в подавляющем большинстве самоизливающиеся со средними дебитами 2-5 л/сек. Значения коэффициентов фильтрации, гидравлических уклонов в зоне активного водообмена максимальные, соответственно велики и скорости движения подземных вод. Это также обусловлено постоянной подпиткой подземных вод за счет поверхностных.

Литература

1. Гюль К.К., Власова С.В., Кисин И.М., Тертеров А.А. Физическая география Дагестанской АССР. – Махачкала: Дагестанское книжное изд-во, 1959.
2. Курбанов М.К., Шейхов Ю.Г. Некоторые особенности режима напорных вод плиоценовых и четвертичных отложений Северо-Дагестанской равнины. // Тез. Докл. конф-и молодых ученых Дагестана. – Махачкала: Изд-во Дагфилиала АН СССР, 1964.
3. Курбанов М.К. Северо-Дагестанский артезианский бассейн. – Махачкала: Дагиздат, 1969.
4. Акаев Б.А., Атаев З.В., Гаджиев Б.С. и др. Физическая география Дагестана – Махачкала, 1996.

Исследование взаимосвязи поверхностных и подземных вод долины р. Чирагчай с помощью опытных откачек

Ш.Г.Самедов
ИГ ДНЦ РАН

При оценке естественных и эксплуатационных ресурсов подземных вод, приуроченных к речным долинам, а также при разработке мероприятий по охране поверхностных и подземных вод от загрязнения, составлений воднохозяйственных балансов территории и генеральных схем комплексного использования водных ресурсов, одной из основных задач является изучение взаимосвязи поверхностных и подземных вод и определение параметров, количественно характеризующих эту взаимосвязь.

Характер взаимосвязи подземных и поверхностных вод определяется различными факторами. К ним относятся фильтрационные свойства аллювиальных отложений, их неоднородность в плане и разрезе, особенно прирусловой зоне, кольматация русловых отложений и декольматирующая эрозионная деятельность водотока, извилистость русла, степень совершенства его вреза и т.д.

Основными факторами, определяющими режим подземных вод при откачках из водоносных горизонтов, гидравлически связанных с поверхностными водотоками, являются степень сработки естественных запасов подземных вод и масштабы привлечения поверхностного стока.

На режим подземных вод, через определенное время после начала откачек река начинает оказывать гидравлическое влияние, которое выражается вначале в уменьшении темпов падения гидростатического уровня с дальнейшей полной стабилизацией движения.

Время стабилизации определяется гидродинамическими параметрами: пористостью(n), водоотдачей (μ) и водопроницаемостью (km) опробуемого горизонта, расстоянием от скважины до реки (L) и главным образом суммарным сопротивлением ложи реки. Сопротивление русловых отложений может быть охарактеризовано коэффициентом сопротивления заиленного слоя фильтрации (A_0).

Для учета суммарного сопротивления ложа реки используется метод дополнительного сопротивления основанный на увеличении истинного расстояния до уреза реки на ΔL .

Величина ΔL характеризует фильтрационную неоднородность русловых отложений и интерпретируется как отрезок, на который следует сместить линию уреза реки, чтобы связанное с этим удлинением потока дополнительное фильтрационное сопротивление было эквивалентно сопротивлению ложа реки, т.е. русловых отложений.

Дополнительное сопротивление определяется по графикам зависимости $\Delta L = f(k, m, b, A_0)$ (рис.1), [7] или по формуле (1), в котором ΔL связано с параметром A_0 зависимостью:

$$\Delta L = \sqrt{kmA_0} \operatorname{cth} \frac{2b}{\sqrt{kmA_0}} \quad \text{где:} \quad (1)$$

ΔL – дополнительное сопротивление, м.

km – водопроницаемость водоносного горизонта, м²/сут.

A_0 – коэффициент сопротивления заиленного слоя, сут.

$2b$ – ширина реки, м.

Наблюдательные скважины этого куста расположены, учитывая анизотропию фильтрационных свойств, по двум взаимно перпендикулярным лучам: параллельно и перпендикулярно к реке.

Для изучения гидрогеологических условий, а также с целью изучения взаимосвязи поверхностных и подземных вод в долине реки Чирагчай, в непосредственной близости к реке был оборудован опытный куст скважин 1 ц, а, б, в, г, д. (рис. 2), [8].

Каждый луч состоял из двух наблюдательных скважин, и еще одна наблюдательная скважина пробурена в направлении коренного берега на расстоянии 47м, равном расстоянию между центральной скважиной и урезом реки.

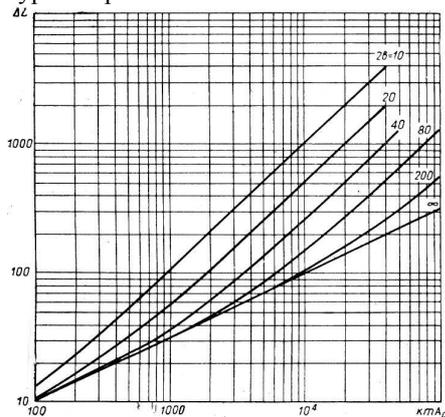


Рис.1 График зависимости $\Delta L = f(k, m, b, A_0)$

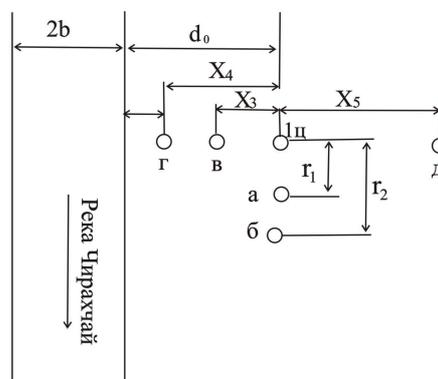


Рис.2 Схема опытного куста вблизи реки

Для уменьшения влияния несовершенства скважина 1г. расположена относительно опытной скважины на расстоянии, превышающем 0,7 мощности водоносного горизонта ($m = 30,0\text{м}$), т.е. $r_1 = 24,0\text{м} > 0,7m$.

Величина ΔL определялся с помощью опытных откачек. Определив коэффициент фильтрации (k) по скважинам а и б, находим значение величины ΔL по формуле: [7]

$$\Delta L = \frac{1}{2} \left[(d_0 - x_r) e^{\frac{\pi \cdot k \cdot S(2H - Sr)}{Q}} - (d_0 + Xr) \right], \text{ м} \quad (2)$$

$$\text{где: } K = \frac{Q \ln \frac{Z_6}{Z_a}}{\pi \cdot S_a(2H - Sa) - \pi \cdot S_b(2H - S_b)} \text{ з, м/сут} \quad (3)$$

$$K = \frac{691,2 \cdot \ln \frac{14}{11}}{3,14 \cdot 0,81(2 \cdot 12,33 - 0,81) - 3,14 \cdot 0,52(2 \cdot 12,33 - 0,52)} = 7,81 \text{ м/сут};$$

$$km = 7,81 \cdot 29,7 = 232 \text{ м}^2/\text{сут.}$$

где: km – коэффициент водопроницаемости, м²/сут.

k – коэффициент фильтрации, м/сут.

m – мощность водоносного горизонта, м

$$\Delta L = \frac{1}{2} \left[(47 - 5,5) \cdot e^{\frac{3,14 \cdot 7,81 \cdot 1,94(2 \cdot 12,33 - 0,24)}{691,2}} - (47 + 5,5) \right] = \frac{1}{2} [41,5 e^{1,68} - 52,5] = 85 \text{ м}$$

При известных величинах ΔL и km , коэффициент сопротивления русловых отложений A_0 и коэффициент перетекания A определяются по графикам зависимости $\Delta L = A(k, m, b, A_0)$ (рис. 1)

$$km \cdot A_0 = 750; A_0 = \frac{750}{232} = 3,2 \text{ сут}$$

Крайне ориентировочные значения A_0 , названный В.М.Григорьевым «коэффициентом сопротивления заиленного слоя фильтрации», следующие: для горных рек – 1-5 суток, для предгорных участков рек – 5-10 суток, для равнинных рек – 10-15 суток и для зарегулированных небольших рек – 20-30 суток. [7].

Коэффициент перетекания, определенный с помощью опытной откачки составил:

$$A = \frac{1}{\sqrt{kmA_0}}; \quad (4)$$

$$A = \frac{1}{\sqrt{232 \cdot 3,2}} = 0,04$$

Полученное значение коэффициента перетекания указывает на то, что связь подземных и поверхностных вод в долине р.Чирагчай является совершенной (связь подземных и поверхностных вод считается совершенной при $A = 0$)

Величина приведенного радиуса влияния ($R_{пр}$) определялся различными способами:

1. при установившемся режиме фильтрации непосредственно на графиках площадного прослеживания ($S - \ell gr$). Величина $R_{пр}$ равна величине точки пересечения осредняющей прямой графика $S - \ell gr$ с абсциссой при $S=0$. $R_{пр} = 32,4$ м.

2. по формуле Дюпюи:

$$\ell gr R_{пр} = \frac{S_1 \cdot \ell gz_2 - S_2 \ell gz_1}{S_1 - S_2} \quad (5)$$

где: S_1 и S_2 – понижение в первой и второй наблюдательных скважинах, м.;

$r_{1(a)}$ и $r_{2(б)}$ – расстояние этих скважин до центральной.

$R_{пр} = 33,1$ м

3. по формуле В.С. Ильина [5]

$$R_{пр} = \frac{S_0(2H - S_0)}{3HJ} \quad (6)$$

где: S_0 – понижение уровня в центральной скважине, м.;

H – мощность безнапорного водоносного горизонта, м.;

J – уклон зеркала грунтовых вод до откачки, м.

$R_{пр} = 35,7$ м

Принятое значение приведенного радиуса влияния составляет 35 м.

Кустовая откачка для определения гидрогеологических параметров проводилась в межень период, так как в это время условия взаимосвязи подземных и поверхностных вод являются наилучшими, что дает определенный «запас надежности» в последующих расчетах.

В процессе эксплуатации инфильтрационных водозаборов ухудшение фильтрационных свойств аллювия в прирусловой зоне как естественное, так и эксплуатационное может привести к тому, что депрессионная поверхность эксплуатируемого горизонта опустится ниже слабопроницаемого экранирующего слоя в русле [2]. В этом случае говорят об «отрыве» уровня дна реки. Этот отрыв может быть частичным, когда уровень опустится ниже подошвы слабопроницаемого слоя только на участке русла, прилегающем к тому берегу, где расположен водозабор, и полным, когда такое опускание уровня ниже подошвы слабопроницаемого слоя имеет место повсюду подруслом.

При отрыве уровня от дна реки, частичном или полном, на участке отрыва река оказывается «подвешенной» и речные воды поступают к подземным только дождеванием.

Суждение о режиме фильтрации нами были сделаны из следующего.

«Отрыв» будет полным, если выполняется соотношение [1,2,3]

$$A_0 \geq \frac{(H_0 - m)4 \cdot b \cdot (d_0 + b)}{k(m^2 - h^2) - 2g_1(d_0 + 2b)} \quad (7)$$

где: q_1 – единичный расход естественного потока подземных вод, дренируемых рекой, на противоположном водозабору берегу.

H_0 – превышение уровня воды в реке над подошвой горизонта, м.;

$h = H - S$ – остаточный столб воды на линии водозабора, м.;

m – мощность водоносного горизонта под руслом реки, м;

$2b$ – ширина русла реки, м.

Подставляя известные значения в соотношение (7), получаем:

$A_0 > 0,74$ сут, т.е происходит полный «отрыв» уровня эксплуатируемого водоносного горизонта от подошвы слабопроницаемого слоя под руслом реки.

Подытоживая изложенное можно сделать следующие выводы: долина р. Чирагчай по гидрологическому режиму и гидрогеологическим условиям относится к группе «А», так как в пределах долины намечаемый к эксплуатации водоносный горизонт имеет непосредственную гидравлическую связь с рекой; формирование ресурсов подземных вод подрусловых отложений долины р.Чирагчай происходит преимущественно на территории самой долины, а основными источниками питания их являются инфильтрация речных вод, атмосферные осадки, подземный сток из коренных пород, инфильтрация воды на полях орошения и подземный приток по долинам, прорезающим коренные породы .

Литература

1. Григорьев В.М. О влиянии заиления речных русел на производительность береговых инфильтрационных водозаборов. М.: «Водоснабжение и сантехника», 1957. №6
2. Григорьев В.М. из опыта эксплуатации инфильтрационных водозаборов. М.:Тр. ВНИИ ВОДГЕО, 1958.
3. Григорьев В.М. Теоретические основы расчета инфильтрационных водозаборов с учетом заиления речных русел. М.: «Водоснабжение и сантехника», 1960. №6
4. Куделин Б.И. Подземный сток и методы его исследований. Сборник статей. М.: «Наука», 1972.
5. Курбанов М.К. Северо-Дагестанский артезианский бассейн. Махачкала, Дагиздат, 1969.
6. Максимов В.М. Справочное руководство гидрогеолога. Издание 3-е, переработанное и дополнительное в 2-х томах. Л.: Недра, 1979.
7. Минкин Е.Л. Взаимосвязь подземных и поверхностных вод и ее значение при решении некоторых гидрогеологических и водохозяйственных задач. М., «Стройиздат», 1973.
8. Самедов Ш.Г. Отчет о предварительной разведке пресных подземных вод для водоснабжения населенных пунктов Магарамкентского и Сулейман-Стальского районов ДАССР в 1989-1991 гг. Махачкала, 1992.

Постоянно действующая гидрогеолого-математическая модель формирования и управления ресурсами и качеством пресных подземных вод Терско-Кумского артезианского бассейна.

М.К. Курбанов¹, С.А. Мамаев¹, Ж.Г. Ибаев^{1,2}

¹ИГ ДНЦ РАН, ²Кавказский светский институт

Решение проблемы охраны окружающей среды привело к расширению природоохранных задач в гидрогеологии и становлению нового геоинформационного направления эколого-гидрогеологических исследований и картографирования.

Прогресс в области компьютерной техники и программных продуктов показал, что в настоящее время сложились реальные возможности перехода к автоматизации решения задач мониторинга в гидрогеологии.

В данной работе нами рассматриваются вопросы, связанные с разработкой гидрогеолого-математической модели формирования и управления ресурсами и качеством пресных подземных вод Терско-Кумского артезианского бассейна (ТКАБ).

ТКАБ это уникальное месторождение пресных подземных вод на Северном Кавказе которое в результате стихийно-бесхозной эксплуатации в течение XX века подвержен крайне негативным и угрожающим последствиям

Поэтому особенно актуальным является задача по оценке и переоценке эксплуатационных запасов подземных вод и в определении максимально возможной величины водоотбора на весь период эксплуатации. При этом прогнозные понижения в скважинах водозабора на расчетный срок не должен превышать допустимых. Для решения данной задачи в первой ее постановке можно воспользоваться методом моделирования.

На первом этапе моделирования необходимо решать так называемую обратную задачу для оценки степени достоверности гидрогеологических данных полученных при разведке месторождения о параметрах водоносного горизонта, условиях питания и разгрузки подземных вод (граничные условия) сущность которой состоит в уточнении расчетных значений коэффициентов проводимости пород и в проверке правильности принятой расчетно-фильтрационной схемы.

Считая наиболее достоверной информацию о положениях уровней подземных вод, дебите водозабора и общей величине меженного и паводкового питания необходимо уточнить параметры пласта, граничных условий, гидрогеологических окон и распределения инфильтрационного питания по площади бассейна.

Граничные условия где происходит равномерное питание бассейна моделируются с помощью условий второго рода $Q_r = q_r \cdot S = \text{const}$ (1)

q_r - поток воды, S – площадь области питания. На границах где водоносные породы граничат с непроницаемыми $q_r = 0$

На гидрогеологических окнах где происходит отток воды из бассейна $Q_o = \frac{H-H_o}{\Phi}$ - граничные условия III – рода.

H – уровень поверхности подземных вод на «окне»

H_o – уровень поверхности порога непроницаемых пород на линии окна; Φ – фильтрационное сопротивление пород в сечении окна.

Уравнение баланса подземных вод на территории бассейна можно представить в следующем виде

$$Q_{\text{сумм}} = Q_o + Q_b + Q_n$$

$Q_{\text{сумм}}$ – суммарное питание на площади бассейна – инфильтрация речных вод и атмосферных осадков

Q_o – расход воды через гидрогеологические окна