

Литологический состав пород в этой части структуры изучался геофизическими работами [2]. По данным геофизических исследований в долине р. Самур отмечаются крупные максимумы кажущегося сопротивления ( $\rho_k$ ), значения которых колеблются от 500 до 900 Ом/м. Они соответствуют областям развития высокопроницаемых сухих галечников. Мощность зоны аэрации изменяется от 56 м в привершинной части структуры до 10-20 м на нижней границе центральной зоны. Ориентировочные значения коэффициента водопроницаемости составляют 500-1000 м<sup>2</sup>/сут, а водоотдачи – 0,15-0,22.

Благоприятным временем искусственного пополнения подземных вод может быть осенне-зимний период, когда сток реки Самур не разбирается на орошение. Инфильтрационные бассейны наиболее целесообразно проектировать от «стрелки» р.р. М. и Б. Самур вниз к железной дороге по пойме р. Самур (1).

Оценка состояния и общих перспектив применения систем искусственной инфильтрации показывает большие потенциальные возможности регулирования запасов подземных вод, их количества и качества в разнообразных природных условиях. Наряду с этим, необходимы детальные гидрогеологические исследования на отдельных водозаборах и участках аккумуляции поверхностного стока, имеющих благоприятные условия для искусственного восполнения подземных вод. Основными видами исследований для обоснования (ИВПВ) являются опытная инфильтрация в бассейнах и наливывы (нагнетания) в скважины. Данные опытно-инфильтрационных работ позволяют определить фильтрационные параметры заиленного слоя грунта, дать прогноз отдачи сооружений искусственного восполнения и оценить изменения качества воды при инфильтрации. Расчетные показатели отдачи сооружений искусственного пополнения используются при оценке эксплуатационных запасов подземных вод.

Работа выполнена при содействии РФФИ, проект 01-05- 65243.

### Литература

1. Абдулкеримов Ш.Г., Кондаков В.М. Предварительная оценка гидрогеологических и геоэкологических условий Самур-Гюльгерычайской аллювиально-пролювиальной равнины. – Махачкала, фонды Дагестангеомониторинг, 1996.
2. Листенгартен В.А., Сулейманов Т.Т. Отчет о гидрогеологических условиях северной части Самур-Вельвеличайского месторождения подземных вод (в пределах Дагестана). – Махачкала, фонды ДГРЭ.
3. Сычев К.И., Волосевюч Ю.И. и др. Об эффективности применения руслового метода искусственного восполнения подземных вод. Тр. ВСЕГИНГЕО. Вып.106. 1976 г.

## ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ГЕОФИЛЬТРАЦИОННОГО ПОЛЯ СЕВЕРОДАГЕСТАНСКОГО АРТЕЗИАНСКОГО БАСЕЙНА НА ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ СИТУАЦИЮ РЕГИОНА

*3.3.Щербуль*

*Махачкала, Институт проблем геотермии ДНЦ РАН*

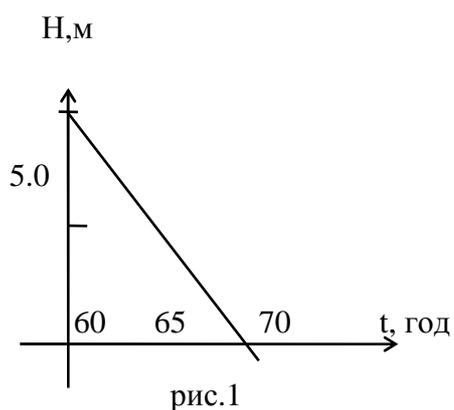
Условия формирования артезианских вод Терско-Кумского артезианского бассейна, их гидрохимическая характеристика, направление движения от областей питания, способы разгрузки, а также основные гидродинамические параметры геофильтрационного поля в естественных, ненарушенных эксплуатацией, условиях достаточно хорошо изучены исследователями [2,4]. Однако современное состояние водных ресурсов бассейна, который на протяжении последних десятилетий активно разрабатывается, требует к себе пристального внимания.

В идеальном варианте для изучения динамики изменения напоров эксплуатирующегося водоносного комплекса необходим гидрогеологический фон, снятый до начала разработки месторождений, а также сеть пьезометрических скважин для наблюдения за

уровнем подземных вод и другими параметрами системы. Однако на практике имеем дело с большим количеством артезианских скважин, пробуренных для хозяйственных и сельскохозяйственных нужд и приуроченных к населенным пунктам, кутанам, разъездам, скважин, в течение многих лет работающих в режиме самоизлива, где давление замерялось, как правило, лишь при бурении. В последние годы бесконтрольно пробурено много скважин, которые вообще нигде не зафиксированы и по которым нет никакой информации. Они тоже вносят свой вклад в общую депрессию, оценить которую необходимо. Разместим на карте двухсоттысячного масштаба все артезианские скважины со следующими данными: номер скважины, абсолютная отметка устья, глубина скважины, горизонт, избыточный напор, время бурения. Как правило, несколько скважин бывают сосредоточены в одном населенном пункте, или в ближайшей его окрестности. Нужно проанализировать каждую такую группу на предмет получения достоверной информации: 1) сравним абсолютные отметки устья с данными на топографической карте такого же масштаба; если среди скважин есть такая, абсолютная отметка которой резко отличается от фона, мы ее не будем брать в расчет; 2) сравним глубины появления воды; если разница между ними незначительна, например, 198 и 200 метров, смотрим по профилю, попадают ли эти глубины в один водоносный горизонт или нет; 3) если скважины пробурены на один горизонт, вычисляем абсолютный пьезометрический уровень. Например, в населенном пункте А имеем три скважины:

$$\begin{array}{l} -10 \\ 1 * 188 / +20 (60) \\ -10 \\ 2 * 190 / +15 (65) \\ -11 \\ 3 * 192 / +10 (70) \end{array}$$

В скважине 1 абсолютный пьезометрический уровень +10, в скважине 2 – (+5), в скважине 3 – (-1). 4) Если эти скважины пробурены в разное время, то можно считать, что в точке А напор меняется со временем таким образом, как это показано на рис.1 .



Приведем в пример Южносухокумск. Несколько скважин эксплуатируют апшеронский водоносный комплекс, причем глубины залегания водоносных горизонтов изменяются в пределах 200-208 м. Одна скважина пробурена в 1969 году, абсолютный пьезометрический уровень составил 16,0 м. Пробуренная в 1997 году на этот же пласт скважина имела абсолютный пьезометрический уровень 8,5 м. Имеется замер уровня скважины, пробуренной в 1998 году, и он составил 8,0 м. На рис. 2 видно, что все три точки хорошо ложатся на прямую линию, характеризующую падение уровня подземных вод. Прогнозируя на основе данного графика абсолютный пьезометрический уровень

на 2000 год, была получена цифра -2,7 м. Данные бурения

по 2000-му году в Южносухокумске на этот горизонт показали, что АПУ снизился до -2,5 м. Подобные незначительные расхождения между реальными и прогнозными цифрами позволяют использовать вышеприведенный метод для прослеживания динамики изменения пьезометрических уровней в условиях отсутствия мониторинга. Проанализировав, исходя из этих позиций, более 2000 скважин на территории Северодагестанской равнины, были выявлены 78 пунктов, по которым не только можно сказать, что там значительно снизился уровень подземных вод или "скважина перестала самоизливаться", но указать, на сколько метров снизился уровень, за какое время.

Возвращаясь к рис. 2, из уравнения прямой легко определить, когда скважина перестала самоизливаться; для данного случая – это 1991 год, т.е. после 1991 года возникла и стала развиваться депрессия. Для многих населенных пунктов это произошло значительно раньше.

Пусть  $t_{\partial}$  – время, когда абсолютный пьезометрический уровень становится равным абсолютной отметке устья скважины  $H = H_{aoy}$ :

$$t_{\partial} = t_1 - \left( H_{aoy} - H_1 \right) \frac{t_2 - t_1}{H_1 - H_2}, \quad (1)$$

где  $H_1, H_2$  – величины абсолютных пьезометрических уровней в момент времени  $t_1, t_2$ .

Посмотрим, где и когда на рассматриваемой территории начали развиваться первые депрессии; для этого по формуле (1) рассчитаем время  $t_{\partial}$  для всех населенных пунктов, где прослеживается динамика снижения напоров. Результаты расчетов показывают, что уже в 70-е годы в тридцати из 78 населенных пунктов скважины перестают самоизливаться. В последующие десять лет, 80-е годы, появляется 15 новых воронок депрессии; усиливается депрессия в старых очагах. К 2000-му году возмущению подвергается практически весь водоносный комплекс верхнеплиоценовых и четвертичных отложений дагестанской части Терско-Кумского артезианского бассейна, в большей или меньшей степени.

Снижение напоров наблюдается почти повсеместно, хотя темпы снижения разные и зависят они от множества факторов: объемов добычи, технического состояния скважин, географического положения месторождения подземных вод, его близости к областям питания, его гидрогеологическими характеристиками и т.п. Есть населенные пункты, например, на западной границе Дагестана – в Уй-Салгане – где в течение десяти лет (1954–1964 гг.) давление в эксплуатационных горизонтах, находящихся на глубине 560–590 м, не менялось. А в районе населенного пункта Большая Арешевка уровень в водоносных горизонтах бакинских отложений за четыре года снизился на 27 метров. Это предельные цифры, в большинстве случаев темпы снижения уровней не превышают 2м/год, а в среднем колеблются около значения скорости 1м/год. В Червленых Бурунах за первые десять лет эксплуатации на глубинах 500–580 метров напор снизился на 12 м, в последующие 30 лет снижался постепенно и общий перепад составил 17м (рис.2).

В районе Терекли-Мектеба депрессия в верхних водоносных горизонтах четвертичных отложений, находящихся на глубине 160–170 м, стала развиваться уже в 60-е годы; в 70-м году избыточное давление снизилось с 2,5 атм (в 1955 году) до 0, т.е. скорость падения составила примерно 1,7м/год. В этом районе глубины 250–260 м перестали самоизливаться к 2000-му году, скорость падения напора составила 0,3м/год. Данные по глубинам 280–290м позволяют рассчитать и здесь скорость изменения напора: 0,3м/год. С такой же скоростью изменяется напор и на глубине 320–390 м. На рис.2 видно, что в 1968–1970 годы, когда разбуривались глубины 250–260 м, 280–290 м, 310–390 м, избыточные напоры водоносных горизонтов в интервале 280–390 м составляли 25 м, а в интервале 250–260 м – всего 12 м.

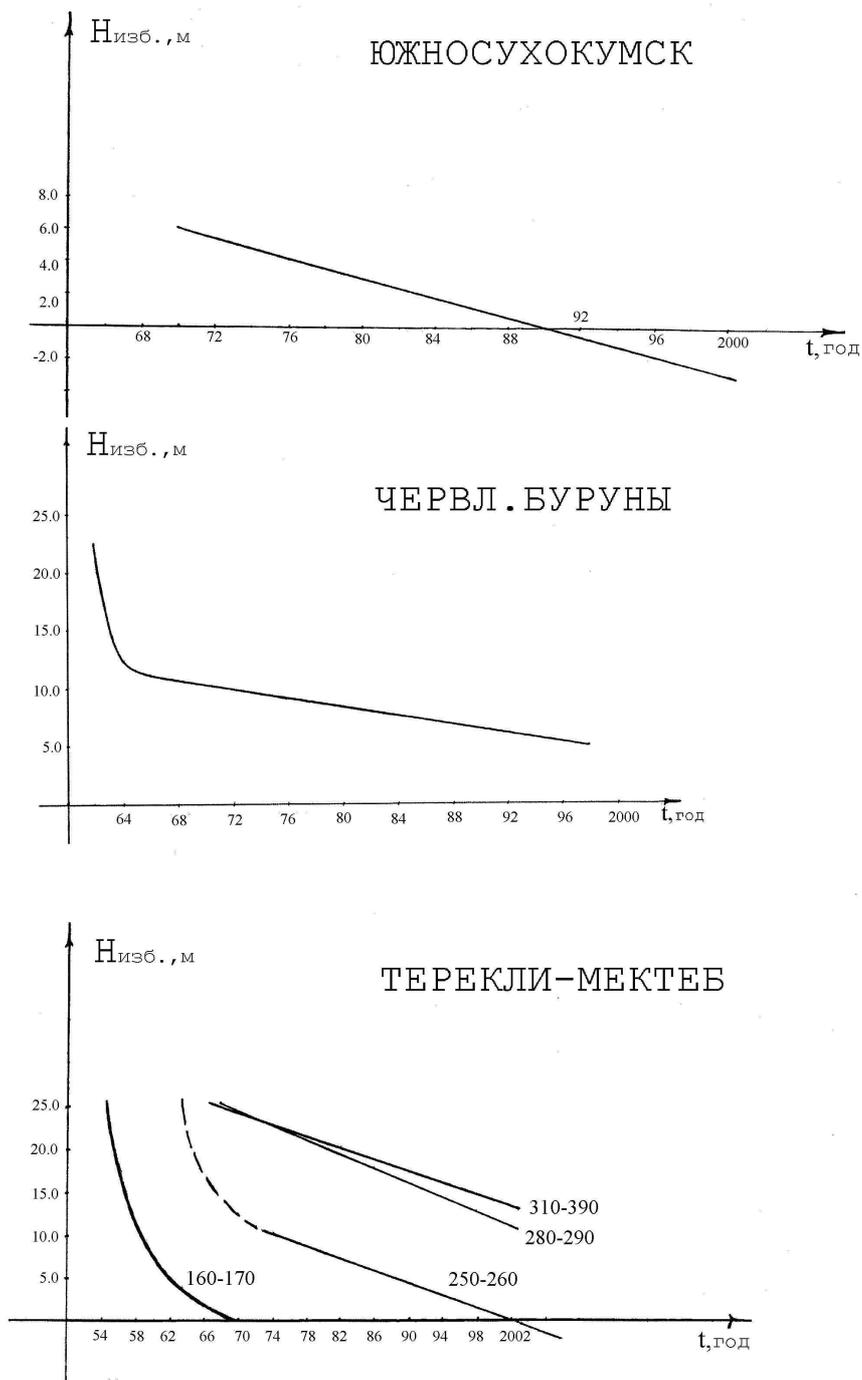
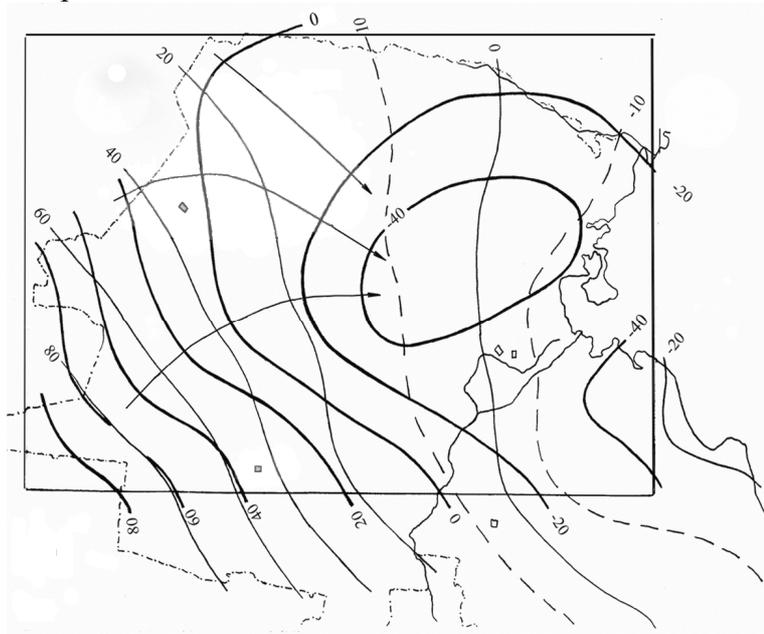


Рис.2. Зависимость избыточного напора от времени эксплуатации месторождения

Зная, что в 1955 году на глубине 160-170 м получили избыточный напор 25 м, можно предположить, что первоначальный избыточный напор в 12 м для глубины 250-260 м не является характерным, во всяком случае, он должен быть не ниже 25 м, т.е.  $H_{изб.160} \leq H_{изб.250}$ . Однако, если обратить внимание на то, что к моменту вскрытия водоносного пласта на глубине 250-260 м упругие запасы вышележащих водоносных горизонтов почти иссякли, можно сделать вывод об очень интенсивной вертикальной фильтрации в водоносные пласты бакинских отложений из апшерона, или о практическом отсутствии между ними разделяющего водоупора в этом районе.

Графики зависимости уровня подземных вод от времени эксплуатации напорного пласта, изображенные на рис. 2 для Терекли-Мектеба и Червленых Бурунов, имеют характерный для многих месторождений Северного Дагестана тип кривой: основное, максимальное снижение уровня происходит в первые 2-3 года эксплуатации месторождения, за это время срабатывается большая часть упругого запаса, далее темпы падения снижаются и редко где превышают значение 1 м/год.

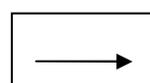
Чтобы оценить масштабы образовавшейся депрессии и составить новую карту подземного стока, поставлена и решена задача математического моделирования гидродинамического процесса для Северного Дагестана, в которой рассматривается плановое уравнение упругого режима фильтрации и учитывается динамика изменения пьезометрических уровней за вековой период эксплуатации Северодагестанского бассейна. Результаты расчетов позволяют сделать вывод о том, что максимальной депрессии подвержена центральная часть рассматриваемой области и побережье Кизлярского залива (рис. 3): в отдельных точках градиент напора здесь составляет 60 и более метров. Пьезоизогипса -40 приобретает форму замкнутой кривой и смещается в западном направлении. Линии тока на северо-западной, северной границе области, а также на востоке, где граница проходит по акватории Каспия, меняют свое направление, разворачиваясь в сторону депрессионной воронки. Т.о. меняется вектор горизонтальной составляющей фильтрационного потока, первоначально имевший явно выраженное северо-восточное направление.



1



2



3

1– абсолютные пьезометрические уровни 1964 г.; 2– абсолютные пьезометрические уровни 2002 г.;  
3– линии тока.

Рис.3. Схематическая карта абсолютных пьезометрических уровней для плиоцен-четвертичных отложений Северного Дагестана

Если при естественном режиме фильтрации основная разгрузка напорных вод осуществлялась в грунтовые воды по всей площади междуречья, то в настоящее время разгрузка происходит преимущественно через артезианские скважины. Грунтовые воды при падении давлений в пластах нижележащих напорных водоносных горизонтов перестают получать от них подпитку, тем самым уровень их снижается. Более того, при значительных депрессиях происходит изменение направленности вертикальной состав-

ляющей фильтрационного потока, что также способствует повсеместному снижению уровня грунтовых вод.

Как уже отмечалось выше, падение избыточных напоров до нуля отмечается в ряде населенных пунктов Северного Дагестана уже в 70-е годы и, как правило, это касается наиболее близких к поверхности водоносных горизонтов. Применение принудительных откачек, а также переход на разработку более глубоких водоносных пластов усиливает общую депрессию. В 80-е годы начинается процесс постепенного снижения уровня грунтовых вод, который со временем может существенно повлиять на растительный покров Северодагестанского междуречья и стать одной из причин опустынивания этой территории. В первую очередь, это касается Ногайского и северо-западной части Тарумовского районов, где уровень грунтовых вод находится на глубине от 3 до 5 метров. Большие объемы добычи артезианских вод, использование их на орошение сельскохозяйственных угодий, окультуривают отдельные участки земли, в то же самое время нанося вред всей территории междуречья и ухудшая экологическую ситуацию региона в целом.

### Литература

1. Водоватова З.А., Гохберг Л.К., Ефремов Д.И. и др. Методика обоснования региональных гидрогеологических моделей многослойных систем. – М.: Недра, 1982. 147с.
2. Курбанов М.К. Геотермальные и термоминеральные ресурсы Восточного Кавказа и Предкавказья. – М.: Наука, МАИК "Наука/Интерпериодика", 2001. 260с.
3. Курбанов М.К. К формированию подземного стока артезианских вод апшеронских и четвертичных отложений Северодагестанской равнины // Тр. Ин-та геологии. Вып.5. – 1964. С.31-37.
4. Шагоянц С.А. Подземные воды центральной и восточной частей Северного Кавказа. – М.: Госгеолтехиздат, 1959.
5. Щербуль З.З. Геоэкологические аспекты эксплуатации артезианских вод Северного Дагестана // Вестник ДНЦ РАН. 2001.№9. С.48-52.

## НЕКОТОРЫЕ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ РАЗРАБОТКИ АРТЕЗИАНСКИХ ВОД СЕВЕРНОГО ДАГЕСТАНА.

*Кудрявцева К.А., Щербуль З.З.*

*Махачкала, Институт проблем геотермии ДНЦ РАН*

Территория Северного Дагестана – междуречье Кума-Терек – это район с аридным климатом, где практически отсутствует поверхностный сток и где вопросы водоснабжения всегда стояли наиболее остро. Почти вековой отбор больших объемов подземных вод из артезианских скважин региона повсеместно привел к значительным депрессиям, истощению запасов пресных вод, ухудшению их качества. Усугубляет экологическую ситуацию еще целый ряд факторов, среди которых техногенное загрязнение артезианских вод, в связи с чем, изучение гидрохимических характеристик подземных вод плиоцен-четвертичных отложений Северного Дагестана приобретает особую актуальность. Многолетние гидрохимические исследования артезианских вод с определением в них широкого комплекса микроэлементов, в том числе тяжелых металлов, токсичных, биологически активных компонентов и других параметров, определяющих качество питьевой воды, позволили оценить экологическое состояние подземных питьевых вод на всей территории Северного Дагестана. В пределах этого региона артезианские воды на значительной части содержат комплекс микрокомпонентов, превышающих ПДК для питьевых вод (железо, марганец, мышьяк, кремний, свинец, NH<sub>4</sub>). Наряду с природным загрязнением артезианских вод в результате физико-химических процессов, происходящих в системе вода-порода, нельзя исключить и техногенные факторы, способствующие этому процессу, поскольку выявленные вполне очевидные закономерности в площадном распространении элементов в артезианских