

EARTH SCIENCES

UDC 556.34
THE ROLE OF GROUNDWATER OVEREXPLOITATION IN THE DESERTIFICATION OF ARID TERRITORIES

Shcherbul Z.Z.

*Ph.D. of Geologo-Mineralogical Sciences
Institute for Problems of Geothermy and Renewable Energy – IИИТ of RAS
367030, Shamil av., 39A, Makhachkala, Russia*

УДК 556.34

РОЛЬ ЧРЕЗМЕРНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В ОПУСТЫНИВАНИИ АРИДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Щербуль З.З.

*Кандидат геолого-минералогических наук
Институт проблем геотермии и возобновляемой энергетики ФОИВТ РАН
367030, пр. Шамиля 39А, Махачкала, Россия*

Abstract

This article assesses the anthropogenic component in a complex system of factors, which negatively affect the ecology of the arid territory of the eastern part of the Terek-Kuma artesian basin as a whole, including groundwater resources.

Аннотация

В статье производится оценка антропогенной составляющей в системе комплекса факторов, негативно влияющих на экологию аридной территории восточной части Терско-Кумского артезианского бассейна в целом, включая ресурсы подземных вод.

Keywords: artesian waters, depression, underground runoff, desertification

Ключевые слова: артезианские воды, депрессия, подземный сток, опустынивание

В условиях аридного климата и отсутствия поверхностного стока вопросы питьевого и хозяйственного водоснабжения территорий всегда стоят наиболее остро. Поиск и разведка месторождений подземных вод, оценка их естественных и эксплуатационных запасов становятся приоритетными для устойчивого развития народного хозяйства. В этих целях необходимо детально изучать вопросы формирования и размещения подземных вод, проследить естественную динамику движения от областей питания до областей разгрузки, оценивать взаимосвязь между водоносными горизонтами, поверхностными, подземными и морскими водами.

Начиная с середины пятидесятых годов на территории восточной части Терско-Кумского артезианского бассейна ежегодно проводились режимные наблюдения над уровнями, температурами и химическим составом подземных вод, что позволило выяснить условия циркуляции и дренажа артезианских вод, их зональность, впервые дать комплексную оценку их запасов и ресурсов. К настоящему времени пробурено более 3000 артезианских скважин, которые эксплуатируют бакинские и апшеронские водоносные горизонты плиоцен-четвертичного комплекса.

На большей площади Терско-Кумской области Дагестана апшеронские воды имеют гидрокарбонатно-натриевый состав и минерализацию 0,4-0,6

г/л. Лишь по мере приближения к акватории Каспийского моря минерализация апшеронских вод увеличивается за счет хлоридных солей натрия. В целом апшеронский водоносный комплекс содержит пресные и слабоминерализованные воды хорошего качества, пригодные для питья. Дебиты большинства скважин изменялись в начальный момент эксплуатации в пределах 2-15л/сек, лишь в отдельных случаях достигая 50л/сек, при избыточном напоре 16-19 метров. Южнее, с погружением кровли апшерона, значительно возрастают избыточные напоры, составляя в среднем 30-35м и достигая в отдельных населенных пунктах 44м.

Бакинские водоносные горизонты водообильны на всей территории бассейна. Средние дебиты 90% артезианских скважин в начальный момент эксплуатации изменялись в пределах от 2 до 10л/сек. Порядка 10% всех исследуемых в этих районах скважин имели более высокие дебиты, но не превышающие 30л/сек. По гидрохимическому составу артезианские воды бакинских отложений представлены преимущественно двумя химическими типами вод: сульфатно-кальциевыми и натриевыми и гидрокарбонатно-натриевыми. В областях, примыкающих к областям питания, на юго-западе, содержатся в основном сульфатно-натриевые и сульфатно-кальциевые артезианские воды с минерализацией 0,6-1г/л. При движении на север,

северо-запад, северо-восток сульфатные воды в глинисто-песчаных морских осадках бакинского яруса замещаются на гидрокарбонатные, минерализация которых колеблется в пределах 0,4-0,8г/л, увеличиваясь в восточном направлении до 1г/л и достигая 2-3г/л у береговой линии.

Увеличение потребности в воде привело к многократному росту добычи артезианских вод; кроме того эксплуатация подавляющего большинства артезианских скважин в течение десятилетий велась на предельном гидродинамическом режиме, что привело к падению напоров в водоносных горизонтах, истощению запасов пресных артезианских вод, ухудшению их качества. Помимо деградации водных ресурсов, в Терско-Кумской области Дагестана резко ухудшилось состояние пастбищ, активизируется наступление песков, засыпаются населенные пункты. Основной причиной опустынивания Черных земель и Кизлярских пастбищ специалисты считают перевыпас, увеличение допустимых нагрузок на пастбища. Однако необходима оценка и других, не столь очевидных, факторов, обуславливающих опустынивание, среди которых повсеместное снижение уровня грунтовых вод под влиянием депрессии в напорных горизонтах, расположенных наиболее близко к поверхности,

С этой целью был 1) изучен естественный, не нарушенный эксплуатацией, гидродинамический режим подземных вод плиоцен-плейстоценового водоносного комплекса [2]; 2) прослежена динамика изменения напоров в продуктивных водоносных комплексах плиоцен-четвертичных отложений за весь период эксплуатации артезианского бассейна [4]; 3) построена математическая модель процесса эксплуатации водоносных комплексов, с помощью которой воспроизведён механизм формирования, развития и распространения депрессионной зоны [1]; 4) исследовано влияние образовавшейся региональной депрессии на структуру подземного стока и получена современная гидродинамическая картина подземного потока в плиоцен-четвертичных отложениях Северо-Дагестанского артезианского бассейна [5].

Как отмечено в [2], на территории Терско-Кумского междуречья в доэксплуатационный период, в грунтовые воды разгружалась большая часть артезианских вод. Величина напорного питания, рассчитанная в [3] балансовым методом для Терско-

Кумского участка по разности расходов испарения и инфильтрации составляла 489 тыс. м³/сут, площадной модуль разгрузки 0,26 л/с км². Это означает, что ежегодно уровень грунтовых вод увеличился за счет притока артезианских вод на 8,2 мм. Для дагестанской части Терско-Кумского бассейна эта цифра выше и составляла в среднем 13 мм/год, на отдельных площадях повышаясь до 30 мм/год и более. Благодаря ежегодному притоку уровень грунтовых вод находился на большей части области на глубине от 1 до 5 метров.

Если сравнить современные карты абсолютных пьезометрических уровней для бакинского и апшеронского водоносных комплексов, построенные по результатам моделирования [6], станет очевидным, что почти для всех точек области напоры в апшеронском водоносном горизонте становятся ниже, чем в бакинском, т.е. вертикальная составляющая скорости фильтрации изменила свое направление на противоположное. Данное обстоятельство свидетельствует о том, что грунтовые воды перестают получать подпитку от напорных вод плиоцен-четвертичного комплекса из-за депрессии в последнем. Даже пренебрегая величиной испарения с зеркала грунтовых вод, только снижение скорости вертикальной фильтрации неизбежно влечет за собой начало процесса понижения уровня грунтовых вод.

Падение избыточных напоров до нуля в ближайших к поверхности водоносных горизонтах наблюдается в некоторых населенных пунктах уже в 70-е годы: это время можно считать точкой отсчета, начиная с которой уровень грунтовых вод неуклонно снижается, причем скорость падения уровня и площадь, на которую это явление распространяется, находится в прямо пропорциональной зависимости от масштабов образовавшейся депрессии в напорных пластах плиоцен-четвертичных отложений.

По результатам расчетов для территории Терско-Кумского междуречья строится схематическая карта абсолютных величин снижения уровня грунтовых вод, которая, будучи совмещена со схемой глубин залегания уровня грунтовых вод ([3]), дает картину изменения уровня грунтовых вод за период эксплуатации бассейна, изображенную на рис.1.



Рис. 1. Схематическая карта снижения уровня грунтовых вод и областей, подверженных антропогенному опустыниванию.

Глубина залегания уровня грунтовых вод:

- 1 – от 0 до 1м; 2 – от 1 до 3м; 3 – от 3 до 5м; 4 – от 5 до 10м.
5 – расчетная величина снижения уровня грунтовых вод (см).

Таким образом, совершенно очевидно, что процесс снижения уровня грунтовых вод охватил всю территорию Терско-Кумского междуречья Дагестана. Наиболее значительные снижения уровня грунтовых вод на северо-западе, абсолютные значения снижения уровня грунтовых вод здесь достигают 90 и более сантиметров; цифра 70 см охватывает почти весь район Прикумской зоны поднятий, а значение 50 см характерно для всей области, находящейся над депрессией.

На северо-западе рассматриваемой территории, внутри изолинии 90см, лежит область с уровнем грунтовых вод от 1 до 3м, при снижении уровня грунтовых вод на 1м указанная площадь перейдет из разряда высокопродуктивных в разряд средне- и низкопродуктивных. Большая же часть области, где уровень грунтовых вод изменяется от 3 до 5м, относится к разряду низкопродуктивных и при столь значительных снижениях уровня здесь начинается процесс опустынивания. Именно зона, очерченная на карте изолинией 50см – это та площадь, где опустынивание неизбежно из-за неуклонного снижения уровня грунтовых вод.

Еще более ускорить процесс снижения уровня грунтовых вод может применение принудительных откачек в артезианских скважинах, перестающих самоизливаться: в этом случае возможно проникновение или отток грунтовых вод и смешивание их с артезианскими водами близких к поверхности напорных пластов.

Хорошее качество артезианских вод плиоцен-четвертичного водоносного комплекса (исключая хазарский и хвалынский водоносные горизонты) позволяет использовать их для орошения сельскохозяйственных угодий. На тех площадях, где подобное орошение имеет место, может наблюдаться кратковременное повышение уровня грунтовых вод, в том случае, если покровная толща песчани-

стая. Если же верхняя часть покровной толщи преимущественно глинистая (что характерно для большей части рассматриваемой области), вся дополнительная влага будет потрачена на испарение, так как скорость испарения в нашем случае намного выше скорости фильтрации в глинах. Орошение сельскохозяйственных земель требует дополнительно больших объемов добычи артезианских вод: если иссякает один водоносный горизонт – разработчики переходят на более глубокие горизонты или ставят насосы. Так, в результате окультуривания одних площадей, обезвоживается вся территория в целом.

Следует отметить, что реальные величины снижения уровня грунтовых вод на оконтуренной территории могут оказаться значительно выше, чем расчётные, по той причине, что фиксированный боковой приток подземных вод на западной и юго-западной границах области на самом деле не является постоянным и его величина снижается из-за наличия множества эксплуатирующихся водозаборов на сопредельной территории.

Таким образом, можно сделать вывод, что опустынивание территорий Северного Дагестана можно напрямую связать с повсеместным снижением уровня грунтовых вод вследствие развития региональной депрессии в напорных водоносных горизонтах плиоцен-четвертичных отложений из-за чрезмерной многолетней эксплуатации артезианских вод Терско-Кумского артезианского бассейна.

References

1. Kudryavtseva K.A., Shcherbul Z.Z. Geocological aspects of the use of artesian waters in Northern Dagestan, *Geocology*, 2005, No. 1. pp. 25-29.
2. Kurbanov M.K. The formation of underground runoff of artesian waters of the Apsheron and Quaternary deposits of the North Dagestan Plain, *Proceedings of the Institute of Geology*. 1964. Issue 5, pp.31-36.

3. Methodology for substantiating regional hydrogeological models of multilayer systems. /Vodovatova Z.A. Gokhberg L.K., Efremov D.I. and others - M., Nedra, 1982. 147p. (in Russian).

4. Shcherbul Z.Z. Development of elastic reserves of artesian waters of Northern Dagestan under the influence of many years of operation. //Geothermal energy. Proceedings IPG DSC RAS. Makhachkala, 2002. p.102-106.

5. Shcherbul Z.Z. Estimation of the modern structure of the underground runoff of the North-Dagestan artesian basin. Proceedings IG DSC RAS, issue 52, 2008.

6. Shcherbul Z.Z. Numerical study of the influence of long-term operation of the artesian basin on the structure of underground runoff. - Materials of the All-Russian (national) scientific conference "Basic and applied research. Actual problems and achievements". Saint Petersburg. December 11, 2021.