

Использование подземной воды в древнем Крыму

Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского,
г. Симферополь

Аннотация. Приводится анализ количественных характеристик дебита подземных источников питьевой воды Юго-Восточного Крыма. Показана связь традиционных способов водопользования в Крыму, таких как колодцы Эски-Кермен, с современностью, и важность сохранения этих традиций. Анализируется зависимость динамики стока от особенностей геологического строения региона. Детально анализируются подземные воды Субаисских источников. На основе изучения природных условий региона рассмотрена возможность наращивания эксплуатационных запасов водозабора без уменьшения статических запасов воды.

Ключевые слова: подземные водосборные галереи, родники, колодцы, дебит, водозабор.

Введение

В поисках качественной питьевой воды люди, как правило, в первую очередь обращаются к традициям рационального водопользования предшествующих поколений.

Крым недостаточно обеспечен водными ресурсами, и поэтому населявшие его народы, прежде всего, решали жизненно важный вопрос – вопрос водоснабжения. Поскольку предшествующие поколения не имели такого масштабного гидротехнического сооружения как Северо-Крымский канал, которое нынешнее поколение оставит потомкам со всеми экологическими последствиями, ощущаемыми уже в нашу бытность, предки оставили нам традиции рационального водопользования и остатки гидротехнических сооружений, работавших в региональных условиях природного дефицита водных ресурсов.

Родники, колодцы, бунары, копани, конденсаторы – это наиболее распространенные элементы систем водоснабжения прошлых лет. Среди гидротехнических сооружений особую роль играли подземные водные галереи [1].

Слово «галерея» (ит. Galleria, фр. Galerie) подразумевает подземный ход, соединяющий отдельные сооружения, то есть по смыслу оно относится к искусственно созданным объектам. Однако иногда галереями называют и системы естественных накопителей подземной воды и водоводов, связанных с ними.

Подземные водосборные галереи на территории Крыма строились с древних времен, о чем свидетельствуют данные исследований археологов и географов. Древнегреческое население античных приморских городов-полисов Крыма использовало водопроводы, акведуки, подземные водосборные галереи и каптажи при выходе источников.

Информация о древних способах получения воды, а также районах их расположения может служить основой дополнительного получения водных ресурсов в наше время.

На основании анализа фондовых и литературных источников, полевых исследований и опробований воды в колодцах сделаны выводы о районах древних гидротехнических сооружениях и возможностях использования водных ресурсов в будущем.

Результаты и обсуждение

Подземные водосборные галереи использовали христианские монастыри, при каждом из которых существовал свой источник воды. Некоторые церкви строились непосредственно над подземной галереей, в которую собиралась вода источников [2]. Очень рационально была устроена система водосборных галерей и древних генуэзских колодцев на склонах Тепе-Оба, которая в 15 веке обеспечивала водой 70-тысячное население Кафы. Эта система и в настоящее время проявляет себя в неожиданных выходах подземной воды при разрывах частей древних водопроводов, что особенно

характерно для Феодосии. До сих пор при строительстве зданий обнаруживаются остатки древних водоводов (рис. 1).



Рис. 1. Остатки керамических труб древней водопроводной системы Феодосии, 2009 г.

Национальные традиции сбора и сбережения воды передавало из поколения в поколение татарское население. Для увеличения дебита родника, сохранения от заиления и загрязнения его подземный водоток заключался в каменную галерею-туннель, которая не только собирала инфильтрационную воду, но и являлась мощным конденсатором атмосферной влаги в сухое время года. Выход воды на поверхность каптировали в виде фонтанов. Примером искусно созданной галереи является источник Юсуф-Чокрак, расположенный у подножья горы Бешик-Тау. Галерея подземного хода представляла собой 28-метровый туннель, уходящий вглубь горы, с высотой свода 1,7 м и шириной около 60 см. Стены, свод и пол галереи были выложены тесаными плитами, причем свод был сделан в виде стрельчатой двускатной арки, а по середине плит пола вырублен желобок, по которому текла родниковая вода. Галерея выполняла не только транспортировку воды, но и водосборную функцию. На это указывает наличие 9 боковых каналов - притоков основного туннеля. Собранная в тупиковой части вода, выходила на дневную поверхность через прямоугольный лоток, вырубленный во входной части туннеля среди плотно вымощенных плит. Лоток имел два корытообразных прямоугольных расширения, предназначенных для оседания находящихся в воде глинистых частиц [3].

Эски-Кермен является еще одним примером удивительного гидротехнического сооружения. Они были вырублены в известняковом останцовом массиве в виде лестниц, спускающихся к каптажным галереям. Происхождение подземной воды в этом городе до сих пор вызывает неоднозначное толкование. Эски-Кермен был построен на безводном останце. Правда, у его подножья имеются низко дебитные роднички, но город они не могли обеспечить водой. Археологи обнаружили, что у самого края плато была вырублена в скале лестница, которая шестью маршами спускалась в глубь массива и заканчивалась горизонтальной галереею. Вода во времена существования города наполняла не только всю галерею, но и нижний (шестой) марш лестницы, до нижних ступеней пятого марша включительно. Происхождение воды можно связать с известным способом добывания воды из атмосферного воздуха при определенных метеорологических условиях, а именно, при высокой дневной температуре воздух должен быть к достаточной мере насыщен водяным паром, а ночью, когда горные породы сильно остывают, они действуют как гигантский конденсатор. Сконденсированная атмосферная влага осаждается на значительной площади, впитывается известняком, просачивается до сланцев и собирается в складках их поверхности, а затем накапливается в созданных галереях, из которых затем отводится к месту ее каптажа.

В большинстве случаев вода, поступающая в подземные галереи, образуется в результате фильтрации через почву и грунт атмосферных и поверхностных вод при различной глубине залегания водоупорных слоев. Грунтовые воды залегают на первом водоупорном слое. Эта вода имеет выход в виде родничков и используется большинством сельского населения, жителями городов в районах, где нет централизованного водоснабжения (например, районы Феодосии Карантин, Форштадт и

другие, не включенные в общегородскую централизованную сеть). Эта подземная вода легко подвержена загрязнению. Наиболее надежными с гигиенической точки зрения являются глубокие межпластовые воды. Залегают они в водопроницаемых породах, ниже первого водоупорного слоя, образуя несколько горизонтов, перекрытых сверху и подстилаемых снизу водоупорными слоями. Вследствие наклона подстилающих водоупорных слоев вода движется вдоль по склонам, освобождаясь от взвешенных частиц, бактерий и обогащаясь минеральными веществами. Под давлением вода через скважины вода может подниматься выше уровня поверхности земли. При этом область питания источников воды может находиться за десятки и сотни километров от точки водозабора, подобно Субашским ключам, расположенным к северу от горного массива Агармыш в районе Старого Крыма.

Горный массив Агармыш сложен юрскими известняками и представляет район покрытого карста. Атмосферные осадки, просачиваясь внутрь горы, растворяют известняки и, дойдя до водоупорного слоя глин и мергелей, образуют подземные озера, гроты, пещеры, колодцы. Кроме того, горный массив работает как огромный конденсатор влаги насыщенного атмосферного воздуха, проникающего через щебеночно-дерновый покров внутрь полых пространств [3]. С древних времен источники Агармыша использовались местным населением: вокруг горы существовала густая сеть древних водопроводов, которая в настоящее время практически разрушена. В Старом Крыму применялась система так называемых кяризей, особых колодцев, соединяемых друг с другом подземными галереями. Система сбора и отведения этой воды обеспечивала Старый Крым, Феодосию, близлежащие села и поселки.

В конце 19 века – в начале 20 века водой мощных источников пользовались в имениях: Субаш (бывшее имение Айвазовского), Шейх-Мамай (бывшее имение Лампси), Кринички (бывшее имение Микеладзе), Асан-Бай (бывшее имение Стамболи) и другие. Большинство из них было оборудовано подземными галереями. В 1887 – 1889 годах по дарственной грамоте Ивана Константиновича Айвазовского был проведен самотечный водопровод протяженностью 28,8 км в город Феодосия.

Наиболее обильные подземные воды были обнаружены на глубине 4 – 10 м в имении Асан-Бай, где в 80-х годах 19 века прежним владельцем был вырыт родниковый пруд объемом воды около 1,5 млн.ведер в сутки и водосборный бассейн, из которого в сутки выкачивалось от 100 до 250 тыс. ведер. Имеются сведения о расходах воды в галереях имения Кринички. Пять водосборных галерей Микеладзе, вскрытых в 1913 –14 г.г., давали 25 – 33 тыс. ведер в сутки, а в 1916 – 17 г.г. только одна галерея № 3 давала более 50 тыс. ведер в сутки. Все же галереи в Криничках давали свыше 75 тыс. ведер в сутки. В первые годы советской власти незнание руководством района водосборных сооружений прежних единоличных владельцев привело к резкому уменьшению дебита галерей.

Водоснабжение г. Старого Крыма, имевшего свой довольно примитивный водопровод, было основано также на получении воды из длинной подземной галереи, проложенной в 1914 году в толще ниже-меловых конгломератов [4]. Первоначально эта галерея давала более 20 тыс. ведер в сутки, но в последующие годы она обрушилась, и водопровод стал давать воду в 10 раз меньше.

Уменьшение дебита галерей и траншей в Агармышском районе связано с нарушением баланса накопления и расхода воды. Дело в том, что в галечных прослоях и наносах содержится огромный, но ограниченный статический запас подземных вод, но если воде дать свободный сток, усиленный искусственным забором, то этот запас может быстро истощиться. Запасы северных склонов Агармыша оцениваются более чем 30 тысяч м³/сутки [5].

На окраине Субашского выступа с южной стороны деревни Золотой Ключ располагаются мощные восходящие источники: «Большой Богатырь» (дебит 99,8 литров в секунду), «Малый Богатырь» (дебит 27,7 литров в секунду) и «Сердце» (дебит 80,39 литров в секунду). Этот район можно использовать как перспективный в использовании водных ресурсов.

В настоящее время использование воды подземной галереи Старого Крыма является небезопасным, прежде всего из-за загрязнения ее нитратами. Авторами были проведены измерения количества нитратов в колодцах Старого Крыма во время экспедиции 2010 года (рис. 2). Результаты приведены в табл. 1.



Рис. 2. Схема расположения обследуемых колодцев в г. Старый Крым

Таблица 1
Результаты опробования нитратов в питьевой воде в колодцах г. Старого Крыма. 2010 г.

Дата (день, месяц год)	Тип воды (источник воды - глубина источника)	Результат анализа (нитраты мг/литр)	Место проведения анализа
06.05.10	Колодец. Глубина 11 м. 1990 г.	100	г. Старый Крым ул. Северная
06.05.10	Колодец. Глубина 14 м. 1992 г.	25	г. Старый Крым ул. Интернациональная
06.05.10	Колодец. Глубина 12 м. Выкопан до войны 1941 года	100	г. Старый Крым ул. Суворова
06.05.10	Колодец. Глубина 12 м. Выкопан до войны 1941 года	100	г. Старый Крым ул. Лесная
06.05.10	Колодец. Глубина 12 м. Выкопан до войны 1941 года	100	г. Старый Крым ул. К. Либкнехта
06.05.10	Колодец. Глубина 11 м. Выкопан до войны 1941 года	250	г. Старый Крым ул. 12 апреля
06.05.10	Колодец. Глубина 11 м. Выкопан до войны 1941 года	250	г. Старый Крым ул. П. Осипенко
06.05.10	Колодец. Глубина 11 м	250	г. Старый Крым ул. Халтурина
06.05.10	Колодец. Глубина 10 м. 2004 г.	500	г. Старый Крым ул. Фрунзе
06.05.10	Колодец. Глубина 11 м	100	г. Старый Крым ул. Ливанского

Исследования проб питьевой воды на нитратное загрязнение, проведенное автором в мае 2010 г., показали превышение нитратов в питьевой воде г. Старого Крыма в 2 – 5 раз по отношению ПДК. Так, в колодце по ул. Фрунзе в непосредственной близости от карьера концентрация нитратов составляет 500 мг/дм³, то есть употребление больше 1 литра такой воды в сутки взрослым человеком может вызвать токсическое нитратное отравление.

Нитраты – это соли азотной кислоты, много из которых под названием "селитры" широко используются в сельском хозяйстве как минеральные удобрения, а также в промышленности. Нитраты являются продуктом хозяйственно-бытовых и канализационных стоков. Кроме того, нитраты являются естественным продуктом круговорота азота в биосфере и главной формой неорганического азота в почве. Нитраты хорошо всасываются в желудочно-кишечном тракте, быстро попадают в кровь и разносятся по всему организму, именно поэтому при поступлении в организм человека нитратов в дозах, которые превышают допустимые, возникает клиническая картина острого или хронического нитратного отравления. Безопасной для взрослого человека дозой нитратов являются 150-200 мг на сутки, предельно допустимой - 500 мг, токсичной уже может быть доза больше 600 мг.

Уменьшение дебита галерей и траншей в районе Агармыша связано с нарушением баланса накопления и расхода воды. Подземные водные галереи подвергаются не столько естественному разрушению, сколько уничтожению в результате антропогенного воздействия. Старокрымский водосборный подземный бассейн связан с горным массивом Агармыш, окаймляющим Старый Крым с севера. В галечных прослоях и наносах содержится огромный, но ограниченный статический запас подземных вод, но если воде дать свободный сток, усиленный искусственным забором, то этот запас может быстро истощиться. Именно в восточном районе массива в течение десятков лет работает Старокрымский карьер по добыче строительных материалов. За период работы карьера обезображен ландшафт юго-восточной оконечности гряды Агармыш. В результате взрывных работ на карьере разрушена природная система водообеспечения жителей города экологически чистой питьевой водой, ведь горный массив «Агармыш» является водосборной природной системой, формирующей на северном склоне мощные восходящие ключи. Подтверждение тому, высохшие колодцы водоносной зоны у подножия Агармыша в селении «Агармыш».

На окраине Субашского выступа с южной стороны деревни Золотой Ключ располагаются мощные восходящие источники: «Большой Богатырь» (дебит 99,8 литров в секунду), «Малый Богатырь» (дебит 27,7 литров в секунду) и «Сердце» (дебит 80,39 литров в секунду) [5]. Это наиболее перспективный район для реализации проекта проведения водовода Субаши – Феодосия.

Принимая во внимание эффективность таких гидротехнических сооружений, какими являлись подземные галереи, необходимо, прежде всего, учитывать вопросы воспроизводства воды, проводя режимные наблюдения по скважинам действующего водозабора, что позволит наращивать эксплуатационные запасы без уменьшения статических запасов подземных вод.

Выводы

1. Подземные водосборные галереи на территории Крыма строились с древних времен, о чем свидетельствуют данные исследований археологов и географов. Информация о древних способах получения воды, а также районах их расположения может служить основой дополнительного получения водных ресурсов в наше время.

2. Проанализировано устройство система водосборных галерей и древних генуэзских колодцев на склонах Тепе-Оба, которая в 15 веке обеспечивала водой 70-тысячное население Кафы, галереи источника Юсуф-Чокрак, расположенного у подножья горы Бешик-Тау, гидротехническое устройство Эски-Кермена, Субашских источников, расположенных к северу от горного массива Агармыш в районе Старого Крыма.

3. Уменьшение дебита галерей и траншей в районе Агармыша связано с нарушением баланса накопления и расхода воды. Именно в восточном районе массива в течение десятков лет работает Старокрымский карьер по добыче строительных материалов. В результате взрывных работ на карьере разрушена природная система водообеспечения

жителей г. Старого Крыма экологически чистой питьевой водой, ведь горный массив «Агармыш» является водосборной природной системой, формирующей на северном склоне мощные восходящие ключи.

4. В настоящее время использование воды подземной галереи Старого Крыма является небезопасным, прежде всего из-за загрязнения ее нитратами. Исследования проб питьевой воды на нитратное загрязнение, проведенное автором в мае 2010 г., показали превышение нитратов в питьевой воде г. Старого Крыма в 2 – 5 раз по отношению ПДК.

5. Район Субашского выступа с южной стороны деревни Золотой Ключ, где располагаются мощные восходящие источники: «Большой Богатырь» (дебит 99,8 литров в секунду), «Малый Богатырь» (дебит 27,7 литров в секунду) и «Сердце» (дебит 80,39 литров в секунду) можно использовать как перспективный для использования водных ресурсов.

Литература

1. Геоэкология. Научно-методическая книга по экологии / [Боков В. А., Ена А. В., Ена В. Г. и др.]. – Симферополь : Таврия, 1996. – 384 с.
2. Коваленко И. Священная природа Крыма: очерки культурно-природоохранных традиций народов Крыма / Коваленко И. – К. : КЭКЦ, 2001. – 96 с.
3. Луцки А. В. Формирование режима подземных вод в районах развития активных геодинамических процессов / А. В. Луцкий, Г. В. Лисиченко, Е. А. Яковлев. – К. : Наукова думка, 1988. – 164 с.
4. Морозов В. И. Подземные воды Крыма и их использование для водоснабжения / В.И. Морозов // Вопросы развития Крыма. – 1997. – Вып.4. – С. 14–27.
5. Отчет «Предварительная гидрогеологическая оценка территории г. Старого Крыма и программа работ по поискам дополнительных источников водоснабжения», 1991 г.
6. Вода для устойчивого развития и здоровья в Крыму. Оценка современной ситуации : [аналитический доклад / под ред. Тарасенко В. С.]. – Симферополь, 2003. – 110 с.

Анотація. К.А. Позаченюк, М.Ю. Лук'янова **Використання підземної води в стародавньому Криму.** Проведено аналіз кількісних характеристик дебіту підземних джерел питної води південно-східного Криму. Показано зв'язок традиційних шляхів водокористування у Криму, таких як колодці Ескі-Кермен, з сучасністю, та важливість збереження цих традицій. Аналізується залежність динаміки стоку від особливостей геологічної будови регіону. Ретельно аналізуються підземні води Субашських джерел. На основі вивчення природних умов регіону розглянуто можливість нарощення експлуатаційних запасів водозабору без зменшення статичних запасів води.

Ключові слова: підземні водозбірні галереї, джерела, колодязі, дебіт, водозабір

Abstract. E. Pozachenyuk, M. Lukyanova **Using of underground water in ancient Crimea** Analysis of quantity characteristics of underground waters of South-Eastern Crimea was done. Connection between traditional Crimean water-using ways, such as Escki-Kermen wells, with present water-using ways, and importance of its preservation, was shown. Dependence of water drain dynamic from region geology structure particular features was analyzed. Underground waters of Subashsky springs were analyzed in detail. Ability to improve the operating stocks of water-taking without reduction of static stocks of water was discerned, on the base of studying of region nature conditions.

Keywords: underground water galleries, springs, wells, debit, water-taking

Поступила в редакцію 01.12.2012.