

Академик А.Г.Бабаев  
Национальный институт пустынь  
Минприроды Туркменистана

## **АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ МАЛЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ В ПУСТЫНЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ**

Центральная Азия является единым природным и социально-экономическим комплексом. Её общая площадь около 4 млн.кв.км, население более 57 млн.человек. В административном отношении в Центральной Азии расположены пять суверенных государств - Казахстан, Кыргызстан, Таджикистан, Туркменистан и Узбекистан. Занимая буферную зону между странами Восточной Европы и Западной Азии, она исторически близко испытывала в своем развитии их политическое, экономическое и культурное влияние. Через этот регион проходил Великий Шелковый Путь, который выступал в роли главного связующего звена.

В гипсометрическом отношении эта огромная территория расположена в диапазоне от 132 м ниже уровня моря (впадина Карагие, Западный Казахстан) до 7495 м над уровнем моря (пик Исмоила Сомони, Тянь-Шань, Таджикистан). Здесь чередуются различные по генезису и естественной структуре ландшафтно-климатические зоны и районы. Самую большую часть территории Центральной Азии занимают пустыни и полупустыни. Преобладание аридных территорий можно объяснить замкнутым внутриматериковым географическим положением региона, где биологическое и ландшафтное разнообразие формировались в условиях континентального климата с ограниченным выпадением атмосферных осадков.

По литоэдафическим аридным условиям в Центральной Азии выделяются: песчаные, глинистые, лёссовые, каменистые и солончаковые пустыни. Среди этих типов пустынь с точки зрения водоснабжения представляют особый интерес глинистые пустыни, общая площадь которых в Центральной Азии составляет около 12 млн.га, что в 1,5 раза больше, чем вся площадь ныне орошаемых земель в регионе.

Центральноазиатский регион, обладая огромными природными и трудовыми ресурсами и высоким экономическим потенциалом, привлекает повышенное внимание многих развитых стран мира. Здесь за годы независимости на новом более повышенном витке стали развиваться многие отрасли промышленности и сельского хозяйства, неизменно наблюдается повышение уровня внутреннего валового продукта.

В основе всех этих достижений находятся водные ресурсы. Вода в аридных условиях Центральной Азии испокон веков занимала и занимает особое место. Она здесь ценится чрезвычайно высоко. Неслучайно среди людей прошлых и нынешних поколений бытует поговорка "капля воды - крупица золота" или "где кончается вода, там кончается земля". В течение длительного исторического времени дефицит пресных вод для питья, орошения и водопоя скота вынуждал местное население выработать различные способы и технологии. Строили простейшие, но мудрые водосборные и водосберегающие сооружения - плотины, водохранилища, каналы-арыки, кяризы, сардобы, хаки, хаузы, колодцы и т.п. Жители интуитивно умели находить пресную воду, на их ограниченных запасах в какой-то степени обеспечивали свои коммунальные нужды, водопой овец и верблюдов на пустынных пастбищах, а местами на небольших участках вели мелкооазисное земледелие.

Следы деятельности древних скотоводов и земледельцев сохранились до наших дней, как символы мужественного труда и творческого таланта жителей пустынь. Научные открытия последних лет и результаты археологических раскопок показали, что в Южном Туркменистане еще в эпоху неолита и бронзы было развито мелкооазисное земледелие,

которое осуществлялось с помощью примитивной ирригационной технологии, выращивались в основном зерновые культуры (пшеница, ячмень, просо и др.).

В наш век научно-технического прогресса прежние подходы и методы водоснабжения малых потребителей претерпели коренные изменения. Сооружались огромные плотины и водохранилища, строились каналы большой протяженности, задействованы крупные опреснительные установки, техновооруженность орошаемого земледелия многократно выросла. Однако эти инженерные водохозяйственные достижения в оазисах почти не коснулись к вопросам водоснабжения малых скотоводческих поселений в собственно пустыне. Строительство же специальных многокилометровых водоводов из рек и каналов или доставка воды на автоцистернах в отдаленные животноводческие хозяйства с экономической точки зрения оказались нерентабельными. Поэтому альтернативные источники водоснабжения малых потребителей в пустыне пока что являются наиболее рентабельными.

Как известно, огромные запасы подземных вод в пустынях Центральной Азии в основном высокоминерализованы и непригодны для использования. Вместе с тем за последние десятилетия здесь были открыты и основательно изучены линзы пресных вод, плавающие на соленых подземных водах. Площади их распространения при мощности водоносного горизонта 100-150 м изменяются в пределах от нескольких сотен до нескольких тыс. кв. км. О происхождении этих линз пресных вод существует несколько точек зрения. Одна группа ученых считает, что они образовались за счет стекания дождевых вод с поверхности предгорных равнин и их погружения под бугристо-грядовые пески до уровня соленых грунтовых вод; вторая группа склонна связывать их генезис с вековой фильтрацией вод из рек и пресноводных озер; третья группа приписывает им реликтовое происхождение.

В свое время в Каракумах были выявлены и досконально обследованы восемь подобных пресноводных линз с суммарными статическими запасами более 60 км<sup>3</sup>. Это Ясханская (10,00 км<sup>3</sup>), Черкезлинская (2,00 км<sup>3</sup>) Балкуинская (0,45 км<sup>3</sup>), Восточно-Заунгузская (3,40 км<sup>3</sup>), Джилликумская (8,40 км<sup>3</sup>), Репетекская (0,84 км<sup>3</sup>), Карабильская (25,00 км<sup>3</sup>) и Бадхызская (19,00 км<sup>3</sup>) подземные линзы. Например, одна из них – Ясханская линза расположена в Западных Каракумах в сухом русле реки Узбой, стекавшей из озера Сарыкамыш, куда в верхнечетвертичное время впадала часть Праамударьинских вод. В 1960-х годах прошлого столетия она стала предметом разностороннего изучения для целей водоснабжения. На Ясханской линзе была разработана уникальная технология эксплуатации водозабора, что позволило не только восполнить острый дефицит воды в этом пастбищном районе, но и в определенной степени улучшить водоснабжение крупного Небитдагского промышленного центра, путем строительства водовода протяженностью 142 км с общим водозабором более 4 тыс. м<sup>3</sup>/сек.

К альтернативным источникам водоснабжения небольших населенных пунктов в аридных условиях относится также кяризная система. Как правило кяризная технология разработана для условий аридных предгорных наклонных равнин, где выпадает примерно 200-300 мм осадков в год. Фильтрационные воды, образующие на разных глубинах пролювиальных отложений определенный слой грунтовых вод, местами выходит на поверхность в виде малодобитных родников и малых эпизодических речек. В целях извлечения части подземных пресных вод местное население выработало своеобразную технологию строительства кяризной системы. Кяризная система под разным названием существует во многих странах аридной зоны (в Туркменистане, Узбекистане, Алжире, Йемене, Марокко, Китае и др.). Например, в Туркменистане в предгорной равнине Копетдага до сих пор сохранились несколько действующих кяризов, построенных нашими далекими предками. Технология строительства кяриза довольно проста. По уклону рельефа от водоносного горизонта сверху вниз строится подземная галерея длиной 3-5 км, шириной до 1,0-1,5 м, высотой 1,3-1,5 м, которая имеет 50-60 вертикальных колодцев, прорытых через 30-100 м друг от друга. Глубина колодцев до водоносного горизонта находится в пределах 40-50 м у истока кяриза и 2-3 м к месту выхода воды на поверхность. При строительстве

кяриза эти колодцы служили для выноса земли из галереи, а затем как наблюдательное отверстие. Объем выводимой на поверхность самотечной кяризной воды составляет в пределах 20-50 литров в секунду. Часть кяризной воды иногда люди использовали для орошения своих небольших участков под зерновые, овощные и бахчевые культуры, а также виноград. По качеству кяризная вода идеально чистая и вполне соответствует лучшим мировым стандартам. В Туркменистане в 50-х годах прошлого века насчитывалось более 200 действующих кяризов общим дебитом 2500л/с, в 1970 г. их осталось 103, а в настоящее время всего лишь 38. Сохранение в рабочем состоянии подобных водохозяйственных сооружений в аридной зоне, потребовавший немало изобретательства и ручного труда при их строительстве и эксплуатации, свидетельствует о большой заслуге небольших групп людей-энтузиастов. К сожалению, в настоящее время система кяризного водоснабжения потеряла свое былое значение.

К локальным источникам водоснабжения относятся также дождевые воды, периодически скапливающиеся в зоне контакта предгорной наклонной равнины и песчано-глинистой пустыни. Временный поверхностный сток, формирующийся при непрерывном выпадении атмосферных осадков свыше 10-15 мм, образует увлажненную полосу со сравнительно рыхлой сероземно-луговой почвой и редкой травянисто-кустарниковой растительностью. Наиболее высокой увлажненностью выделяются корытообразные понижения с площадью в пределах 0,5-1,0 га, называемые местным населением «ойтаки», которые издавна используются под мелкоозисное (ойтачное) земледелие. Ойтачное земледелие во многом напоминает богарное, не требующее для освоения больших материальных и трудовых затрат, так как вода сюда поступает самотеком.

Определенный объем пресных вод можно получить также за счет использования солнечной энергии, ресурсы которой в пустыне неисчерпаемы. В 80-х годах прошлого столетия Институтом солнечной энергии Академии наук Туркменистана, с целью водоснабжения отдельных животноводческих хозяйств в урочище Овезшых, был построен солнечный опреснительный комплекс парникового типа, производительностью 600 м<sup>3</sup> питьевой воды в год. Комплекс действовал в течение 5 лет, но позже был упразднен в связи с его низкой производительностью и сравнительно высокой себестоимостью опресненной воды.

Институтом пустынь АН Туркменистана проведена еще одна экспериментальная работа в Заунгузских Каракумах по опреснению соленых подземных вод путем использования естественного холода зимнего периода года. В межгрядовом понижении была построена забетонированная (асфальтированная) корытообразная площадка размером 200 x 200 м, которая вечером заливалась подземной водой с минерализацией 20 г/л слоем в 10-12 см. К утру следующего дня верхний 2-х см слой воды подвергается замерзанию. Затем нижняя незамерзшая часть соленой воды сливается через специальные отверстия, а ледяная корка опускается на дно площадки. Эту операцию можно продолжить многократно. В результате образуется многослойная ледяная толща, напоминающая слоеный пирог, которая с наступлением теплых дней постепенно тает и стекает в специальный водонакопительный резервуар. Эту технологию можно успешно использовать в безводных районах северных пустынь, где в течение зимы наблюдаются достаточно низкие температуры воздуха.

Наиболее надежным и экономически выгодным источником водоснабжения малых потребителей в пустынях является временный дождевой сток, образуемый на поверхности глинистых отложений. Его формирование обусловлено своеобразным режимом выпадения атмосферных осадков, характеризующихся чрезвычайной их изменчивостью во времени и большой неравномерностью распределения по площади. Вместе с тем в режиме выпадения атмосферных осадков наблюдается приуроченность их к осенне-весеннему периоду года и по градациям более 10 мм за один дождь, а в отдельные годы эта величина может достигать 70 мм. При таких случаях на глинистых (такырных) поверхностях формируются паводки объемами превышающими сотни и тысячи кубометров воды.

Такыры – один из характерных типов ландшафта глинистых пустынь. Благодаря большому содержанию физической глины (до 75% и более), создающей чрезвычайно слабую водопроницаемую поверхность с незначительным уклоном (0,001%) такыры и такыровидные почвы служат прекрасными водосборами. Для них свойственна идеальная ровность и полигональная трещиноватость. Такырные и такыровидные земли в пустынях Центральной Азии занимают огромную площадь. Веками они использовались как водосборы, а собранный дождевой сток служил единственным источником водоснабжения в собственной пустыне. Местное население пустынь в течение многих веков выработало ряд оригинальных технологий для сбора и хранения поверхностного такырного стока - рыли неглубокие (1-2 м) открытые ямы – хаки, в которых концентрировалась дождевая вода, а там, где сток сравнительно быстро фильтруется в почву строились наливные колодцы, называемые местными жителями «чирле». На протяжении длительного времени технология сбора и хранения атмосферных осадков совершенствовалась. До наших дней сохранились инженерные сооружения весьма простые по своим конструкциям -крытые хранилища такырной атмосферной воды - сардобы. Такие водохранилища строились, как правило, вблизи караван-сараев и действующих дорог, которые обеспечивали путников и их скот пресной водой почти в течение сухого периода года.

Опытно-экспериментальные работы по изучению такыров и такырного стока позволили выявить механизм их формирования и определить факторы, влияющие на его величину и разработать способы расчета стока. Доминирующими факторами, определяющими величину стока являются слой осадков за один дождь и площадь такырной поверхности. Для Центральной Азии потенциальные ресурсы такырного стока составляют в среднем 700 млн.куб.м в год, а для Туркменистана - немногим более 300 млн.м<sup>3</sup>. В Центральном Каракумах, где среднегодовое количество атмосферных осадков находится в среднем в пределах 100 мм, такырный сток с площади 1 км<sup>2</sup> составляет около 15 тыс.м<sup>3</sup> в средний по водности год. При своевременном сборе и хранении даже 10% местного поверхностного стока можно обеспечить потребности водой одного скотоводческого хозяйства.

В настоящее время в глинистых пустынях Центральной Азии построены и эксплуатируются всего лишь около 900 хаков, 350 сардоб и 500 наливных колодцев «чирле».

В целях усовершенствования традиционных народных способов сбора и хранения вод местного стока и повышения их эффективности в 1965 г. Институтом пустынь Академии наук Туркменистана в Центральном Каракумах была создана опытно-экспериментальная база, действующая до настоящего времени. Здесь в урочище Каррыкуль на такыре площадью 250 га построен гидрокомплекс, усовершенствованный новыми инженерно-конструкторскими решениями. Он состоит из гидротехнического сооружения (бассейн площадью 400 м<sup>2</sup>, глубиной 3 м) по учету и сбору такырного стока, комбинированной инфильтрационной системы с режимной наблюдательной сетью, водопойной коммуникации, лабораторных и жилищных корпусов. Стекаемые с такырной поверхности (естественных глинистых водосборов) воды атмосферных осадков посредством инфильтрационного котлована погружаются в зону аэрации до уровня грунтовых вод, соленостью 20-25 г/л, где начинается формирование линзы пресных вод. В связи с тем, что удельный вес подземных соленых вод довольно высокий, погружаемая пресная дождевая вода с низким удельным весом образует своеобразную плавающую линзу. Опыты показали, что при погружении такырного стока с водосборов площадью 1 км<sup>2</sup> можно за 3-4 года создать запасы пресной воды в пределах 10 тыс.м<sup>3</sup>, обеспечивающие при условии их периодического восполнения гарантийное водообеспечение чабанского хозяйства из 10-15 человек с отарой овец 1000-1200 голов.

Анализ гидрогеохимических данных режимных наблюдений за 10 летний период показал стабильность расположения искусственной линзы пресных вод в плане и в разрезе даже при отсутствии ежегодного восполнения. В последующие десятилетия при систематическом восполнении линза пресных вод растекается по поверхности соленых

подземных вод, увеличивая свои запасы до бесконечности. Пресные воды линзы можно откачивать как насосом через скважину или ленточным водоподъемником из колодцев.

Себестоимость 1 тыс.м<sup>3</sup> местных дождевых вод, собранных с такырной поверхности, обходится в 20 раз дешевле, чем вода привозная автоводоюзами с расстояния 90-100 км.

Институтом пустынь проведены также опытно-экспериментальные работы по сбору и magazинированию дождевых вод путем создания искусственных водосборов из дешевых пленочных материалов. Институт пустынь в ближайшее время приступает к испытанию новых, более экономичных, легких, термоустойчивых противofильтрационных материалов, способных образовать прочную водонепроницаемую поверхность. Такие искусственные водосборные поверхности на любых типах пустынь позволяют с 1 га в течение года собрать и magazинировать до 700-800 м<sup>3</sup> дождевой воды, против 300 м<sup>3</sup> воды с такой же площади естественного такыра. Теоретически с поверхности 1 км<sup>2</sup> естественных такыров или искусственных водонепроницаемых покрытий в течение года можно собрать от 5 до 30 тыс. м<sup>2</sup> дождевой воды.

**Заключение.** В условиях острого дефицита пресных вод разумное использование всех перечисленных выше альтернативных источников водоснабжения малых потребителей в пустынях Центральной Азии путем их усовершенствования на основе инженерной техники остается вполне актуальным.