

будет иметь место исключительно для работы сигнализации, автоматики и освещения территории. Строительство самотечного водовода от населенного пункта Чубот до города позволит обеспечить население, проживающее вдоль трассы водовода, чистой питьевой водой.

Таким образом, осуществление данного проекта позволит более эффективно использовать ранее установленное оборудование и сети, обеспечить выполнение одного из основных индикаторов, а именно «Бесперебойность» для всех потребителей, независимо от их месторасположения. Внедрение предлагаемой системы водообеспечения резко повысит надежность системы, а также экономические показатели в целом.

Литература

1. ШНК 2.04.02-2019. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Министерство строительства Республики Узбекистан. Ташкент, 2019. – 250 с.

2. ГОСТ Уз. 950:2011. Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль качества. Узбекское агентство стандартизации, метрологии и сертификации. – Ташкент, 2011. –16 с.

3. Проект водоснабжения города Самарканд. Техничко-экономическое обоснование. Док. 2: часть 1. Базовые данные. ООО «Узбеккоммуналлойтихакурилиш» (Узбекистан) январь 2007.

УДК 548.56

Усовершенствованная технология деминерализации вод

Мурадов Ш. О., Тураев У. М.

Каршинский инженерно-экономический институт
Карши, Республика Узбекистан

Приводится анализ водных ресурсов Узбекистана. Как дополнительный ресурс, на основе анализа существующих технологий опреснений вод предлагается разработанный эколого-экономичный и малознергоемкий способ деминерализации морских, коллекторно-дренажных, подземных и озерных вод. Обоснована газогидратная технология с использованием безопасного газа.

Проблема нарастающего дефицита пресной воды признана мировой проблемой. Этот дефицит может быть покрыт утилизацией соленых вод путем деминерализации.

Около 40 % воды в Центрально-Азиатском регионе, отбираемой из источников, участвует в формировании дренажно-сбросных вод. В постанов-

лении президента Узбекистана от 4 мая 2017 г. № ПП-2954 «О мерах по упорядочению контроля и учета рационального использования запасов подземных вод на 2017–2021 годы» отмечено: «...до конца 2017 года провести опытно-экспериментальные работы по определению эффективности опреснительных установок отечественного производства».

Необходимость деминерализации соленых вод Узбекистана диктуется и тем, что наличие пресных (до 1,0 г/л) подземных вод в западных и юго-западных частях республики, включающих Хорезмскую, Бухарскую и Навоийскую области, республику Каракалпакстан практически отсутствуют в сравнении с наибольшим их количеством; в Ферганском – 111,4, При-ташкентском – 90,8, Зарафшанском – 46,4, Сурхандарьинском – 29,14, Кашкадарьинском – 15,6 м³/с гидрогеологических районах [1]. Как отмечают В. А. Борисов и др. (2002), количество пресных питьевых подземных вод в Узбекистане за 30 лет (1965–1995) уменьшилось с 471 до 294 м³/с и составляет 34 % вместо 56 % от общей величины ресурсов подземных вод с минерализацией 5 и более г/л. Количество же последних даже несколько возросло: с 844 до 853 м³/с [2].

Все существующие технологии очистки и деминерализации воды, включая морские, коллекторно-дренажные, подземные и озерные воды, могут быть подразделены на две большие группы. Первая группа технологий основана на удалении из воды загрязняющих компонентов, вторая группа технологий базируется на противоположном принципе: из сточной воды выделяются не загрязняющие компоненты, а молекулы чистой воды.

К первой группе технологий относятся способы технологической, биологической, химической, а также многие способы физико-химической очистки сточных вод. Ко второй группе относятся способы, основанные на выпаривании сточных вод, кристаллизации сухого остатка и конденсации дистиллята. Использование первой группы технологий предпочтительно в тех случаях, когда доля загрязняющих компонентов в массе сточных вод незначительна. Если же концентрация загрязняющих компонентов достигает десятков и более грамм на литр, целесообразно использование второй группы технологий.

Именно вторая группа технологий наиболее перспективна при деминерализации морских, подземных, коллекторно-дренажных, озерных и сбросных вод, содержащих повышенные концентрации хлоридных, сульфатных, карбонатных и других неорганических солей. Однако существующим технологиям второй группы присущ весьма существенный недостаток: эти технологии характеризуются весьма высокой энергоемкостью.

Современный уровень техники характеризуется гидратной технологией деминерализации сточных вод, которая лишена указанного выше недостатка – высокой энергоемкости процессов.

Современный уровень науки и техники позволяет выполнить разработку эколого-экономичных технологий деминерализации вод. В настоящее время в целях деминерализации вод применяют различные способы очистки: химические – ионный обмен, опреснение клатратами; физические – вымораживание, дистилляция, активация; физико-химические – флотация, экстракция, коагуляция, сорбция, электродиализ, обратный осмос, применение газовых гидратов; биологические и биохимические – применение аэробных и анаэробных микроорганизмов, микрофитов, гидромакрофитов, сорбентов.

Метод ионного обмена используется для деминерализации вод с содержанием солей 1,5–10 г/л. Однако при опреснении сильно минерализованных вод расход химических реагентов увеличивается и составляет 3–5 % количества опресняемой воды. Как отмечают Л. А. Коренева и М. К. Адылова (2003), «... опреснительные технологии требуют использования дорогостоящих оборудования и материалов, следовательно, проблема разработки дешевых технологий весьма актуальна» [4]. При сравнении технико-экономических параметров различных способов, самой эколого-экономичной технологией явилась газогидратная. Суть этой технологии состоит в том, что при контакте газа-гидратообразователя со сточной водой при соответствующих температурах и давлениях образуется газовый гидрат, в который входят только газ и пресная вода, а соли остаются в растворе, так как молекулы их слишком велики и не помещаются в полостях молекул воды. После выделения кристаллов гидрата из рассола их промывают и разлагают с образованием пресной воды и газа, который вновь направляют в цикл. В промышленных установках фирмы «Копперс» в качестве газа-гидратообразователя используют пропан [3].

Низкая энергоемкость гидратной технологии деминерализации природных и сточных вод базируется на том, что основной процесс протекает в температурном интервале 0–10 °С. Существенные недостатки этого способа в основном связаны с выбором газа-гидратообразователя, так как именно этот газ определяет конечный результат, а также параметры и эффективность всех звеньев в технологической цепочке. В данном способе, как уже указывалось выше, в качестве газа-гидратообразователя используют пропан. Однако этот газ, во-первых, огне- и взрывоопасен. Во-вторых, он дефицитен, особенно в странах и регионах, не имеющих собственных нефтяных и газовых месторождений.

Пропану присущи также следующие недостатки технологического плана. Как газообразный, так и сжиженный пропан плохо растворим в воде, что отрицательно сказывается на кинетике гидратообразования. Газовый гидрат этого углеводорода существует в весьма узком интервале положи-

тельных температур, что также накладывает ограничения на технологический процесс его использования.

Основной задачей, решаемой нашим предложением, является устранение отмеченных выше недостатков. Предложенное техническое решение включает получение газового гидрата при контактировании газа-гидратообразователя с водой, выделение кристаллов гидрата, их промывку и разложение с образованием пресной воды и газа, причем в качестве газа-гидратообразователя используют растворимый в воде газ. По своим параметрам наиболее пригодным для этих целей является двуокись углерода (CO_2). При этом образование гидрата двуокиси углерода осуществляют в интервале температур 275–179 К при давлениях 1400–2500 кПа.

В настоящее время известно довольно большое количество газов, образующих гидраты. Однако далеко не все они пригодны для осуществления гидратного процесса деминерализации вод. В качестве критериев выбора оптимального газа-гидратообразователя могут быть использованы следующие: во-первых, гидрат должен образоваться при положительных температурах, т. е. контактируя с жидкой водой, при давлениях выше атмосферного (для исключения попадания в систему воздуха), но не более 20–25 МПа (для уменьшения металлоемкости конструкций, исходя из условий прочности); во-вторых, предпочтителен газ, хорошо растворимый в воде, и, в-третьих, газ-гидратообразователь должен соответствовать условиям гигиеничности и экологичности.

Перечисленным выше критериям в наибольшей степени соответствует двуокись углерода. Именно этот газ обладает существенными преимуществами по сравнению с газом, используемым в способе США (пропаном).

Во-первых, диоксид углерода хорошо растворим в воде (при 0 °С в 100 г воды растворяется 171,3 мл CO_2). Во-вторых, гидрат диоксида углерода образуется в наиболее широком интервале положительных температур. Для CO_2 максимальная температура существования гидрата равна 283,1 К, т. е. интервал положительных температур гидратообразования почти в два раза шире, чем для гидрата пропана.

Двуокись углерода неопасна в обращении (в противоположность горючему и взрывоопасному пропану), водные растворы CO_2 нетоксичны для человека, поэтому не требуется полное ее удаление из конечного продукта (пресной воды). Двуокись углерода – более широко распространенный в природе и более дешевый газ по сравнению с пропаном. Формула гидрата двуокиси углерода изменяется от $\text{CO}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ до $\text{CO}_2 \cdot 17\text{H}_2\text{O}$ (при давлениях до 70 МПа). Нижняя квадрупольная точка системы $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ (газ-гидрат-лед) характеризуется параметрами $T = 273,1 \text{ К}$ и $P = 1250 \text{ кПа}$, а верхняя квадрупольная точка (газ-гидрат-вода-жидкий гидратообразователь) – па-

раметрами $T = 283,1 \text{ К}$, $P = 4490 \text{ кПа}$. При нормальном атмосферном давлении ($P = 101,3 \text{ кПа}$) равновесная температура существования гидрата $T = 218,1 \text{ К}$ (минус $55 \text{ }^\circ\text{C}$).

Исходя их экспериментальных данных, в качестве оптимального температурного интервала принят интервал от 275 до 279 К , которому соответствуют равновесные давления гидратообразования от 1400 до 2500 кПа . Температурные интервалы $273,1\text{--}274,9 \text{ К}$ и $279,1\text{--}283,1 \text{ К}$ составляют некий режимный «запас прочности» (они примыкают к верхним и нижним квадрупольным точкам, вблизи которых процесс гидратообразования резко ослабевает; кроме того, они необходимы для регулирования процессов теплообмена).

Разработанная схема усовершенствованной установки отличается тем, что в качестве источника для образования гидратов CO_2 предполагается использовать сжатую под давлением или сжиженную двуокись углерода, что существенно упрощает конструкцию.

Еще одна особенность предложенного модернизированного решения – его универсальность. Поэтому для деминерализации могут быть приняты подземные, коллекторно-дренажные, озерные и иные сточные воды с весьма широким спектром показателей: рН – $3\text{--}12$; минерализация – от $2\text{--}3$ до $200\text{--}300 \text{ г/л}$ (кстати, в апреле 2009 г. засоление вод Восточного Арала достигло 253 г/л [5]); она обладает селективностью, т.е. тип загрязнений как неорганический, так и органический.

Конечным продуктом деминерализации является пресная вода. Гидратная технология предусматривает следующие требования к ней: рН – $6,8\text{--}7,5$; сухой остаток – не выше $1,0\text{--}1,5 \text{ г/л}$; по химическому, бактериальному составу, содержанию взвесей и физическим свойствам вода соответствует действующим нормативам. Проектная мощность промышленных установок составляет от 50 до $500 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Резюмируя, можно отметить, что деминерализация морских, коллекторно-дренажных, подземных и озерных вод рассматривается как наиболее кардинальный вариант решения проблемы их регенерации и утилизации, что позволит повышению водоустойчивости регионов. Данное решение проблемы объективно востребовано как обществом, так и природой.

Литература

1. Абиров, А. А. Подземные воды – значительный резерв в повышении водообеспеченности орошаемых земель Узбекистана / А. А. Абиров, А. Г. Галустян, О. Ф. Сидоренко // САНИИРИ: науч. тр. – Ташкент, 2003 – С. 62–68.

2. Борисов, В. А. Индексная оценка качества питьевых подземных вод Узбекистана / В. А. Борисов, Л. И. Вавленко, Т. П. Мусаева, Д. Г. Султанов

ва // Проблемы питьевого водоснабжения и экологии. – Ташкент: Университет, 2002. – С. 83–91.

3. Каримов, А. Повышение продуктивности использования водных ресурсов на уровне фермерских хозяйств / А. Каримов, К. Мирзаджанов, С. Исаев // ИКАРДА: материалы междунар. семин. – Тараз: АКВА, 2002 – С. 38–49.

4. Коренева, Л. А. Адсорбционная технология опреснения дренажной воды / Л. А. Коренева, М. К. Адилова // САНИИРИ: науч. тр. – Ташкент, 2003 – С. 116–120.

5. Proceedings of the 4th international Conference on Gas Hydrates, Yokogama (Japan), May 19–23, 2002. – Yokogama, 2002. – P. 439–443.

УДК 627.8

Основные технологические параметры водозаборных сооружений

Бекмамадова Г. А.

Ташкентский архитектурно-строительный институт
Ташкент, Республика Узбекистан

Водозаборные сооружения имеют немаловажное значение для обеспечения водоснабжения населения. В связи с чем при их эксплуатации огромная роль уделяется технологическим конструкциям сооружений, т. к. от них зависит состояние воды в источнике и ее качество, которое должно отвечать нуждам потребителей. В статье рассматривается устройство водозаборного сооружения и процесс циркуляции воды в его технологических конструкциях.

Водозаборные сооружения занимают особое место среди других сооружений систем водоснабжения, так как постоянно испытывают на себе огромное воздействие определенных особенностей используемых природных источников воды, очень часто достаточно специфических. Выбранный источник водоснабжения должен обеспечивать отбор воды необходимого количества при возможном росте водопотребления, а также бесперебойно на протяжении всего срока службы. Состояние воды в источнике должно быть определенного качества, которое будет отвечать нуждам потребителей. При несоответствии качества воды в источнике требованиям потребителей используются очистные сооружения, которые должны осуществлять экономически оправданную очистку. Подача воды потребителю обязательно должна осуществляться с наименьшей затратой средств. Источник водоснабжения должен обладать определенными объемами, которые позволят производить забор воды из него без нарушения экологической