

– 256 s. (in Russian)

*Turgunov D.M.* Tog daryolari kam suvli yillar oqimi gidrologik korsatkichlarini hisoblash va prognozlash [Calculation and forecasting of hydrological indicators of the flow of low-water years of mountain rivers]. Geogr. fan. dok. (DSc) ... avtoreferati. – Tashkent, 2020. – 61 b. (in Uzbek)

*Xakimova Z.F.* Ohangaron havzasi daryolari oqimining shakllanishiga meteorologik omillarning tasirini baholash [Assessment of the influence of meteorological factors on the formation of the flow of rivers of the Ohangaron basin] // *Gidrometeorologiya va atrof-muhit monitoringi*. – Tashkent, 2022. №4. – B. 50-62. (in Uzbek)

*Xikmatov F.X. i dr.* Zakonomernosti formirovaniya vodnix resursov gornix rek v usloviyax izmeneniya klimata. Monografiya [Patterns of formation of water resources of mountain rivers in the conditions of climate change. Monography]. – Tashkent: “Innovatsion rivojlanish nashriyot-matbaa uyi”, 2020. – 232 s. (in Russian)

*Chub V.Ye.* Izmenenie klimata i yego vliyanie na prirodno-resursniy potentsial Respubliki Uzbekistan [Climate change and its impact on the natural resource potential of the Republic of Uzbekistan]. – Tashkent: SANIGMI, 2000. – 252 s. (in Russian)

*Chub V.Ye.* Izmenenie klimata i yego vliyanie na gidrometeorologichesie protsessi, agroklimaticheskie i vodnie resursi Respubliki Uzbekistan [Climate change and its impact on hydrometeorological processes, agro-climatic and water resources of the Republic of Uzbekistan]. – Tashkent: Voris-Nashriyot, 2007. – 132 s. (in Russian)

*Xikmatov F.X., Hakimova Z.F., Turgunov D.M.* Chirchiq havzasi daryolari oqimi bilan iqlimiy omillar orasidagi boglanishlarni statistik baholash [Statistical assessment of the relationship between the flow of rivers of the Chirchik basin and climatic factors] // *Gidrometeorologiya va atrof-muhit monitoringi*. – Tashkent, 2022. №4. – B. 50-62. (in Uzbek)

*Xikmatov F.X., Yunusov G.H., Raxmonov K.R.* Hidrologik bashorat [Hydrological prediction]. – Tashkent: «Faylasuflar» nashriyoti, 2013. 144 b. (in Uzbek)

УДК 504.062:628.16

## ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ВОДНЫЙ РЕСУРС В ПЕРИОД ЗАСУХИ

Ш.О. МУРАДОВ<sup>1\*</sup>, У.М. ТУРАЕВ<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Каршинский инженерно-экономический институт, m.oikos@mail.ru

**Аннотация.** *Имеющиеся в резерве коллекторно-дренажные, озёрные и подземные воды являются дополнительным ресурсом. Их использование возможно после соответствующей регенерации. Поэтому научное обоснование и разработка технологии деминерализации вод является актуальным направлением науки. Приводится анализ существующих технологий и практическое обоснование наиболее эколого-экономичного газогидратного способа деминерализации вод. Даны результаты экспериментов на разработанном усовершенствованном варианте модельной установки.*

**Ключевые слова:** *деминерализация вод, газогидратная технология, подземные воды, коллекторно-дренажные воды, озерные воды, промышленность, орошение.*

**Введение.** В докладе на 78-й Сессии Генеральной Ассамблеи ООН Президент Узбекистана, резюмируя все решения и высказывания, обратил внимание на то, что мы «...Выступаем за привлечение и внедрение самых передовых технологий в процессе создания Платформы водосберегающих технологий в Центральной Азии, используя механизм «Организации Объединенных Наций – водные ресурсы».

\* Ответственный автор: m.oikos@mail.ru, тел. +998 90 341-00-53

Проблема нарастающего дефицита пресной воды благоприятного состава признана проблемой международного значения [Безднина, 2006]. Интенсивный рост промышленности должен быть в максимальной степени обеспечен не вследствие увеличения водозаборов свежей воды, а в результате интенсивного развития систем оборотного и повторно-последовательного водоснабжения [Шикломанов, 2010]. Этот дефицит может быть покрыт регенерацией соленых вод путем деминерализации. Искусственное опреснение соленых вод перспективно. Наибольших успехов в этой области достигло Государственное управление по использованию соленых вод США [Хамраев, 1997]. Одним из основных направлений в решении проблемы повышения надежности функционирования мелиоративных систем является деминерализация сбросных и коллекторно-дренажных вод, утилизация дренажно-сбросных вод [Карпенко, 2004]. Около 40% воды в Центрально-Азиатском регионе, забранной из источников, участвует в формировании дренажно-сбросных вод [Каримов и др., 2002]. Необходимость деминерализации соленых вод юга Узбекистана диктуется и тем, что наличие пресных (до 1,0 г/л) подземных вод в регионе незначительно (Сурхандарьинском – 29,14 м<sup>3</sup>/с, а в Кашкадарьинском – 15,6 м<sup>3</sup>/с) по сравнению с Ферганским (111,4 м<sup>3</sup>/с), Приташкентским (90,8 м<sup>3</sup>/с) и Зарафшанским (46,4 м<sup>3</sup>/с) гидрогеологическими районами [Абиров и др., 2003]. Количество пресных питьевых подземных вод в Узбекистане за 30 лет (1965-1995 гг.) уменьшилось с 471 м<sup>3</sup>/с до 294 м<sup>3</sup>/с и стало составлять 34% вместо 56% от общей величины ресурсов подземных вод с минерализацией 5 г/л и более. Количество же последних даже несколько возросло с 844 м<sup>3</sup>/с до 853 м<sup>3</sup>/с [Борисов и др., 2002].

**Цели и задачи исследования.** Основной целью исследований является анализ существующих технологий и разработка усовершенствованного эколого-экономического способа деминерализации вод. Очевидно, что данная задача может быть решена несколькими способами и в том числе:

а) созданием технологических приемов и технических средств, позволяющих регулировать качество воды на сброс с оросительных систем;

б) регулированием качества коллекторно-дренажных вод (КДВ) в процессе формирования их непосредственно на массивах орошения с учетом геологических, геоморфологических, гидрологических и гидрогеологических условий, а также климатических и мелиоративных параметров.

Вторая задача решается в каждом конкретном случае и повторное использование дренажных вод будет зависеть от мелиоративного состояния орошаемого массива, вида культур, типа почв, минерализации воды и т.д. [Гранкин и др., 2002].

В принципе нами выбран первый способ. Все существующие технологии очистки и деминерализации сточных, включая 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 подземных, коллекторно-дренажных, озёрных 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 энергоёмкости процессов. Человеческая практика непрестанно ставит перед наукой все новые и новые вопросы, нарастающие числом и сложностью. Успешное их решение является мощным стимулом прогресса человечества. Однако, бывает и так, что некоторые явления и закономерности первоначально недооцениваются. Так было с группой веществ, получивших название газовых гидратов.

**Методы исследования.** Первым исследователем, что наблюдал образование газовых гидратов, по всей вероятности, был английский химик Джозеф Пристли (1777-1778). Он получил необычный лед-гидрат сернистого газа, существующий при положительных температурах, который, в отличие от обычного гексагонального льда тонул в водных растворах  $\text{SO}_2$ . И все-таки, началом более «осознанной» химии газовых гидратов сейчас принято датировать 1811 годом, когда английский химик и физик Гемфри Дэви сообщил о получении – гидрата хлора (хлор пропускался через охлажденную до  $0^\circ\text{C}$  воду). Великий английский физик Майкл Фарадей ещё 1823 году приблизительно выполнил анализы состава гидрата хлора и приписал ему стехиометрическую формулу  $\text{Cl}_2 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ . В 1829 г. Левич открыл гидрат брома, а в 1840 г. немецкий химик Фридрих Вёлер получил гидрат сероводорода, причем с высокой точностью установил его состав ( $\text{H}_2\text{S} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ). Позднее польский физик Зигмунт Вроблевски (1882 г.) синтезировал гидрат диоксида углерода. В 1884 году Нидерландский физико-химик Хендрик Розебом предложил формулу состава гидрата-хлора  $8\text{H}_2\text{O} \cdot \text{Cl}_2$ . Гидраты метана, этана, пропана, этилена, аргона, криптона, ксенона и ряда других газов исследовал французский физик П.У. Виллар с 1888 г. В эти же годы разрабатываются методы определения состава газовых гидратов (французские физико-химики Анри Луи Ле Шателье и др.) [Кузнецов и др., 2003].

Дальнейшие исследования газовых гидратов (вплоть до начала тридцатых годов XX века) носили чисто академический характер. Начиная с 1940-х годов публикуются и патентуются многочисленные и весьма перспективные предложения по использованию газогидратов в различных технологических процессах и в частности, как опреснение воды, обессоливание морской воды, концентрирование и разделение водных растворов и др.

Отдельных успехов в практическом отношении достигли в Великобритании, где создана опытно-промышленная установка по получению гидратов производительностью 1 т/сут. В Японии построены полупромышленные установки по получению лед – газогидратных «таблеток», которые можно хранить и перевозить при низких температурах [Кузнецов и др., 2003].

Последующие исследования были проведены многими учеными [Suga, Yamamuro, 1989; Прохоров и др., 1998; Истомин, 1998, 1999; Мурадов, Валуконис, 2000; Istomin et al., 2002; Кузнецов и др., 2003; Макогон, Хольсти, 2003; Манаков, Дядин, 2003; Мурадов, 2001, 2002, 2005].

Резюмируя, можно отметить, что это лишь перечень исследований газовых гидратов, однако практическая их ценность – огромна, они составляют научно-техническую базу для гидроэкологических, гидрохимических, гидрологических, геологических и экологических исследований.

Впоследствии было обращено внимание на то, что газовые гидраты могут быть использованы в различных промышленных технологиях (разделение газов, рассеяние туманов, облаков, деминерализация воды и др.).

Как отмечают ученые, минерализованные дренажные воды – это отходы гидромелиоративной системы. Их утилизация – серьезнейшая проблема современной науки [Кирейчева и др., 1999]. Подземные воды глубокого залегания засолены и могут быть задействованы только при условии их опреснения [Алиханов, 2007].

Современный уровень науки и техники требует 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, газовые гидраты; биологические и биохимические – аэробные и анаэробные микроорганизмы, микрофиты, гидромакрофиты, сорбенты.

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 [Кирейчева и др., 1999]. Опреснительные технологии требуют использования дорогостоящих оборудования и материалов, следовательно, проблема разработки дешёвых технологий весьма актуальна [Коренева, Адылова, 2003]. 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 [Патент США, 1959]. 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 положительных температур, что также накладывает ограничения на технологический процесс его использования.

**Основные результаты и их обсуждение.** Основной задачей, решаемой нашим предложением, является устранение отмеченных выше недостатков. Предложенное техническое решение [Мурадов и др., 2000] включает получение газового гидрата при контактировании газа-гидратообразователя с водой, выделение кристаллов гидрата, их промывку и разложение с образованием пресной воды и газа, причём в качестве газа-гидратообразователя используют растворимый в воде газ. По своим параметрам наиболее пригодным для этих целей является двуокись углерода ( $\text{CO}_2$ ). При этом образование гидрата двуокиси углерода осуществляют в интервале температур 275-279К (2-7°C) 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 металлоёмкости конструкций, исходя из условий

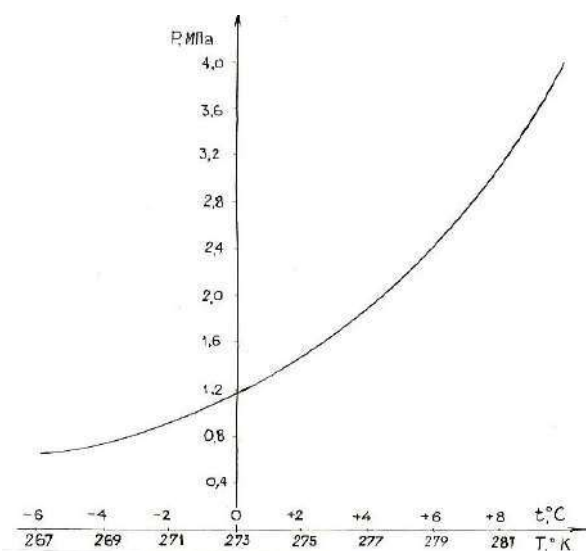
прочности); во-вторых, предпочтителен газ, хорошо растворимый в воде, и, в-третьих, газ-гидратообразователь должен соответствовать условиям гигиеничности и экологичности.

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, двуокись углерода хорошо растворима в воде (при  $0^{\circ}\text{C}$  в 100 г воды растворяется 171,3 мл  $\text{CO}_2$ ). Во-вторых, гидрат двуокиси углерода образуется в наиболее широком интервале положительных температур. Для  $\text{CO}_2$  максимальная температура существования гидрата равна 283,1К ( $10,1^{\circ}\text{C}$ ), 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  $\text{CO}_2$  нетоксичны для человека, поэтому не требуется полное ее удаление из конечного продукта (пресной воды). Двуокись углерода более широко распространенный в природе и более дешёвый 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-лёд) характеризуется следующими параметрами:  $T=273,1\text{ K}$ ;  $P=1250\text{ кПа}$ , а верхняя квадрупольная точка (газ-гидрат-вода-жидкий гидратообразователь) – параметрами:  $T=283,1\text{ K}$ ,  $P=4490\text{ кПа}$ . При нормальном атмосферном давлении ( $P=101,3\text{ кПа}$ ) равновесная температура существования гидрата  $T=218,1\text{ K}$  ( $-55^{\circ}\text{C}$ ).

Для реализации разработанного способа важное значение имеют P-T-условия гидратообразования, так как они определяют режимные характеристики технологического процесса деминерализации вод, а также выбор насосов, компрессоров и материалов конструкционных элементов используемых устройств и установок. На основании обобщения разрозненных литературных (зачастую противоречивых) данных и проведения специальных экспериментальных прецизионных исследований, а также проведения расчётов, получены следующие условия образования гидрата  $\text{CO}_2$  в системе  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$  (рис. 1.).



**Рис. 1. Условия образования гидрата двуокиси углерода в системе  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ .  
Поле выше кривой – область существования гидратов**

**Fig. 1. Conditions of carbon dioxide hydrate formation in the system  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ .  
The field above the curve is the area of hydrate existence**

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÷274,9 К и 279,1÷283,1 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).

Главной задачей экспериментально-модельной установки деминерализации (рис. 2а) было получение гидрата (рис. 2б). Конструирование и эксперименты проводились в ООО «Кашкадарё махсус темир бетон буюмлари». Процесс образования газовых гидратов осуществлялся за счет образования клатратов в процессе квантового перехода  $\text{CO}_2$  в кристаллические структуры, содержащихся из молекул воды. Кристаллическая решетка газового гидрата (так называемый «хозяин») построена из молекул воды, удерживаемых водородными связями. Молекулы газа (гость), образующие гидрат, размещены во внутри полостях кристаллической решетки и удерживаются в них силами Ван-дер-Ваальса.



а) Экспериментально-модельная установка деминерализации вод;  
б) Образец полученного гидрата

Fig. 2. a) Experimental-modular installation of demineralization water;  
b) Sample of the obtained hydrate

Еще одна особенность предложенного модернизированного решения – его универсальность.

Поэтому деминерализации могут быть приняты подземные, коллекторно-дренажные, озерные и иные сточные воды весьма широкого спектра показателей: рН 3÷12; минерализация – от 2-3 до 200-300 г/л (кстати в апреле 2009 г. засоление вод Восточного Арала достигло 253 г/л [Istomin et al., 2002]; 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÷7,5; сухой остаток – не выше 1,0-1,5 г/л; по химическому, бактериальному составу, содержанию взвесей и физическим свойствам вода соответствует действующим нормативам. Как известно, воды минерализацией от 0,7 до 2,0 г/л считаются хорошими по качеству для орошения [Oakes, 1977]. Проектная мощность промышленных установок от 50 до 500 м<sup>3</sup>/ч.

**Выводы.** Деминерализация коллекторно-дренажных, подземных и озёрных вод рассматривается как наиболее кардинальный вариант решения проблемы их регенерации для получения дополнительного водного ресурса.

Научно-практическое обоснование способа газогидратной технологии деминерализации вод соответствует современному уровню науки и техники, повышает безопасность работ, снижает дефицитность газо-гидратообразования, а также энергоёмкость и повышает технологичность процессов – ускоряет образование гидратов и расширяет интервал положительных температур гидратообразования.

Разработанная экспериментально-модельная установка позволила разработать проект усовершенствованной технологии промышленного образца.

Резюмируя надо отметить, что технология деминерализации вод позволит решить проблему водообеспеченности отраслей экономики в период изменения климата и истощения водных ресурсов.

**Вклад авторов. Ш.О. Мурадов:** постановка задачи, анализ, редакция текста.  
**У.М. Тураев:** конструирование установки, проведение экспериментов, анализ результатов, написание текста, оформление. Авторы прочитали и согласны с подготовленной к публикации версией рукописи.

## ЛИТЕРАТУРА

*Абиров А.А., Галустян А.Г., Сидоренко О.Ф.* Подземные воды – значительный резерв в повышении водообеспеченности орошаемых земель Узбекистана // Сб. науч. трудов «САНИИРИ». – Ташкент, 2003. – С. 62-68.

*Алиханов Б.Б.* Выступление Председателя Государственного Комитета Республики Узбекистан по охране природы // Экологический вестник Узбекистана, №11(80). 2007. – С. 6-8.

*Безднина С.Я.* Концепция экологически безопасного функционирования систем водопользования в АПК. - В кн.: Методы и технологии комплексной мелиорации и экосистемного водопользования // Научное издание ВНИИГиМ РАСХН. – М.: 2006. – С. 132-280.

*Борисов В.А., Вавленко Л.И., Мусаева Т.П., Султанова Д.Г.* Индексная оценка качества питьевых подземных вод Узбекистана. - В кн.: Проблемы питьевого водоснабжения и экологии. – Ташкент: Университет, 2002. – С. 83-91.

*Гранкин Ю., Рыбинцев Ю.* Технология подготовки высокоминерализованных дренажных вод для орошения / Материалы международного семинара ИКАРДА. – Тараз: ИЦ «АКВА», 2002. – С.118-129.

*Истомин В.А.* Перспективные направления в технологии предупреждения газовых гидратов // Химия в интересах устойчивого развития. Т. 6., №1. 1998. – С. 83-92.

*Истомин В.А.* О возможности перегрева гидратов природных газов и других водосодержащих кристаллических структур // Журн. физ. химии. Т. 73, №11. 1999. – С. 2091-2095.

*Каримов А., Мирзаджанов К., Исаев С.* Повышение продуктивности использования водных ресурсов на уровне фермерских хозяйств / Материалы международного семинара ИКАРДА. - Тараз: ИЦ «АКВА», 2002. – С. 38-49.

*Карпенко Н.П.* Повышение экологической надежности функционирования мелиоративных систем // Мелиорация и водное хозяйство. №5. 2004. – С. 30-32.

*Кирейчева Л.В., Конторович И.И., Кружшлин И.П., Болотин А.Г., Кормыш Е.И.* Пособие по очистке и утилизации дренажно-сборных вод. – М.: 1999. – 68 с.

*Коренева Л.А., Адилова М.К.* Адсорбционная технология опреснения дренажной воды // Сб. науч. трудов «САНИИРИ». – Ташкент, 2003. – С.116-120.

*Кузнецов Ф.А., Истомин В.А., Родионова Т.В.* Газовые гидраты: исторический экскурс, современное состояние, перспективы исследований // Рос. хим. журн. Т. XLVII, № 3. 2003. – С. 5-18.

*Макогон Ю.Ф., Хольсти Дж.С.* Вискерные кристаллы газогидратов // Рос. хим. журн. Т. XLVII, – № 3. 2003. – С. 43-48.

Манатов А.Ю., Дядин Ю.А. Газовые гидраты при высоких давлениях // Рос. хим. журн. Т. XLVII, № 3. 2003. – С. 28-42.

Мурадов Ш.О. Гидроэкология субаридной зоны // Экологический вестник. № 3. 2001. – С. 8-10.

Мурадов Ш.О. Гидроэкологический способ утилизации сточных вод // Экологический вестник. № 3. 2002. – С. 34-35.

Мурадов Ш.О. Экологический способ деминерализации вод // Экология и промышленность России. №1. 2005. – С. 18-19.

Мурадов Ш.О., Валуконис Г.Ю. Способ деминерализации коллекторно-дренажных вод. Патент Узб. ИДР № 04339, 2000.

Патент США № 2904511, кл. 210-1959.

Прохоров А.Ю., Сухаревский Б.Я., Васюков В.Н., Леонтьева А.В. Квазиаморфное состояние метаногидрата // Журн. структ. химии. Т. 39. № 1. 1998. – С. 86-91.

Трешкин С.Е., Кузьмин Ж.В. Восстановление деградированных земель Приаралья в условиях изменения климата // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. № 1. 2010. – С. 79-82.

Хамраев Н.Р., Денисов Ю.М., Давранова Н.Г., Азимбаев С.А. Основы управления местными водными ресурсами пустынь (на примере Ц. Кызылкума). – Ташкент: АО «Агросаноатахбороти», 1997. – 130 с.

Шикломанов А.И., Георгиевский В.Ю. Проблемы изучения формирования и оценки изменений водных ресурсов и водообеспеченности в России // Метеорология и гидрология. № 1. 2010. – С. 23-32.

Istomin V.A., Derevyagine A.M., Seleznev S.V. Proceedings of the 4<sup>th</sup> international Conference on Gas Hydrates, Yokogama (Japan), May 19-23, 2002. – PP. 439-443.

Suga H.J., Yamaturo O. Thermal Analysis, v. 35, 1989. – PP. 2025-2064.

Oakes D.B. Use of idealized models in predicting the pollution of water supplies due to leachate from land fill sites. Groundwater Qual., Mesur. Predict. And Prat. Paper and Proc. Water Res. Cent. Conf., Reading, 1976. Medmenhat-Stevenage, 1977. – PP. 611-623.

## ҚУРҒОҚЧИЛИК ДАВРИДА ҚЎШИМЧА СУВ РЕСУРСИ

Ш.О. МУРАДОВ<sup>1</sup>, У.М. ТЎРАЕВ<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Қарши муҳандислик-иқтисодиёт институти, m.oikos@mail.ru

**Аннотация.** Мавжуд коллектор-зовур, қўллар ва ер ости сувлари заҳирадаги қўшимча ресурс ҳисобланади. Улардан тегишли регенерациядан кейингина фойдаланиш мумкин. Шу сабабли сувни шўрсизлантириш технологиясини илмий асослаш ва ишлаб чиқиш илмда долзарб йўналиш ҳисобланади. Мавжуд технологиялар таҳлили ва сувни экологик жиҳатдан энг тежамкор газгидратли шўрсизлантириш усулининг амалий асослари келтирилган. Сувни шўрсизлантирувчи такомиллаштирилган қурилманинг тажриба натижалари келтирилган.

**Калит сўзлар:** деминерализация, газгидрат технологияси, ер ости, коллектор-дренаж ва қўл сувлари, саноат, сугориш.

## ADDITIONAL WATER RESOURCE DURING THE DROUGHT PERIOD

Sh.O. MURADOV<sup>1</sup>, U.M. TURAEV<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Karshi engineering economics institute, m.oikos@mail.ru

**Abstract.** Collector-drainage, lake and ground waters available in reserve are an additional resource. Their use is possible after appropriate regeneration. Therefore, scientific substantiation and development of water demineralization technology is an actual direction of science. The analysis of

*existing technologies and practical substantiation of the most ecologically-economical gas-hydrate method of water demineralization is given. The results of experiments on the developed improved version of the model plant are given.*

**Keywords:** demineralization, gas hydrate technology, underground, collector-drainage and lake water, industry, irrigation.

## REFERENCE

*Abirov A.A., Galustyan A.G., Sidorenko O.F.* Podzemnie vodi – znachitelnyy rezerv v povshenii vodoobespechennosti oroshaemix zemel Uzbekistana [Groundwater is a significant reserve in increasing the water supply of irrigated lands in Uzbekistan] // Sb. nauch. trudov «SANIIRI». – Tashkent, 2003. – S. 62-68. (in Russian)

*Alixanov B.B.* Vstuplenie Predsedatelya Gosudarstvennogo Komiteta Respubliki Uzbekistan po oxrane prirodi [Speech by the Chairman of the State Committee of the Republic of Uzbekistan for Nature Protection] // Ekologicheskiiy vestnik Uzbekistana. – Tashkent, 2007. - № 11 (80). – S. 6-8. (in Russian)

*Bezdnina S.Ya.* Konsepsiya ekologicheskii bezopasnogo funkcionirovaniya sistem vodopolzovaniya v APK [The concept of environmentally safe functioning of water use systems in the agro-industrial complex]. V kn.: Metod i texnologii kompleksnoy meliorasii i ekosistemnogo vodopolzovaniya // Nauchnoe izdanie VNIIGiM RASXN. – Moskva, 2006. – S. 132-280. (in Russian)

*Borisov V.A., Vavlenko L.I., Musaeva T.P., Sultanova D.G.* Indeksnyaya osenka kachestva pitevix podzemnix vod Uzbekistana [Index assessment of the quality of drinking groundwater in Uzbekistan]. V kn.: Problem pitevogo vodosnabjeniya i ekologii. – Tashkent.: Universitet, 2002. – S. 83-91. (in Russian)

*Grankin Yu., Rbinsev Yu.* Texnologiya podgotovki visokomineralizovannix drenajnix vod dlya orosheniya [Technology for the preparation of highly mineralized drainage water for irrigation] / Materiali mejdunarodnogo seminaru IKARDA. – Taraz: IS «AKVA», 2002. – S. 118-129. (in Russian)

*Istomin V.A.* Perspektivnie napravleniya v texnologii preduprejdeniya gazovix gidratov [Promising directions in technology for preventing gas hydrates] // Ximiya v interesax ustoychivogo razvitiya. – Novosibirsk, 1998, T. 6. № 1. – S. 83-92. (in Russian)

*Istomin V.A.* O vozmozhnosti peregreva gidratov prirodnix gazov i drugix vodosoderjashix kristallicheskix struktur [On the possibility of overheating of natural gas hydrates and other water-containing crystalline structures] // Journ. fiz. ximii. T. 73, № 11. 1999. – S. 2091-2095. (in Russian)

*Karimov A., Mirzadjanov K., Isaev S.* Povshenie produktivnosti ispolzovaniya vodnix resursov na urovne fermerskix xozyaystv [Increasing the productivity of water resources at the farm level] / Materiali mejdunarodnogo seminaru IKARDA. – Taraz: IS «AKVA», 2002. – S. 38-49. (in Russian)

*Karpenko N.P.* Povshenie ekologicheskoy nadejnosti funkcionirovaniya meliorativnix sistem [Increasing the environmental reliability of the functioning of reclamation systems] // Meliorasiya i vodnoe xozyaystvo. - Moskva, 2004. - №5. – S. 30-32. (in Russian)

*Kireycheva L.V., Kontorovich I.I., Krujilin I.P., Bolotin A.G., Kormsh YE.I.* Posobie po ochildke i utilizatsii drenajno-sbornix vod. [A manual for the purification and disposal of drainage water] M., 1999. – 68 s. (in Russian)

*Koreneva L.A., Adilova M.K.* Adsorbtsionnaya texnologiya opresneniya drenajnoy vodi [Adsorption technology for desalination of drainage water] // Sb. nauch. trudov «SANIIRI». – Tashkent, 2003. – S. 116-120. (in Russian)

*Kuznesov F.A., Istomin V.A., Rodionova T.V.* Gazovie gidrati: istoricheskiiy ekskurs, sovremennoe sostoyanie, perspektivi issledovaniy [Gas hydrates: historical excursion, current state, research prospects] // Ros. xim. journ. T. XLVII. – № 3. 2003. – S. 5-18. (in Russian)

*Makogon Yu.F., Xolsti Dj.S.* Viskernie kristalli gazogidratov [Whisker crystals of gas hydrates] // Ros. xim. journ. T. XLVII. – № 3. 2003. – S. 43-48. (in Russian)

*Manakov A.Yu., Dyadin Yu.A.* Gazovie gidrati pri vsokix davleniyax [Gas hydrates at high pressures] // Ros. xim. journ. – Moskva, 2003. – T. XLVII. № 3. – S. 28-42. (in Russian)

*Muradov Sh.O.* Gidroekologiya subaridnoy zoni [Hydroecology of the subarid zone] // Ekologicheskiiy vestnik. № 3. 2001. – S. 8-10. (in Russian)