



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(51) МПК  
**C02F 9/08** (2006.01)  
**B01D 61/36** (2006.01)  
**C02F 1/44** (2006.01)  
**C02F 1/52** (2006.01)  
**C02F 1/76** (2006.01)  
**C02F 103/04** (2006.01)

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2004126914/15, 07.09.2004

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
07.09.2004(30) Конвенционный приоритет:  
13.07.2004 (п.1) UA 20040705765

(43) Дата публикации заявки: 27.02.2006

(45) Опубликовано: 10.08.2006 Бюл. № 22

(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: RU 2223919 C1, 20.02.2004. RU 2216521  
C1, 20.11.2003. RU 94037599 A1, 10.08.1996.  
US 5914041 A, 22.06.1999. US 5128042 A,  
07.07.1992. WO 96/31436 A1, 10.10.1996. DE  
3829464 A1, 01.03.1990.

Адрес для переписки:

84610, Украина, Донецкая обл., г. Горловка,  
ул. Горловской дивизии, 10, ОАО "Концерн  
Стирол", сектор защиты интеллектуальной  
собственности, Л.А. Кореневой

(72) Автор(ы):

Янковский Николай Андреевич (UA),  
Степанов Валерий Андреевич (UA)

(73) Патентообладатель(и):

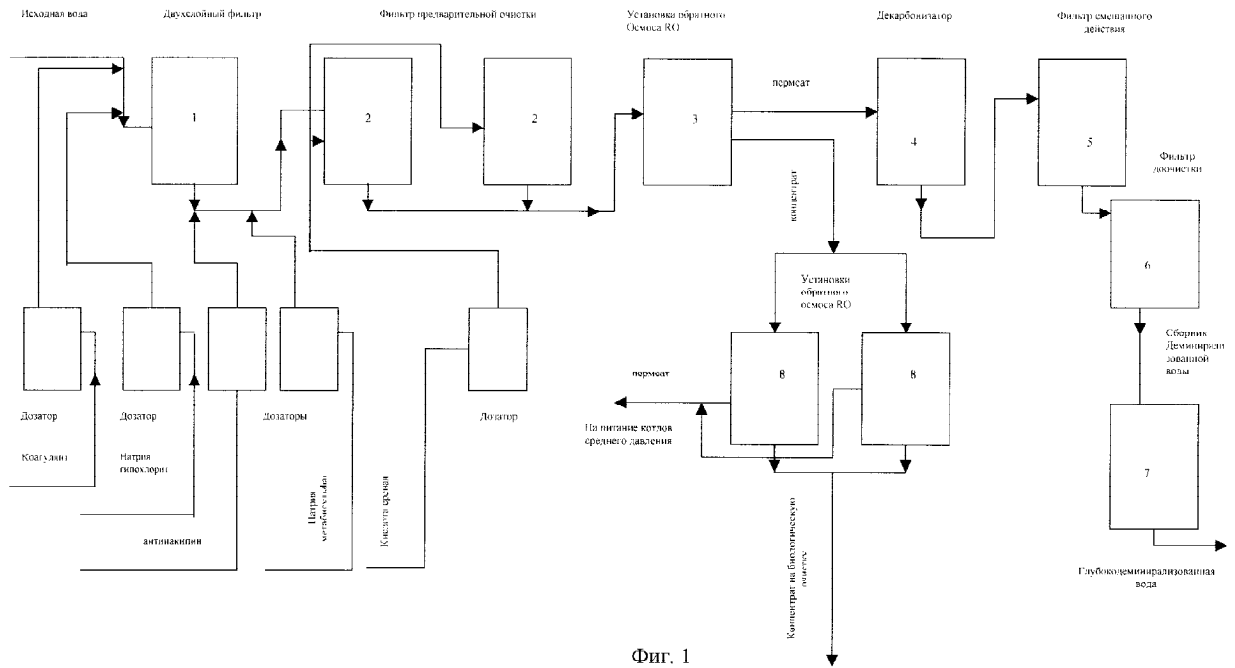
Открытое акционерное общество "Концерн  
Стирол" (UA)

## (54) СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ГЛУБОКОДЕМИНЕРАЛИЗОВАННОЙ ВОДЫ

(57) Реферат:

Изобретение относится к способам подготовки воды методом обратного осмоса и может быть использовано в химической, энергетической и других областях промышленности для получения питательной воды энергетических котлов и систем парообразования в аммиачном производстве. Для осуществления способа в качестве исходной воды используют производственные сточные воды, биологически очищенные сточные воды, шахтные сточные воды, воды ливневой канализации, регенерационные и другие стоки или их смеси с общим солесодержанием 4-6 г/л с общей жесткостью до 30 мг-экв/л и проводят деминерализацию путем обратноосмотического разделения воды, полученный концентрат

подвергают вторичной деминерализации в дополнительной обратноосмотической ступени. Процесс разделения на мембранах проводят со спектром фильтрации от 0,0001 до 0,001 мкм, при давлении 22,5 МПа, с получением пермеата и концентрата, отвода первого на декарбонизацию и окончательную деминерализацию в фильтрах смешанного действия до общего солесодержания 0,2 мг/л. Способ обеспечивает увеличение производительности установки по пермеату, сокращение объема стоков. Создана замкнутая система водопотребления, при этом качество очищенной воды соответствует требованиям, предъявляемым к качеству питательной для систем парообразования высокого и среднего давления аммиачного производства. 2 ил., 6 табл.



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,  
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.  
**C02F 9/08** (2006.01)  
**B01D 61/36** (2006.01)  
**C02F 1/44** (2006.01)  
**C02F 1/52** (2006.01)  
**C02F 1/76** (2006.01)  
**C02F 103/04** (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: **2004126914/15, 07.09.2004**

(24) Effective date for property rights: **07.09.2004**

(30) Priority:  
**13.07.2004 (п.1) UA 20040705765**

(43) Application published: **27.02.2006**

(45) Date of publication: **10.08.2006 Bull. 22**

Mail address:  
**84610, Ukraina, Donetskaja obl., g. Gorlovka,  
ul. Gorlovskoj divizii, 10, OAO "Kontsern  
Stirol", sektor zashchity intelektual'noj  
sobstvennosti, L.A. Korenevoj**

(72) Inventor(s):  
**Jankovskij Nikolaj Andreevich (UA),  
Stepanov Valerij Andreevich (UA)**

(73) Proprietor(s):  
**Otkrytoe aktsionernoe obshchestvo "Kontsern  
Stirol" (UA)**

(54) **METHOD OF PRODUCTION OF HIGHLY DEMINERALIZED WATER**

(57) Abstract:

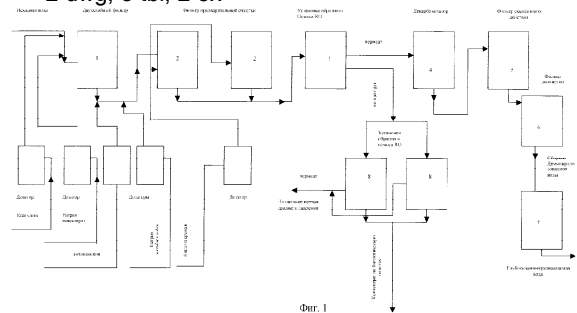
FIELD: treatment of water by reverse osmosis method; chemical power engineering and other industries; production of water for power-generating boilers and steam generation systems in ammonia processes.

SUBSTANCE: proposed method is based on use of industrial waste water, biologically cleaned waste water, shaft drainage water, catch basin water, regeneration and other effluents at total content of salt of 4-6 g/l and total hardness of up to 30 mg-equiv./l; then, de-mineralization is performed by reverse osmosis separation of water; concentrate thus obtained is subjected to secondary de-mineralization at additional reverse osmosis stage. Separation at membranes is carried out at filtration spectrum of from 0.0001 to 0.001 mcm at pressure of 22.5 Mpa, thus obtaining permeant and concentrate; permeant is directed de-carbonization and final de-

mineralization in combined-action filters to total salt content of 0.2 mg/l. Proposed method increases productivity by permeant and reduces effluents. Provision is made for closed water consuming system. Quality of water satisfies requirements to feed water used in high- and medium-pressure steam generation systems in ammonia production process.

EFFECT: enhanced efficiency.

2 dwg, 5 tbl, 2 ex



RU 2 281 257 C2

RU 2 281 257 C2

Изобретение относится к области подготовки воды методом обратного осмоса и может быть использовано в теплоэнергетике, химической и других областях промышленности для получения питательной воды энергетических котлов и систем парообразования в аммиачном производстве, обеспечивает защиту окружающей среды в области

5 водопотребления и защиту рек от стоков, содержащих вредные химические вещества.

Рациональное использование водных ресурсов, поиски и внедрение новых технологий очистки природных источников водоснабжения - одна из главных проблем современности.

Длительная и бесперебойная эксплуатация агрегата по производству аммиака зависит от системы парообразования. Ее эффективность и надежность в работе практически  
10 полностью определяется качеством питательной воды.

Существуют различные способы очистки исходной воды от примесей. На Украине основными способами получения глубокодеминерализованной воды являются ионный обмен и дистилляция. Ионный обмен широко применяется во многих отраслях промышленности для глубокой деминерализации воды с содержанием до 2 г/л [1.  
15 Ю.С.Веселов, И.С.Лавров, Н.И.Рукобратский, Водоочистное оборудование, Ленинград, Машиностроение, 1985 г., с.21-24].

Недостатками ионного способа деминерализации воды являются ограниченность или невозможность использования природных вод с высоким содержанием, значительные  
20 расходы химических реагентов и образование большого объема сточных вод. Природа ионного обмена такова, что требует для восстановления обменной способности ионитов расходов реагентов (кислота, щелочь, поваренная соль) в 3-5 раз выше стехиометрических расходов, т.е. на один грамм-эквивалент поглощаемых солей требуется 3-5 грамм-эквивалентов реагентов. Одновременно с увеличением расходов реагентов увеличиваются и удельные расходы на собственные нужды воды и электроэнергии. Расход  
25 воды на собственные нужды в виде высокоминерализованных сточных вод составляют 25-30% от общего объема обессоленной воды ионным способом.

В случае, если исходная вода имела содержание выше 2 г/л, предусматривалась технология деминерализации воды с применением испарительных установок [2.

Л.А.Кульский, В.Ф.Накорчевская, Химия воды, Киев, Вища школа, 1983 г., с.182-183].

30 На ОАО "Концерн Стирол" для получения дистиллята эксплуатировались две многоступенчатые испарительные установки с испарителями типа И-1000. Дистиллят этих установок с содержанием до 10 мг/л подавался в качестве исходной воды для фильтров смешанного действия водоподготовок агрегатов аммиака и использовался в качестве питательной воды для котлоагрегатов ГМ-50-1 с давлением 4,0 МПа. Исходной  
35 водой для предочистки испарительных установок служила смесь речной и регенерационных стоков ионообменных водоподготовок аммиаков с общей минерализацией 3-4 г/л [3. Технологический регламент цеха химической подготовки, ОАО "Концерн Стирол", г.Горловка, 1996 г., с.2-3].

К недостаткам испарительной технологии деминерализации воды прежде всего следует  
40 отнести высокую себестоимость получения дистиллята за счет высоких энергетических затрат и низкую мобильность по нагрузке.

В свете указанных выше недостатков большой интерес представляет безреагентный мембранный метод очистки воды - обратный осмос. Обратный осмос является универсальным методом обессоливания морской воды, позволяющий получать питьевую  
45 воду из растворов с различным составом и концентрацией солей [4. Патент России №2223919, МПК<sup>7</sup> С 02 F 1/00, С 02 F 1/44, опубл. 20.02.2004 г.], а также для приготовления особо чистой воды в фармацевтической и биологической отраслях [5. Патент России №2073359, МПК<sup>7</sup> С 02 F 9/00, опубл. 2.10.1997 г.]. Однако этот метод до сих пор не нашел промышленного применения при подготовке питательной воды для  
50 систем парообразования в аммиачном производстве.

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому результату к заявленному техническому решению является способ получения глубокодеминерализованной воды для систем парообразования аммиачного производства, заключающийся в заборе речной воды,

ее реагентной обработке в осветлителях известью и коагулянтом, предварительной фильтрации механических и взвешенных частиц на первой стадии очистки, окончательной очистке взвешенных частиц в патронных фильтрах второй ступени, частичной деминерализации в третьей ступени очистки, последующем удалении углекислоты в декарбонизаторах и окончательной деминерализации в фильтрах смешанного действия [6. Постоянный технологический регламент №70 установки глубокого обессоливания воды Объединенного аммиачного завода, ОАО " Концерн Стирол", г. Горловка, 1997 г., с.13-17].

В известной технологии исходной водой для водоподготовки служит речная вода из канала "Северский Донец-Донбасс" с общим солесодержанием до 500 мг/л. Общий объем забора речной воды составил 1000 м<sup>3</sup>/час. Частичную деминерализацию воды проводят последовательным, двухступенчатым катионированием и анионированием с доочисткой в фильтрах смешанного действия, проводя последующую регенерацию фильтров растворами серной кислоты и едкого натрия, отработанные регенерационные и отмывочные воды сбрасывают в резервуар сточных вод.

Недостатком известного способа является использование дефицитной речной воды из канала "Северский Донец-Донбасс", высокая себестоимость получения питательной воды, большие удельные расходы на собственные нужды воды, тепла и электроэнергии, большой расход химических реагентов, сброс кислот и щелочей в окружающую среду, что негативно сказывается на экологической обстановке в регионе. Высокая себестоимость воды приводит к снижению конкурентоспособности продукции предприятия на мировом рынке в условиях жесткой конкуренции.

В основу изобретения поставлена задача усовершенствования способа получения глубокодeminерализованной воды для систем парообразования аммиачного производства, исключая забор речной воды, применяя в качестве исходной воды высокоминерализованные биологически очищенные сточные воды химического производства, ливневые стоки, шахтные воды и другие воды или их смеси, создав при этом замкнутую систему водопотребления, используя для очистки воды от растворенных примесей безреагентную мембранную технологию обратного осмоса, обеспечивающую качество воды, соответствующее требованиям, предъявляемым к качеству питательной воды для систем парообразования высокого и среднего давления, повышая при этом эффективность использования исходной воды, предотвращая, или существенно уменьшая, засоление водоисточников, экономя энергию и одновременно создавая условия для получения минерального сырья, поваренной соли и сульфата натрия.

Поставленная задача решается тем, что в способе получения глубоко деминерализованной воды для систем парообразования аммиачного производства, заключающемся в заборе исходной воды, ее реагентной обработке в осветлителях известью и коагулянтом, предварительном фильтровании механических и взвешенных частиц на первой стадии очистки, окончательной очистке взвешенных частиц в патронных фильтрах второй ступени, частичной деминерализации в третьей ступени очистки, последующем удалении углекислоты в декарбонизаторах и окончательной деминерализации в фильтрах смешанного действия, согласно изобретению, в качестве исходной воды используют биологически очищенные сточные воды химического производства, ливневые стоки, регенерационные, сточные шахтные воды и другие стоки или их смеси с общей минерализацией 4-6 г/л, общей жесткостью до 30 мг-экв/л и общим микробным числом до 10 тыс.ед.в мл, в качестве третьей ступени очистки используют обратноосмотическое обессоливание воды, проводя процесс разделения на мембранах со спектром фильтрации от 0,0001 до 0,001 мкм, при давлении 2-2,5 МПа, с получением пермеата и концентрата, отводя первый на декарбонизацию и окончательную деминерализацию в фильтрах смешанного действия до общего солесодержания 0,2 мг/л; полученный концентрат подвергают деминерализации в дополнительной обратноосмотической ступени под давлением 2,5-3,0 МПа до солесодержания полученного пермеата 150 мг/л, при этом в воду перед 1 ступенью очистки добавляют флокулянт и раствор гипохлорита натрия; осуществляют обеззараживание воды двойным

хлорированием и вводом оксидантов; в осветленную воду вводят раствор антинакипина и раствор метабисульфата натрия; перед фильтрами предварительной очистки дозируют серную кислоту в количестве, необходимом для поддержания рН воды 5,0-7,0; очистку мембранных элементов проводят путем циркуляции через мембраны моющих кислотных и щелочных растворов.

Использование в качестве исходной воды биологически очищенных сточных вод химического производства позволит прекратить забор речной воды и поможет решить проблемы концерна, связанные с нехваткой водных ресурсов в Донбассе.

Применение обратноосмотического разделения воды позволит использовать для нужд водоподготовки вместо дефицитной речной воды в качестве исходной воды ливневые стоки, шахтные сточные воды и другие, отличающиеся от природных вод высоким общим солесодержанием 4-6 г/л и общей жесткостью до 30 мг-экв/л, и получить питательную воду с общим солесодержанием 0,2 мг/л, отвечающую требованиям стандарта предприятия СТП 42-97 для парообразующих установок аммиачного производства, организовать замкнутый цикл по воде, исключить использование химических реагентов, которые вносили свою долю вредного воздействия на окружающую среду, создав уникальную систему защиты окружающей среды в области водопотребления и защиты рек Донбасса от загрязненных стоков.

Метод получения деминерализованной воды обратным осмосом основан на процессе фильтрации молекул чистой воды из раствора при создании давления, превышающего осмотическое, в направлении от раствора к пресной воде через полупроницаемую перегородку. При спектре фильтрации от 0,0001-0,001 происходит баромембранный процесс разделения веществ с молекулярными массами 100-200 дальтон. Через поры проходят молекулы воды и не проходят ионы солей, растворенные в воде.

Отличительной способностью установок обратного осмоса является простота их конструкции и эксплуатации. Основными узлами этих установок являются устройства для создания давления и разделительные ячейки с полупроводниковыми мембранами. Это обуславливает применение обратного осмоса для глубокой деминерализации промышленных сточных вод и природных загрязнений.

Деминерализация воды методом обратного осмоса происходит без фазовых превращений, энергия при этом в основном расходуется на создание давления исходной воды. Рабочее давление в установках по обессоливанию воды поддерживают на уровне 2-2,5 МПа, поскольку производительность их определяется разностью между рабочим и осмотическим давлением. Нижний предел ограничен снижением интенсивности фильтрации, верхний - нарушением прямо пропорциональной зависимости между приложенным давлением и производительностью мембраны.

Работа нового оборудования по новой технологии на базе обратного осмоса позволит вывести из эксплуатации водоподготовку деминерализации воды методом ионного обмена и полностью закрыть одну из энергетических котельных, сократить выброс вредных веществ в окружающую среду.

Деминерализация концентрата увеличивает степень использования исходной воды, повышает производительность установки в целом по пермеату, обеспечивая питательной водой дополнительно парообразующие установки среднего давления, сокращает объем сбросов. С сокращением объемов сбросов и увеличением концентрации солей в концентрате, дополнительная ступень деминерализации воды служит подготовительным этапом для дальнейшего выделения этих солей с возможностью получения минерального сырья, товарного продукта, что позволит минимизировать негативное воздействие на окружающую среду.

Предварительная реагентная обработка исходной воды позволит осмотической установке качественно и надежно осуществить процесс деминерализации.

Заявленная последовательность стадий обработки сточных вод и их взаимосвязь позволит создать эффективную и надежную технологию обессоливания воды в больших объемах для систем парообразования при сравнительно малых удельных энергозатратах,

сокращенных объемах стоков, улучшенной экологии.

На фиг.1 представлена принципиальная схема осуществления заявленного способа.

Схема включает в себя двухслойный фильтр 1, фильтр предварительной очистки 2, установку обратного осмоса 3, декарбонизатор 4, фильтр смешанного действия 5, фильтр доочистки 6, сборник деминерализованной воды 7, установку деминерализации полученного концентрата методом обратного осмоса 8.

Способ осуществляется следующим образом.

Биологически очищенные сточные воды с общим солесодержанием 4-6 г/л, общей жесткостью до 30 мл-экв/л и общим микробным числом до 10 тыс. ед. в мл, пройдя предварительную очистку от глубокодисперсных частиц в осветлителях и механических фильтрах по трубопроводам подают к двухслойным фильтрам 1, предназначенным для удаления из воды глубокодисперсных частиц, взвешенных и коллоидных частичек после реагентной обработки воды. Перед подачей воды в фильтры 1 производят ее коагуляцию, обезжелезивание, хлорирование. Для ускорения хлопьеобразования и осаждения коллоидно-дисперсных частиц в исходную воду добавляют флокулянт и коагулянт: раствор гипохлорита натрия.

Осуществляют обеззараживание воды двойным хлорированием и вводом оксидантов. При введении хлора в воду происходит окисление органических соединений, улучшается коагуляция. Кроме того, хлор разрушает железо-органические соединения, находящиеся в растворенном состоянии и не удаляющиеся при коагуляции, увеличивает скорость окисления соединений F(II). Для связывания излишков свободного хлора в поток воды вводят метабисульфат натрия, т.к. окислитель органических соединений, хлор, может разрушить мембраны обратного осмоса. В осветленную воду вводят раствор антинакипина. Все N фильтров 1 включены параллельно и работают одновременно.

Исходную воду под давлением до 0,6 МПа насосами подают в верхнюю часть фильтра 1 через входное распределительное устройство. Механические примеси воды задерживаются фильтрующими слоями, а осветленная вода проходит через дренажную систему, расположенную в нижней части аппарата. После фильтров 1 в поток воды вводят раствор антинакипина, нейтрализующий вещества, приводящие к образованию накипи, и раствор метабисульфата натрия, предназначенный для связывания имеющегося в воде свободного хлора. Далее вода поступает на m узлов предварительной фильтрации.

Для предотвращения выпадения солей железа, марганца в осадок, для предупреждения карбонатных отложений на мембранах установки обратного осмоса на вход в фильтры 2 дозируют серную кислоту в количестве, необходимом для поддержания pH 5,0-7,0. Эти фильтры служат в качестве смесительной камеры и обеспечивают равномерное распределение реагентов в потоке воды перед ее поступлением на мембраны обратного осмоса. Патронные фильтры предварительной очистки 2 предназначены для окончательной очистки воды от взвешенных частичек размером более 5 мкм. В качестве фильтрующего материала используются собранные в кассету патроны из пористого полипропилена с размером пор 5 мкм.

Из фильтров предварительной очистки 2 воду насосами с давлением подают на установку обратного осмоса 3, в которой минерализация солей происходит на стадии разделения под давлением 2-2,5 МПа. Вода очищается от ионов и молекул растворенных веществ. Процесс обратноосмотического обессоливания проходит в аппарате рулонного типа. Исходную воду подают на внешнюю поверхность рулонного фильтрующего элемента, она движется по турболизатору-разделителю по спирали к центру элемента. Исходный раствор разделяют на два потока: обедненный растворенными веществами пермеат и концентрат с повышенным, по сравнению с исходным раствором, содержанием растворенных веществ.

После установок обратного осмоса 3 пермеат с давлением до 5,5 МПа подают к декарбонизаторам 4, предназначенным для удаления углекислоты, после них на доочистку в фильтры смешанного действия 5 для удаления каких-либо оставшихся положительно или отрицательно заряженных ионов из потока воды. После фильтров доочистки

глубокодеминерализованная вода с содержанием до 0,2 мг/л направляется в сборник глубокодеминерализованной воды 7 и далее потребителям на подпитку систем парообразования аммиачного производства.

Поток концентрата из установок обратного осмоса 3 направляют на следующую ступень деминерализации - в установку обратного осмоса 8, в которой процесс разделения происходит под давлением 2,5-3,0 МПа до содержания полученного пермеата 150 мг-экв/л. Далее пермеат идет на питание котлов среднего давления, а концентрат с высоким содержанием направляют на физико-химическую очистку от азотсодержащих соединений и полную биологическую очистку. С сокращением объемов сбросов и увеличения концентрации солей дополнительная ступень деминерализации воды позволит получить дополнительное количество питательной воды, пригодной для питания котлов среднего давления, служит подготовительным этапом для полной дальнейшей утилизации этих сбросов с возможностью получения сухих солей.

Очистку мембран производят по мере их загрязнения путем циркуляции через мембраны моющих кислых и щелочных растворов.

После каждой стадии очистки воды предусмотрен контроль ее качества. Измерение и контроль рабочих параметров производится автоматически.

Очищенные на БХО до установленных норм сточные воды и концентрат направляют в пруд биологической очистки. Осветленную воду из пруда подают насосами на концерн для повторного использования. Цикл по воде замыкается.

Примеры осуществления способа.

Пример 1 (Прототип). Для глубокодеминерализованной воды систем парообразования трех агрегатов аммиака были использованы две водоподготовки, в которых процесс деминерализации воды проводился методом ионного обмена на Н-катионитовых и ОН-анионитовых фильтрах последовательно с последующей доочисткой на фильтрах смешанного действия. Исходной водой для этих водоподготовок служила речная вода с общей минерализацией до 500 мг/л. При этом общий объем забора речной воды составил около 1000 м<sup>3</sup>/час.

Производительность каждой водоподготовки по частично деминерализованной воде - 450 м<sup>3</sup>/час, по глубокодеминерализованной воде - 20 м<sup>3</sup>/час, по конденсату - 120 м<sup>3</sup>/час. Качество полученной глубокодеминерализованной воды соответствует требованиям, изложенным в стандарте предприятия СТП-113-03-04-03.90-86.

При эксплуатации ионообменных смол на этих водоподготовках израсходовали 13,296 кг/т химических реагентов (серной кислоты и каустической соды для проведения регенераций). Сброс жидких отходов составил 72 м<sup>3</sup>/час [6. Технологический регламент №70 установки глубокого обессоливания воды. кор. 651, ОАЗ, ОАО "Концерн Стирол", г.Горловка, 1997 г.]. Эти два фактора отрицательно сказывались на экологической ситуации в регионе.

Расход электроэнергии составил 2,81 тыс. кВт на 1000 м<sup>3</sup> очищенной воды, пара: 0,9 т/тп. Себестоимость приготовления 1 м<sup>3</sup> глубокодеминерализованной воды методом ионного обмена составила 1-1,2 американских доллара. Сравнительные данные приведены в таблице 1.

Пример 2 (Заявляемый способ). На концерне введена в эксплуатацию установка, реализующая способ получения глубокодеминерализованной воды для питания системы парообразования агрегатов аммиака мощностью по пермеату 840 м<sup>3</sup>/час.

В полном объеме прекращен забор речной воды из канала "Северский Донец-Донбасс" на водоподготовку. Сброс сточных вод за пределы экосистемы полностью прекращен.

В качестве исходной воды для водоподготовки с использованием мембранных технологий обратного осмоса использованы биологически очищенные сточные воды химического производства, ливневые стоки, шахтные сточные воды в количестве 1000 м<sup>3</sup>/час с общим содержанием 4 г/л с общей жесткостью 18 мг-экв/л.

Содержание исходной воды от 4 до 6 г/л выбрано из реальных условий наличия на концерне альтернативного источника водоснабжения с указанным качеством вод,



созданного по причине полного прекращения забора речной воды на технологические нужды.

При солесодержании исходной воды более 6 г/л обратноосмотические установки могут работать, но потребуются дополнительные мероприятия и резервные мощности для выработки того же количества пермеата. Качественный состав исходной воды, забираемой из альтернативного источника концерна, включающего сточные воды предприятия и региона, приведен в табл.2.

Перед подачей воды на установку обратного осмоса 3 для предотвращения отложений осадков и биообрастаний производят ее предварительную обработку (осветление, обезжелезивание, хлорирование), а также корректировку величины pH.

В табл.3 приведены нормы расхода основных видов сырья и материалов для предварительной реагентной обработки воды.

Для осаждения коллоидно-дисперсных частиц в исходную воду добавляют раствор коагулянта в количестве 0,0459 т на 1000 м<sup>3</sup> обессоленной воды.

Раствор гипохлорита натрия применяют для обеззараживания воды, в качестве вспомогательного средства при коагуляции (0,0022 т на 1000 м<sup>3</sup> обессоленной воды).

Очистка смеси от взвесей происходит за счет их механической фильтрации через слой антрацитовой крошки. Удаляются взвеси размером более 10 мкм.

Для нейтрализации веществ, приводящих к образованию накипи, в частности сульфата кальция, карбоната кальция, в поток воды вводят антинакипин в количестве 4,0 л на 1000 м<sup>3</sup> обессоленной воды. Для связывания излишков свободного хлора в поток воды вводят метабисульфат натрия, чтобы избежать разрушения мембран обратного осмоса в количестве 0,0045 т на 1000 м<sup>3</sup> обессоленной воды.

Для надежной работы обратноосмотической установки необходимо поддерживать режим, при котором примеси (соли железа, марганца) остались в растворе и ушли при фильтрации с потоком концентрата.

Для предотвращения выпадения солей железа, марганца в осадок, для предотвращения карбонатных отложений на мембранах установки обратного осмоса на вход в фильтры дозируют серную кислоту в количестве 0,65 т на 1000 м<sup>3</sup> очищенной воды для поддержания pH 5,0-7,0. В заявленном диапазоне pH 5,0-7,0 растворимые вещества не выпадают на поверхности мембран. При закислении раствора pH<5 в процессе очистки протекают реакции, приводящие к выпадению указанных примесей на поверхности мембран.

В состав водоподготовки вошли 10 механических фильтров с загрузкой из марганцевого песка, шесть обратноосмотических машин, 4 декарбонизатора, 6 фильтров смешанного действия и вспомогательное оборудование. Общая производительность водоподготовки по глубокодeminерализованной воде составила 840 м<sup>3</sup>/час с солесодержанием не более 0,2 мг/л по пермеату после машин обратного осмоса, общей жесткостью до 10 мкг-экв/л., что соответствует требованиям, изложенным в стандарте предприятия СТП 42-97.

Характеристика производимой продукции по регламенту дана в таблице А.

Таблица А.	
Наименование показателя, единицы измерения	Значения показателей
Концентрация ионов водорода, pH	6,8-7,4
Электропроводность, максим., не более	0,2
Массовая концентрация SiO <sub>2</sub> , мг/л	Не более 0,03
Железо общее, мг/л не более	0,02
Жесткость, мг/л	отсутствует
Натрий, мг/л, не более	0,01
Общее солесодержание, мг/л	0,2

Исходя из требования к качеству очищенной воды и состава исходной воды выбран материал мембран из ацетата целлюлозы и полиамида в виде спирального модуля со спектром фильтрации 0,0001-1,001 мкм. Этот диапазон спектра фильтрации обеспечивает разделение растворенных солей от раствора (См. фиг.2 - спектр фильтрации).

Такие мембраны применимы ко всем видам технической воды на концерне, могут

работать в диапазоне 90-95% извлечения очищенной воды со 100% задержанием всей микробиологии в воде и 100% задержанием взвешенных веществ. Их задержание по хлориду натрия составляет 99,0-99,5%.

Выбор рабочего давления в пределах 2-2,5 МПа для проведения процесса отделения солей на мембранах установки 3 осуществлялся на основании обеспечения расчетной производительности мембран. Со временем даже при оптимальных условиях продуктивность обратноосмотических мембран, медленно, но снижается по мере их загрязнения. При загрязнении мембранных элементов требуется большее давление для очистки одного и того же количества воды. Недовыработку пермеата компенсируют ростом рабочего давления до 2,5 МПа (из условия сохранения производительности установки по пермеату постоянным). По мере дальнейшего загрязнения мембран компенсация недовыработки пермеата путем повышения рабочего давления в установке свыше 2,5 МПа становится неэффективной из-за неоправданного увеличения энергозатрат. При снижении производительности установки на 15% срочно требуется вывод установки 3 на промывку мембран, т.к. фильтр забит.

В табл.4 приведены примеры режимов работы и качества очистки исходной воды на обратноосмотической установке.

Выбор рабочего давления в пределах 2,5-3,0 МПа в обратноосмотической установке 8 для очистки концентрата осуществлялся аналогичным образом на основании обеспечения неизменной расчетной производительности по пермеату и минимальных энергозатрат. В табл.5 приведены примеры режимов работы и качества очистки концентрата на дополнительной обратноосмотической установке.

Продуктивность мембран на установках 3 и 8 полностью возобновляют периодическим снятием давления и рециркуляцией исходного раствора с дальнейшей обработкой моющими растворами. Периодичность регенерации мембран зависит от степени загрязнения и проводится не реже 1 раза в 30 суток.

Разделенный в установке обратного осмоса 3 пермеат с давлением до 5,5 МПа подают к декарбонизаторам 4, после них с давлением 6 МПа на доочистку в фильтры смешанного действия 5 для удаления каких-либо оставшихся положительно или отрицательно заряженных ионов из потока воды. После фильтров доочистки глубокодеминерализованная вода с солесодержанием до 0,2 мг/л направляется потребителям на подпитку систем парообразования аммиачного производства.

Вырабатываемый концентрат на обратноосмотической установке с солесодержанием 9-13,5 г/л подвергли вторичной деминерализации в дополнительной обратноосмотической ступени 8 при давлении 2,0-2,5 МПа с целью увеличения выработки деминерализованной воды. По такой схеме достигли переработки 350-400 м<sup>3</sup>/час концентрата с получением 180-200 м<sup>3</sup>/час пермеата с солесодержанием 150 мг/л, который направляют в качестве исходной воды на водоподготовку энергетической котельной давлением 4,0 МПа и температурой пара 440°С. Концентрат после установки обратного осмоса 8 с солесодержанием 24 г/л подают на физико-химическую, биологическую очистку.

Заявляемый диапазон давлений во второй ступени обратноосмотической установки выбран из оптимальных условий обеспечения номинальной производительности установки по очистке воды. Как видно из таблицы 4, увеличение обратноосмотического давления выше 2,5 МПа нецелесообразно, т.к. не сохраняется выработка деминерализованной воды. Падает продуктивность мембран. По мере загрязнения мембранных элементов требуется больше давления для очистки одного и того же количества воды. Обратноосмотическую установку срочно необходимо выводить на промывку мембран.

Поддержание давления в установке 8 ниже 2,0 МПа также нецелесообразно из-за снижения выработки пермеата.

50

РАСХОДНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОЦЕССА ДЕМИНЕРАЛИЗАЦИИ ВОДЫ	Табл.1.
--	---------

№ п/п	Способ водоподготовки	Источник воды	Расходный коэффициент речной воды	Кол-во химических реагентов кг на т воды	Кол-во сбрасываемых загрязненных вод, м <sup>3</sup> /ч.	Расход электроэнергии (тыс. кВт)/ пара (т/тп)	Примечания
5	Деминерализация воды ионообменом (прототип)	Вода речная				2,81	
		ГОСТ	1,36	13,296	72	0,09	
10	Деминерализация воды с применением осмоса	Смеси:					
		- биологически очищенные воды					
		- ливневые стоки	Отсутствует	3,173	Отсутствует	2,051/ Отсутствует	
		- шахтные сточные воды и др.					

Таблица 2.

Качество исходной воды из накопителя сточных вод концерна и региона

Наименование примесей	Размерности	1996 год			2003 год			I полугодие 2004 г.		
		Мин.	Макс.	Средн.	Мин.	Макс.	Средн.	Мин.	Макс.	Средн.
Азот аммонийный	мг/л	6,2	14,2	9,2	8,0	66,6	38,0	13,3	50,3	35,0
pH		7,4	11,5	8,4	6,5	8,5	8,3	5,7	9,4	7,8
Взвеш. в-ва	мг/л	31,0	248,0	85,2	40,0	587,0	281,0	42,0	99,0	71,7
Нефтепродукты	мг/л	0,4	0,7	0,5	0,1	12,5	5,1	0,3	0,6	0,5
Сухой остаток	мг/л	950	2220	1796	1371	2185	1844	1670	2776	2230
Сульфаты	мг/л	382	955	680	5300	1900	924	490	1440	969
Хлориды	мг/л	183	316	264	108	428	289	263	433	328
БПК5	мг/л	4,6	7,4	6,8	8,0	8,5	8,3	3,7	7,9	7,2
ХПК	мг/л	30,3	38,1	36,4	42,0	42,0	42,0	26,0	37,3	34,0
Фосфаты	мг/л	0,1	0,89	0,27	0,1	0,1	0,1	0,28	0,41	0,30
Натрия катион	мг/л	490,0	560,0	504,0	450	454,5	454	568	636	612
Кальция катион	мг/л	24,0	328,0	98,0	110	120	115	38,5	104,0	71,3
Магния катион	мг/л	17,0	135	41,0	45,0	79,6	79,2	63,2	89,0	76,1
Нитриты	мг/л	4,6	8,1	6,8	11,7	69,0	16,2	9,8	46,0	18,8
Нитраты	мг/л	18,6	37,2	29,9	13,3	243,0	99,9	101,0	324,0	210,2

Таблица 3

Ежегодные нормы расхода реагентов и материалов на 1000 м<sup>3</sup> обессоленной воды.

№ п/п	Наименование сырья, материалов	Нормы затрат по проекту на 1000 м <sup>3</sup> обессоленной воды.	По году 2004
1	2	3	4
1.	Раствор гипохлорита натрия (NaOCl), концентрация 12%, т	50	0,0022
2.	Антинакипин, концентрация 100%, л	0,00004	4,0
3.	Коагулянт, концентрация 100%, кг	5,54	0,0459 т
4.	Метабисульфат натрия, л	3,0	0,0045 т
5.	Гидроокись натрия (100%), т	0,171	
6.	Серная кислота, 100%, т	0,74	0,65
7.	Очиститель мембран: ортофосфорная кислота, кг	0,008	0,008
	Едкий натр, кг	0,035	0,035
8.	Мембраны обратного осмоса, шт	0,00178	0,00178

Таблица 4

РЕЖИМЫ РАБОТЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ ОЧИСТКИ ИСХОДНЫХ ВОД ОТ СОЛЕЙ НА ОБРАТНООСМОТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКЕ

№ п/п	Солесодержание исходной воды, г/л	Давление в обратноосмотической установке 8, МПа	Селективность по солям, %	Производительность RO-машины, по пермеату, %	Солезадержание на RO-машине, мг/л	Солесодержание после ФСД, мг/л	Расход электроэнергии, тыс.кВт на 1000 м <sup>3</sup> пермеата
1	2	3	4	5	6	7	8
Пример 1	3,0	1,5	99,46	75	2,98	0,2	2,048
Пример 2	3,5	1,8	99,48	75	3,482	0,2	2,05
Пример 3	4	2,0	99,5	75	3,98	0,2	2,051
Пример 4	4,5	2,2	99,5	75	4,477	0,2	2,052

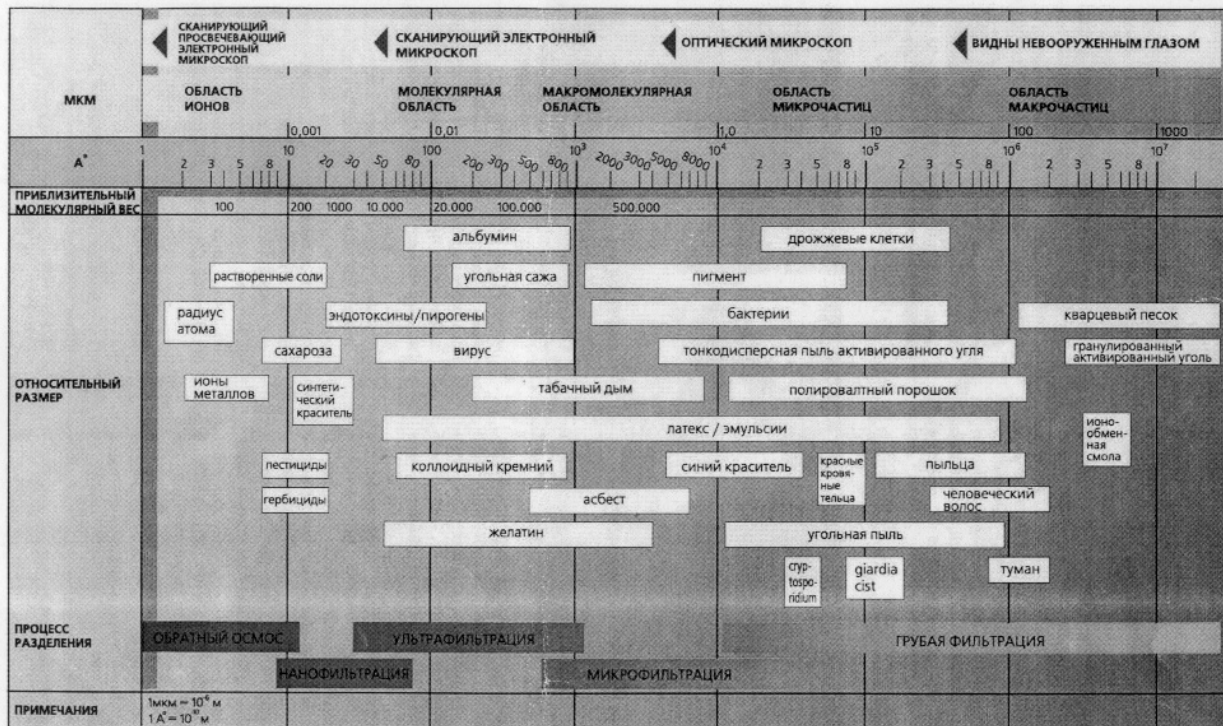
Пример 5	5,0	2,3	99,5	75	4,97	0,2	2,054
Пример 6	5,5	2,4	99,5	75	5,4615	0,2	2,056
Пример 7	6,0	2,5	99,5	75	5,972	0,2	2,058
Пример 8	6,2	2,6	99,0	75	6,14	0,2	2,13
Пример 9	6,4	2,8	98,0	75	6,272	0,2	2,16

РЕЗУЛЬТАТЫ ОЧИСТКИ КОНЦЕНТРАТА ОТ СОЛЕЙ НА ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ СТАДИИ ОБРАТНООСМОТИЧЕСКОГО РАЗДЕЛЕНИЯ							
№ п/п	Исходное солесодержание концентрата на RO установку 8, г/л	Давление в обратноосмотической установке 3, МПа	Селективность мембран по солям, %	Производительность по пермеату, %	Солесодержание на RO-машине, мг/л	Солесодержание пермеата, подающегося на водоподготовку котлов, мг/л	Расход электроэнергии, тыс.кВт на 1000 м <sup>3</sup> пермеата
1	2	3	4	5	6	7	8
Пример 1	9,0	2,3	98,47	50	8,874	150	1,97
Пример 2	10,5	2,4	98,48	50	10,364	150	1,98
Пример 3	12,0	2,5	98,5	50	11,05	150	2,0
Пример 4	13,5	2,6	98,5	50	13,297	150	2,01
Пример 5	15,0	2,7	98,5	50	14,775	150	2,02
Пример 6	16,5	2,8	98,5	50	16,2525	150	2,03
Пример 7	17,4	3,0	98,5	50	17,139	150	2,04
Пример 8	18,0	3,2	98,2	50	17,64	150	2,12
Пример 9	18,9	3,3	98,0	50	18,522	150	2,2

### Формула изобретения

Способ получения глубокодеминерализованной воды для систем парообразования аммиачного производства, заключающийся в заборе исходной воды, ее реагентной обработке в осветлителях, известковании и коагуляции, обеззараживании, предварительной фильтрации механических и взвешенных частиц на первой стадии очистки, окончательной очистке взвешенных частиц в патронных фильтрах второй ступени очистки, частичной деминерализации в третьей ступени очистки, последующем удалении углекислоты в декарбонизаторах и окончательной деминерализации в фильтрах смешанного действия, отличающийся тем, что в качестве исходной воды используют биологически очищенные сточные воды химического производства, ливневые стоки, шахтные сточные воды и другие стоки или их смеси с общей жесткостью до 30 мг-экв/л и с общим солесодержанием 4-6 г/л с общим микробным числом до 10 тыс.ед.в мл, в качестве третьей ступени очистки используют обратноосмотическое обессоливание воды, проводя процесс разделения на мембранах со спектром фильтрации от 0,0001 до 0,001 мкм, при давлении 2-2,5 МПа, с получением пермеата и концентрата, отвода первого на декарбонизацию и окончательную деминерализацию в фильтрах смешанного действия до общего солесодержания 0,2 мг/л, а концентрата - на деминерализацию под давлением 2,5-3,0 МПа в дополнительной обратноосмотической ступени до солесодержания полученного пермеата 150 мг/л, в воду перед 1 ступенью очистки добавляют флокулянт и раствор гипохлорита натрия, осуществляют обеззараживание воды двойным хлорированием и вводом оксидантов, в осветленную воду перед фильтрами предварительной очистки вводят раствор антинакипина и раствор метабисульфата натрия, дозируют серную кислоту в количестве, необходимом для поддержания pH воды 5,0-7,0, по мере загрязнения мембран проводят их очистку путем циркуляции через мембраны моющих кислых и щелочных растворов.

# СПЕКТР ФИЛЬТРАЦИИ



Фиг. 2