

Изобретение относится к технике обработки воды и может быть использовано для производства пресной воды из морских или минерализованных вод.

Прототипом предлагаемого изобретения является опреснитель воды, включающий регенеративный косвенно-испарительный теплообменник с патрубками входа полного, выхода основного и вспомогательного потоков воздуха, воздушный теплообменник с патрубками входа и выхода вспомогательного и основного потоков воздуха и нагреватель воздуха, подсоединенный воздухопроводом к патрубку входа полного потока воздуха регенеративного косвенно-испарительного теплообменника, при этом патрубок выхода основного потока воздуха регенераторного косвенно-испарительного теплообменника сообщен с патрубком входа основного потока воздуха воздушного теплообменника, а патрубок выхода вспомогательного потока воздуха регенеративного косвенно-испарительного теплообменника - с патрубком входа вспомогательного потока воздуха воздушного теплообменника.

Достоинством известного опреснителя воды являются малые энергетические затраты, связанные только с транспортировкой воздуха через известное устройство.

К недостатку известного устройства относится то, что практически реализованы не все возможности повышения производительности по воде опреснителя воды, исходя из термодинамических свойств атмосферного воздуха. Так, повышение относительной влажности атмосферного воздуха, связанной с изменением климатических условий в окружающей среде, уменьшается психрометрическая разность температур и понижается влагопоглощающая способность воздуха, что приводит к уменьшению холодопроизводительности регенеративного косвенно-испарительного теплообмена и понижению производительности по воде опреснителя воды.

В основу изобретения поставлена задача усовершенствования известного опреснителя воды, в котором за счет снабжения его осушителем-нагревателем, нагревателем-конденсатором и двумя теплообменными с установленными на них теплообменниками обеспечивается предварительная осушка и нагрев воздуха перед поступлением в косвенно-испарительный теплообменник приводящие к увеличению выработки "холода" в косвенно-испарительном теплообменнике, чем достигается увеличение выработки опреснителя пресной воды.

Поставленная задача решается тем, что опреснитель воды, включающий регенеративный косвенно-испарительный теплообменник с патрубками входа полного, выхода основного и вспомогательного потоков воздуха, воздушный теплообменник с патрубками входа и выхода вспомогательного и основного потоков воздуха и нагреватель воздуха, подсоединенный воздухопроводом к патрубку входа полного потока воздуха регенеративного косвенно-испарительного теплообменника, при этом патрубок выхода основного потока воздуха регенеративного косвенно-испарительного теплообменника сообщен с патрубком входа основного потока воздуха воздушного теплообменника, а патрубок выхода вспомогательного потока воздуха регенеративного косвенно-испарительного теплообменника - с патрубком входа вспомогательного потока воздуха воздушного теплообменника, согласно изобретению, дополнительно содержит установленные на воздуховоде по ходу движения воздуха перед нагревателем воздуха теплообменник, сорбционный осушитель-нагреватель и нагреватель-конденсатор и два теплообменных контура, имеющих обратные клапана и общие насос и магистраль, проходящую через нагреватель-конденсатор, при этом первый теплообменный контур снабжен воздушным теплообменником и связывает между собой сорбционный осушитель-нагреватель и нагреватель-конденсатор, а второй теплообменный контур связывает между собой теплообменник и нагреватель-конденсатор, При таком выполнении устройства достижение положительного эффекта обеспечивает следующим.

Наличие сорбционного осушителя-нагревателя позволяет перед регенеративным косвенно-испарительным теплообменником (далее КИТ) осушать поступающий в него воздух, в результате чего увеличивается психрометрическая разность температур и повышается влагопоглощающая способность воздуха, что позволяет получить больший холодильный эффект в КИТ и в результате повысить производительность по воде опреснителя воды. При поглощении из воздуха влаги сорбент осушителя-нагревателя нагревается за счет выделяющейся теплоты сорбции и его осушающая способность уменьшается. Для отвода теплоты сорбции и поддержания тем самым осушающей способности сорбента на должном уровне применяется теплоноситель, циркулирующий в первом теплообменном контуре, на котором установлен теплообменник для охлаждения теплоносителя.

Наличие нагревателя-конденсатора в случае работы сорбционного осушителя-нагревателя в режиме поглощения влаги из воздуха позволяет дополнительно подогревать осушенный полный поток воздуха перед поступлением в КИТ за счет передачи ему теплоты сорбции, отнятой от сорбента осушителя-нагревателя теплоносителем, циркулирующим в первом теплообменном контуре.

Дополнительный подогрев полного потока воздуха за счет полезного использования выделяющейся теплоты сорбции способствует увеличению влагопоглощающей способности воздуха в КИТ, что в результате, приводит к увеличению производительности опреснителя по выработке пресной воды.

В случае работы осушителя-нагревателя в режиме регенерации сорбента наличие нагревателя-конденсатора позволяет конденсировать влагу из насыщенного водяным паром,

испаряющимся в осушителе-нагревателе, полного потока воздуха за счет отбора от него теплоты теплоносителем, циркулирующим по второму теплообменному контуру и охлаждаемому в теплообменнике, установленном на воздуховоде перед осушителем-нагревателем. Конденсация влаги в нагревателе-конденсаторе приводит к дополнительному получению пресной воды, при этом полезно используется испаряющийся при регенерации сорбента водяной пар.

Наличие осушителя-нагревателя и нагревателя-конденсатора и двух теплообменных контуров с установленными на них теплообменниками способствует предварительной осушке и нагреву воздуха перед КИТ, что ведет к увеличению выработки опреснителем пресной воды.

Сущность предлагаемого изобретения поясняется чертежами, где на фиг.1 схематически представлен опреснитель воды; на фиг.2 и фиг.3 представлены процессы тепловлажностной обработки воздуха в предлагаемой установке.

Опреснитель воды (фиг.1) включает регенеративный косвенно-испарительный теплообменник 1 с патрубками входа полного 2, выхода основного 3 и вспомогательного 4 потоков воздуха, воздушный теплообменник 5 с патрубками входа 6 и выхода 7 вспомогательного и патрубками входа 8 и выхода 9 основного потоков воздуха и нагреватель воздуха 10. Нагреватель воздуха 10 воздухопроводом 11 подсоединен к патрубку входа 2 полного потока воздуха регенеративного косвенно-испарительного теплообменника 1. Патрубок выхода 3 основного потока воздуха регенеративного косвенно-испарительного теплообменника 1 сообщен с патрубком входа 8 основного потока воздуха воздушного теплообменника 5. Патрубок выхода 4 вспомогательного потока воздуха регенеративного косвенно-испарительного теплообменника 1 сообщен с патрубком входа 6 вспомогательного потока воздуха воздушного теплообменника 5. Опреснитель воды также содержит установленные на воздуховоде 11 по ходу движения воздуха перед нагревателем воздуха 10 теплообменник 12, сорбционный осушитель-нагреватель 13 и нагреватель-конденсатор 14 и два теплообменных контура 15 и 16, имеющих обратные клапаны 17 и 18 и общие насос 19 и магистраль 20, проходящую через нагреватель-конденсатор 14. Первый теплообменный контур 15 снабжен воздушным теплообменником 21 и связывает между собой сорбционный осушитель-нагреватель 13 и нагреватель-конденсатор 14. Вторым теплообменным контуром 16 связывает между собой теплообменник 12 и нагреватель-конденсатор 14. Нагреватель-конденсатор 14 снабжен сборником конденсата 22.

Регенеративный косвенно-испарительный теплообменник включает в себя "сухие" каналы 23 полного потока воздуха, "мокрые" каналы 24 вспомогательного потока воздуха, разделенные перегородкой 2 с окном 26 для отбора вспомогательного потока воздуха. Со стороны "мокрого" канала 24 имеется капиллярно-пористое покрытие, которое смачивается опресняемой водой.

Опреснитель воды работает следующим образом.

Атмосферный воздух с помощью вентилятора (фиг.1 не показан) первоначально поступает в теплообменник 12 и далее в сорбционный осушитель-нагреватель 13. В сорбционном осушителе-нагревателе 13 возможны два режима обработки воздуха. В первом режиме из воздуха сорбентом поглощается влага, выделяется тепло сорбции, воздух нагревается. Далее нагретый воздух через нагреватель-конденсатор 14 и нагреватель 10, где при необходимости догревается до заданной температуры, поступает через патрубок входа 2 полного потока воздуха в регенеративный косвенно-испарительный теплообменник 1. При этом за счет нагрева сорбента в сорбционном осушителе-нагревателе 13 его влаговывделяющая способность падает. В результате устанавливается некоторое температурное равновесие в протекающем потоке воздуха. Главный результат наличия сорбционного осушителя-нагревателя - это подогрев воздуха тепловой сорбции. Во втором режиме: из воздуха сорбентом поглощается влага, выделяется тепло сорбции, воздух также нагревается. Чтобы повысить влагопоглощающую способность сорбента и в итоге глубже осушить воздух (как выясним далее это положительный эффект в работе опреснителя воды) сорбционный осушитель-нагреватель 13 охлаждается с помощью первого теплообменного контура 15. Теплоноситель в контуре 15 подается насосом 19 (движение его показано стрелкой с цифрой "1") в осушитель-нагреватель 13, отбирает тепло от сорбента и далее через обратный клапан 17 подается в нагреватель-конденсатор 14. При этом режиме работы насосы 19 обратный клапан 18 закрыт и второй теплообменный контур 16 не работает. В нагревателе-конденсаторе 14 теплоноситель отдает тепло протекающему воздуху, нагревая его, и поступает в воздушный теплообменник 21, где охлаждается до температуры окружающей среды, с которой снова поступает в осушитель-нагреватель 13. Главный результат второго режима - увеличение производительности сорбента и использование тепла сорбции для нагрева протекающего воздуха в нагревателе-конденсаторе 14. Дальнейшая обработка воздуха до патрубка 2 аналогична как и в первом режиме. Таким образом, до поступления в регенеративный косвенно-испарительный теплообменник тепловлажностная обработка воздуха может быть реализована в двух вариантах.

Поступив в регенеративный косвенно-испарительный теплообменник 1 полный поток воздуха протекает через "сухие" каналы, охлаждается через перегородку 25 от вспомогательного потока воздуха, протекающего через "мокрые" каналы 24. Далее полный поток воздуха разделяется на два потока: основной холодный, покидающий теплообменник 1 через патрубок выхода основного потока воздуха 3, и вспомогательный, через окно 26 поступающий в "мокрые" каналы 24. Вспомогательный поток воздуха, двигаясь вдоль "мокрого" капиллярно-пористого покрытия перегородки 25, увлажняется и понижает свою температуру. Вспомогательный поток воздуха

через перегородку 25 одновременно охлаждает полный поток воздуха в "сухих" каналах 23 в пределах до температуры точки росы. При этом вспомогательный поток воздуха в результате протекающих тепловлажностных процессов (увлажнения, охлаждения за счет увлажнения и одновременного нагрева за счет отбора тепла от полного потока воздуха) нагревается до температуры, близкой к температуре поступающего предварительно нагретого полного потока воздуха и увлажняется до величины относительной влажности, близкой к 100%, за счет испарения водяных паров из раствора. Далее вспомогательный поток воздуха через патрубок выхода 4 вспомогательного потока воздуха покидает теплообменник 1 и поступает в воздушный теплообменник 5 через патрубок входа 6 вспомогательного потока воздуха. Основной поток воздуха натекает в воздушный теплообменник 5 через патрубок 8 основного потока воздуха.

В воздушном теплообменнике вспомогательный и основной потоки воздуха движутся протиточно относительно друг другу. Между ними через влагонепроницаемую теплообменную поверхность воздушного теплообменника 5 проходит теплообмен. За счет теплообмена температура вспомогательного потока воздуха понижается, а основного потока воздуха повышается. При этом, так как температура вспомогательного потока воздуха понижается ниже точки росы из него начинает конденсироваться пресная вода, которую направляют потребителю.

Пройдя через воздушный теплообменник 5, вспомогательный и основной потоки воздуха соответственно удаляются в атмосферу через патрубки выхода вспомогательного и основного потоков воздуха 9.

Нагрев воздуха в узлах 13, 14 и 10 опреснителя воды проводится с целью повышения влагосодержательной способности вспомогательного потока воздуха "мокрых" каналов 23 теплообменника 1. При этом возрастает количество влаги, испаряемой в вспомогательный поток воздуха в "мокрых" каналах 24 и это в свою очередь увеличивает количество пресной воды при конденсации водяных паров из вспомогательного потока в воздушном теплообменнике 5. То есть предварительный нагрев воздуха перед регенеративным косвенно-испарительным теплообменником 1 повышает производительность опреснителя воды.

Рассмотрим режим работы опреснителя воды при регенерации сорбента в сорбционном осушителе-нагревателе 13.

В этом режиме работы в осушителе-нагревателе 13 включаются нагревательные элементы для нагрева и регенерации сорбента. В качестве нагревателей могут служить коллектора солнечной энергии, электрообогрев и т.д. Насос 19 переключается на обратный режим работы. При этом движение теплоносителя происходит по второму теплообменному контуру 16. Под напором теплоносителя обратный клапан 18 открыт, а обратный клапан 17 закрыт.

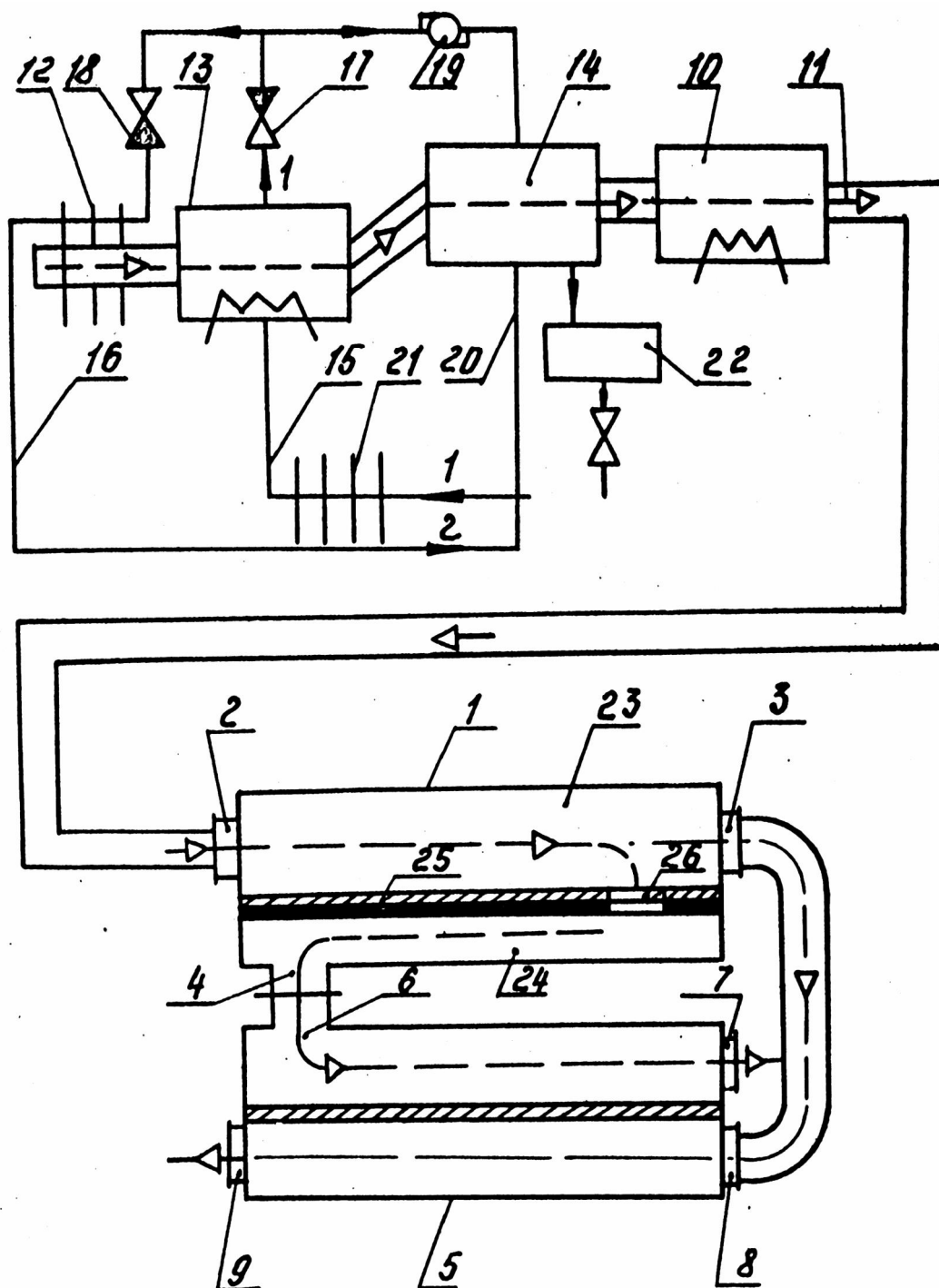
Атмосферный воздух с помощью вентилятора (на фиг. не показан) поступает в теплообменник 12, где подогревается от теплоносителя второго теплообменного контура 16, и далее поступает в сорбционный осушитель-нагреватель 13. В осушителе-нагревателе 13 воздух насыщается парами воды, отдаваемыми сорбентом. Процесс насыщения парами воды воздуха может быть организован двумя путями. Первый - непосредственный обогрев сорбента нагревателями, испарение из них влаги и поступление ее в протекающий воздух. Второй путь - догрев воздуха в осушителе-нагревателе, передача тепла от воздуха к сорбенту, испарение из сорбента влаги и поступление ее в воздух. Далее воздух по воздуховоду 11 поступает в нагреватель-конденсатор 14, где частично отдает тепло теплоносителя в теплообменном контуре 16, поступающему в нагреватель-конденсатор 14 по магистрали 20. Нагретый теплоноситель поступает в теплообменник 12 и отдает тепло втекающему в опреснитель воды атмосферному воздуху. При передаче тепла теплоносителю в нагревателе-конденсаторе 14 температура воздуха понижается и из него выпадает конденсат, который собирается для дальнейшего использования в сборнике конденсатора 22. Далее работа опреснителя воды аналогична ранее описанной.

Таким образом, в опреснителе воды производится как опреснение воды с минимальными затратами, так и получение воды из атмосферного воздуха. При этом используется постоянно один сорбционный осушитель (осушитель-нагреватель 13), что позволяет создать рациональную схему тепловлажностной обработки воздуха, а во вторых полезно использовать тепло адсорбции в осушителе-нагревателе 13, что позволяет считать технологию получения воды ресурсосберегающей.

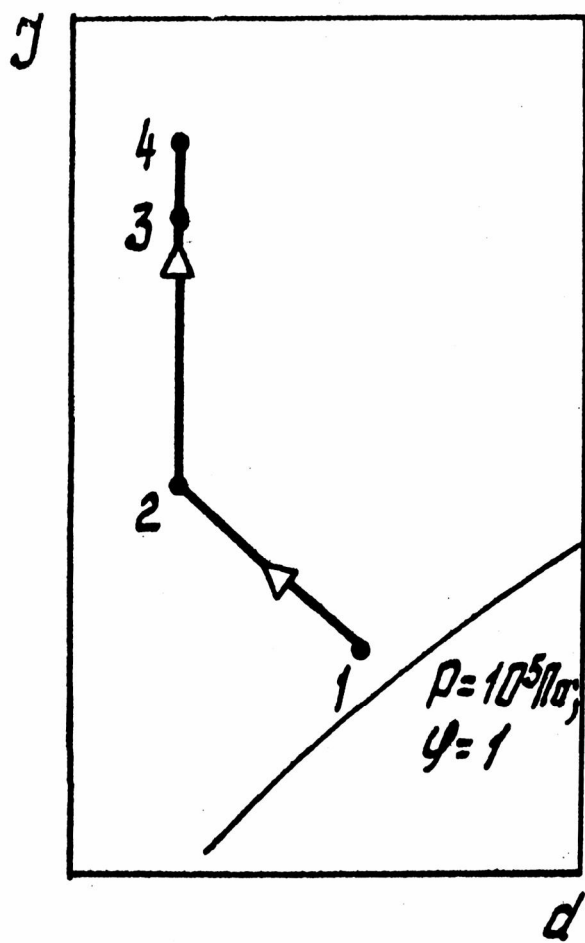
На фиг.2 на 1d-диаграмме влажного воздуха показан процесс тепловлажностной обработки воздуха в опреснителе воды до момента поступления воздуха в патрубок входа 2 полного потока воздуха в регенеративный косвенно-испарительный теплообменник 1 для режима работы сорбционного осушителя-нагревателя 13 как осушителя воздуха. В сорбционном осушителе-нагревателе 13 проходят два процесса. С одной стороны, нагрев воздуха теплотой сорбции за счет его сорбционной осушки и его осушка; с другой стороны, его охлаждение за счет теплообмена с теплоносителем в теплообменном контуре 15. Результирующий процесс описывается линией 1 - 2. В нагревателе-конденсаторе 14 воздух подогревается - процесс 2 - 3 и далее в нагревателе воздуха 10 догревается до заданной температуры - процесс 3 - 4.

На фиг.3 на 1d-диаграмме влажного воздуха показан процесс тепловлажностной обработки воздуха в опреснителе воды до момента поступления воздуха в патрубок входа 2 полного потока воздуха в теплообменник 1 с учетом работы сорбционного осушителя-нагревателя 13 в режиме регенерации сорбента. Процесс 1 - 2 - нагрев атмосферного воздуха в теплообменнике 12.

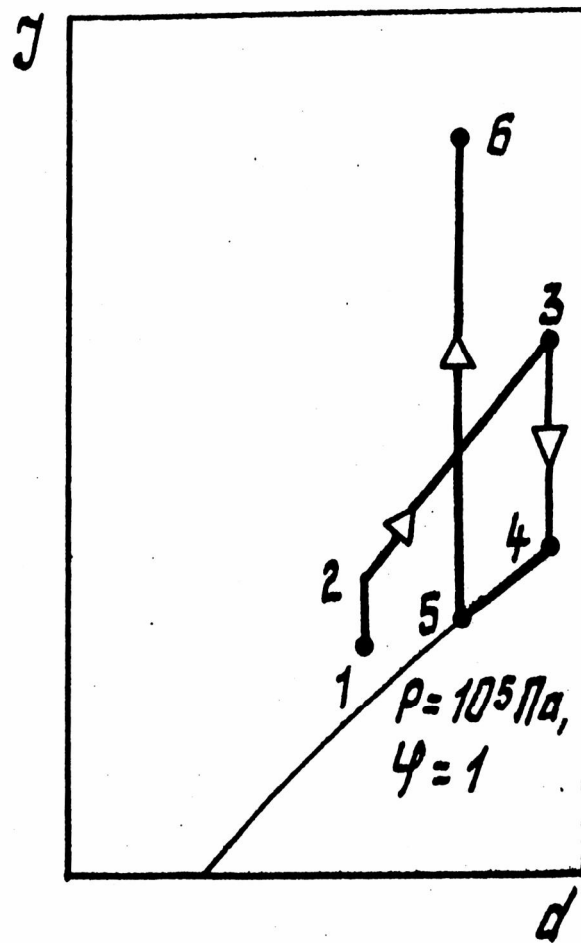
Процесс 2 - 3 - нагрев и увлажнение воздуха в осушителе-нагревателе 13. Процесс 3 - 4 - 5 - охлаждение воздуха в нагревателе-конденсаторе 14 с конденсацией влаги (участок 4 - 5). Процесс 5 - 5 - догрев воздуха в нагревателе воздуха 10 до заданной температуры.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3