



(51) МПК

E03B 3/28 (2006.01)

B01D 53/04 (2006.01)

F25D 17/06 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2004122710/03, 23.07.2004

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
23.07.2004

(45) Опубликовано: 27.03.2006 Бюл. № 9

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: US 4197713 A, 15.04.1980.
SU 876341 A, 30.10.1981.
SU 1378900 A1, 07.03.1988.
RU 2040312 C1, 25.07.1995.
RU 2080159 C1, 27.05.1997.
RU 30093 U1, 20.06.2003.
RU 2215570 C1, 10.11.2003.
RU 2144418 C1, 20.01.2000.
RU 2101423 C1, 10.01.1998.
WO 99/07951 A1, 18.02.1999.
EP 0025342 A1, 18.03.1981.
US 4219341 A, 26.08.1980.

Адрес для переписки:

630090, г.Новосибирск, пр. Акад.
Лаврентьева, 5, Институт катализа им. Г.К.
Борескова, патентный отдел, Т.Д. Юдиной

(72) Автор(ы):

Аристов Юрий Иванович (RU),
Окунев Алексей Григорьевич (RU),
Пармон Валентин Николаевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

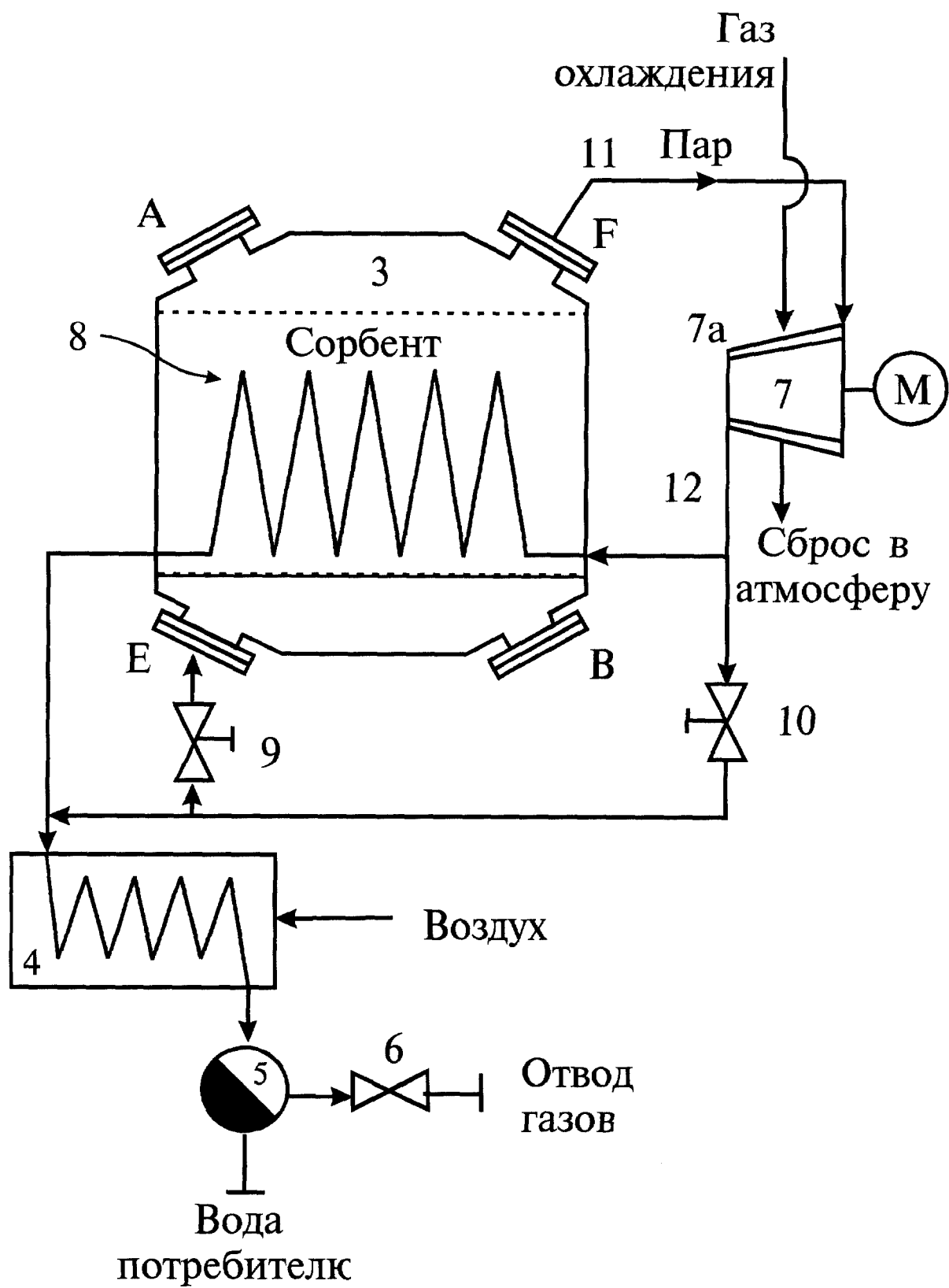
Институт катализа им. Г.К. Борескова
Сибирского отделения Российской Академии
наук (RU)

(54) СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ВОДЫ ИЗ ВОЗДУХА

(57) Реферат:

Изобретение относится к способам получения пресной воды из атмосферного воздуха в удаленных, засушливых или безводных районах. Техническим результатом является повышение качества получаемой из атмосферного воздуха пресной воды и уменьшение энергозатрат на ее производство. Способ получения воды из воздуха заключается в том, что воздухоподводящим устройством создают поток воздуха и подают через воздухопроводы, клапаны и теплообменные устройства, на стадии адсорбции сорбент в адсорбере поглощает водяной пар из проходящего через него указанного потока воздуха, на стадии десорбции нагревают слой сорбента с помощью расположенных непосредственно в слое сорбента источников тепла, в качестве которых используют

либо теплообменные элементы с развитой поверхностью, распределенные в слое сорбента, и производят указанный нагрев за счет конденсации водяного пара на этой поверхности теплообменных элементов, либо электронагревательные элементы, распределенные в слое сорбента и нагреваемые посредством пропускания постоянного либо переменного тока, либо слой токопроводящего сорбента, через который пропускают электрический ток, либо размещенный в слое сорбента катализатор, на котором протекает реакция окисления углеводородов. После этого десорбированный водяной пар удаляют из слоя сорбента, конденсируют в конденсаторе и собирают в емкости для хранения. Изобретение развито в зависимых пунктах. 1 н. и 5 з.п.ф-лы, 3 ил.



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.

E03B 3/28 (2006.01)

B01D 53/04 (2006.01)

F25D 17/06 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: 2004122710/03, 23.07.2004

(24) Effective date for property rights: 23.07.2004

(45) Date of publication: 27.03.2006 Bull. 9

Mail address:

630090, g. Novosibirsk, pr. Akad.
Lavrent'eva, 5, Institut kataliza im. G.K.
Boreskova, patentnyj otdel, T.D. Judinoj

(72) Inventor(s):

Aristov Jurij Ivanovich (RU),
Okunev Aleksej Grigor'evich (RU),
Parmon Valentin Nikolaevich (RU)

(73) Proprietor(s):

Institut kataliza im. G.K. Boreskova
Sibirskogo otdelenija Rossijskoj Akademii
nauk (RU)

(54) METHOD FOR WATER OBTAINING FROM AIR

(57) Abstract:

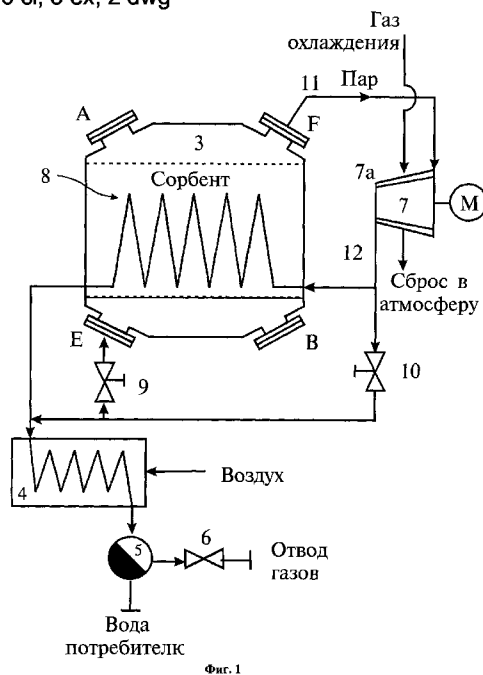
FIELD: obtaining fresh water from atmospheric air in remote, dry or arid zones.

SUBSTANCE: method involves creating air flow with air blower; supplying air flow through air ducts, valves and heat-exchangers; absorbing water steam from air flow by sorbent at absorption stage; heating sorbent layer at desorption stage by heat generators arranged directly in sorbent layer; removing desorbed water steam from sorbent layer; condensing water steam in condenser and accumulating thereof in storage vessels. The heat generators are heat-exchangers with developed surfaces distributed in sorbent layer and sorbent heating is performed due to water steam condensation on heat-exchanger surfaces. Besides, electric heaters may be used as the heat generators. The electric heaters are also distributed in sorbent layer and are heated by alternating current supplied thereto. The heat generators may be formed as current-conducting sorbent layer heated by electric current. Catalyst may be also used as the heat generators. The catalyst is located in sorbent layer and adapted to provide hydrocarbon oxidation reaction.

EFFECT: increased quality of obtained fresh

water and reduced power consumption for fresh water obtaining.

6 cl, 3 ex, 2 dwg



Фиг. 1

Изобретение относится к способам получения пресной воды из атмосферного воздуха в удаленных, засушливых или безводных районах.

Атмосферный воздух является гигантским резервуаром влаги, и даже в засушливых районах содержит, как правило, более 6-10 г воды на 1 м³. Существуют два основных способа получения воды из воздуха - а) путем его конденсации на холодной поверхности и б) путем ее поглощения сорбентами, которые в свою очередь подразделяются на жидкие (абсорбенты) и твердые (адсорбенты).

Получение воды из воздуха путем его конденсации на холодной поверхности известно с глубокой древности. Город Феодосия еще в средние века снабжался водой, которую собирали специально организованными сооружениями, заполненными щебнем, на поверхности которого в засушливые летние месяцы конденсировалось такое количество воды, которое обеспечивало 80 тыс. жителей [1].

В настоящее время способ конденсации реализуется с помощью компрессорных холодильных устройств. Этот способ страдает двумя основными недостатками: а) для конденсации влаги надо охладить весь поток воздуха до требуемой (и низкой) точки росы, что связано с большими тепловыми потерями, либо требует использования эффективных и дорогих теплообменников, б) большинство компрессорных холодильников до сих пор используют в качестве рабочего тела в основном фторсодержащие углеводороды (фреоны), которые наносят вред окружающей среде и запрещены к применению Монреальским Протоколом.

Известны способы получения воды из воздуха путем ее поглощения при пропускании атмосферного воздуха через адсорбент, который при этом обогащается влагой [2-10].

Прототипом изобретения является способ [6], в котором поток атмосферного воздуха продувают через сорбент, отдавая ему влагу, и возвращают осушенным в окружающую среду. Цикл извлечения адсорбированной воды является замкнутым и включает продувку нагретым воздухом широкопористого силикагеля, охлаждение выходящего влажного воздуха в теплообменнике с конденсацией водяного пара и нагрев осушенного воздуха. Таким образом, для полного удаления воды воздух многократно подогревают и циркулируют через влажный сорбент.

Воду предполагается поглощать ночью, когда относительная влажность повышена, а извлекать днем путем использования солнечной энергии для нагрева воздуха, подаваемого в слой адсорбента (воздухонагревателем в этом случае является приемник солнечной энергии).

Для уменьшения энергозатрат на получение воды предлагают использовать аккумуляторы тепла и/или холода (в основном в виде дешевых, но массивных конструкций из камня или бетона), работающие в противофазе [2, 3, 5, 7], противоточный теплообменник [6] либо тепловой насос для рекуперации тепла конденсации воды [6].

В патентах [3, 7] предполагают, что все энергозатраты могут быть покрыты за счет работы, которую полученная вода произведет путем падения на турбину (при этом предлагается ставить устройство на высоком месте).

Во всех этих случаях метод получения воды основан на разнице дневной и ночной температуры окружающей среды и не позволяет организовать непрерывное производство воды. Кроме того, количество полученной воды сильно зависит от погодных условий и не может целенаправленно регулироваться. Для устранения этого недостатка в патентах [11, 12] предлагают нагревать воздух, проходящий через адсорбент, с помощью электрического нагревателя либо горелкой, работающей на органическом топливе.

В качестве адсорбентов для поглощения воды из атмосферного воздуха в литературе предлагают использовать силикагель, пористые угли и цеолит [5, 6]. Их емкость обычно не превышает 0.3 г/г, что требует использования большой массы адсорбента. Так, в [11, 12] для получения 1 тонны воды необходимо около 10 т адсорбента (цеолит или силикагель).

Для улучшенного извлечения влаги из атмосферного воздуха и уменьшения габаритов устройства предлагают использовать композитные сорбенты [10], состоящие из матрицы с

открытыми порами и помещенного в эти поры гигроскопичного вещества. В качестве пористой матрицы используют неорганические оксиды, углеродные сорбенты, полимеры, природные сорбенты, пористые металлы, пористые композиты или их смеси, а в качестве гигроскопичного вещества в поры помещают неорганические соли, их смеси, растворы и кристаллогидраты. Эти материалы позволяют существенно увеличить сорбционную емкость по воде (до 75-80 г на 100 г сухого сорбента) и понизить температуру десорбции до 50-80°C.

Все способы, описанные в патентах [2-12], в качестве основного метода нагрева адсорбента для извлечения поглощенной воды используют циркулирующий через адсорбент поток воздуха, температуру которого предварительно повышают за счет какого-либо внешнего нагревателя, использующего доступный источник энергии (Солнце, электричество, топливо и пр.). Такой подход имеет несколько существенных недостатков, органически ему присущих:

1. Вследствие низкой теплоемкости воздуха необходимое для десорбции воды количество теплоты можно подвести, только прокачивая через слой адсорбента значительное количество горячего воздуха. Так, для десорбции 1 литра воды (55.5 молей) необходимо затратить теплоту не менее $Q=45 \text{ кДж/моль} \cdot 55.5 \text{ моль} = 2.5 \text{ МДж}$. Если температура воздуха после нагревателя равна T , то для десорбции используется только разность температур $(T-100^\circ\text{C})$, а количество отданной воздухом теплоты равно $Q_1 = C_p V \rho (T-100^\circ\text{C})$, где C_p - теплоемкость воздуха ($\approx 1.2 \text{ кДж/кг K}$), V - объем горячего воздуха, ρ - его плотность ($\approx 1.2 \text{ кг/м}^3$). Тогда при $T=200^\circ\text{C}$ для десорбции 1 л воды потребуется пропустить объем воздуха $V \approx 17 \text{ м}^3$. Прокачка больших потоков воздуха требует существенных энергетических затрат, которые возрастают пропорционально квадрату скорости потока газа.

2. После десорбции вода уносится тем же потоком, который был использован для подвода тепла к адсорбенту, и ее появление повышает абсолютную влажность воздуха примерно на 60 г/м^3 . Если исходная влажность была, например, 10 г/м^3 , то суммарная стала 70 г/м^3 . Если конденсатор находится при температуре окружающей среды, скажем, $+30^\circ\text{C}$, то на выходе из него в воздухе все еще остается не менее 32 г/м^3 воды, т.е. за один проход из 1 м^3 воздуха конденсируется только 38 г, т.е. не более 54%. В результате для полной конденсации воды необходимо либо использовать холодные поверхности, либо после конденсатора снова направить воздух по пути "нагреватель $\Rightarrow$ адсорбер $\Rightarrow$ конденсатор". Многократная циркуляция приводит к новым энергозатратам на продувку горячего воздуха.

Если нагреть входящий воздух до более высокой температуры, то можно как уменьшить продуваемые объемы, так и легче сконденсировать десорбированную воду, но при этом возникает серьезная проблема ускоренного износа сорбента за счет термоудара при контакте с перегретым воздухом и механического истирания при больших воздушных потоках. Кроме того, при повышении температуры извлечения воды ее качество падает за счет загрязнения веществами, выделяемыми сильно нагретым адсорбентом (различные связующие, пластификаторы и прочие добавки).

Таким образом, лежащий в основе известных адсорбционных схем получения воды из воздуха принцип нагрева воздуха внешним источником тепла и последующего использования нагретого воздуха в качестве теплоносителя, передающего влажному адсорбенту необходимое для десорбции воды тепло, имеет непреодолимые недостатки, приводящие к высоким энергозатратам на получение воды и понижению ее качества. Изобретение решает задачу повышения качества получаемой из атмосферного воздуха пресной воды и уменьшения энергозатрат на ее производство.

Суть изобретения состоит в том, что на стадии десорбции необходимое для извлечения адсорбированной воды тепло генерируют непосредственно в слое сорбента с помощью расположенных в слое сорбента источников тепла, в качестве которых могут быть использованы тепловыделяющие элементы, распределенные в слое сорбента, такие как

теплообменные элементы с развитой поверхностью, нагревающие сорбент за счет конденсации водяного пара на их поверхности, либо электронагревательные элементы, нагреваемые посредством пропускания постоянного либо переменного тока, либо слой токопроводящего сорбента, через который пропускают электрический ток, либо
 5 размещенный в слое сорбента катализатор, на котором протекает реакция окисления углеводородов. Необходимо отметить, что, в отличие от прототипа изобретения, на стадии десорбции воздух не является теплоносителем, но выполняет только функцию переносчика удаляемого из слоя сорбента водяного пара к конденсатору. Вследствие нагрева слоя сорбента с помощью источников тепла на стадии десорбции происходит
 10 испарение аккумулированной на стадии адсорбции атмосферной влаги в виде водяного пара, указанный десорбированный водяной пар удаляют из слоя сорбента, конденсируют в конденсаторе и собирают в емкости для хранения и последующего использования потребителем. Повышение эффективности стадии десорбции в способе изобретения достигают вследствие снижения тепловых потерь при расположении тепловыделяющих
 15 элементов внутри слоя сорбента, а также благодаря снижению количества воздуха, продуваемого через слой сорбента.

После проведения стадии десорбции осушенный сорбент может быть вновь использован для улавливания атмосферной влаги на стадии адсорбции, для чего с помощью
 20 воздухоудного устройства создают поток воздуха, подаваемый через воздухопроводы, клапаны и теплообменные устройства на слой сорбента, где происходит запасание влаги вследствие поглощения ее водяного пара, содержащегося в подаваемом воздухе. Стадию адсорбции прекращают при насыщении сорбента поглощенным водяным паром, после чего вновь проводят стадию десорбции.

Каждый из предлагаемых способов подвода тепла на стадии десорбции характеризуется
 25 собственными техническими особенностями. При этом нагрев слоя сорбента на стадии десорбции можно выполнять как каждым из вышеуказанных способов по отдельности, так и с помощью их различных комбинаций.

Нагрев слоя сорбента за счет теплоты конденсации водяного пара

Новизна предлагаемого процесса состоит в использовании теплоты конденсации
 30 десорбированного водяного пара для генерации тепла непосредственно в слое сорбента. Основным достоинством данной схемы является возможность рекуперации значительной части тепла, расходуемого на десорбцию водяного пара из насыщенного слоя сорбента.

Данный способ можно реализовать с помощью устройства, в котором организован теплообмен между десорбированным водяным паром и слоем сорбента. Устройство
 35 состоит из следующих принципиальных узлов: адсорбера, содержащего слой сорбента, компрессора водяного пара, теплообменника-конденсатора, расположенного внутри адсорбера и состоящего из теплообменных элементов с развитой поверхностью, распределенных в слое сорбента, дополнительного конденсатора для дальнейшей конденсации водяного пара вне адсорбера, системы автоматического сброса воздуха и
 40 других неконденсирующихся газов, выделяемых при десорбции, системы автоматического слива воды из конденсаторов.

После завершения стадии адсорбции включают компрессор, который засасывает из адсорбера водяной пар и адиабатически сжимает его. Компримированный водяной пар в
 45 дальнейшем подают на расположенные в адсорбере теплообменные элементы теплообменника-конденсатора, на поверхности которых происходит охлаждение водяного пара до температуры сорбента, пересыщение и частичная конденсация. Таким образом, данное изобретение позволяет дополнительно повысить энергетическую эффективность процесса с помощью рекуперации части тепловой энергии, затраченной на десорбцию. Для дальнейшего повышения эффективности работы устройства конструкция адсорбера
 50 должна обеспечивать возможность работы при пониженном давлении в камере сорбента.

Продление срока службы компрессора достигают поддержанием температуры компрессора на оптимальном уровне посредством воздушного охлаждения. В качестве охлаждающего агента может быть использован осушенный воздух, поступающий с

параллельного адсорбера, находящегося на стадии адсорбции.

Следует отметить, что для уменьшения размеров компрессора и понижения степени сжатия желательно поддерживать достаточно высокую температуру в слое адсорбера, например 80°C или выше, поскольку в этом случае давление десорбированного водяного

5 пара велико и, как следствие, повышается эффективность работы компрессора.

Дополнительное уменьшение размеров и потребляемой мощности компрессора может быть достигнуто введением в схему устройства парогенератора, включенного параллельно компрессору, который обеспечивает предварительный разогрев слоя сорбента до

10 требуемой температуры.
Конденсатор водяного пара, расположенный в адсорбере, может быть трубчатого, пластинчатого либо другого известного типа, причем диаметр, количество, форму и пространственное расположение теплообменных элементов выбирают по принципу максимальной эффективности передачи тепла конденсации от теплообменных элементов к сорбенту.

15 Нагрев слоя сорбента электрическим током

Другим способом генерации тепла непосредственно в слое сорбента является его нагрев электрическим током. При этом источником тепла могут являться как специальные нагревательные элементы, расположенные внутри слоя сорбента, так и сам сорбент,

20 который в этом случае должен обладать высокой удельной электропроводностью. В качестве примеров материалов, удовлетворяющих этому требованию, можно привести монолитные сорбенты, выполненные из пористых металлов, активированных углей и токопроводящих пористых керамик. Отметим, что наиболее предпочтительным является использование монолитов из пористого угля, поскольку пористые металлы, как правило, имеют низкую удельную площадь поверхности, а пористые керамики - малый объем пор,

25 следовательно, сорбционная емкость этих материалов невелика.

В качестве пористых углей могут быть использованы материалы, имеющие объем пор до 1 см³/г и поверхность свыше 200 м²/г, как в виде сферических зерен диаметром 2-4 мм, так и в виде сотовых структур. При этом оптимальный диапазон удельного сопротивления лежит от 0.2 до 3.5 Ом·см для блоков сотовой структуры и от 5 до 45 Ом·см для гранул.

30 Этот метод можно реализовать, например, с помощью устройства, которое включает следующие принципиальные узлы: адсорбер, содержащий слой сорбента в виде токопроводящих монолитов или гранул (например, из пористого угля), между которыми имеется надежный электрический контакт, устройства для подвода напряжения к слою сорбента, электрическую часть, включающую устройство преобразования сетевого

35 переменного напряжения в постоянное и реле включения - отключения режима десорбции, конденсатор водяного пара, устройство автоматического сброса воздуха и других неконденсирующихся газов, выделяемых при десорбции, устройство автоматического слива воды из конденсаторов. Конструкция адсорбера должна также предусматривать возможность работы при повышенном давлении.

40 Десорбцию воды осуществляют, пропуская через слой сорбента электрический ток. Выделяемое при этом Джоулево тепло приводит к нагреву сорбента и испарению воды, пары которой поступают в конденсатор. В дальнейшем сконденсированную влагу из конденсатора подают потребителю, а неконденсирующиеся газы, выделяемые при десорбции и частично оставшиеся в адсорбере, стравливают в атмосферу. Для повышения

45 эффективности конденсации предпочтительно проведение стадии десорбции при повышенном давлении, до 3 атм., которое регулируют специальным выпускным клапаном, стравливающим неконденсирующиеся газы.

Нагрев слоя сорбента при каталитическом окислении углеводородов

50 Нагрев сорбента путем проведения каталитического окисления углеводородов имеет большие перспективы в регионах, где малодоступно электричество. Источником тепла на стадии десорбции является катализатор, размещенный непосредственно внутри слоя сорбента. При этом тепло генерируется благодаря протеканию на катализаторе экзотермической реакции окисления углеводородов. Катализатор может быть расположен в

адсорбере в виде отдельных слоев, чередующихся со слоями сорбента. Другой вариант предусматривает размещение катализатора в виде механической смеси катализатора и сорбента, например, при совместной засыпке перемешанных гранул. Еще один вариант заключается в том, что сорбент и катализатор представляют собой единую физико-химическую структуру. В качестве катализаторов окисления предпочтительно использование металлов платиновой группы, нанесенные на металлокерамический носитель, обеспечивающих степень превращения углеводородного топлива не менее 99.9% при температуре около 300°C.

В качестве углеводородного сырья возможно использование метана как наиболее доступного и дешевого топлива. Недостатком метана является высокая температура воспламенения. Пропан-бутановая смесь хотя и более дорога, однако имеет более низкую температуру воспламенения. При использовании в качестве топлива бензина последний не должен содержать свинца, а также иметь низкое содержание серы. Наиболее предпочтительно использование в качестве топлива водорода, который обеспечивает полную экологическую чистоту процесса. Сущность изобретения иллюстрируется следующими примерам

Пример 1. На Фиг.1 изображена схема устройства для получения пресной воды из воздуха, использующего принцип нагрева слоя сорбента водяным паром. Устройство состоит из: адсорбера 3, содержащего сорбент, компрессора водяного пара 7, приводимого в действие электродвигателем М, теплообменника-конденсатора водяного пара 8, расположенного внутри адсорбера 3, регулировочного клапана 9 для поддержания давления в адсорбере 3 на требуемом уровне, регулировочного вентиля 10 для управления потоком пара через конденсатор 8, теплообменника 4, приемника конденсата 5 и выпускного клапана 6 для выхода неконденсирующихся газов. Выход паровоздушной смеси адсорбера соединяют патрубком низкого давления 11 со входом компрессора 7, который, в свою очередь, соединяют посредством разветвляющегося патрубка высокого давления 12 с конденсатором 8 и регулировочным вентилем 10. Патрубком высокого давления соединяют выход конденсатора 8 со входом теплообменника 4. Разветвляющимся патрубком высокого давления соединяют регулировочный вентиль 10 через регулировочный клапан 9 со входом Е для паровоздушной смеси адсорбера 3 и со входом теплообменника 4.

Выход теплообменника 4 соединяют с приемником 5, в котором предусмотрен выпускной клапан 6, предназначенный для отвода неконденсирующихся газов. В конструкции адсорбера предусмотрен также вход А и выход В для осушаемого воздуха на стадии адсорбции.

Вход рубашки воздушного охлаждения 7а компрессора 7 соединяют через патрубок с низким аэродинамическим сопротивлением с выходом адсорбционного контура установки.

На стадии десорбции адсорбер 3 переключают в десорбционный контур компрессора 7, после чего с помощью указанного компрессора начинают удалять водяной пар из слоя сорбента. Нагретый пар вводят непосредственно в конденсатор 8 для нагрева слоя сорбента в адсорбере 3. При повышении давления выше допустимого открывают выпускной клапан 6, через который производят отвод неконденсирующихся газов. Давление в адсорбере 3 поддерживают на постоянном уровне, оптимальном для работы компрессора посредством регулировочного клапана 9.

Чтобы избежать перегрева адсорбера 3 и содержащегося в нем сорбента, скорость тепловыделения в конденсаторе 8 регулируют вентилем 10, который позволяет подавать водяной пар в обход конденсатора 8 непосредственно на теплообменник 4, в котором происходит дополнительная конденсация водяного пара, поступающего при повышенном давлении с конденсатора 8 и регулировочного вентиля 10. Сконденсированную пресную воду через соответствующий выход приемника 5 подают потребителю, в то время как неконденсирующиеся газы отводят через выпускной клапан 6.

Оптимальную температуру компрессора 7 в процессе эксплуатации поддерживают с помощью рубашки воздушного охлаждения 7а, в которую подают, например, сухой воздух

после стадии адсорбции.

Пример 2. Схема установки для получения воды из воздуха, использующей принцип нагрева сорбента электрическим током, представлена на Фиг.2. Сорбент в виде токопроводящих блоков сотовой структуры или гранул помещают в адсорбер 3 с торцевыми электродами 13, обеспечивающими надежный электрический контакт с сорбентом. Торцевые электроды 13 соединяют с электронным блоком питания 14, обеспечивающим ток постоянной мощности. Герметично закрытый адсорбер соединяют с теплообменником 4, из которого сконденсированную воду подают в приемник 5 (на стадии десорбции), или с адсорбционным контуром (на стадии насыщения). При помощи клапана 6 из приемника стравливают несконденсировавшиеся газы. Температуру сорбента контролируют термопарой 15, соединенной с управляющим блоком 16.

На стадии сорбции водяного пара адсорбер включают в адсорбционный контур.

На стадии десорбции адсорбер 3 отсекают от адсорбционного контура и соединяют с теплообменником 4. При помощи блока питания 14 через электроды 13 на токопроводящий сорбент подают электрический ток и за счет выделения Джоулева тепла разогревают слой сорбента, что вызывает десорбцию водяного пара. Активное выделение водяного пара происходит в диапазоне температур 50-120°C. В процессе десорбции водяного пара сопротивление сорбента может изменяться за счет изменения его температуры и химического состава, поэтому источник питания должен автоматически поддерживать постоянную мощность нагрева. Водяной пар подают в теплообменник 4, где их конденсируют и затем собирают в приемнике 5. После прекращения процесса десорбции воды из сорбента начинается его резкий разогрев. В этот момент блок управления 16 автоматически отключает источник питания 14.

Пример 3. Конструкция десорбционного контура для получения пресной воды с использованием каталитического окисления углеводородов либо водорода изображена на Фиг.3. Установка состоит из следующих принципиальных узлов: адсорбер 3 с расположенным внутри него устройством для воспламенения газовой смеси 17, теплообменник 4, приемник конденсата 5, регулировочный вентиль для сброса неконденсирующихся газов 6, соединительные патрубки. Установка также включает средства подачи воздуха на стадии адсорбции, клапана переключения газовых потоков, систему подготовки топливно-воздушной смеси, не показанные на рисунке.

Аппарат для получения воды работает в циклическом режиме. После стадии сорбции, во время которой сорбент насыщают водой при пропуске атмосферного воздуха через вход А и выход В адсорбера, адсорбер переключают в контур регенерации. Через вход Е в адсорбер подают топливно-воздушную смесь, которую в начальный момент времени воспламеняют электрическим нагревателем 17 для запуска реакции каталитического окисления углеводородов. В дальнейшем реакцию окисления углеводородов поддерживают за счет выделения тепла на зернах катализатора. Реакции окисления углеводородов или водорода сопровождаются значительным выделением тепла, что приводит к сильному разогреву смешанного слоя сорбента и катализатора. Испаряемую за счет выделяемого при окислении тепла воду увлекают продуктами сгорания и через выход F адсорбера подают в теплообменник 4. Большую часть пара конденсируют и, отделяя от неконденсирующихся газов в приемнике 5, подают потребителю. Неконденсирующиеся газы сбрасывают в атмосферу через вентиль 6. Для повышения эффективности устройства желательно использовать воздушное охлаждение теплообменных поверхностей теплообменника 4.

Источники информации

1. Патент РФ N 2004719, Е 03 В 3/28, 15.12.93.
2. Патент US 4050262, F 25 D 017/06, 27.09.77.
3. Патент US 4146372, В 01 D 053/04, 27.03.79.
4. Патент US 4219341, В 01 D 053/04, 26.08.80.
5. Патент US 4185969, В 01 D 053/04, 29.01.80.
6. Патент US 4197713, F 25 D 017/06, 15.04.80.

7. Патент US 4342569, В 01 D 053/04, 03.08.82.
8. Патент US 4285702, В 01 D 053/04, 28.08.81.
9. Патент US 4299599, В 01 D 053/04 Nov.10.11.81.
10. Патент РФ 2101423, Е 03 В 3/28, 06.06.96.
11. EP 0014895 A1, В 01 D 053/041, 08.12.81.
12. Патент US 4299599, 05.06.80.

Формула изобретения

1. Способ получения воды из воздуха, в котором воздуходувным устройством создают
поток воздуха и подают через воздухопроводы, клапаны и теплообменные устройства, на
стадии адсорбции сорбент в адсорбере поглощает водяной пар из проходящего через него
указанного потока воздуха, на стадии десорбции нагревают слой сорбента с помощью
источников тепла, десорбированный водяной пар удаляют из слоя сорбента, конденсируют
в конденсаторе и собирают в емкости для хранения, отличающийся тем, что указанные
источники тепла расположены непосредственно в слое сорбента, и в качестве их
используют либо теплообменные элементы с развитой поверхностью, распределенные в
слое сорбента, и производят указанный нагрев за счет конденсации водяного пара на
этой поверхности теплообменных элементов, либо электронагревательные элементы,
распределенные в слое сорбента и нагреваемые посредством пропускания постоянного
либо переменного тока, либо слой токопроводящего сорбента, через который пропускают
электрический ток, либо размещенный в слое сорбента катализатор, на котором протекает
реакция окисления углеводородов.

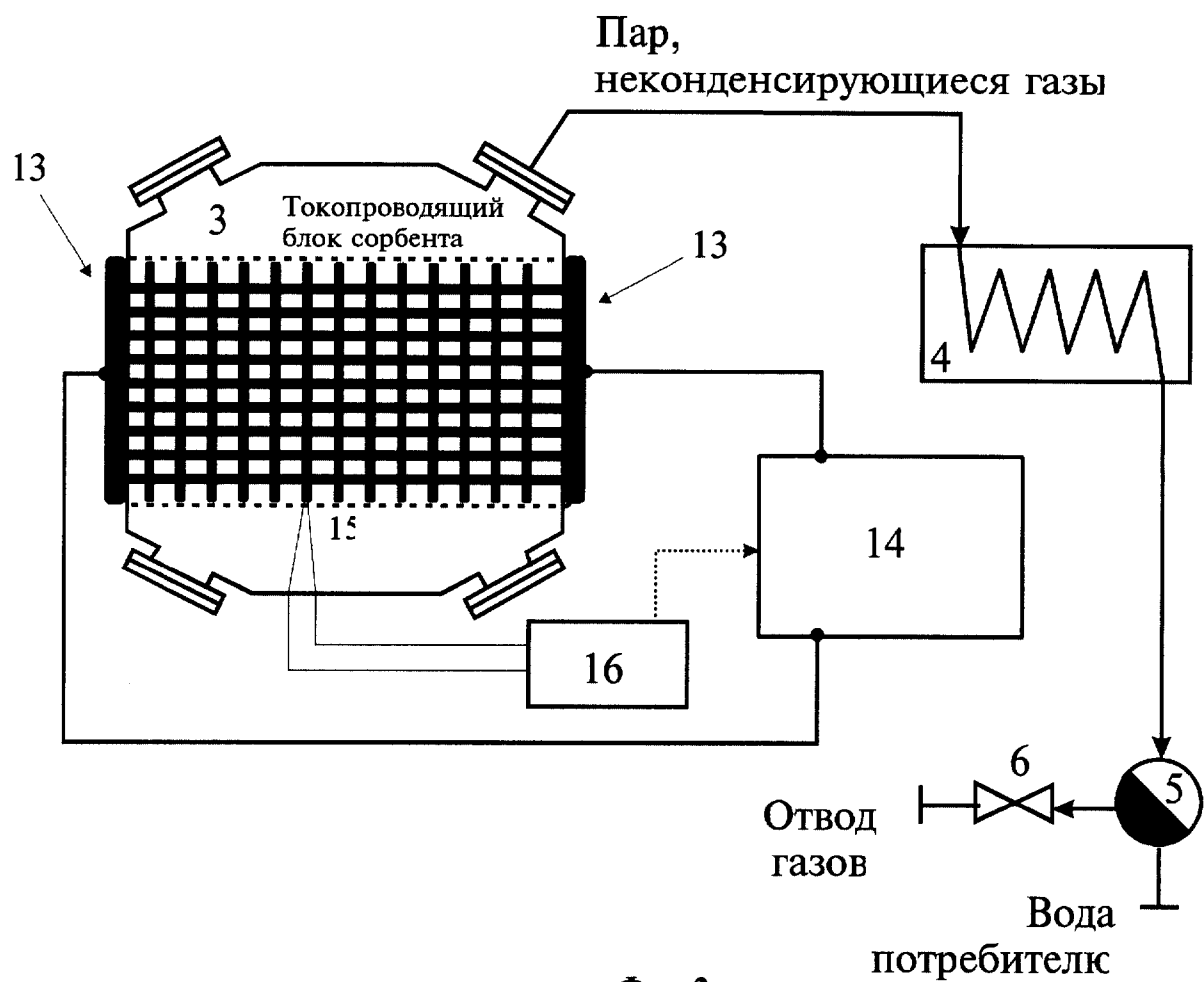
2. Способ по п.1, отличающийся тем, что при использовании в качестве указанных
источников тепла теплообменных элементов с развитой поверхностью, распределенных в
слое сорбента, и производстве указанного нагрева за счет конденсации водяного пара на
этой поверхности теплообменных элементов водяной пар засасывают из адсорбера
компрессором, адиабатически сжимают и подают на теплообменные элементы для
конденсации.

3. Способ по п.1, отличающийся тем, что катализатор размещают в виде отдельных
слоев.

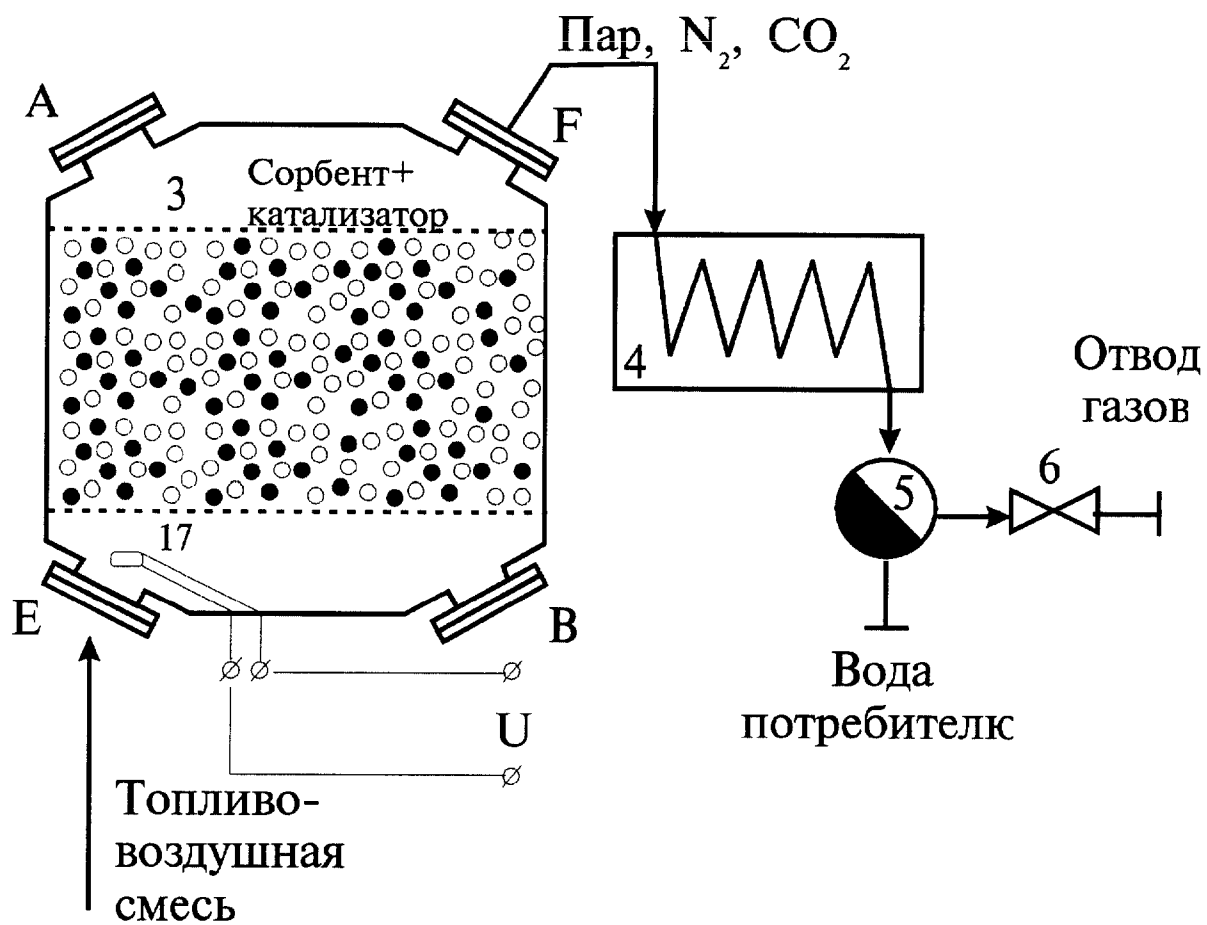
4. Способ по п.1, отличающийся тем, что катализатор размещают в виде механической
смеси с сорбентом.

5. Способ по п.1, отличающийся тем, что сорбент и катализатор являются единой
физико-химической структурой.

6. Способ по п.1, отличающийся тем, что на стадии десорбции нагрев слоя сорбента
проводят различными комбинациями вышеуказанных способов.



Фиг. 2



Фиг. 3