

(12) МЕЖДУНАРОДНАЯ ЗАЯВКА, ОПУБЛИКОВАННАЯ В СООТВЕТСТВИИ С
ДОГОВОРом О ПАТЕНТНОЙ КООПЕРАЦИИ (РСТ)

(19) ВСЕМИРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ
Международное бюро



PCT



(43) Дата международной публикации:
31 октября 2002 (31.10.2002)

(10) Номер международной публикации:
WO 02/086245 A1

(51) Международная патентная классификация⁷:
E03B 3/28, B01D 5/00

(RU) [FIRM «PATENT SERVICES CENTRE»,
Moscow (RU)].

(21) Номер международной заявки: PCT/RU02/00033

(81) Указанные государства (национально): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

(22) Дата международной подачи:
4 февраля 2002 (04.02.2002)

(25) Язык подачи: русский

(26) Язык публикации: русский

(30) Данные о приоритете:
2001110753 24 апреля 2001 (24.04.2001) RU

(84) Указанные государства (регионально): ARIPO патент (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), евразийский патент (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), европейский патент (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), патент OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(71) Заявитель (для всех указанных государств, кроме (US): БОЯРОВ Михаил Владимирович [RU/RU]; 141090 Московская обл., Королёв, пос. Большево, ул. Маяковского, д. 4, кв. 6 (RU) [BOYAROV, Mikhail Vladimirovich], Bolshevo (RU)].

(71) Заявитель и

(72) Изобретатель: РОМАНОВСКИЙ Владимир Фёдорович [RU/RU]; 129642 Москва, проезд Шокальского, д. 4, корп. 1, кв. 13 (RU) [ROMANOVSKY, Vladimir Fedorovich, Moscow (RU)].

Опубликована

С отчётом о международном поиске.

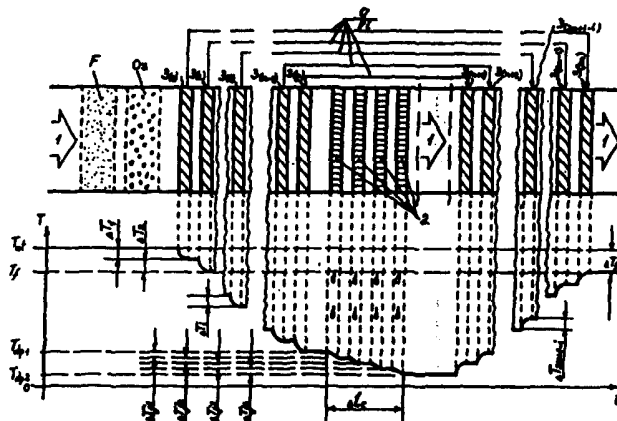
(74) Агент: ФИРМА «ЦЕНТР ПАТЕНТНЫХ УСЛУГ»; 117279 Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 55а

В отношении двухбуквенных кодов, кодов языков и других сокращений см. «Пояснения к кодам и сокращениям», публикуемые в начале каждого очередного выпуска Бюллетеня РСТ.

(54) Title: METHOD FOR EXTRACTING WATER FROM AIR AND DEVICE FOR CARRYING OUT SAID METHOD

(54) Название изобретения: СПОСОБ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ВОДЫ ИЗ ВОЗДУХА И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

(57) Abstract: The invention relates to the method for producing water from ambient air. Said method consists in forming an air flow (1) and forcedly removing heat energy on at least two portions (2) of said flow. All portions for the forced removal of heat energy are disposed between n and $n+1$ heat-exchange areas ($3_n, 3_{n+1}$). Afterwards, a heat exchange is performed between $2n$ heat-exchange sections ($3_1, 3_{2n}$) of the air flow (1). Said sections are grouped into heat-exchanging pairs of the sections arranged on the opposite sides of the portions (2) for the forced removal of heat energy. The heat-exchange is performed by a heat transfer from i heat-exchange section towards $2n+1-i$ heat-exchange section. A water condensate is extracted from a part of the air flow where the temperature thereof is lowered to the dew-point temperature.



[Продолжение на след. странице]

WO 02/086245 A1



(57) Реферат:

Изобретение относится к способу получения воды из атмосферного воздуха. Формируют поток (1) воздуха, по меньшей мере на двух участках (2) которого осуществляют принудительный отвод тепловой энергии, при этом все участки (2) принудительного отвода тепловой энергии располагают между "n"-ым и "n+1"-ым теплообменными участками ($3_n, 3_{n+1}$). Организуют теплообмен между "2n" теплообменными участками ($3_1 - 3_{2n}$) потока (1) воздуха, сгруппированными в теплообменные пары участков, расположенных по разные стороны от участков (2) принудительного отвода тепловой энергии. Теплообмен осуществляют путем теплопередачи от "i"-го теплообменного участка к "2n+1-i"-му, извлекают водяной конденсат из той части потока (1) воздуха, где его температура понижается до температуры точки росы.

СПОСОБ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ВОДЫ ИЗ ВОЗДУХА И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

Область техники

Настоящее изобретение относится к области газотермодинамики,
5 более точно – к получению воды из атмосферного воздуха, а именно – к способу извлечения воды из воздуха и устройству для его осуществления.

Предшествующий уровень техники

Известен способ извлечения воды из воздуха (RU, А, 2081256), заключающийся в том, что формируют поток воздуха, осуществляют его
10 искусственное охлаждение на одном участке этого потока, до и после которого осуществляют теплопередачу между n ступенями потока так, что теплопередача происходит от первой ступени к n -ой, от второй – к $(n-1)$ -й и далее последовательно от ступени $n/2$ к ступени – $n/2+1$. При достижении температуры точки росы в ступенях осуществляют конденсацию паров
15 воды.

В процессе конденсации паров воды уменьшается их количество в потоке воздуха в пределах участка его искусственного охлаждения, что, в свою очередь, приводит к непрерывному снижению температуры точки росы в пределах этого участка и замедляет процесс конденсации.

20 Известно устройство для извлечения воды из воздуха (см. там же), содержащее канал для транспортирования потока воздуха, в котором размещены охлаждающий элемент холодильной машины, теплообменник и вентилятор. Теплообменник выполнен многосекционным, в каждой секции которого теплообменные элементы расположены по разные
25 стороны от охлаждающего элемента. По тепловому потоку первый теплообменный элемент связан n -ым, второй – с $(n-1)$ -ым и далее элемент $n/2$ – с элементом $(n/2+1)$.

Существенное уменьшение абсолютной влажности воздуха при его прохождении через охлаждающий элемент и соответствующее
30 уменьшение температуры точки росы приводят к такому резкому охлаждению потока воздуха в пределах этого элемента, при котором его

тепловое взаимодействие с охлаждающим элементом снижается, а процесс конденсации паров воды существенно замедляется.

Раскрытие изобретения

В основу настоящего изобретения положена задача разработать способ извлечения воды из воздуха, обеспечивающего поддержание эффективной конденсации паров воды в протяженной зоне потока воздуха, и создать устройство для его осуществления, конструктивное выполнение которого позволило бы равномерно по движению воздушного потока осуществлять его тепловое взаимодействие с системой охлаждения, при этом увеличить совокупный холодильный коэффициент используемой холодильной машины и увеличить количество сконденсированных паров воды.

Поставленная задача решается тем, что в способе извлечения воды из воздуха, заключающемся в том, что формируют поток воздуха, на одном участке которого осуществляют принудительный отвод тепловой энергии, организуют теплообмен между "2n" теплообменными участками потока воздуха, сгруппированными в теплообменные пары участков, расположенных по разные стороны от участка принудительного отвода тепловой энергии, при этом теплообмен осуществляют путем теплопередачи от "i"-го теплообменного участка к "2n+1-i"-му, извлекают водяной конденсат из той части потока воздуха, где его температура понижается до температуры точки росы, согласно изобретению, принудительный отвод тепловой энергии осуществляют по меньшей мере еще на одном участке потока воздуха, при этом все участки принудительного отвода тепловой энергии располагают между "n"-ым и "n+1"-ым теплообменными участками.

Наличие в потоке воздуха двух и более участков принудительного отвода тепловой энергии позволяет понизить температуру точки росы в более широком интервале температур, а, следовательно, сконденсировать большее количество паров воды.

Для увеличения массы прокачиваемого воздуха силовое воздействие на него организуют в самой холодной части его потока, где плотность воздуха максимальна. Для этого формирование потока воздуха осуществляют за счет перепада давления, который создают непосредственно за участками принудительного отвода тепловой энергии по направлению движения его потока.

Для получения более чистого водяного конденсата в потоке воздуха до первого теплообменного участка осуществляют очистку воздуха от взвешенных в нем частиц.

10 Для обеззараживания водяного конденсата в потоке воздуха до первого теплообменного участка осуществляют его озонирование.

Для комплексной очистки сконденсированной воды от нерастворимых частиц и болезнетворных микробов осуществляют одновременно озонирование воздуха и очистку от взвешенных в нем частиц в потоке воздуха до первого теплообменного участка.

Для организации теплообмена между теплообменными участками потока воздуха теплопередачу в каждой теплообменной паре участков осуществляют с использованием фазовых превращений теплопередающего вещества.

20 В качестве другого варианта теплообмена между теплообменными участками потока воздуха теплопередачу в каждой теплообменной паре участков осуществляют с помощью материала с высокой теплопроводностью.

Для упрощения процесса теплообмена и его интенсификации теплопередачу в каждой теплообменной паре участков осуществляют посредством промежуточного жидкого теплоносителя, в качестве которого используют воду, к которой может быть добавлено вещество, снижающее температуру замерзания воды. В качестве вещества, снижающего температуру замерзания воды, можно использовать спирт или хлористый натрий.

Поставленная задача решается также тем, что устройство для извлечения воды из воздуха, содержащее канал для транспортирования

потока воздуха, в котором расположены вентилятор, теплоотводящий элемент, сборник водяного конденсата, сообщенный с частью канала, и многосекционный теплообменник, каждая секция которого состоит из двух теплообменных элементов, при этом общее число теплообменных
5 элементов равно $2n$, теплообменные элементы, входящие в одну секцию, расположены по разные стороны от теплоотводящего элемента, а сами секции теплоизолированы друг от друга, теплообменные элементы связаны попарно по тепловому потоку так, что по порядку расположения i -ый теплообменный элемент связан с $2n+1-i$ -ым теплообменным
10 элементом, согласно изобретению, содержит по меньшей мере еще один теплоотводящий элемент, при этом все теплоотводящие элементы установлены последовательно один за другим и размещены между n -ым и $n+1$ -ым теплообменными элементами.

Для увеличения количества транспортируемого воздуха
15 целесообразно, чтобы вентилятор был бы установлен в канале между последним по направлению движения потока воздуха теплоотводящим элементом и $n+1$ -ым теплообменным элементом.

Для очистки потока воздуха от взвешенных частиц устройство содержит воздушный фильтр, установленный на входе канала для
20 транспортирования воздуха. Указанный воздушный фильтр может быть выполнен в виде вертикально установленного расширяющегося вниз воздухозаборника, а также в виде электрического фильтра взвешенных частиц.

Для очистки воздуха и водяного конденсата от болезнетворных
25 микробов устройство содержит озонатор воздуха, установленный на входе канала для транспортирования воздуха. Кроме того, для получения озона может быть приспособлен электрический фильтр.

Для комплексной очистки воздуха в устройстве на входе канала для
30 транспортирования воздуха за фильтром, выполненным в виде вертикально установленного расширяющегося вниз воздухозаборника,

установлен электрический фильтр, приспособленный для получения озона.

В устройстве в качестве каждого теплоотводящего элемента может быть применен испаритель компрессионной холодильной машины либо блок холодных спаев холодильной машины, основанной на эффекте Пельтье. При этом на выходе канала для транспортирования воздуха установлен соответственно либо конденсатор компрессионной холодильной машины, либо блок горячих спаев холодильной машины, основанной на эффекте Пельтье.

Для дальнейшего увеличения количества транспортируемого воздуха в канале для транспортирования воздуха может быть установлен по меньшей мере еще один вентилятор.

Для увеличения массы воздуха, снимающего тепловую энергию в стенках канала для транспортирования воздуха после "2n"-го теплообменного элемента выполнены воздухозаборные отверстия.

Каждая секция многосекционного теплообменника дополнительно содержит насос для перекачки жидкого теплоносителя и систему трубопроводов, при этом теплообменные элементы секции, насос и трубопроводы образуют кольцевую замкнутую структуру, которая позволяет осуществлять перенос тепла между теплообменными элементами секции. Насосы всех секций могут быть скомпонованы в один блок.

Для организации переноса тепла теплообменные элементы каждой секции могут быть связаны между собой по тепловому потоку посредством тепловых труб.

С целью упрощения теплопередачи между теплообменными элементами связь по тепловому потоку между теплообменными элементами каждой секции многосекционного теплообменника может быть выполнена в виде металлических теплопроводящих элементов.

Для полного сбора сконденсированной воды целесообразно, чтобы сборник конденсата был бы сообщен с частью канала для

транспортирования воздуха, включающей первые "n" теплообменных элементов и все теплоотводящие элементы.

Краткий перечень чертежей

- В дальнейшем предлагаемое изобретение поясняется конкретными
- 5 примерами его выполнения и прилагаемыми чертежами, на которых:
- фиг.1 изображает схематично процесс извлечения воды из воздуха, сопровождаемый диаграммой изменения температуры воздуха по направлению движения его потока;
- фиг.2 поясняет динамику изменения состояния воздуха в процессе
- 10 достижения им температуры точки росы, в процессе конденсации влаги и дальнейшего нагрева;
- фиг.3 иллюстрирует одновременную очистку воздуха от взвешенных в нем частиц и его озонирование;
- фиг.4 изображает схематично вариант устройства для извлечения
- 15 воды из воздуха с холодильной машиной компрессорного типа и с использованием для теплообмена жидкого теплоносителя;
- фиг.5 – конструкцию совмещенных фильтров и озонатора;
- фиг.6 – вариант устройства для извлечения воды из воздуха с
- 20 холодильной машиной, основанной на эффекте Пельтье, а также с использованием дополнительного вентилятора, воздухозаборных отверстий и тепловых труб;
- фиг.7 – вариант устройства для извлечения воды из воздуха, в котором теплопередача между теплообменными элементами осуществлена с применением теплопроводных элементов.
- 25 Лучший вариант осуществления изобретения
- Способ извлечения воды из воздуха, согласно изобретению, заключается в том, что формируют поток 1 (фиг.1) воздуха, на участках 2 которого осуществляют принудительный отвод тепловой энергии от потока 1 воздуха. Одновременно организуют теплообмен между "2n"
- 30 теплообменными участками $3_1 - 3_{2n}$ потока 1, сгруппированными в пары так, что участки 3_1 и 3_{n+1} и так далее в каждой паре расположены по

разные стороны от группы участков 2. При этом первые "n" по направлению "I" движения потока 1 теплообменные участки $3_1 - 3_n$ размещены последовательно один за другим и расположены до участков 2, а участки 3 с "n+1" по "2n" размещены за участками 2 принудительного отвода тепловой энергии. В каждой паре теплообменных участков $3_1 - 3_{2n}$ осуществляют передачу тепловой энергии q_i от участка 3_i к участку 3_{2n+1-i} .

Принудительный отвод тепловой энергии от потока 1 на участках 2 приводит к охлаждению воздуха за этими участками и перетоку тепловой энергии q_i от "i"-х теплообменных участков 3 к "2n+1-i"-м теплообменным участкам 3. Упомянутый переток тепловой энергии q_i вызывает предохлаждение воздуха в потоке 1 до участков 2. Таким образом атмосферный воздух с начальной температурой T_{at} , проходя через первые "n" теплообменных участков $3_1 - 3_n$, охлаждается на первом теплообменном участке 3_1 на величину ΔT_1 , на втором – на величину ΔT_2 , на "i"-м – на величину ΔT_i и так далее до тех пор, пока температура воздуха не понизится до температуры точки росы T_{dp1} . На фиг 1 температура воздуха в потоке 1 достигает значения T_{dp1} перед первым участком 2 принудительного отвода тепловой энергии.

Дальнейшее охлаждение воздуха в потоке 1 приводит к началу конденсации водяных паров, содержащихся в этом потоке, при этом скорость снижения температуры воздуха в потоке 1 уменьшается, так как при конденсации водяных паров на участках их конденсации выделяется существенная тепловая энергия. Величины $\Delta T_{j1} - \Delta T_{j4}$ иллюстрируют характер снижения температуры воздуха в зоне Δl_c конденсации. Извлечение воды из воздуха в зоне Δl_c конденсации приводит к непрерывному снижению абсолютной влажности этого воздуха и, как следствие, - к снижению температуры точки росы от T_{dp1} до T_{dp2} .

Далее после прохождения потоком 1 последнего участка 2 температура воздуха в потоке 1 возрастает за счет перетока тепла q_i на каждом теплообменном участке 3 с "n+1"-го по "2n"-ый участок 3. Причем вне зоны Δl_c конденсации $\Delta T_i = \Delta T_{2n+1-i}$, так как тепловая энергия q_i от

теплообменного участка 3_i поступает к тому же количеству проходящего воздуха на теплообменном участке $3_{2n+1-i..}$. Без учета потерь тепла на неучтенные здесь тепловые процессы, обычно имеющие место в реальных ситуациях, разница температур ΔT_f между температурой
5 входящего воздуха и температурой выходящего воздуха равна суммарному перепаду температур, возникающему на участках 2.

При интенсивном отборе воды разница между начальным и конечным значениями T_{dp1} и T_{dp2} температур точки росы может быть значительной. В этом случае величина отводимой от потока 1 тепловой
10 энергии, в которой суммированы энергия конденсации воды и энергия охлаждения воздуха, может быть столь велика, что ее принудительный отвод только на одном участке 2 будет связан с непреодолимыми техническими трудностями. Именно поэтому количество участков 2 целесообразно увеличить до нескольких. Это позволит существенно
15 интенсифицировать процесс извлечения воды.

Рассмотренный процесс проиллюстрирован на фиг.2, где по горизонтали указаны значения температуры воздуха, по вертикали – значения d абсолютной влажности, выраженные в граммах водяных паров, содержащихся в 1 м^3 воздуха. Кривая d_0 соответствует относительной
20 влажности ε , равной 100%. Для рассмотрения процесса в качестве исходного состояния воздуха в начале потока 1 произвольна выбрана точка А, соответствующая: $d = 18 \text{ г/м}^3$; $T = 46^\circ\text{C}$; $\varepsilon = 26\%$. При движении воздуха в потоке 1 его температура уменьшается, а величина d вначале остается неизменной до достижения точки В состояния воздуха, где $\varepsilon =$
25 100%; $T = 21^\circ\text{C}$. Далее снижение температуры и величины d происходит по кривой d_0 с одновременной конденсацией влаги, при которой конденсируется m_0 количество воды (на фиг.2 $m_0 = 10 \text{ г/м}^3$) из каждого кубического метра воздуха, а состояние воздуха переходит в точку С. После воздух нагревается без изменения своей абсолютной влажности, а
30 его состояние переходит в точку D.

Так как плотность воздуха увеличивается при уменьшении его температуры, то максимального значения плотность воздуха в потоке 1 достигает там, где его температура минимальна, непосредственно за участками 2. Поэтому целесообразно именно в этой части потока 1
5 создать перепад давления для формирования этого потока 1, чтобы при том же объеме воздуха увеличить его массу, проходящую через сечение потока 1 в единицу времени, и, в конечном итоге, увеличить количество сконденсированной воды.

Для улучшения качества получаемой воды целесообразно провести
10 в начальной части потока 1 (фиг.1) очистку воздуха от взвешенных в нем частиц в зоне F фильтрования, а также озонирование в зоне O_2 для уничтожения болезнетворных бактерий в получаемой воде, в качестве первичной подготовки воздуха. На фиг.3 зона первичной подготовки воздуха обозначена как зона 4, где процессы фильтрования и
15 озонирования совмещены.

Для осуществления теплопередачи между теплообменными участками $3_1 - 3_{2n}$ в каждой паре возможно использование фазовых превращений теплопередающего вещества так, как это происходит в тепловых трубах. Возможно осуществление теплопередачи с
20 использованием материала с высокой теплопроводностью, например меди, или с помощью промежуточного жидкого теплоносителя, в качестве которого целесообразно использовать воду. Для того, чтобы исключить возможность замерзания воды при небольших отрицательных температурах в воду-теплоноситель может быть добавлено вещество,
25 снижающее температуру замерзания образующейся при этом смеси. В качестве такого, желательно не токсичного вещества целесообразно использовать спирт или хлористый натрий.

Устройство для извлечения воды из воздуха содержит канал 5 (фиг.4) для транспортирования потока 1 воздуха. В канале 5 расположены
30 вентилятор 6, теплоотводящие элементы 7, сборник 8 водяного конденсата, многосекционный теплообменник, содержащий "2n"

теплообменных элементов $9_1 - 9_{2n}$, из которых первые "n" элементов расположены до теплоотводящих элементов 7, а элементы с "n+1"-го по "2n"-й - за теплоотводящими элементами 7 по направлению движения потока 1 воздуха в канале 5. Теплообменные элементы $9_1 - 9_{2n}$ скомпонованы в секции, каждая из которых состоит из двух элементов. Элементы 9_1 и 9_{n+1} одной секции расположены по разные стороны от теплоотводящих элементов 7 и связаны между собой по тепловому потоку так, что "i"-ый теплообменный элемент 9_i связан с "2n+1- i"-м элементом 9_{2n+1-i} .

10 Вентилятор 6 целесообразно расположить непосредственно за теплоотводящими элементами 7 там, где температура воздуха в потоке 1 минимальна, а плотность воздуха максимальна. При этом вентилятор 6 может прокачать через канал 5 максимальное количество воздуха.

На входе канала 5 целесообразно установить воздушный фильтр
15 10. Грубый воздушный фильтр крупных взвешенных частиц может быть выполнен в виде вертикально установленного расширяющегося вниз воздухозаборника 11. Там же на входе канала 5 может быть установлен озонатор 12 воздуха для обеззараживания его и водяного конденсата от болезнетворных бактерий.

20 Теплоотводящие элементы 7 являются частью холодильной машины. В качестве такой машины может быть применена компрессионная холодильная машина, содержащая компрессор 13, конденсатор 14 и испаритель, выполненный в виде теплоотводящих элементов 7. При этом компрессор 13, конденсатор 14 и теплоотводящие
25 элементы 7 связаны системой трубопроводов 15 для хладагента, а конденсатор 14 установлен на выходе канала 5.

Для обеспечения связи по тепловому потоку q_i между теплообменными элементами $9_1 - 9_{2n}$ каждая секция содержит насос 16 для перекачки жидкого теплоносителя и систему трубопроводов 17; образующих вместе с элементами $9_1 - 9_{2n}$ кольцевую замкнутую систему
30 для движения по ней жидкого теплоносителя. Насосы 16 всех секций могут

быть скомпонованы в один блок 18, приводимый в движение общим двигателем 19.

В качестве воздушного фильтра для комплексной очистки воздуха может быть использован электрический фильтр 20 (фиг.5), подключенный к источнику 21 высокого напряжения. Фильтр 20 может быть выполнен в виде пакета параллельных цилиндров 22 с осевыми изолированными проволочными электродами 23. Этот же фильтр 20 может генерировать озон, при этом фильтр 10 и озонатор 12 будут совмещены в одном блоке.

В случае применения холодильной машины, основанной на эффекте Пельтье, каждый теплоотводящий элемент 7 (фиг.6) может быть выполнен в виде блока 24 холодных спаев. В этом случае блоки 25 горячих спаев устанавливаются на выходе канала 5, при этом блоки 24 и 25 включены с помощью проводников 26 в замкнутую электрическую цепь. В эту же цепь включен источник 27 тока, к которому подключены блоки 24 и 25.

Для более интенсивного охлаждения блоков 25 горячих спаев или конденсатора 14, а также для интенсификации потока 1 воздуха в канале 5 в последнем может быть установлен по меньшей мере еще один вентилятор 28. С целью еще более интенсивного охлаждения конденсатора 14 или блоков 25 горячих спаев в стенках канала 5 после теплообменного элемента 9_{2n} могут быть выполнены воздухозаборные отверстия 29 для дополнительного притока 30 воздуха.

Тепловая связь между теплообменными элементами $9_1 - 9_{2n}$ каждой секции может быть осуществлена посредством тепловых труб 31. Кроме того, рассматриваемая связь по тепловому потоку q_i может осуществлена посредством металлических теплопроводящих элементов 32 (фиг.7).

Во всех вариантах устройства для извлечения воды из воздуха сборник 8 водяного конденсата сообщен с частью канала 5, включающей первые "n" теплообменных элементов $9_1 - 9_n$ и все теплоотводящие элементы 7.

Предлагаемое устройство работает следующим образом.

Включают вентилятор 6 (фиг.4, 6 и 7), который направляет поток 1 воздуха в канале 5, и приводят в действие холодильную машину. При наличии дополнительных вентиляторов 28 (фиг.6) их также включают вместе с вентилятором 6. Теплоотводящие элементы 7 начинают 5 охлаждать проходящий через них воздух. Охлажденный таким образом воздух охлаждает теплообменные элементы $\theta_{n+1} - \theta_{2n}$, расположенные за теплоотводящими элементами 7. При этом через тепловую связь между этими элементами $\theta_{n+1} - \theta_{2n}$ и парными им элементами $\theta_1 - \theta_n$, входящими в соответствующую секцию и расположенными в канале 5 до 10 теплоотводящих элементов 7, начинается переток тепловой энергии от первых "n" теплообменных элементов $\theta_1 - \theta_n$ к охлаждаемым теплообменным элементам $\theta_{n+1} - \theta_{2n}$. Через некоторое время после включения всех систем устройства в канале 5 устанавливается температурный режим, показанный на фиг.1: температура воздуха 15 сначала ступенчато понижается в интервале от первого теплообменного элемента θ_1 до последнего теплоотводящего элемента 7 и затем также ступенчато повышается до значения несколько меньшего, чем температура T_{at} входящего воздуха.

Упомянутый переток тепловой энергии можно осуществлять с 20 помощью жидкого теплоносителя, прокачиваемого насосами 16 (фиг.4) через систему трубопроводов 17 в каждой секции, содержащей пару теплообменных элементов: "i"-й и "2n+1-i"-й теплообменные элементы θ_i и θ_{2n+1-i} , где "i" меняется от единицы до "n". Этот же переток тепловой энергии можно осуществлять с помощью тепловых труб 31 (фиг.6) или с 25 помощью металлических теплопроводящих элементов 32 (фиг.7).

Тепловая энергия, отнимаемая от охлаждаемого воздуха, а также энергия, которая выделяется в зоне Δl_c конденсации, включающей первые "n" теплообменных элементов $\theta_1 - \theta_n$ и все теплоотводящие элементы 7 или блоки 24 холодных спаев, передаются выходящему из канала 5 потоку 30 1 воздуха посредством конденсатора 14 компрессионной холодильной машины или блоков 25 горячих спаев холодильной машины, основанной

на эффекте Пельтье. Для интенсификации процесса передачи тепловой энергии воздуху может быть организован дополнительный приток 30 (фиг.6) воздуха, поступающий на выход канала 5 через воздухозаборные отверстия 29, при этом суммарный поток 1*воздуха складывается из
5 потока 1 и дополнительного притока 30.

Таким образом, выходящий из канала 5 поток 1 или 1* воздуха уносит тепловую энергию, выделившуюся в устройстве при его работе.

Грубый воздушный фильтр взвешенных частиц, выполненный в виде вертикально установленного расширяющегося вниз
10 воздухозаборника 11, работает на принципе противодействия силы G_m тяжести этих частиц и силы G_a воздействия потока 1 на эти частицы. При этом, если $G_a < G_m$, то такая частица падает вниз и не попадает в канал 5.

Известно, что:

$$G_a = K_1 \cdot S_p \cdot \rho_a \cdot v_a^2 \quad (1)$$

15 где: K_1 – коэффициент формы частицы,
 S_p – площадь поперечного сечения частицы,
 ρ_a – плотность воздуха,
 v_a^2 – скорость потока воздуха,

$$G_m = g \cdot m_p \quad (2)$$

20 где: g – ускорение свободного падения,
 m_p – масса частицы.

Если обозначить через ρ_p плотность вещества частицы и считать, что ее форма близка к форме шара, то в поток 1 будут вовлечены частицы, диаметр d_p , которых меньше, чем d^* :

$$25 \quad d^* = 1,5 \cdot K_1 \cdot (\rho_a / \rho_p \cdot g) \cdot v_a^2 \quad (3)$$

Величину v_a можно вычислить, зная объем V_0 воздуха, проходящего через канал 5 за одну секунду, и входной диаметр d_f воздухозаборника 11:

$$v_a = 4 V_0 / \pi \cdot d_f^2 \quad (4)$$

Из (3) и (4) следует:

$$30 \quad d^* = 2,43 \cdot K_1 \cdot (\rho_a \cdot V_0^2 / \rho_p \cdot g \cdot d_f^4) \quad (5)$$

Таким образом, диаметр d_p вовлекаемой частицы обратно пропорционален четвертой степени диаметра наибольшего сечения конусообразного воздухозаборника 11, а сам воздухозаборник 11 при этом является высокоэффективным фильтром.

5 Приведенный на фиг.5 электрический фильтр 20 работает следующим образом. Источник 21 высокого напряжения создает разность потенциалов между цилиндрами 22 и тонкими проволочными электродами 23, достаточную для того, чтобы у поверхности проволочных электродов 32, подсоединенных к отрицательной клемме источника 21, возник
10 коронный электрический разряд, в котором в результате ионизации проходящего воздуха образуются молекулы озона и ионы. Озон увлекается воздухом, а отрицательные ионы, двигаясь под действием электрического поля к внутренней поверхности цилиндров 22, прилипают к взвешенным в потоке 1 частицам. Электрически заряженные частицы под
15 действием того же электрического поля попадают на внутреннюю поверхность цилиндров 22 и там улавливаются. Озон частично растворяется в конденсирующейся воде, обеззараживает воду, а также весь последующий тракт ее движения.

Предлагаемое изобретение позволяет значительно увеличить
20 количество воды, извлекаемой из воздуха, очистить ее от нерастворимых примесей и болезнетворных бактерий.

Промышленная применимость

Предлагаемое изобретение может быть использовано в полевых условиях, сельском хозяйстве и быту в качестве альтернативного
25 источника пресной воды.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ извлечения воды из воздуха, заключающийся в том, что формируют поток (1) воздуха, на одном участке (2) которого осуществляют принудительный отвод тепловой энергии, организуют теплообмен между
5 "2n" теплообменными участками ($3_1 - 3_{2n}$) потока (1) воздуха, сгруппированными в теплообменные пары участков, расположенных по разные стороны от участка (2) принудительного отвода тепловой энергии, при этом теплообмен осуществляют путем теплопередачи от "i"-го теплообменного участка к "2n+1-i"-му, извлекают водяной конденсат из той
10 части потока (1) воздуха, где его температура понижается до температуры точки росы, отличающийся тем, что принудительный отвод тепловой энергии осуществляют по меньшей мере еще на одном участке (2) потока (1) воздуха, при этом все участки (2) принудительного отвода тепловой энергии располагают между "n"-ым и "n+1"-ым теплообменными участками
15 ($3_n, 3_{n+1}$).

2. Способ извлечения воды из воздуха по п. 1, отличающийся тем, что формирование потока (1) воздуха осуществляют за счет перепада давления, который создают непосредственно за участками (2) принудительного отвода тепловой энергии по направлению движения
20 потока (1) воздуха.

3. Способ извлечения воды из воздуха по любому из пп.1-2, отличающийся тем, что в потоке (1) воздуха до первого теплообменного участка (3_1) производят очистку воздуха от взвешенных в нем частиц.

4. Способ извлечения воды из воздуха по любому из пп.1-2,
25 отличающийся тем, что в потоке (1) воздуха до первого теплообменного участка (3_1) осуществляют его озонирование.

5. Способ извлечения воды из воздуха по любому из пп. 1-2, отличающийся тем, что осуществляют одновременно озонирование воздуха и очистку от взвешенных в нем частиц в потоке (1) воздуха до
30 первого теплообменного участка (3_1).

6. Способ извлечения воды из воздуха по любому из пп.1-5, отличающийся тем, что теплопередачу в каждой теплообменной паре участков ($3_1 - 3_{2n}$) осуществляют с использованием фазовых превращений теплопередающего вещества.

5 7. Способ извлечения воды из воздуха по любому из пп.1-5, отличающийся тем, что теплопередачу в каждой теплообменной паре участков ($3_1 - 3_{2n}$) осуществляют с помощью материала с высокой теплопроводностью.

8. Способ извлечения воды из воздуха по любому из пп. 1-5,
10 отличающийся тем, что теплопередачу в каждой теплообменной паре участков ($3_1 - 3_{2n}$) осуществляют посредством промежуточного жидкого теплоносителя.

9. Способ извлечения воды из воздуха по п.8, отличающийся тем, что в качестве промежуточного жидкого теплоносителя используют воду.

15 10. Способ извлечения воды из воздуха по п.9, отличающийся тем, что к воде добавляют вещество, снижающее температуру замерзания воды.

11. Способ извлечения воды из воздуха по п.10, отличающийся тем, что в качестве вещества, снижающего температуру замерзания воды,
20 используют спирт.

12. Способ извлечения воды из воздуха по п.10, отличающийся тем, что в качестве вещества, снижающего температуру замерзания воды, используют хлористый натрий.

13. Устройство для извлечения воды из воздуха, содержащее канал
25 (5) для транспортирования потока (1) воздуха, в котором расположены вентилятор (6), теплоотводящий элемент (7), сборник (8) водяного конденсата, сообщенный с частью канала (5), и многосекционный теплообменник, каждая секция которого состоит из двух теплообменных элементов ($9_1 - 9_{n+1}, \dots, 9_n - 9_{2n}$), при этом общее число теплообменных
30 элементов ($9_1 - 9_{2n}$), равно " $2n$ ", теплообменные элементы ($9_1 - 9_{n+1}, \dots, 9_n - 9_{2n}$), входящие в одну секцию, расположены по разные стороны от теплоотводящего элемента (7), а сами секции теплоизолированы друг

от друга, теплообменные элементы ($9_1 - 9_{2n}$) связаны попарно по тепловому потоку так, что по порядку расположения " i "-ый теплообменный элемент (9_i) связан с " $2n+1-i$ "-ым теплообменным элементом (9_{2n+1-i}), отличающееся тем, что содержит по меньшей мере еще один
5 теплоотводящий элемент (7), при этом все теплоотводящие элементы (7) установлены последовательно один за другим и размещены между " n "-ым и " $n+1$ "-ым теплообменными элементами ($9_n, 9_{n+1}$).

14. Устройство для извлечения воды из воздуха по п.13, отличающееся тем, что вентилятор (6) установлен в канале (5) между
10 последним по направлению движения потока воздуха теплоотводящим элементом (7) и " $n+1$ "-ым теплообменным элементом (9_{n+1}).

15. Устройство для извлечения воды из воздуха по любому из пп.13-14, отличающееся тем, что содержит воздушный фильтр (10), установленный на входе канала (5) для транспортирования воздуха.

15 16. Устройство для извлечения воды из воздуха по п.15, отличающееся тем, что воздушный фильтр выполнен в виде вертикально установленного расширяющегося вниз воздухозаборника (11).

17. Устройство для извлечения воды из воздуха по п.15, отличающееся тем, что воздушный фильтр представляет собой
20 электрический фильтр (20) взвешенных частиц.

18. Устройство по любому из пп.13-17, отличающееся тем, что содержит озонатор (12) воздуха, установленный на входе канала (5) для транспортирования воздуха.

19. Устройство для извлечения воды из воздуха по п.17,
25 отличающееся тем, что электрический фильтр (20) приспособлен для получения озона.

20. Устройство для извлечения воды из воздуха по п.16, отличающееся тем, что за воздушным фильтром, выполненным в виде вертикально установленного расширяющегося вниз воздухозаборника
30 (11), установлен электрический фильтр (20), приспособленный для получения озона.

21. Устройство для извлечения воды из воздуха по любому из пп.13-20, отличающееся тем, что в качестве каждого теплоотводящего элемента (7) применен испаритель компрессионной холодильной машины.

22. Устройство для извлечения воды из воздуха по п.21,
5 отличающееся тем, что на выходе канала (5) для транспортирования воздуха установлен конденсатор (14) компрессионной холодильной машины.

23 Устройство для извлечения воды из воздуха по любому из пп.13-20, отличающееся тем, что в качестве каждого теплоотводящего элемента
10 (7) применен блок (24) холодных спаев холодильной машины, основанной на эффекте Пельтье.

24. Устройство для извлечения воды из воздуха по п.23, отличающееся тем, что на выходе канала (5) для транспортирования воздуха установлен блок (25) горячих спаев холодильной машины,
15 основанной на эффекте Пельтье.

25. Устройство для извлечения воды из воздуха по любому из пп.13-24, отличающееся тем, что в канале (5) для транспортирования воздуха установлен по меньшей мере еще один вентилятор (28).

26. Устройство для извлечения воды из воздуха по любому из пп.23
20 и 25, отличающееся тем, что в стенках канала (5) для транспортирования воздуха после "2n"-го теплообменного элемента (9_{2n}) выполнены воздухозаборные отверстия (29).

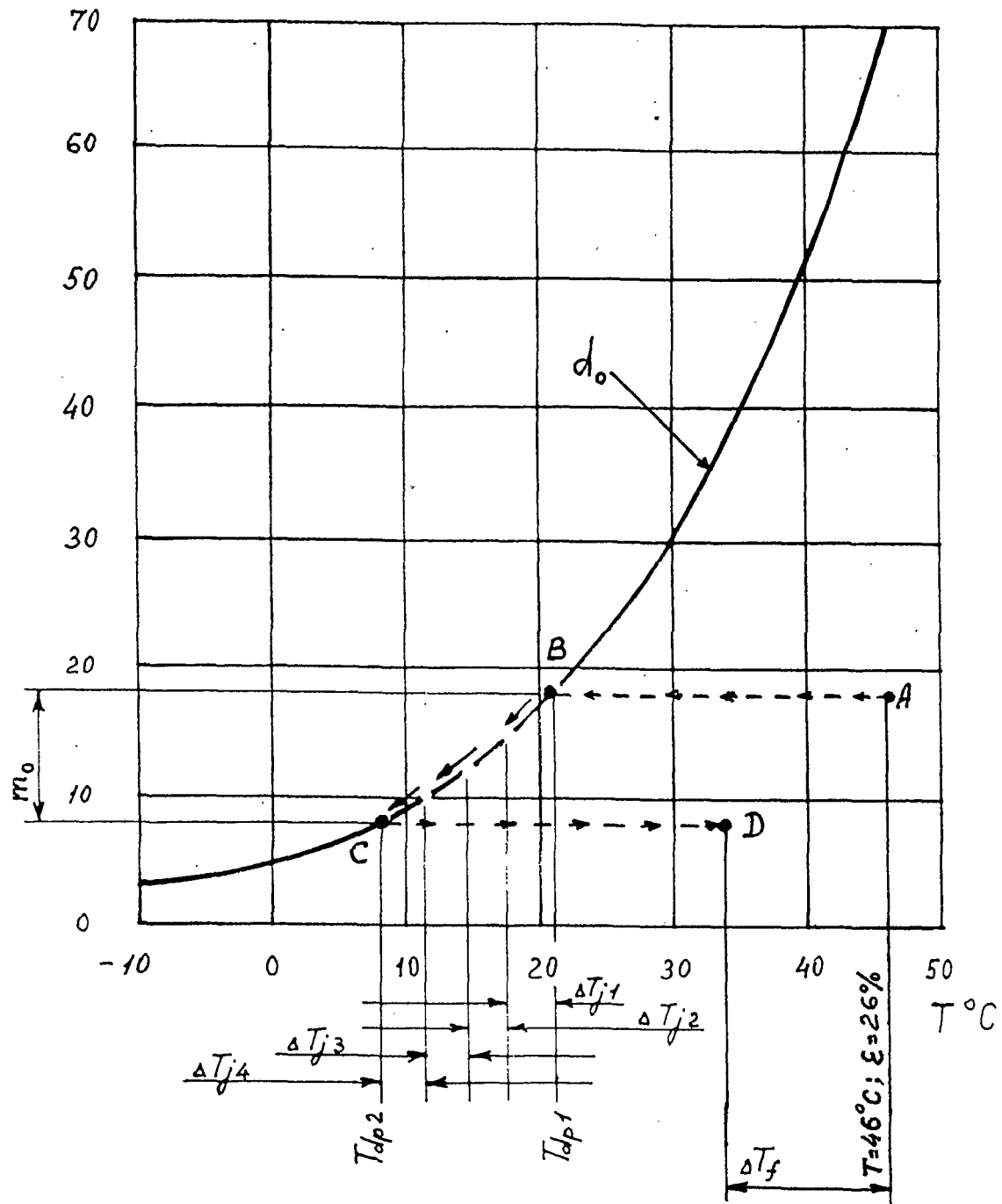
27. Устройство для извлечения воды из воздуха по любому из пп.13-26, отличающееся тем, что каждая секция многосекционного
25 теплообменника дополнительно содержит насос (16) для перекачки жидкого теплоносителя и систему трубопроводов (17), при этом теплообменные элементы ($9_1 - 9_{n+1}, \dots, 9_n - 9_{2n}$) секции, насос (16) и трубопроводы (17) образуют кольцевую замкнутую структуру.

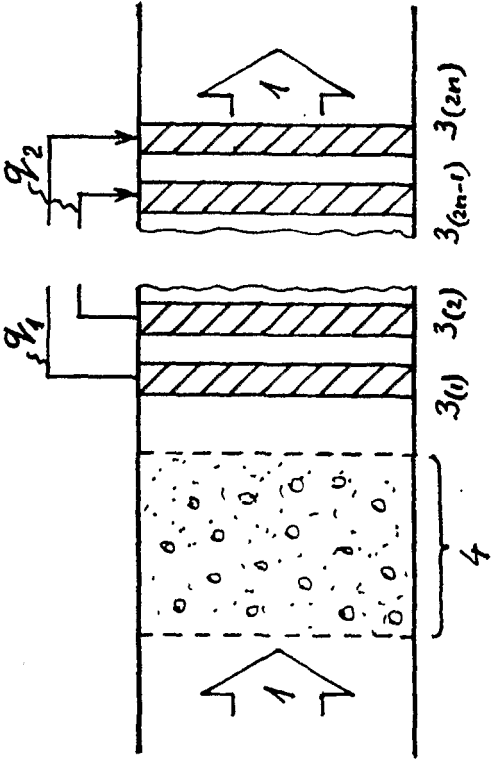
28. Устройство для извлечения воды из воздуха по п.27,
30 отличающееся тем, что насосы (16) всех секций скомпонованы в один блок.

29. Устройство для извлечения воды из воздуха по любому из пп.13-26, отличающееся тем, что теплообменные элементы ($\theta_1 - \theta_{n+1}, \dots, \theta_n - \theta_{2n}$) каждой секции связаны между собой по тепловому потоку посредством тепловых труб (31).

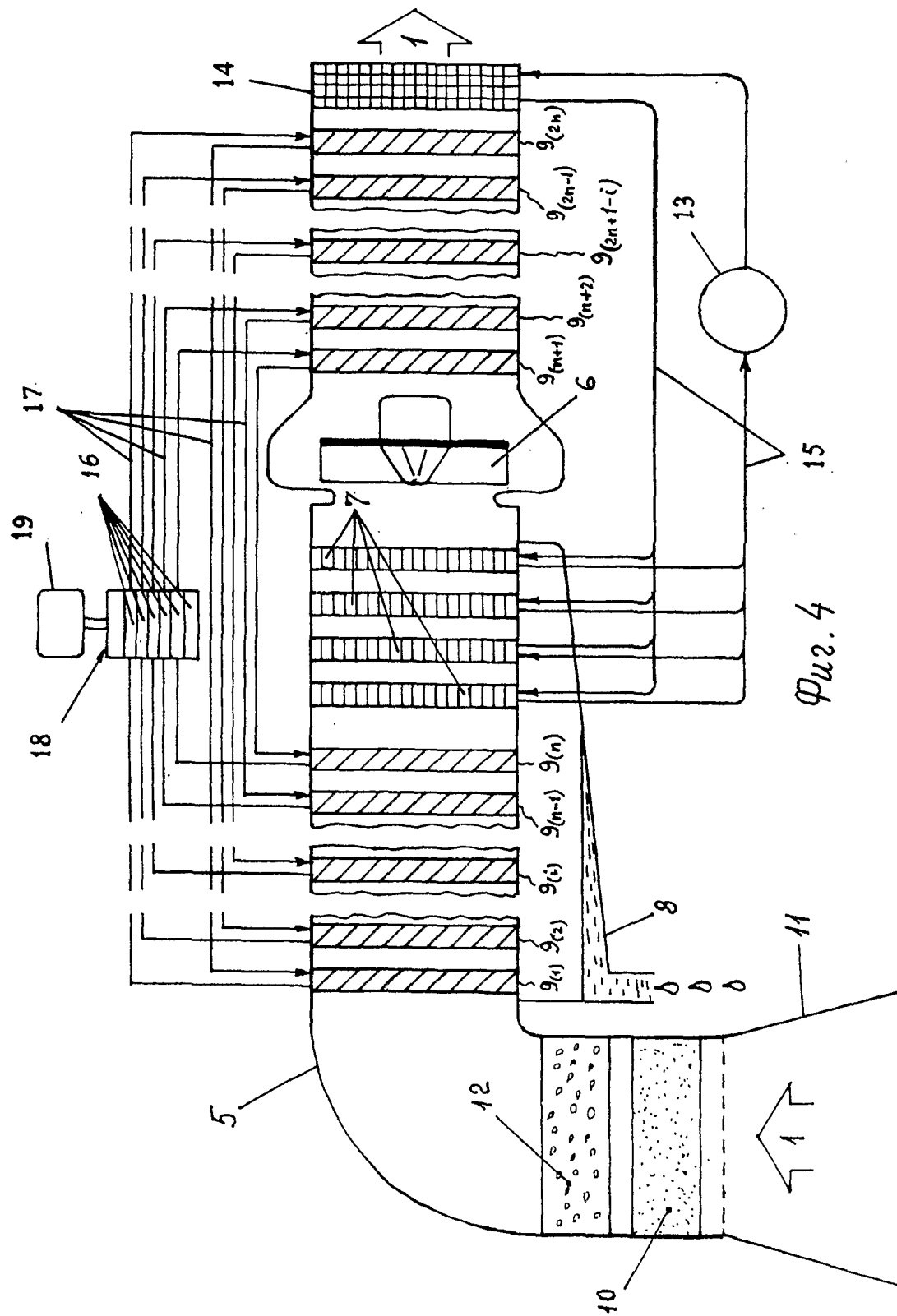
5 30. Устройство для извлечения воды из воздуха по любому из пп.13-26, отличающееся тем, что связь по тепловому потоку между теплообменными элементами ($\theta_1 - \theta_{n+1}, \dots, \theta_n - \theta_{2n}$) каждой секции многосекционного теплообменника выполнена в виде металлических теплопроводящих элементов (32).

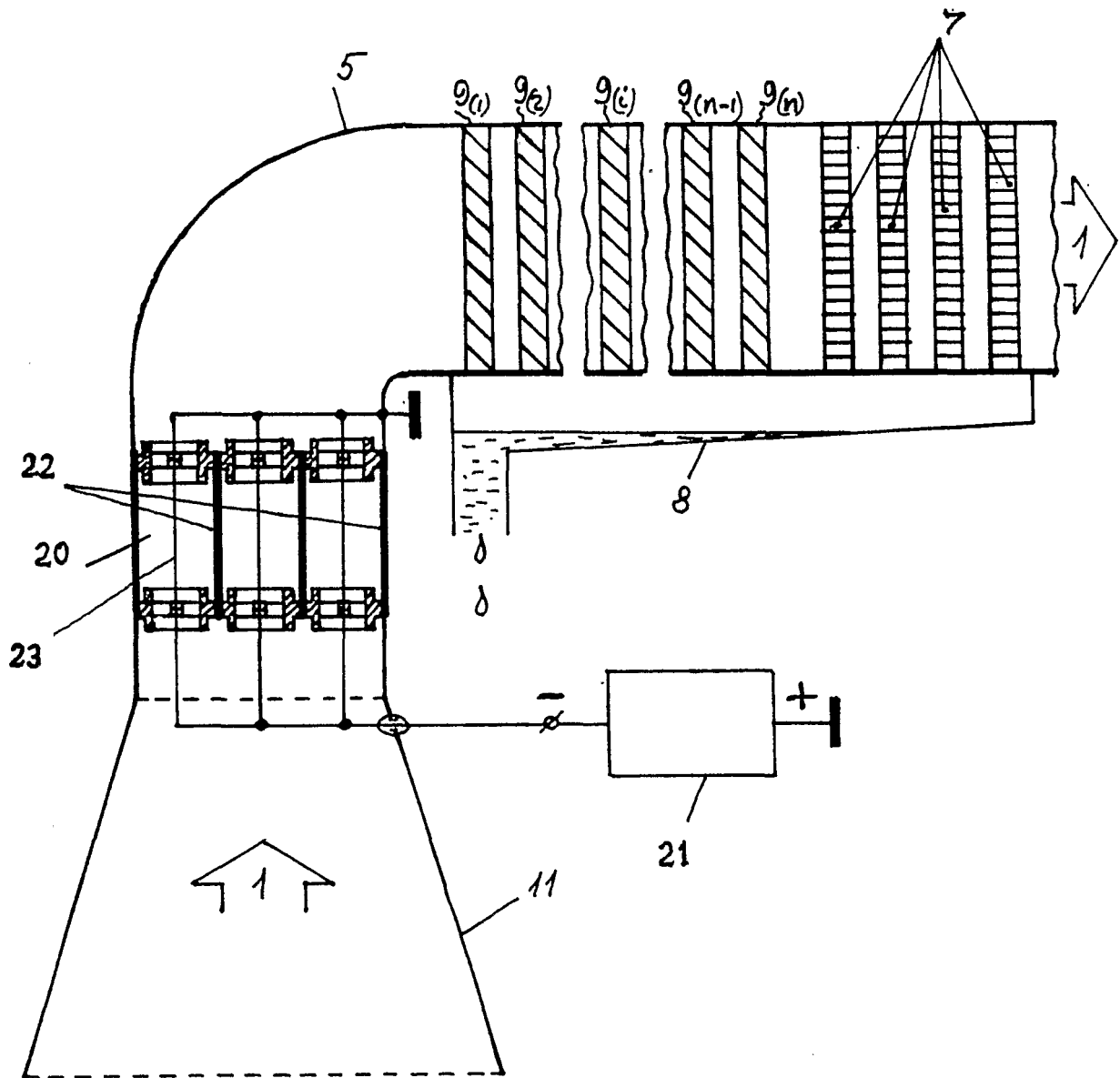
10 31. Устройство для извлечения воды из воздуха по любому из пп.13-30, отличающееся тем, что сборник (8) конденсата сообщен с частью канала (5) для транспортирования воздуха, включающей первые "n" теплообменных элементов (θ_n) и все теплоотводящие элементы (7).

$$d \text{ [r/m}^3\text{]}$$
 $\Phi_{42.2}$

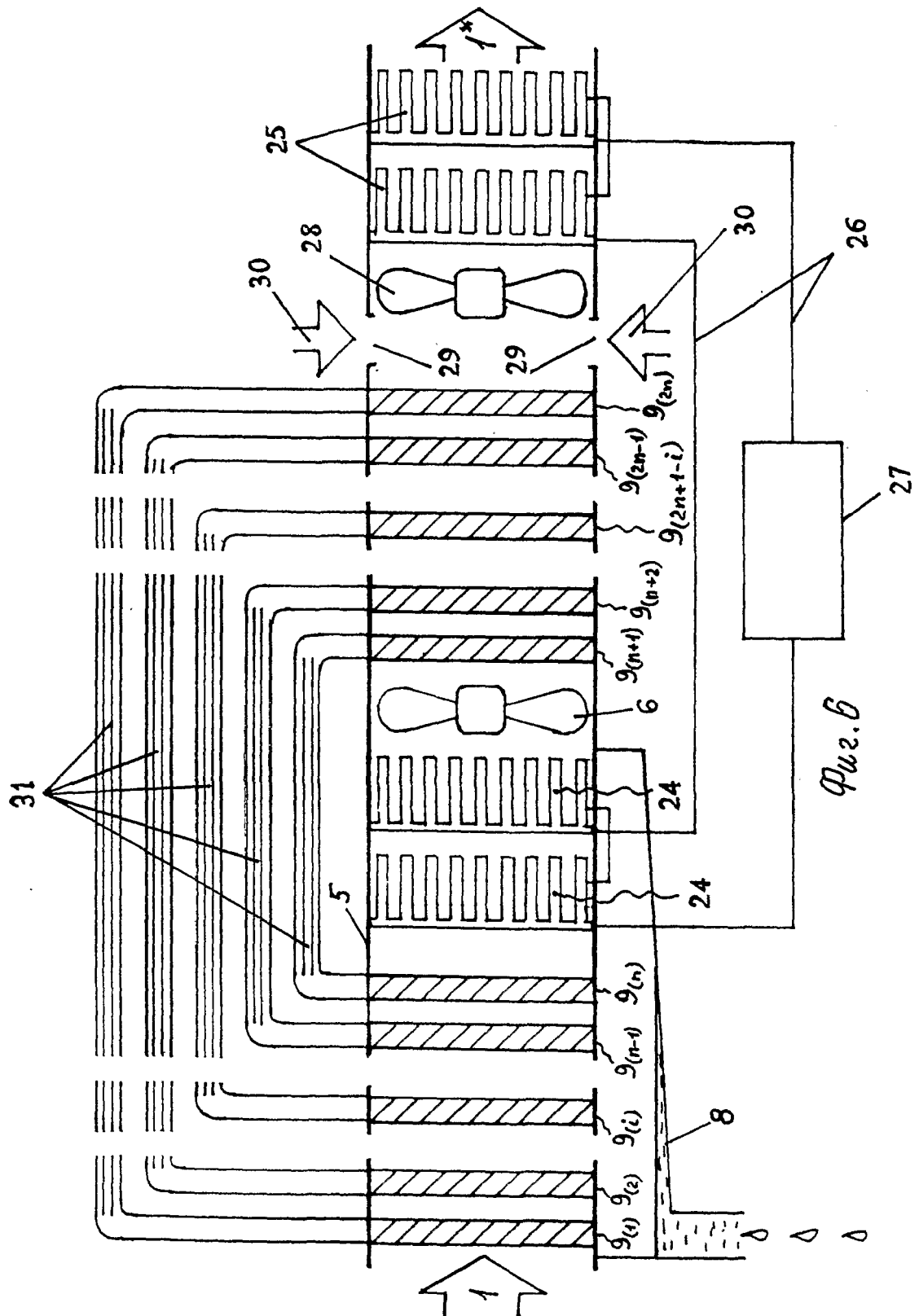


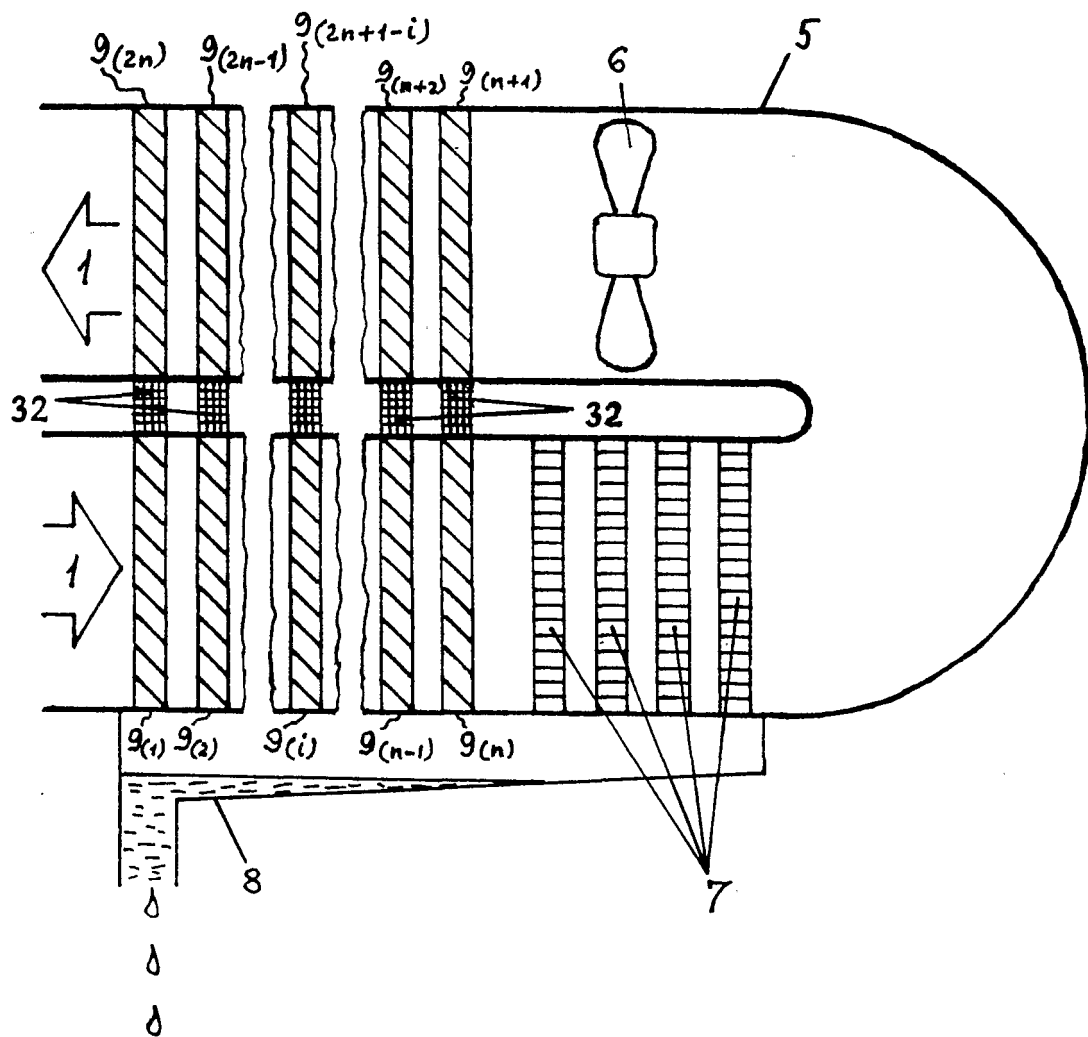
$\phi_{u2.3}$





$\Phi_{uz.5}$



 $\Phi_{uz.7}$

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/RU 02/00033

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER E03B 3/28, B01D 5/00		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) E03B 3/00, 3/28, B01D 5/00, C02F 1/00, 1/18		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	RU 2081256 C1 (ROMANOVSKY VLADIMIR FEDOROVICH et al) 10.06.1997, the claims	1-2,6,8-13,21-24,26-29 3,15,17 4-5,7,14,16,18-20,25, 30-31
Y	RU 2146744 C1 (OBSHESTVO S OGRANICHENNOI OTVETSTVENNOSTJU "ADEKVATNYE TEKHNologii") 2000.03.20, the claims	3, 15
Y	RU 2094127 C1 (NAUCHNO-PROIZVODSTVENNAYA FIRMA "EKOPAKT" 1997.10.27., the claims	17
A	DE 3313711 A1 (GESSLAUER, RUDOLF) 18.10.1984, claim 9, page 6 of the description	4-5, 18-20, 25
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search (22.04.2002)		Date of mailing of the international search report (25.04.2002)
Name and mailing address of the ISA/ RU Facsimile No.		Authorized officer Telephone No.

ОТЧЕТ О МЕЖДУНАРОДНОМ ПОИСКЕ

Международная заявка №
PCT/RU 02/00033

А. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ: E03B 3/28, B01D 5/00		
Согласно международной патентной классификации (МПК-7)		
В. ОБЛАСТИ ПОИСКА:		
Проверенный минимум документации (система классификации и индексы) МПК-7: E03B 3/00, 3/28, B01D 5/00, C02F 1/00, 1/18		
Другая проверенная документация в той мере, в какой она включена в поисковые подборки:		
Электронная база данных, использовавшаяся при поиске (название базы и, если, возможно, поисковые термины):		
С. ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ:		
Категория*	Ссылки на документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту №
X Y A	RU 2081256 C1 (РОМАНОВСКИЙ ВЛАДИМИР ФЕДОРОВИЧ и др.) 10.06.1997, формула	1-2,6,8-13,21-24,26-29 3,15,17 4-5,7,14,16,18-20,25, 30-31
Y	RU 2146744 C1 (ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ "АДЕКВАТНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ") 2000.03.20, формула	3, 15
Y	RU 2094127 C1 (НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФИРМА "ЭКОПАКТ" 1997.10.27., формула	17
A	DE 3313711 A1 (GESSLAUER, RUDOLF) 18.10.1984, п. 9 формулы, описание стр. 6	4-5, 18-20, 25
☐ последующие документы указаны в продолжении графы С. ☐ данные о патентах-аналогах указаны в приложении		
* Особые категории ссылочных документов: А документ, определяющий общий уровень техники Е более ранний документ, но опубликованный на дату международной подачи или после нее О документ, относящийся к устному раскрытию, экспонированию и т.д. Р документ, опубликованный до даты международной подачи, но после даты испрашиваемого приоритета и т.д. Т более поздний документ, опубликованный после даты приоритета и приведенный для понимания изобретения Х документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий новизну и изобретательский уровень Y документ, порочащий изобретательский уровень в сочетании с одним или несколькими документами той же категории & документ, являющийся патентом-аналогом		
Дата действительного завершения международного поиска: 22 апреля 2002 (22.04.2002)		Дата отправки настоящего отчета о международном поиске: 25 апреля 2002 (25.04.2002)
Наименование и адрес Международного поискового органа Федеральный институт промышленной собственности РФ, 123995, Москва, Г-59, ГСП-5, Бережковская наб., 30,1 Факс: 243-3337, телетайп: 114818 ПОДАЧА		Уполномоченное лицо: О. Литвачук Телефон № 240-25-91