

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

(19) Всемирная Организация
Интеллектуальной Собственности
Международное бюро

(43) Дата международной публикации
20 января 2022 (20.01.2022)



(10) Номер международной публикации
WO 2022/015204 A1

(51) Международная патентная классификация:

A01G 15/00 (2006.01) *E03B 3/28* (2006.01)

E03B 3/02 (2006.01) *B01D 5/00* (2006.01)

(21) Номер международной заявки: РСТ/RU2021/050182

(22) Дата международной подачи:

24 июня 2021 (24.06.2021)

(25) Язык подачи:

Русский

(26) Язык публикации:

Русский

(30) Данные о приоритете:

2020123371 14 июля 2020 (14.07.2020) RU

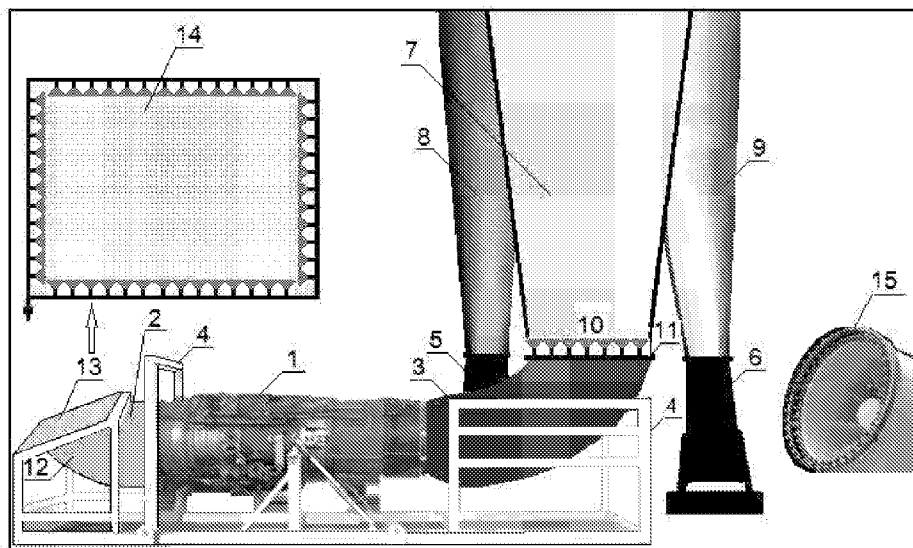
(71) Заявители: **ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ
ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ НАУЧНО-ПРОИЗВОД-
СТВЕННЫЙ ЦЕНТР "АНТИГРАД" (LIMITED**

**LIABILITY COMPANY «HAIL SUPPRESSION
RESEARCH CENTER «ANTIGRAD»» [RU/RU];** КБР,
ул. Чернышевского, 198 Нальчик, 360004, Nalchik
(RU). **НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР МЕТЕОРОЛО-
ГИИ ОБЪЕДИНЕННЫХ АРАБСКИХ ЭМИРА-
ТОВ (НЦМ ОАЭ) (NATIONAL CENTER FOR
METEOROLOGY AND SEISMOLOGY OF UNITED
ARAB EMIRATES (NCM UAE)) [AE/AE];** Абу - Дабн,
4815, Abu Dhabi (AE).

(72) Изобретатели: **АБШАЕВ, Али Магомедович
(ABSHAEV, Ali Magometovich);** КБР, ул. Черны-
шевского, 198 Нальчик, 360004, Nalchik (RU). **АБ-
ШАЕВ, Магомед Тахирович (ABSHAEV, Magomet
Tahirovich);** КБР, ул. Чернышевского, 198 Нальчик,
360004, Nalchik (RU). **МАНДОУС, Абдулла Ахмед Ал**

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR CREATING ARTIFICIAL CLOUDS AND PRECIPITATION

(54) Название изобретения: СПОСОБ И УСТРОЙСТВО СОЗДАНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ ОБЛАКОВ И ОСАДКОВ



Фиг. 1

(57) **Abstract:** The invention relates to the field of meteorology and can be used for artificially increasing precipitation in arid regions. The technical result of the patent-pending solutions is an increased efficiency of creating convection clouds and precipitation under cloudless conditions owing to the optimal use of thermodynamic characteristics of the atmosphere, and also a reduction in requirements for jet equipment power and in fuel consumption. The claimed technical result is achieved through the implementation of a method for creating artificial clouds and precipitation by initiating updraughts in the atmosphere by means of a jet engine and fog cannons, the method comprising introducing three types of coarse-dispersion hygroscopic aerosols simultaneously into an upward jet stream: aerosols of the first type consist of hygroscopic substances with the hygroscopic point $h_1 < 40\%$; aerosols of the second type consist of hygroscopic substances with the hygroscopic point $41 < h_2 < 70\%$; and aerosols of the third type consist of hygroscopic substances or slightly hygroscopic substances with the hygroscopic point $71 < h_3 < 80\%$.

(MANDOUS, Abdulla Ahmed Al); Абу-Даби, 4815, Abu Dhabi (AE).

(74) Агент: КУПЦОВА, Елена Вячеславовна (KUPTSOVA, Elena Vyacheslavovna); ООО «ФПБ «ГАРДИУМ», Рязанский проспект, д. 75, корп. 4, 1-ая башня, 7 этаж, Москва, 109456, Moscow (RU).

(81) Указанные государства (если не указано иначе, для каждого вида национальной охраны): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) Указанные государства (если не указано иначе, для каждого вида региональной охраны): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), евразийский (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), европейский патент (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Опубликована:

- с отчётом о международном поиске (статья 21.3)
- в черно-белом варианте; международная заявка в поданном виде содержит цвет или оттенки серого и доступна для загрузки из PATENTSCOPE.

(57) **Реферат:** Изобретение относится к области метеорологии и может быть использовано для искусственного увеличения осадков в засушливых регионах. Техническим результатом патентуемых решений является повышение эффективности создания конвективных облаков и осадков при безоблачной ситуации за счет оптимального использования термодинамических свойств атмосферы, а также снижение требований к мощности реактивной установки и затрат топлива. Заявленный технический результат достигается при осуществлении способа создания искусственных облаков и осадков путем инициирования восходящих потоков в атмосфере с помощью реактивного двигателя и туманообразующих пушек, согласно которому в вертикально направленную реактивную струю одновременно вводят три типа грубодисперсных гигроскопических аэрозолей: аэрозоли первого типа состоят из гигроскопических веществ с гигроскопической точкой $h_1 < 40\%$; аэрозоли второго типа состоят из гигроскопических веществ с гигроскопической точкой $41 < h_2 < 70\%$, а аэрозоли третьего типа состоят из гигроскопических или слабогигроскопических веществ с гигроскопической точкой $71 < h_3 < 80\%$.

СПОСОБ И УСТРОЙСТВО СОЗДАНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ ОБЛАКОВ И ОСАДКОВ

Область техники:

Изобретение относится к области метеорологии и может быть использовано для
5 искусственного увеличения осадков в засушливых регионах.

Уровень техники:

По данным ООН примерно на 30% территории земной суши ощущается нехватка пресной воды, которая усугубляется по мере увеличения народонаселения и площадей орошаемых земель. Изменения климата также привело к сокращению осадков в
10 засушливых регионах и опустыниванию территорий (К. Жанель Обзор: проблема опустынивания на глобальном и региональном уровнях, <https://carececo.org/main/news/obzor-problema-opustynivaniya-na-globalnom-i-regionalnom-urovnyakh/>).

Для покрытия дефицита пресной воды используются технологии добычи
15 грунтовых вод, опреснения морской воды, использования айсбергов, а также искусственного увеличения осадков путем засева облаков реагентами, способствующими усилению процессов осадкообразования. Применение авиационных, ракетных и наземных способов засева облаков кристаллизующими и гигроскопическими реагентами позволяет увеличить количество осадков на 10 - 15 %.
20 Однако в засушливых регионах, где отмечается минимум облачных дней (10 – 15 дней в год), и эта небольшая добавка становится проблематичной.

В отличие от этого в данном изобретении предлагается новый способ увеличения осадков путем создания искусственных облаков при безоблачной ситуации. Научными предпосылками для этого является:

- 25 – содержание водяного пара в атмосфере всегда достаточно для образования облаков и осадков даже в аридных регионах;
- образование конвективных облаков над мощными естественными или искусственными источниками тепла, какими являются крупные лесные пожары, действующие вулканы, прогретые солнцем вершины гор, «тепловые острова» над
30 крупными городами, нефтеперерабатывающими комбинатами, атомными и теплоэлектростанциями.

Эти облака, называемые «PyroClouds» и «IndustryClouds», образуются потому, что воздух, прогретый над источниками тепла, становится легче окружающего и поднимается вверх, и приводит к формированию облаков, из которых зачастую
35 выпадают ливневые осадки в атмосферных условиях, когда без таких источников тепла естественные облака и осадки не образуются.

Известны способы создания искусственных облаков и осадков, основанные на прогреве приземного воздуха с помощью:

– тепла искусственных пожаров, разжигаемых в прериях и саваннах Южной Америки и Экваториальной Африки (Дессенс А. Можем ли мы изменить климат? Пер. с франц. Л.: Гидрометеиздат. 1969. 119 с.);

– тепла горения нефтепродуктов в различных типах метеотронов:

• факельный метеотрон Дессенса (Дессенс А. Можем ли мы изменить климат? Пер. с франц. Л.: Гидрометеиздат. 1969. 119 с.);

• огнеметный метеотрон Института геологии и геофизики СО РАН (Вульфсон Н.И., Левин Л.М., 1987);

• метеотроны с центробежными форсунками (8 вариантов) Челябинского политехнического института (А.А. Кузнецов Н.Г., Конопасов. Метеотрон. Владимир: Изд-во ВлГУ., 2015. Книга 1. 167 с. Книга 2. 232 с.);

• метеотроны Института Прикладной геофизики Госкомгидромета СССР с реактивными двигателями (Вульфсон Н.И., Левин Л.М., Метеотрон как средство воздействия на атмосферу. М.: Гидрометеиздат, 1987. 131 с.);

– тепла солнечной радиации, поглощаемого различными искусственными экранами, включая:

• покрытые асфальтом, черной тканью или черными блоками участки поверхности земли, которые хорошо поглощают солнечную радиацию (Brenig L., Zaady E., etc. Cloud formation and rainfalls induced by artificial solar setting: A weather engineering project for fighting aridity. Geographical Forum. Year 7, No 7, 2008. P. 67-82.);

• приподнятый над землей зачерненный экран, окруженный системой поворотных зеркал, фокусирующих солнечную энергию на экран (Орановского В.В., патент РФ № 2071243, 1997);

• многоярусная гирлянда надутых гелием торроидов с зачерненной поверхностью (Павлюченко В.П., «Способ создания восходящего потока воздуха в атмосфере путем его нагрева» с помощью устройства Гелиатор, патенты РФ № 2462026 и № 2670059).

Недостатки аналогов:

Ни один из этих перечисленных способов не применяется на практике искусственного увеличения осадков. Причинами этого являются выявленные на стадии их испытаний и экспериментов недостатки:

– Способ инициирования термической конвекции с помощью растительных и лесных пожаров вообще не приемлем из-за ограниченности сжигаемых ресурсов, нецелесообразности таких пожаров и вреда флоре и фауне.

– Способы создания восходящих потоков с помощью метеотронов (факельных, огнеметных с реактивными двигателями) не имеют приемлемой эффективности даже при сжигании огромных количеств нефтепродуктов (от 30 до 430 тонн/час) и приводят к серьезным загрязнениям окружающей среды.

– Способы прогрева приземного воздуха за счет солнечной радиации путем создания асфальтовых и матерчатых покрытий земной поверхности, а также способ Орановского, предусматривающий установку зачерненного экрана на опорах, не реализованы из-за не приемлемо больших затрат. Создание солнечных метеотронов с экранами, имеющими площадь порядка $1 \div 6 \text{ км}^2$, очень дорого, а с экранами меньшего размера бесполезно. Например, асфальтированные или бетонированные площади в городах, аэропортах, имеющие площади порядка до $0,1 - 0,3 \text{ км}^2$, не работают как эффективные солнечные метеотроны.

– Способы по патентам РФ № 2462026 и № 2670059, как показали наши полевые испытания, не работоспособны, так как многоярусную гирлянду Гелиатора невозможно поднять до высоты хотя бы 500 м из-за большой парусности даже при ветре $1 \div 2 \text{ м/с}$.

Наиболее близким по технической сущности к заявляемому объекту является способ и устройство создания облаков с помощью реактивной струи, создаваемой суперметеотроном, содержащим авиационные реактивные двигатели (Вульфсон Н.И., Левин Л.М., Метеотрон как средство воздействия на атмосферу. М.: Гидрометеиздат, 1987. 131 с.).

Известно, что эффективность этого способа невысокая, так как при подъеме реактивной струи в атмосфере происходит вовлечение окружающего воздуха, увеличение диаметра, постепенное охлаждение и потеря скорости и плавучести. Поэтому подъем реактивной струи прекращается на некоторой высоте, зависящей от вертикальных профилей температуры и влажности воздуха, зачастую до достижения уровня конденсации и без образования конвективного облака.

Сущность изобретения:

Техническим результатом патентуемых решений является повышение эффективности создания конвективных облаков и осадков при безоблачной ситуации за счет оптимального использования термодинамических свойств атмосферы, а также снижение требований к мощности реактивной установки и затрат топлива.

Заявленный технический результат достигается при осуществлении способа создания искусственных облаков и осадков путем инициирования восходящих потоков в атмосфере с помощью реактивного двигателя и туманообразующих пушек, согласно которому в вертикально направленную реактивную струю одновременно вводят три типа грубодисперсных гигроскопических аэрозолей: аэрозоли первого типа состоят из гигроскопичных веществ с гигроскопической точкой $h_1 < 40\%$; аэрозоли второго типа состоят из гигроскопичных веществ с гигроскопической точкой $41 < h_2 < 70\%$, а аэрозоли третьего типа состоят из гигроскопичных или слабогигроскопичных веществ с гигроскопической точкой $71 < h_3 < 80\%$.

Использование трех типов аэрозолей позволит обеспечить конденсацию водяного пара в приземном слое и вышестоящих слоях атмосферы при любой влажности воздуха, которая изменяется по мере подъема реактивной струи. Это приведет к выделению тепла

конденсации, повышению плавучести и усилению восходящего потока во всем подоблачном слое, вплоть до достижения уровня естественного облакообразования и запуска процесса осадкообразования.

Эти три типа аэрозоля обеспечивают абсорбцию и интенсивную конденсацию водяного пара при влажности воздуха от 6% до 78%, и может привести к увеличению скорости восходящего потока, начиная от приземного слоя атмосферы до высоты уровня естественного облакообразования. По мере подъема увеличивается диаметр и объем восходящего потока, увеличивается выделение в ней тепла конденсации водяного пара, а после подъема струи выше уровня естественной конденсации запускается процесс облако- и осадкообразования. Таким образом повышается эффективность способа.

В частности, аэрозоли первого типа формируют из водного раствора CaCl_2 , или $\text{CaCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, или $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$; аэрозоли второго типа - из раствора аммиачной селитры (NH_4NO_3), или нитроаммофоски ($\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$), или карбоаммофоски ($(\text{NH}_2)_2\text{CO} + \text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$); а аэрозоли третьего типа - из раствора поваренной соли NaCl или карбамида $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$. При этом аэрозоль первого типа формируют путем мелкодисперсного распыления с помощью системы форсунок, размещенных по кольцу вокруг реактивной струи с расходом не менее 40 л/мин, аэрозоли второго и третьего типов формируют путем мелкодисперсного разбрызгивания с помощью вертикально направленных туманообразующих пушек с расходом более 40 л/мин (возможно 50 ± 20 л/мин) каждого из водных растворов.

Для исключения засорения форсунок водные растворы аэрозолей всех типов готовят в концентрации 80÷90% от насыщающей и распыляют до размера капель 10÷20 мкм для формирования аэрозолей размером 5÷10 мкм в концентрации около $4 \cdot 10^{11}$ частиц/с каждого вида и расходом массы каждого вещества не менее 30 кг/мин (расход 40 л/мин (возможно 50 ± 20 л/мин) для каждого из водных растворов).

Может также осуществляться распыление в реактивной струе готовых солевых порошков указанных веществ с размерами частиц от 1 до 10 мкм с общим расходом каждого вещества порядка 30 кг/мин.

Для повышения эффективности предпочтительно соблюдать следующие условия: искусственные облака и осадки создают преимущественно с 15 до 17 часов местного времени на возвышенной местности при сочетании следующих атмосферных условий: скорость приземного ветра менее 2 м/с, толщина задерживающих слоев ниже уровня конденсации не более 500 м, потенциальная энергия конвективной неустойчивости выше уровня конденсации $\text{CAPE} > 200$ Дж/кг, влажность приземного воздуха не менее 30%.

Также технический результат достигается за счет устройства для осуществления указанного способа, которое содержит авиационный реактивный двигатель с воздухоприемником и устройством поворота реактивной струи, топливной системой, электрической системой запуска и управления, а также системы распыления водных

раствор первого типов, представляющие собой систему форсунок установленную по периметру устройства поворота реактивной струи для распыления аэрозоля первого типа, и две туманообразующие пушки для распыления аэрозолей второго и третьего типов с вентиляторами мощностью не менее 20 КВт, системами управления, электропитания аэрозолей второго и третьего типа, при этом реактивный двигатель и туманообразующие пушки конструктивно объединены в единую систему, обеспечивающую истечение в зенит и соосность истечения реактивной струи и двух газокапельных струй, а их воздухоприемники выполнены в виде отводов для забора воздуха сверху через мелкоячеистую сетку, исключающую засасывание птиц и других предметов, причем площади втока воздуха в 2 раза превышают площади истока.

При этом устройство поворота реактивной струи в зенит содержит конусовидный диффузор, служащий для расширения струи, который узкой стороной присоединен к выходу сопла двигателя, а широкой стороной – к отводу, служащему для поворота струи, причем для снижения потерь выходное сечение диффузора увеличено по сравнению с входным более чем в 2 раза, а отвод выполнен с радиусом гиба в 2 раза больше радиуса трубы, угол поворота ограничен 70° , а выход отвода срезан в горизонтальной плоскости с возможностью обеспечения истечения реактивной струи вверх.

Экспериментально было установлено, что количество форсунок, установленных на кольцеобразной трубе, предпочтительно должно быть выбрано из диапазона $80 \div 100$ форсунок, которые размещены по контуру сопла для создания реактивной струи и воздушных струй туманообразующих пушек, имеют диаметр сопел около $0,3 \div 0,5$ мм, и распыляют не менее 40 л/мин растворов гигроскопических веществ на капельки диаметром $10 \div 20$ мкм, при мгновенном испарении которых в реактивной струе образуется гигроскопический аэрозоль оптимального для конденсации водяного пара диаметра около $5 \div 10$ мкм.

Краткое описание чертежей

Далее решение поясняется со ссылками на фигуры, на которых изображено следующее.

Фигура 1 - Устройство для создания восходящих потоков и искусственных облаков.

Фигура 2 - Устройство поворота реактивной струи в зенит.

Технический результат достигается с помощью устройства, показанного на фигуре 1, в котором в состав известного устройства, содержащего турбореактивный двигатель 1, воздухоприемник 2, устройство поворота струи в зенит 3, закрепленные на общей станине 4, и снабженного топливной системой, системами электропитания и управления (на фигуре 1 не показаны), введены две туманообразующие пушки 5 и 6, установленные так, чтобы реактивная струя 7 и газокапельные струи тумана 8 и 9, истекая соосно, образовали единую струю восходящего потока, насыщенную двумя

типами гигроскопических аэрозолей, а также введена система форсунок 10, размещенных по кольцу 11 вокруг выхода устройства поворота струи 3.

Воздухоприемник турбореактивного двигателя 2 (фигура 1) выполнен в виде отвода 12 с круглым или прямоугольным сечением, на входе которого установлена
5 металлическая сетка из нержавеющей стали 13 с мелкой ячейкой для защиты двигателя от попадания посторонних предметов, а также система форсунок 13, служащая для мелкодисперсного (до 10 мкм) распыления воды и охлаждения воздуха, сжимаемого в компрессоре, с целью повышения давления сжатия и увеличения скорости реактивной струи 7. Выход воздухоприемника соединен со входом двигателя с помощью круглого
10 фланца (на фигуре не показан).

Конструкция воздухоприемника выполнена в виде отвода с забором воздуха сверху через мелкоячеистую сетку с целью обеспечения безопасности персонала и предотвращения попадания в двигатель птиц и различных предметов. Площадь забора
15 воздуха в 2 раза превышает площадь втока в двигатель, чтобы исключить «захлебывание» двигателя из-за недостатка воздуха.

Поскольку турбореактивный двигатель не может длительное время работать в вертикальном положении, он снабжен устройством поворота струи в зенит, представленным на фигуре 2. Устройство поворота 3 состоит из диффузора 16, служащего для расширения струи, и отвода 17, служащего для поворота струи. Вход
20 диффузора присоединен к выходному соплу двигателя 18 посредством фланца 19, а выход с помощью фланца 20 соединен с отводом 17. Для снижения потерь при повороте струи выходное сечение диффузора увеличено по сравнению с входным более чем в 2 раза, а отвод 17 выполнен с радиусом изгиба в 2 раза больше радиуса трубы, угол поворота ограничен 70° , а выход отвода 21 срезан горизонтально, чтобы обеспечить
25 истечение реактивной струи вверх. С учетом потерь в поворотном устройстве скорость реактивной струи на выходе в атмосферу составляет около 300 м/с, а температура около 300°C . При этом сечение струи увеличено в 2 раза и сохранен поток массы реактивных газов, равный в номинальном режиме работы двигателя 200 кг/с.

Туманообразующие пушки 5 и 6 с системами форсунок типа 15, мощными
30 вентиляторами и автономными системами электропитания, управления и емкостями (на фигуре 1 не показаны) служит для распыления водных раствора двух разных гигроскопических веществ с разными гигроскопическими точками (например, нитроаммофоска и поваренная соль) до размера около $d_s = 15$ мкм и создания скоростных газокпельных струй 8 и 9, сливающихся на высоте 30 – 50 м с реактивной
35 струей.

В качестве туманообразующих пушек 5 и 6 используется широко применяемые для пылеподавления, опрыскивания растений и создания искусственного снега пушки, но, обеспечивающие, во-первых, истечение газокпельных струй почти в зенит (на угол $85^\circ \pm 5^\circ$) для слияния с реактивной струей, и, во-вторых, системы распыления, содержащие
40 около 60÷100 форсунок с диаметром сопла 0,3÷0,5 мм, которые обеспечивают

разбрызгивание водных растворов гигроскопических веществ в количестве не менее $3 \div 6$ м³/ч на капельки диаметром около 15 мкм. Высота подъема газокapельной струи такой пушки зависит от давления распыления и мощности вентилятора. Например, при давлении центробежного насоса, равном 3 МПа и мощности двигателя вентилятора около 25÷30 кВт в безветренной атмосфере струя достигает 60÷80 м по горизонтали или около 50 м по вертикали.

Система форсунок 10, служащая для разбрызгивания концентрированного водного раствора гигроскопического вещества типа $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ или $\text{CaCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ и формирования аэрозоля с низкой гигроскопической точкой, размещена по кольцу 11 вокруг отвода 17, и содержит около 100 форсунок с диаметром сопел $0,3 \div 0,5$ мм, помпу на 10 атм и емкость для раствора.

Быстрое испарение капелек раствора массой M_s , создаваемых этой системой форсунок и туманообразующей пушкой, приводит к образованию в обоих случаях гигроскопического аэрозоля со среднекубическим диаметром d_3 в количестве N :

$$N = \frac{6M_s}{\pi \rho_s d_3^3}, \quad (1)$$

При распылении, например, $M_s = 60$ кг/мин (1000 г/с) концентрированного водного раствора CaCl_2 , имеющего плотность $\rho_s = 1,4$ г/см³, на капли диаметром $d_s = 15$ мкм, в каждую секунду образуется $N \approx 4 \cdot 10^{11}$ частиц аэрозоля диаметром около $d_a = 10$ мкм. При их введении в реактивную струю, имеющую расход массы $m_0 = 200$ м³/с, в ней образуется концентрация аэрозоля не менее $4 \cdot 10^9$ м⁻³. При этом потери тепла на испарение капель составят около 1 МДж/с, что пренебрежимо мало в сравнении с теплосодержанием реактивной струи.

Осуществление изобретения (перечень последовательности операций)

Предлагаемый способ создания искусственных облаков и осадков реализуется следующим образом.

Выбор места и оборудование позиции:

Позицию целесообразно выбрать на таком удалении от жилых и служебных объектов, чтобы уровень шума работающего авиационного двигателя (120 дБ) не превышал допустимый ВОЗ уровень 80 дБ. Благоприятным для получения целевого результата является горное плато высотой 800 - 1800 м, чтобы, во-первых, исключить влияние приземных слоев инверсии, а во-вторых, чтобы реактивная струя могла быстрее достигать уровня конденсации и запустить процесс формирования искусственных облаков.

На выбранной позиции на бетонном фундаменте крепится станина 4 с устройством 1. Вокруг устройства 1 монтируются туманообразующие пушки, топливная система и системы электропитания двигателя и пушек, емкости для воды и трех вариантов водных растворов гигроскопических веществ, а также аппаратура метеорологических наблюдений и измерения параметров атмосферы и искусственных облаков и осадков,

включая метеостанцию, профайлер температуры и влажности воздуха, тепловизор, ветровой лидар, аппаратуру приема данных радиозондирования атмосферы, спутниковой и синоптической ситуации, метеорологический радиолокатор, фото- и видеокамеры.

5 ***Выбор дней с благоприятными атмосферными условиями:***

Эффективность создания искусственных облаков и осадков зависит от параметров атмосферы, включая вертикальные профили температуры, влажности и скорости ветра в атмосфере, наличие и вертикальные протяженности слоев инверсии температуры. Наиболее благоприятными для создания искусственных облаков по данным
10 теоретического моделирования (еще не опубликованным) являются следующие атмосферные условия:

- наличие положительной потенциальной энергии неустойчивости выше уровня конденсации;
- наличие небольшого слоя инверсии температуры ниже уровня конденсации,
15 сдерживающего развитие естественных облаков;
- малые скорости приземного ветра и малые сдвиги ветра до высот 3-4 км;
- повышенное влагосодержание приземного воздуха и слоя вовлечения.

По данным радиозондирования атмосферы, рассчитываются вертикальные профили скорости ветра, температуры и влажности воздуха, составляется прогноз
20 погоды с учетом синоптической ситуации и фактической погоды, и на основе прогноза принимается решение о проведении или не проведении операций по созданию искусственных облаков и осадков. При испытании способа и устройства решение может приниматься на рандомизированной основе.

Операции по созданию искусственных облаков и осадков проводятся при
25 следующих атмосферных условиях:

- естественные осадки не ожидаются;
- погода безоблачная или имеются облака без осадков;
- скорость ветра у земли меньше 2 м/с, а в 1 км слое меньше 5 м/с;
- толщина слоя в подоблачном слое инверсии не превышает 500 м;
- 30 — выше уровня конденсации потенциальная энергия конвективной неустойчивости $CAPE > 200$ Дж/кг;
- относительная влажность воздуха у земли и в 1 км слое не менее 30%.

Последовательность и порядок проведения операций:

1) Операции по созданию искусственных облаков или усилению существующих
35 облаков проводятся в период максимального прогрева атмосферы с 15⁰⁰ до 17⁰⁰ местного времени.

2) В первую очередь перед началом операций включается аппаратура контроля параметров атмосферы и искусственных облаков и осадков в режиме непрерывных

наблюдений, передачи на компьютер, регистрации и первичной обработки информации всех датчиков для принятия решений о продолжительности и интенсивности операций.

3) Во вторую очередь включается реактивный двигатель и после 5 минут его работы в режиме прогрева устанавливается режим номинальной работы и включается система увлажнения воздуха, поступающего в двигатель через воздухоприемник.

4) После установления номинального режима работы реактивного двигателя:

– включается система разбрызгивания водного раствора гигроскопического вещества с самой низкой гигроскопической точкой $h_1 < 40\%$, например, CaCl_2 , $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ или $\text{CaCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$;

– включается вертикально направленная туманообразующая пушка с разбрызгиванием 50 ± 20 л/мин водного раствора гигроскопического вещества с гигроскопической точкой $41 < h_2 < 70 \%$ (например, аммиачная селитра NH_4NO_3 , нитроаммофоска ($\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$), карбоаммофоска ($(\text{NH}_2)_2\text{CO} + \text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$) и при необходимости с помощью пульта дистанционного управления корректируется ее наведение, чтобы газокапельная струя целиком втягивалась в реактивную струю на высоте $30 \div 50$ м;

– включаются вертикально направленная туманообразующая пушка с разбрызгиванием около 50 ± 20 л/мин водного раствора гигроскопического вещества с гигроскопической точкой около $71 < h_3 < 80 \%$ (например, поваренная соль NaCl или карбамид $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ и при необходимости с помощью пульта дистанционного управления корректируется ее наведение, чтобы газокапельная струя целиком втягивалась в реактивную струю на высоте $30 \div 50$ м.

5) Продолжительность операции по созданию искусственных облаков составляет от 20 до 60 минут в зависимости от достижения целевого эффекта.

6) *Измерение параметров искусственных восходящих потоков, облаков и осадков* осуществляется непрерывно в течение всего времени работы устройства 1 и до завершения проявлений эффекта воздействия на атмосферу:

– структура полей температуры в восходящих потоках регистрируется сканирующим термографом;

– трехмерная структура скорости восходящих потоков измеряется с помощью ветрового лидара;

– вертикальные профили температуры, влажности и водосодержания восходящего потока измеряется 14 канальным микроволновым радиометром;

– дрон-гексакоптер, оборудованный датчиками, осуществляет прямые измерения температуры, влажности и ветра вдоль регулируемой траектории полета, в том числе поперек восходящего потока;

– трехмерная структура радиоэха, высота, интегральное водосодержание искусственного облака, а также количество выпадающих осадков измеряются с

помощью автоматизированной радиолокационной системы (например, по патенту РФ № 2395819);

– количество осадков на позиции измеряется метеостанцией, за ее пределами датчиками осадков сети наземных метеостанций, а в радиусе 100 км и более метеорологическим радиолокатором.

Обоснование возможность реализации способа:

Известно, что реактивная струя в устойчивой безоблачной атмосфере достигает высоты 400÷600 м и теряет плавучесть (Вульфсон Н.И., Левин Л.М., Метеотрон как средство воздействия на атмосферу. М.: Гидрометеиздат, 1987. 131 с.).

В предлагаемом изобретении восходящий поток, создаваемый реактивной струей, усиливается за счет выделения тепла конденсации водяного пара на трех типах грубодисперсного гигроскопического аэрозоля. Этот источник тепла компенсирует потери тепла реактивной струи по мере ее подъема, и может привести к существенному повышению высоты подъема, достижению уровня конденсации и развитию конвективного облака.

Такое повышение высоты подъема струи зависит от суммарной мощности смешанной струи и вклада в нее тепла конденсации водяного пара.

Суммарную мощность смешанной аэрозольно-реактивной струи P_{Σ} можно оценить по формуле:

$$P_{\Sigma} = P_J + P_C, \quad (2)$$

где P_J и P_C – энергии реактивной струи и тепла конденсации водяного пара, соответственно.

Мощность реактивной струи P_J (Дж/с) зависит от потока массы на выходе сопла m_0 , начального перегрева струи ΔT_0 и начальной скорости W_0 :

$$P_J = m_0 \Delta T_0 c_p + m_0 \frac{W_0^2}{2}, \quad (3)$$

где c_p – удельная теплоемкость реактивных газов.

Подставив в (3) значения параметров реактивной установки, $m_0 = 200$ кг/с; $\Delta T_0 = 300$ К; $W_0 = 300$ м/с и $c_p = 1,0$ кДж/кг·К, получим:

$$P_J = 200 \cdot 300 \cdot 1 + 200 \frac{300^2}{2} = 69 \text{ МДж/с} = 69 \text{ МВт} \quad (4)$$

Интенсивность конденсации водяного пара увеличивается с повышением пересыщения водяного пара над поверхностью капель ($\Delta E = E_{\infty} - E_{T,r,q,Cs}$), где E_{∞} и $E_{T,r,q,Cs}$ – упругость водяного пара в окружающей среде и над каплей, соответственно. Значение $E_{T,r,q,Cs}$ зависит от температуры воздуха T , радиуса кривизны капли r , электрического заряда q и концентрации водного раствора C в капле, образующейся на гигроскопической частице. Приблизительно эта зависимость может быть представлена в виде:

$$\Delta E_{T,r,q,Cs} = E_{\infty} \left(c_T T + \frac{c_r}{r} - \frac{c_q}{r^4} - \frac{n_a}{n_a + n_w} \right), \quad (5)$$

где c_T , c_r , c_q – некоторые константы, характеризующие свойства водяного пара, поверхностное натяжение на границе вода-пар, число и величину элементарных зарядов в капле;

$n_a = m_a / \mu_a$ и $n_w = m_w / \mu_w$ – числа молей растворенного в капле гигроскопического вещества и воды, соответственно; m_a и m_w – их массы; μ_a и μ_w – их молекулярные массы, соответственно.

Из (5) следует, что увеличению величины ΔE и, следовательно, росту капли способствует уменьшение температуры среды, уменьшение радиуса кривизны капли (т.е. увеличение начального размера), увеличение электрического заряда капли и концентрации раствора гигроскопического вещества $C_S = n_a / (n_a + n_w)$.

При начальном размере капли более 1 мкм влияние размера и электрического заряда становится пренебрежимо малым и при заданной температуре значение E_{T,r,q,C_S} зависит только от концентрации раствора:

$$\Delta E_S = E_\infty \frac{n_a}{n_a + n_w}, \quad (6)$$

или

$$\left(\frac{\Delta E_S}{E_\infty} \right)_{max} = \left(\frac{n_a}{n_a + n_w} \right)_o = C_S, \quad (7)$$

где C_S – концентрация насыщенного раствора вещества аэрозоля.

Первоначально на гигроскопической частице образуется капелька насыщенного раствора массой m_0 , над которой давление водяного пара E_S ниже, чем на удалении E_∞ . Это приводит к росту капельки за счет диффузии водяного пара до тех пор пока разность $\Delta E_S = (E_\infty - E_S) > 0$. По мере роста капли концентрация раствора n/n_w уменьшается за счет разбавления раствора пропорционально увеличению массы капли:

$$\left(\frac{n}{n_w} \right)_t = \left(\frac{n}{n_w} \right)_o \frac{m_0}{m_t} = C_S \frac{m_0}{m_t}, \quad (8)$$

С учетом (7) и (8) после некоторых преобразований получим:

$$m_t = m_0 \frac{C_S}{C_C}. \quad (9)$$

где m_t – конечная масса капли, до которой она может вырасти ко времени t , когда давление водяного пара над каплей E_S приблизится к равновесной; $C_C = \frac{(\Delta E_S)_o}{E_\infty}$ – константа конденсации, зависящая от гигроскопических свойств вещества.

Экспериментальные значения E_S/E_∞ и $\Delta E_S/E_\infty$ для насыщенных водных растворов разных веществ приводятся в справочниках (*Таблицы физических величин. Справочник. Под ред. акад. И.К. Кикоина. М.: Атомиздат, 1976. - 1008 с.*)

Масса капли насыщенного раствора m_0 равна:

$$m_0 = m_a + m_w = m_a (1+k), \quad (10)$$

где k – отношение массы растворителя к массе растворенного вещества.

Подставив (10) в (9) получим конечную массу капли в момент наступления равновесного давления водяного пара

$$m_t = m_a(1 + k) \frac{C_S}{C_C} \quad (11)$$

Для аэрозолей CaCl_2 и NaCl соответственно имеем:

- $k_{\text{CaCl}_2} = 1,34$ и $k_{\text{NaCl}} = 2,8$;
- $m_{0\text{CaCl}_2} = 2,34m_a$ и $m_{0\text{NaCl}} = 3,8m_a$;
- $m_{t\text{CaCl}_2} = 5,04m_a$ и $m_{t\text{NaCl}} = 20,72m_a$.

При введении в реактивную струю *аэрозоля CaCl_2* диаметром $d_a = 10$ мкм, имеющего массу $m_a = 1,12 \cdot 10^{-9}$ г, при относительной влажности выше гигроскопической точки (6%) образуются капли насыщенного раствора с плотностью $C_S = 1,4$ г/см³. Формирование таких капель требует абсорбции водяного пара в количестве $m_w = m_a \cdot 1000/745 = 1,503 \cdot 10^{-9}$ г. Масса, образующихся капель насыщенного раствора CaCl_2 , будет равна $m_0 = m_a + m_w = 2,623 \cdot 10^{-9}$ г, и их диаметр $d_0 = 15,3$ мкм.

Эти капли будут расти за счет конденсации водяного пара до тех пор, пока установится равновесное давление водяного пара. При этом с учетом табличных значений $C_C = 0,65$ и $C_S = 1,4$ г/см³, получим, что конечная масса капель, образующихся на аэрозолях CaCl_2 , станет равной $m_t = m_a(1+k) \cdot C_S/C_C = 5,64 \cdot 10^{-9}$ г.

Внесение в реактивную струю $N = 4 \cdot 10^{11}$ шт./с таких частиц CaCl_2 приведет к конденсации водяного пара в количестве:

$$Q_c = N \cdot m_t = 4 \cdot 10^{11} \text{ с}^{-1} \cdot 5,64 \cdot 10^{-9} \text{ г} = 2,26 \text{ кг/с}. \quad (12)$$

Конденсация такого количества водяного пара приведет к выделению количества тепла эквивалентного источнику мощностью:

$$P_c = Q_c \cdot q = 2,26 \text{ кг/с} \cdot 2260 \text{ кДж/кг} = 5,1 \text{ МДж/с} = 5,1 \text{ МВт}. \quad (13)$$

где $q = 2260$ кДж/кг – удельная теплота конденсации водяного пара.

При введении в реактивную струю *аэрозоля NaCl* диаметром $d_a = 10$ мкм и массой $m_a = 1,134 \cdot 10^{-9}$ г образуются капли насыщенного раствора плотностью $\rho_s = 1,2$ г/см³. Для образования насыщенного раствора на каждой частице потребуется конденсация водяного пара в количестве $m_w = m_a \cdot 1000/357 = 3,175 \cdot 10^{-9}$ г. Масса, образующихся капелек насыщенного раствора NaCl будет равна $m_0 = m_a + m_w = 4,31 \cdot 10^{-9}$ г, а их диаметр будет равен $d_0 = 19$ мкм, что совпадает с данными, о том, что отношение диаметра капли насыщенного раствора к диаметру сухой частицы NaCl равно $d_0/d_a = 1,9$ (Дрофа А.С. Описание гигроскопических свойств аэрозольных частиц //

Доклады 2-й Межд. конф. с элементами научной школы. Ставрополь, 2015. С. 80-85).

При влажности воздуха выше гигроскопической точки (75,3%) эти капли будут расти до тех пор, пока не установится равновесное давление водяного пара и конечная масса капель достигнет значения $m_t = 20,72m_a \approx 2,35 \cdot 10^{-8}$ г. Это означает, что диаметр капель достигнет $d_t = 35,5$ мкм. Это хорошо согласуется с данными лабораторных экспериментов (Ludlam, 1950), согласно которым частицы NaCl массой 10^{-9} г ($d_a = 9,6$ мкм) в течение нескольких секунд образуют капли диаметром 30 мкм (Ludlam F.H. *The composition of coagulation elements in cumulonimbus*. *Q.J.R.M.S.*, 76, No 327, 1950).

Внесение в реактивную струю $N = 4 \cdot 10^{11}$ шт./с таких частиц NaCl приведет к конденсации водяного пара в количестве:

$$Q_C = N \cdot m_t = 4 \cdot 10^{11} \text{ с}^{-1} \cdot 2,35 \cdot 10^{-8} \text{ г} = 9,4 \text{ кг/с.} \quad (14)$$

Конденсация такого количества водяного пара приведет к выделению количества тепла эквивалентного источнику мощностью:

$$P_C = M_C \cdot q = 9,4 \text{ кг/с} \cdot 2260 \text{ кДж/кг} = 21,2 \text{ МДж/с} = 21,2 \text{ МВт.} \quad (15)$$

Это значение P_C составляет около 30% начальной мощности реактивного двигателя P_J , но ее значимость велика тем, что мощность реактивного двигателя уменьшается по мере подъема в атмосфере, а мощность P_C при непрерывном введении аэрозоля остается постоянной, и на некоторой высоте может превышать мощность реактивной струи, обеспечивая подъем восходящего потока до уровня облакообразования.

Подобные расчеты для более мелкого аэрозоля NaCl, например, с $d_a = 1$ мкм и др. показали, что количество конденсируемой влаги ($Q_c = 9,4$ кг/с) и выделяемая мощность тепла конденсации ($P_c = 21,2$ МВт) при $d_a > 1$ мкм не зависит от размера аэрозоля, и определяются только общей массой аэрозолей и гигроскопическими свойствами их вещества. Например, при введении аэрозоля NaCl количество конденсируемой влаги и выделяемой мощности почти в 4,2 раза больше, чем при введении такого количества аэрозоля CaCl_2 . Но это не значит, что применение NaCl однозначно лучше, чем CaCl_2 . Если реактивная струя не достигнет уровней влажности 75,3%, то введение в нее NaCl не даст никакой пользы.

Введение в реактивную струю аэрозоля CaCl_2 или $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ может обеспечить ее подпитку и подъем до уровня срабатывания аэрозоля NaCl , за счет конденсации водяного пара в приземном слое атмосферы с более низкой влажностью воздуха.

5 Введение в реактивную струю аэрозоля с более высокой гигроскопической точкой $40 < h_2 < 70\%$ (например, NH_4NO_3 , нитроаммофоска или карбоаммофоска ($\text{N}+\text{P}_2\text{O}_5+\text{K}_2\text{O}$)) приведет к усилению восходящего потока за счет тепла конденсации в следующем слое атмосферы, когда влажность воздуха в струе достигнет гигроскопической
10 точки этих веществ.

Введение в реактивную струю аэрозоля поваренной соли NaCl или карбамида $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ с гигроскопическими точками h_3 при влажности воздуха 71 - 80%, приведет к конденсации водяного пара и значительному усилению восходящего потока в более высоких слоях атмосферы, где без
15 этого энергетика реактивной струи была бы на исходе.

Непрерывное действие процесса усиления восходящего потока во всех подоблачных слоях могут осложнить две проблемы:

– ограниченность количества конденсата, образующегося на каждом типе аэрозоля, некоторым значением массы капель (для CaCl_2 значением m_t
20 $= 5,04m_a$, для нитроаммофоски $m_t = 12,5m_a$, для NaCl $m_t = 17,3m_a$), после чего над ними устанавливается равновесная упругость водяного пара, и их дальнейший рост до достижения естественного уровня облакообразования замедляется;

– ограниченность ресурсов водяного пара в реактивной струе.

25 Для решения первой проблемы и рационального использования ресурсов водяного пара предлагается *одновременно вносить в реактивную струю аэрозоли трех типов гигроскопических веществ диаметром от 1 до 10 мкм и более:*

а) аэрозоли из веществ с гигроскопической точкой $h_1 < 40\%$,
30 например, CaCl_2 , $\text{CaCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ или $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, LiCl и др., чтобы конденсация водяного пара началась в приземном слое сразу при любой относительной влажности воздуха;

б) аэрозоли из веществ с гигроскопической точкой в пределах $41 < h_2 < 70\%$, например, вещества типа аммиачная селитра (NH_4NO_3),

нитроаммофоска ($\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$), карбоаммофоска $(\text{NH}_2)_2\text{CO} + \text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$), чтобы интенсивная конденсация водяного пара продолжалась на некоторой высоте, когда аэрозоль первого типа насытится влагой и конденсация на ней приостановится;

- 5 с) аэрозоли из веществ с *гигроскопической точкой в пределах* $71 < h_3 < 80\%$, например, поваренной соли NaCl или карбамида $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$, чтобы конденсация водяного пара происходила на высотах вблизи уровня естественного облакообразования.

10 Одновременное введение в реактивную струю аэрозолей указанных трех типов веществ позволит усиливать восходящий поток на всем пути его подъема и рациональное использование ресурсов водяного пара, содержащегося в струе восходящего потока.

Ресурсы водяного пара в реактивной струе складываются:

- из влагосодержания атмосферного воздуха;
- 15 – количества влаги разбрызгиваемой на входе воздухоприемника реактивного двигателя с целью повышения его мощности;
- количества влаги, содержащегося в разбрызгиваемом растворе CaCl_2 ;
- количества влаги, содержащегося в разбрызгиваемом растворе нитроаммофоски.
- 20

Влагосодержания реактивной струи складывается из влагосодержания атмосферного воздуха и влаги, которая вносится в струю путем распыления воды на входе воздухоприемника и трех видов растворов. Секундные расходы влаги разбрызгиваемой на входе воздухоприемника и с тремя
25 типами растворов примерно одинаковы, и в сумме равны примерно 4000 г/с, обеспечивая повышение начального влагосодержания реактивной струи примерно на 20 г/м³с. Влагосодержание атмосферного воздуха будет порядка 10 г/м³.

30 Таким образом, суммарный поток водяного пара в реактивной струи составит около $Q_w \approx 30 \text{ г/м}^3\text{с} \cdot 200 \text{ м}^3 \approx 6 \text{ кг/с}$, чего вполне достаточно для срабатывания всех трех типов аэрозолей, вносимых в реактивную струю.

Таким образом, одновременное введение в вертикально направленную реактивную струю трех типов грубодисперсных гигроскопических аэрозолей с разными гигроскопическими точками может привести к

стимулированию конденсации водяного пара поочередно на разных типах аэрозоля в разных слоях атмосферы, усилению реактивной струи за счет выделения тепла конденсации поочередно на каждом виде аэрозоля, подъему струи до уровня естественного облакообразования и запуску
5 механизма осадкообразования, ускорению процесса образования осадков на каплях, образовавшихся на всех трех типах аэрозолей.

Преимуществом предлагаемого способа создания искусственных облаков и осадков является оптимальное использование термодинамических свойств атмосферы, снижение требований к мощности реактивной установки и затрат топлива. Имеются возможности
10 оптимизации способа путем подбора имеющихся и разработки новых аэрозольных составов.

Следует также отметить, что предлагаемое устройство создания искусственных облаков и осадков, достаточно просто реализуется на
15 уровне современных научно-технических достижений.

Формула изобретения

1. Способ создания искусственных облаков и осадков путем инициирования восходящих потоков в атмосфере с помощью реактивного двигателя и туманообразующих пушек, *отличающийся тем, что* в вертикально направленную реактивную струю *одновременно вводят три*
5 *типа грубодисперсных гигроскопических аэрозолей*: аэрозоли первого типа состоят из гигроскопичных веществ с гигроскопической точкой $h_1 < 40\%$; аэрозоли второго типа состоят из гигроскопичных веществ с гигроскопической точкой $41 < h_2 < 70\%$, а аэрозоли третьего типа состоят
10 из гигроскопичных или слабогигроскопичных веществ с гигроскопической точкой $71 < h_3 < 80\%$, чтобы обеспечить конденсацию водяных паров в реактивной струе на аэрозолях разного типа по мере изменения влажности воздуха при подъеме реактивной струи, выделение скрытого тепла конденсации, повышение плавучести и усиление восходящего потока, для
15 достижения уровня естественного облакообразования и запуска процесса осадкообразования.

2. Способ создания искусственных облаков и осадков путем инициирования восходящих потоков в атмосфере с помощью реактивного двигателя и туманообразующих пушек по п.1, *отличающийся тем, что*
20 аэрозоли первого типа выбраны из водного раствора CaCl_2 , или $\text{CaCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, или $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$; аэрозоли второго типа выбраны из раствора аммиачной селитры (NH_4NO_3), или нитроаммофоски ($\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$), или карбоаммофоски ($(\text{NH}_2)_2\text{CO} + \text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$); а аэрозоли третьего типа выбраны из раствора поваренной соли NaCl или карбамида $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$.

3. Способ создания искусственных облаков и осадков путем инициирования восходящих потоков в атмосфере с помощью реактивного двигателя и туманообразующих пушек по п.1, *отличающийся тем, что*
25 аэрозоль первого типа формируют путем мелкодисперсного распыления с помощью системы форсунок, размещенных по контуру сопла создания реактивной струи с расходом более 40 л/мин, аэрозоли второго и третьего
30 типов формируют путем мелкодисперсного разбрызгивания с помощью вертикально направленных туманообразующих пушек с расходом более 40 л/мин каждого из водных растворов.

4. Способ создания искусственных облаков и осадков путем
35 инициирования восходящих потоков в атмосфере с помощью реактивного

двигателя и туманообразующих пушек по п. 2, *отличающийся тем, что* водные растворы всех типов аэрозолей готовят в концентрации 80÷90% от насыщающей и распыляют до размера капель 10÷20 мкм для формирования аэрозолей размером 5÷10 мкм в концентрации около $4 \cdot 10^{11}$ частиц/с каждого вида и расходом массы каждого вещества не менее 40 л/мин.

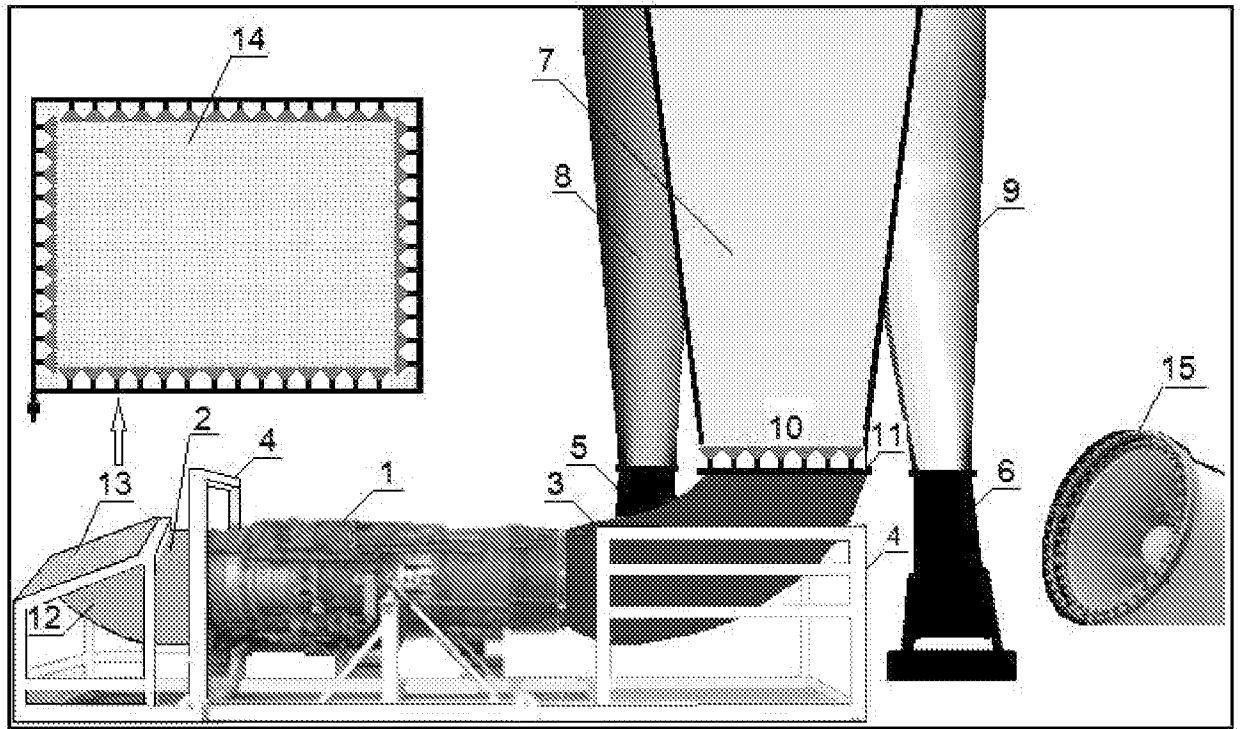
5 5. Способ создания искусственных облаков и осадков путем инициирования восходящих потоков в атмосфере с помощью реактивного двигателя и туманообразующих пушек по п. 1, *отличающийся тем, что* искусственные облака и осадки создают преимущественно с 15 до 17 часов
10 местного времени на возвышенной местности при сочетании следующих атмосферных условий: скорость приземного ветра менее 2 м/с, толщина задерживающих слоев ниже уровня конденсации не более 500 м, потенциальная энергия конвективной неустойчивости выше уровня конденсации $CAPE > 200$ Дж/кг, влажность приземного воздуха не менее
15 30%.

6. Устройство для создания искусственных облаков и осадков путем инициирования восходящих потоков в атмосфере с помощью реактивного двигателя и туманообразующих пушек, *отличающееся тем, что* содержит авиационный реактивный двигатель с воздухоприемником и устройством
20 поворота реактивной струи, топливной системой, электрической системой запуска и управления, а также системы распыления водных раствор первого типов, представляющие собой систему форсунок установленную по периметру устройства поворота реактивной струи для распыления аэрозоля первого типа, и две туманообразующие пушки для распыления аэрозолей
25 второго и третьего типов с вентиляторами мощностью не менее 20 КВт, системами управления, электропитания аэрозолей второго и третьего типа, при этом реактивный двигатель и туманообразующие пушки конструктивно объединены в единую систему, обеспечивающую истечение в зенит и соосность истечения реактивной струи и двух газок капельных
30 струй, а их воздухоприемники выполнены в виде отводов для забора воздуха сверху через мелкоячеистую сетку, исключающую засасывание птиц и других предметов, причем площади втока воздуха в 2 раза превышают площади истока.

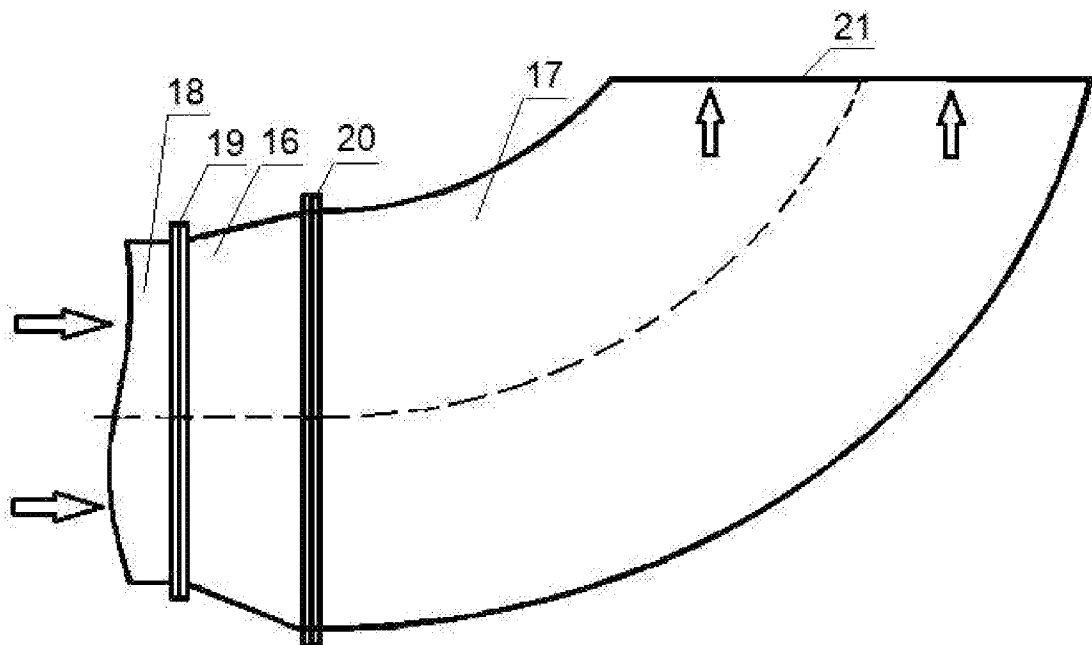
7. Устройство для создания искусственных облаков и осадков
35 путем инициирования восходящих потоков в атмосфере с помощью

реактивного двигателя и туманообразующих пушек по п. 6, *отличающееся тем, что* устройство поворота реактивной струи в зенит содержит конусовидный диффузор, служащий для расширения струи, который узкой стороной присоединен к выходу сопла двигателя, а широкой стороной – к отводу, служащему для поворота струи, причем для снижения потерь выходное сечение диффузора увеличено по сравнению с входным более чем в 2 раза, а отвод выполнен с радиусомгиба в 2 раза больше радиуса трубы, угол поворота ограничен 70° , а выход отвода срезан в горизонтальной плоскости с возможностью обеспечения истечения реактивной струи вверх.

8. Устройство для создания искусственных облаков и осадков путем инициирования восходящих потоков в атмосфере с помощью реактивного двигателя и туманообразующих пушек по п. 6, *отличающееся тем, что* количество форсунок, установленных на кольцеобразной трубе, выбрано из диапазона $80 \div 100$ форсунок, которые размещены по контуру сопла для создания реактивной струи и воздушных струй туманообразующих пушек, имеют диаметр сопел около $0,3 \div 0,5$ мм, и распыляют не менее 40 л/мин растворов гигроскопических веществ на капельки диаметром $10 \div 20$ мкм, при мгновенном испарении которых в реактивной струе образуется гигроскопический аэрозоль оптимального для конденсации водяного пара диаметра около $5 \div 10$ мкм.



Фиг. 1



Фиг. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/RU 2021/050182

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A01G 15/00 (2006.01) E03B 3/02 (2006.01) E03B 3/28 (2006.01) B01D 5/00 (2006.01)

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)

A01G, E03B, B01D

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)

DEPATISNET, EAPATIS, ESPACENET, RUPTO, USPTO, PatSearch, GoogleScholar, Google

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2003088257 A (HAYASHI YUTAKA), 25.03.2003, abstract, [0005], [0006],[0007], [0008], [0018], [0027], fig.4, 6	1-8
A	DE 19729260 A1 (ZEHDNICKER GERHARD), 14.01.1999, abstract, columns 2, 3, fig.1	1-8
A	US 5357865 A (WATER RESEARCH COMMISSION), 25.10.1994, abstract, claims 1, 4	1-8
A	US 2018082001 A1 (KOREA METEOROLOGICAL ADMINISTRATION), 22.03.2018, abstract, [0004]	1-8



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 application or patent 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

30 September 2021 (30.09.2021)

Date of mailing of the international search report

21 October 2021 (21.10.2021)

Name and mailing address of the ISA/ RU

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

ОТЧЕТ О МЕЖДУНАРОДНОМ ПОИСКЕ

Номер международной заявки

PCT/RU 2021/050182

А. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ <i>A01G 15/00</i> (2006.01) <i>E03B 3/02</i> (2006.01) <i>E03B 3/28</i> (2006.01) <i>B01D 5/00</i> (2006.01)																	
Согласно Международной патентной классификации МПК																	
В. ОБЛАСТЬ ПОИСКА Проверенный минимум документации (система классификации с индексами классификации) A01G, E03B, B01D Другая проверенная документация в той мере, в какой она включена в поисковые подборки Электронная база данных, использовавшаяся при поиске (название базы и, если, возможно, используемые поисковые термины) DEPATISNET, EAPATIS, ESPACENET, RUPTO, USPTO, PatSearch, GoogleScholar, Google																	
С. ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ: <table border="1"> <thead> <tr> <th>Категория*</th> <th>Цитируемые документы с указанием, где это возможно, релевантных частей</th> <th>Относится к пункту №</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>JP 2003088257 A (HAYASHI YUTAKA), 25.03.2003, реферат, [0005], [0006], [0007], [0008], [0018], [0027], фиг.4, 6</td> <td>1-8</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>DE 19729260 A1 (ZENDNICKER GERHARD), 14.01.1999, реферат, колонки 2, 3, фиг.1</td> <td>1-8</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 5357865 A (WATER RESEARCH COMMISSION), 25.10.1994, реферат, пункты 1, 4 формулы</td> <td>1-8</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2018082001 A1 (KOREA METEOROLOGICAL ADMINISTRATION), 22.03.2018, реферат, [0004]</td> <td>1-8</td> </tr> </tbody> </table>			Категория*	Цитируемые документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту №	A	JP 2003088257 A (HAYASHI YUTAKA), 25.03.2003, реферат, [0005], [0006], [0007], [0008], [0018], [0027], фиг.4, 6	1-8	A	DE 19729260 A1 (ZENDNICKER GERHARD), 14.01.1999, реферат, колонки 2, 3, фиг.1	1-8	A	US 5357865 A (WATER RESEARCH COMMISSION), 25.10.1994, реферат, пункты 1, 4 формулы	1-8	A	US 2018082001 A1 (KOREA METEOROLOGICAL ADMINISTRATION), 22.03.2018, реферат, [0004]	1-8
Категория*	Цитируемые документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту №															
A	JP 2003088257 A (HAYASHI YUTAKA), 25.03.2003, реферат, [0005], [0006], [0007], [0008], [0018], [0027], фиг.4, 6	1-8															
A	DE 19729260 A1 (ZENDNICKER GERHARD), 14.01.1999, реферат, колонки 2, 3, фиг.1	1-8															
A	US 5357865 A (WATER RESEARCH COMMISSION), 25.10.1994, реферат, пункты 1, 4 формулы	1-8															
A	US 2018082001 A1 (KOREA METEOROLOGICAL ADMINISTRATION), 22.03.2018, реферат, [0004]	1-8															
☐ последующие документы указаны в продолжении графы С. ☐ данные о патентах-аналогах указаны в приложении																	
<table border="0"> <tr> <td> * Особые категории ссылочных документов: “А” документ, определяющий общий уровень техники и не считающийся особо релевантным “D” документ, цитируемый заявителем в международной заявке “Е” более ранняя заявка или патент, но опубликованная на дату международной подачи или после нее “L” документ, подвергающий сомнению притязание(я) на приоритет, или который приводится с целью установления даты публикации другого ссылочного документа, а также в других целях (как указано) “О” документ, относящийся к устному раскрытию, использованию, экспонированию и т.д. “Р” документ, опубликованный до даты международной подачи, но после даты испрашиваемого приоритета </td> <td> “Т” более поздний документ, опубликованный после даты международной подачи или приоритета, но приведенный для понимания принципа или теории, на которых основывается изобретение “Х” документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска; заявленное изобретение не обладает новизной или изобретательским уровнем, в сравнении с документом, взятым в отдельности “У” документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска; заявленное изобретение не обладает изобретательским уровнем, когда документ взят в сочетании с одним или несколькими документами той же категории, такая комбинация документов очевидна для специалиста “&” документ, являющийся патентом-аналогом </td> </tr> </table>			* Особые категории ссылочных документов: “А” документ, определяющий общий уровень техники и не считающийся особо релевантным “D” документ, цитируемый заявителем в международной заявке “Е” более ранняя заявка или патент, но опубликованная на дату международной подачи или после нее “L” документ, подвергающий сомнению притязание(я) на приоритет, или который приводится с целью установления даты публикации другого ссылочного документа, а также в других целях (как указано) “О” документ, относящийся к устному раскрытию, использованию, экспонированию и т.д. “Р” документ, опубликованный до даты международной подачи, но после даты испрашиваемого приоритета	“Т” более поздний документ, опубликованный после даты международной подачи или приоритета, но приведенный для понимания принципа или теории, на которых основывается изобретение “Х” документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска; заявленное изобретение не обладает новизной или изобретательским уровнем, в сравнении с документом, взятым в отдельности “У” документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска; заявленное изобретение не обладает изобретательским уровнем, когда документ взят в сочетании с одним или несколькими документами той же категории, такая комбинация документов очевидна для специалиста “&” документ, являющийся патентом-аналогом													
* Особые категории ссылочных документов: “А” документ, определяющий общий уровень техники и не считающийся особо релевантным “D” документ, цитируемый заявителем в международной заявке “Е” более ранняя заявка или патент, но опубликованная на дату международной подачи или после нее “L” документ, подвергающий сомнению притязание(я) на приоритет, или который приводится с целью установления даты публикации другого ссылочного документа, а также в других целях (как указано) “О” документ, относящийся к устному раскрытию, использованию, экспонированию и т.д. “Р” документ, опубликованный до даты международной подачи, но после даты испрашиваемого приоритета	“Т” более поздний документ, опубликованный после даты международной подачи или приоритета, но приведенный для понимания принципа или теории, на которых основывается изобретение “Х” документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска; заявленное изобретение не обладает новизной или изобретательским уровнем, в сравнении с документом, взятым в отдельности “У” документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска; заявленное изобретение не обладает изобретательским уровнем, когда документ взят в сочетании с одним или несколькими документами той же категории, такая комбинация документов очевидна для специалиста “&” документ, являющийся патентом-аналогом																
Дата действительного завершения международного поиска		Дата отправки настоящего отчета о международном поиске															
30 сентября 2021 (30.09.2021)		21 октября 2021 (21.10.2021)															
Наименование и адрес ISA/RU: Федеральный институт промышленной собственности, Бережковская наб., 30-1, Москва, Г-59, ГСП-3, Россия, 125993 Факс: (8-495) 531-63-18, (8-499) 243-33-37		Уполномоченное лицо: Силкин А.С. Телефон № (8-499) 240-25-91															