



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

E21F 5/02 (2020.02); C09K 3/22 (2020.02); G01N 13/02 (2020.02); B05B 12/12 (2020.02)

(21)(22) Заявка: 2018120735, 04.11.2016

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
04.11.2016

Дата регистрации:
03.11.2020

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
06.11.2015 US 62/252,081

(43) Дата публикации заявки: 06.12.2019 Бюл. № 34

(45) Опубликовано: 03.11.2020 Бюл. № 31

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: 06.06.2018

(86) Заявка РСТ:
US 2016/060428 (04.11.2016)

(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2017/079494 (11.05.2017)

Адрес для переписки:
129090, Москва, ул. Б.Спасская, 25, строение 3,
ООО "Юридическая фирма Городисский и
Партнеры"

(72) Автор(ы):

О'БРАЙЕН Кевин (US),
ЭРГАНГ Николас (US),
БХАТТАЧАРЬЯ Санкар (US),
КРЭНФИЛЛ Ш Джон (US),
ЛЕНДРУМ Шон (US),
БРИНКМАЙЕР Эндрю (US)

(73) Патентообладатель(и):

ЭКОЛАБ ЮЭсЭй ИНК. (US)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: US 2010/0209194 A1, 19.08.2010. US
4874426 A, 17.10.1989. SU 909211 A, 28.02.1982.
US 3811660 A, 21.05.1974. RU 2006142360 A,
20.07.2008. WO 00/00815 A1, 06.01.2000. EA
009260 B1, 28.12.2007. SU 1476352 A1, 30.04.1989..

(54) СПОСОБЫ И СИСТЕМЫ БОРЬБЫ С ПЫЛЬЮ

(57) Реферат:

Изобретение относится к способу борьбы с пылью. Способ включает получение потока жидкости на водной основе, содержащий одну или несколько из следующих типов воды: водопроводную воду, воду из скважины, воду из пруда, речную воду, сточную воду, оборотную воду из промышленного процесса, получение потока водной дисперсии путем подачи поверхностно-активной композиции в поток жидкости на водной основе, перемешивание потока водной дисперсии, с образованием пылеподавателя, измерение поверхностного

натяжения пылеподавателя с помощью тензометра, передачу результатов измерений поверхностного натяжения в контроллер, регулирование образования потока водной дисперсии согласно результатам измерений, переданным в контроллер, и распыление аэрозоли пылеподавателя на поверхность добываемого продукта, при этом распыленный аэрозоль имеет средний размер капель от около 0,1 мкм до около 100 мкм. Изобретение обеспечивает повышение эффективности пылеподавления, снижение угрозы для здоровья людей, для окружающей среды и

R U 2 7 3 5 5 3 1 C 2

R U 2 7 3 5 5 3 1 C 2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
E21F 5/02 (2006.01)
C09K 3/22 (2006.01)
G01N 13/02 (2006.01)
B05B 12/12 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(52) CPC

E21F 5/02 (2020.02); *C09K 3/22* (2020.02); *G01N 13/02* (2020.02); *B05B 12/12* (2020.02)

(21)(22) Application: **2018120735, 04.11.2016**

(24) Effective date for property rights:
04.11.2016

Registration date:
03.11.2020

Priority:

(30) Convention priority:
06.11.2015 US 62/252,081

(43) Application published: **06.12.2019 Bull. № 34**

(45) Date of publication: **03.11.2020 Bull. № 31**

(85) Commencement of national phase: **06.06.2018**

(86) PCT application:
US 2016/060428 (04.11.2016)

(87) PCT publication:
WO 2017/079494 (11.05.2017)

Mail address:
**129090, Moskva, ul. B.Spaskaya, 25, stroenie 3,
OOO "Yuridicheskaya firma Gorodisskij i
Partnery"**

(72) Inventor(s):

**O'BRIEN, Kevin (US),
ERLANG, Nicholas (US),
BHATTACHARJA, Sankar (US),
CRANFILL III, John (US),
LENDRUM, Shaun (US),
BRINKMEIER, Andrew (US)**

(73) Proprietor(s):

ECOLAB USA INC. (US)

(54) DUST CONTROL METHODS AND SYSTEMS

(57) Abstract:

FIELD: devices for spraying or spraying liquids; ecology.

SUBSTANCE: invention relates to dust control method. Method involves obtaining a water-based liquid stream containing one or more of the following types of water: tap water, water from the well, pond water, river water, waste water, recycled water from an industrial process, obtaining an aqueous dispersion stream by feeding a surface-active composition into a water-based liquid stream, mixing the stream of the aqueous dispersion to form a dust suppressor, measuring the surface tension of the dust suppressor using a strain

meter, transmitting the results of measuring surface tension to the controller, controlling the formation of the aqueous dispersion stream according to measurement results transmitted to the controller and spraying the dust suppression aerosol onto the surface of the produced product, wherein the aerosol spray has an average droplet size of about 0.1 mcm to about 100 mcm.

EFFECT: higher efficiency of dust suppression, reduced threat to health of people, for environment and fire safety.

24 cl, 4 dwg, 1 tbl, 1 ex

ПЕРЕКРЕСТНАЯ ССЫЛКА НА РОДСТВЕННУЮ ЗАЯВКУ

[0001] Данная заявка представляет собой международную (то есть, РСТ) заявку, испрашивающую приоритет по предварительной заявке на патент США № 62/252,081, поданной 6 ноября 2015 года, содержание которой включено в данный документ в полном объеме посредством ссылки.

ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ

[0002] Данное изобретение относится к способам борьбы с пылью. Конкретнее, данное изобретение относится к способам распыления пылеподавателя.

УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

[0003] В общем, пыль вызывается твердыми частицами. Независимо от размера, твердые частицы имеют склонность к превращению во взвесь в воздухе под действием внешних сил. Однако, взвешенные в воздухе твердые частицы менее 10 мкм в диаметре считаются вдыхаемой пылью. Пыль, образующаяся во время добычи полезных ископаемых, в частности, во время подземной добычи полезных ископаемых, может вызывать значительные проблемы для здоровья, окружающей среды и безопасности. Например, вдыхаемая угольная пыль воздействует на людей, работающих в подземных угольных шахтах, и ее чрезмерное воздействие может привести к серьезному легочному заболеванию, общеизвестному как угольный пневмокониоз («УПК»). В дополнение к опасности для органов дыхания, угольная пыль представляет собой угрозу пожарной безопасности, в особенности при подземных работах, по причине сложностей, связанных с выходом или эвакуацией. Аналогичным образом, при добыче других полезных ископаемых (например, в металлических или неметаллических рудниках), угрозы для здоровья часто связаны с воздействием вдыхаемой пыли свободной кристаллической двуокиси кремния, которое может привести к силикозу.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ СУЩНОСТИ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[0004] Предложены способы и системы распыления пылеподавателя. В одном варианте реализации изобретения способ включает образование потока водной дисперсии путем подачи поверхностно-активной композиции в поток жидкости на водной основе. Поток водной дисперсии перемешивают, образуя пылеподаватель. Пылеподаватель распыляют на поверхность под давлением, достаточным для обеспечения покрытия поверхности. Поверхностное натяжение пылеподавателя измеряют с помощью тензометра, и результаты измерений передают в контроллер. Образование потока водной дисперсии регулируют согласно результатам измерений поверхностного натяжения, передаваемым в контроллер.

[0005] В альтернативном варианте реализации изобретения способ включает образование потока водной дисперсии путем подачи поверхностно-активной композиции в поток жидкости на водной основе с помощью подающего устройства. Поток водной дисперсии перемешивают с помощью встроенного смесителя, образуя пылеподаватель. Пылеподаватель распыляют на поверхность под давлением, достаточным для обеспечения покрытия поверхности. Отводят боковой поток пылеподавателя так, что боковой поток имеет давление, меньшее чем давление, достаточное для обеспечения покрытия поверхности. Поверхностное натяжение пылеподавателя измеряют с помощью тензометра, соединенного с контроллером, который в свою очередь соединен с подающим устройством, и результаты измерений передают в контроллер. Образование потока водной дисперсии регулируют согласно результатам измерений поверхностного натяжения, передаваемым в контроллер с помощью сигнала, передаваемого от контроллера в подающее устройство. Отвод, измерение, передачу и регулирование повторяют так, чтобы пылеподаватель имел измеренное поверхностное натяжение от

около 20 дин на сантиметр (20 мН/м) до около 45 дин на сантиметр (45 мН/м).

[0006] Еще в одном варианте реализации изобретения предложена система управления поверхностным натяжением пылеподавателя. Система содержит подающее устройство, смеситель, тензометр и контроллер. Подающее устройство выполнено с возможностью подачи потока поверхностно-активного вещества в поток жидкости на водной основе для образования потока водной дисперсии. Смеситель содержит впуск, принимающий поток водной дисперсии, и выпуск, выдающий поток пылеподавателя. Тензометр выполнен с возможностью измерения поверхностного натяжения пылеподавателя в потоке пылеподавателя. Контроллер соединен с тензометром и выполнен с возможностью приема и анализа результатов измерений поверхностного натяжения. Контроллер также соединен с подающим устройством, обеспечивая таким образом управление поверхностным натяжением пылеподавателя.

[0007] Способы и системы дополнительно описаны в данном документе.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

[0008] ФИГ. 1 представляет собой схематическое изображение варианта реализации системы, которая может быть использована для выполнения способов по данному изобретению.

[0009] ФИГ. 2 представляет собой схематическое изображение альтернативного варианта реализации системы, которая может быть использована для выполнения способов по данному изобретению.

[0010] ФИГ. 3 представляет собой схематическое изображение второго альтернативного варианта реализации системы, которая может быть использована для выполнения способов по данному изобретению.

[0011] ФИГ. 4 представляет собой схематическое изображение третьего альтернативного варианта реализации системы, которая может быть использована для выполнения способов по данному изобретению.

ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ СУЩНОСТИ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[0012] Предложены способы и системы распыления пылеподавателя. В одном варианте реализации изобретения способ включает образование потока водной дисперсии путем подачи поверхностно-активной композиции в поток жидкости на водной основе. Поток водной дисперсии перемешивают, образуя пылеподаватель. Пылеподаватель распыляют на поверхность под давлением, достаточным для обеспечения покрытия поверхности. Поверхностное натяжение пылеподавателя измеряют с помощью тензометра, и результаты измерений передают в контроллер. Образование потока водной дисперсии регулируют согласно результатам измерений поверхностного натяжения, передаваемым в контроллер.

[0013] В альтернативном варианте реализации изобретения способ включает образование потока водной дисперсии путем подачи поверхностно-активной композиции в поток жидкости на водной основе с помощью подающего устройства. Поток водной дисперсии перемешивают с помощью встроенного смесителя, образуя пылеподаватель. Пылеподаватель распыляют на поверхность под давлением, достаточным для обеспечения покрытия поверхности. Отводят боковой поток пылеподавателя так, что боковой поток имеет давление, меньшее чем давление, достаточное для обеспечения покрытия поверхности. Поверхностное натяжение пылеподавателя измеряют с помощью тензометра, соединенного с контроллером, соединенным с подающим устройством, и результаты измерений передают в контроллер. Образование потока водной дисперсии регулируют согласно результатам измерений поверхностного натяжения, передаваемым в контроллер с помощью сигнала, передаваемого от контроллера в подающее

устройство. Отвод, измерение, передачу и регулирование повторяют так, чтобы пылеподаватель имел измеренное поверхностное натяжение от около 20 дин на сантиметр (20 мН/м) до около 45 дин на сантиметр (45 мН/м).

[0014] Еще в одном варианте реализации изобретения предложена система управления 5 поверхностным натяжением пылеподавателя. Система содержит подающее устройство, смеситель, тензометр и контроллер. Подающее устройство выполнено с возможностью подачи потока поверхностно-активного вещества в поток жидкости на водной основе для образования потока водной дисперсии. Смеситель содержит впуск, принимающий 10 поток водной дисперсии, и выпуск, выдающий поток пылеподавателя. Тензометр выполнен с возможностью измерения поверхностного натяжения пылеподавателя в потоке пылеподавателя. Контроллер соединен с тензометром и выполнен с возможностью приема и анализа результатов измерений поверхностного натяжения. Контроллер также соединен с подающим устройством, обеспечивая таким образом 15 управление поверхностным натяжением пылеподавателя.

[0015] Термин «пылеподаватель» используется в данном документе для описания смешанного вещества на водной основе, распыляемого так, чтобы оно соприкасалось с частицами и способствовало подавлению пыли (то есть, предотвращало образование или ограничивало количество пыли). В вариантах реализации данных способов водная дисперсия образуется путем подачи поверхностно-активной композиции в жидкость 20 на водной основе. Термин «водная дисперсия» используется для обозначения того, что поверхностно-активная композиция и жидкость на водной основе были соединены, но не обязательно перемешаны. Перемешивание водной дисперсии, описываемое далее в данном документе, завершает образование пылеподавателя.

[0016] Поверхностно-активная композиция может подаваться в жидкость на водной 25 основе любым одним или более способами, в том числе, но без ограничения, накачиванием, самотеком и их комбинацией.

[0017] Поверхностно-активная композиция содержит одно или более соединений, способствующих подавлению образования пыли. Не вдаваясь в теорию вопроса, считается, что поверхностно-активная композиция способствует подавлению 30 образования пыли, уменьшая поверхностное натяжение воды, что позволяет улучшить смачивание поверхности частиц пыли, и таким образом способствует подавлению образования пыли.

[0018] Поверхностно-активная композиция может быть твердой или жидкой. Термин «жидкость» используется для описания композиции, содержащей жидкость, которая в 35 некоторых вариантах реализации изобретения представляет собой: раствор, суспензию, эмульсию, дисперсию, или их комбинации. В некоторых вариантах реализации изобретения поверхностно-активная композиция представляет собой жидкость, и в некоторых вариантах реализации изобретения эта жидкость имеет внутреннюю вязкость от около 0,1 (100 мкПа*с) до около 1500 сПз (1,5 Па*с).

[0019] Поверхностно-активные соединения, подходящие для включения в 40 поверхностно-активные композиции, включают, но без ограничения: анионные поверхностно-активные вещества, катионные поверхностно-активные вещества, цвиттерионные поверхностно-активные вещества, неионные поверхностно-активные вещества, и их комбинации. Анионные поверхностно-активные вещества включают: 45 алкиларилсульфонаты, сульфонаты, сульфонаты парафинов, сульфаты спиртов, эфирсульфаты спиртов, алкилкарбоксилаты и алкилэфиркарбоксилаты, алкиловые и этоксилированные алкилфосфатэфиры, а также моно- и диалкилсульфосукцинаты и сульфосукцинаты. Катионные поверхностно-активные вещества включают, но без

ограничения: аклилтриметиловые соли четвертичного аммония, алкилдиметилбензиловые соли четвертичного аммония, диалкилдиметиловые соли четвертичного аммония, и соли имидазола. Неионные поверхностно-активные вещества включают, но без ограничения: алкоксилаты спиртов, алкилфенолалкоксилаты, блоксополимеры оксидов этилена, пропилена и бутилена, алкилдиметламиноксиды, алкил-бис-(2-гидроксиэтил)-аминоксиды, алкиламидопропилдиметлиаминоксиды, алкиламидопропил-бис-(2-гидроксиэтил)-аминоксиды, алкилполиглюкозиды, полиалкоксилированные глицериды, сложные эфиры сорбитана и полиалкоксилированные сложные эфиры сорбитана, а также сложные эфиры и диэфиры алкилполиэтиленгликоля. Также включены бетаины и сульфаты, амфотерные поверхностно-активные вещества, такие как алкиламфоацетаты и алкиламфодиацетаты, алкиламфопропионаты и алкиламфодипропионаты, а также алкилиминодипропионат. В некоторых вариантах реализации изобретения поверхностно-активное соединение, подходящее для включения в поверхностно-активную композицию, и следовательно, в водную дисперсию и пылеподаватель содержит по меньшей мере одно из C_{14-16} альфа-олефинсульфоната и додецилбензолсульфоната натрия.

[0020] В некоторых вариантах реализации способов по данному изобретению поверхностно-активная композиция содержит по меньшей мере одно из четвертичного соединения аммония, аминоксида, ионного или неионного поверхностно-активного вещества и их комбинаций. Подходящие четвертичные соединения аммония включают, но без ограничения: алкилбензиламмониевую соль; бензилкокоалкил-(C_{12} - C_{18})-диметиламмониевую соль; дикокоалкил-(C_{12} - C_{18})-диметиламмониевую соль; диталловую диметиламмониевую соль; четвертичную аммониевую соль ди-(гидрированный талловый алкил)-диметила; четвертичную аммониевую соль метил-бис-(2-гидроксиэтилкокоалкил-(C_{12} - C_{18})), диметил-(2-этил)-талловую соль метиламмония, соль n-додецилбензилдиметиламмония, соль n-октадецилбензилдиметиламмония, соль n-додецилтриметиламмония, соевую соль алкилтриметиламмония, и гидрогенизированную талловую четвертичную аммониевую соль алкил-(2-этилгексил)-диметила. В некоторых вариантах реализации изобретения соли вышеупомянутых соединений представляют собой хлориды и/или сульфаты.

[0021] Растворимые в воде неионные мономеры включают, но без ограничения: акриламид, N-замещенные производные акриламида, гидроксиалкилакрилаты и гидроксиалкилметакрилаты. Анионные мономеры включают, но без ограничения, соли; акриловой кислоты, метакриловой кислоты, этакриловой кислоты, α -хлоракриловой кислоты, кротоновой кислоты, итаконовой кислоты, малеиновой кислоты, фумаровой кислоты, винилсульфоновой кислоты, и 2-акриламидо-2-метилпропансульфоновой кислоты. Катионные мономеры включают, но без ограничения, четвертичные соли: диалкиламиноэтилметакрилата, диаллилдиметиламмонийхлорида, хлорида винилбензилтриметиламмония и тому подобное. В некоторых вариантах реализации изобретения неионные мономеры в способном к набуханию полимере выбраны из группы, состоящей из: акриламида, N-N-диметилакриламида, 2-гидроксиэтилметакрилата, и их комбинаций.

[0022] В некоторых вариантах реализации изобретения анионные мономеры в способном к набуханию полимере представляют собой щелочную (например, натриевую) соль соединения, выбранного из группы, состоящей из: акриловой кислоты, метакриловой кислоты, 2-акриламидо-2-метилпропансульфоновой кислоты, и их комбинаций. В некоторых вариантах реализации изобретения катионный мономер в

способном к набуханию полимере представляет собой диаллилдиметиламмонийхлорид. Набухающий в воде сшитый полимер может быть синтезирован с соединениями, имеющими две этиленовые группы, сополимеризующимися с водорастворимыми мономерами. Типовые сшивающие агенты включают N-N'-метилден-бис-акриламид, N, N'-метилден-бис-метакриламид, алкилиден-бис-акриламид, дивинилбензолсульфонат, этиленгликольдиакрилат, этиленгликольдиметакрилат, диаллилэтиленгликолевый эфир, сложный дивиниловый эфир полиэтиленгликоля (например, диакрилат полиэтиленгликоля-600), дивиниловый эфир полиэтиленгликоля и подобные дифункциональные мономеры.

[0023] В некоторых вариантах реализации изобретения поверхностно-активная композиция содержит неионное поверхностно-активное вещество. В некоторых вариантах реализации изобретения неионное поверхностно-активное вещество представляет собой коко-п-спиртовой амин или амид, который в некоторых вариантах реализации изобретения представляет собой кокодиэтаноламид.

[0024] В некоторых вариантах реализации изобретения по меньшей мере один из водорастворимого разветвителя и сшивающего агента представляет собой аддукт глицерина и аллилглицидилового эфира, обозначенный в данном документе как «В-разветвитель». Другие типы разветвителей включают аддукты аллиламина и сополимера малеинового ангидрида и метилвинилового эфира, имеющие различные молярные соотношения аллиламина и ангидридов, обозначенные в данном документе как «А-разветвители».

[0025] В некоторых вариантах реализации изобретения поверхностно-активные композиции содержат гомополимер или сополимер диаллилдиметиламмонийхлорида («ДАДМАХ»), такой как описанный в патенте США № 4,561,905, который включен в данный документ в полном объеме посредством ссылки. Сополимеры могут содержать от около 5 мольных процентов до около 30 мольных процентов водорастворимого анионного мономера. Эти сополимеры можно назвать полиамфолитами. В некоторых вариантах реализации изобретения анионный мономер представляет собой по меньшей мере одно из акриловой кислоты и метакриловой кислоты, которую иногда обозначают как (мет)акриловая кислота. Полимеры могут иметь внутреннюю вязкость по меньшей мере 0,3 при измерении в 1 М NaNO₃ при 30° С. Количество водорастворимого анионного мономера, полимеризованного с ДАДМАХ, может варьироваться от около 5 мольных процентов до около 30 мольных процентов. В некоторых вариантах реализации изобретения мономеры для сополимеризации с ДАДМАХ представляют собой метакриловую и/или акриловую кислоту, хотя могут быть использованы другие анионные виниловые мономеры. Примеры таких мономеров представляют собой малеиновую кислоту, итаконовую кислоту и фумаровую кислоту. Кроме того, мономеры-разбавители могут быть терполимеризованы с ДАДМАХ и водорастворимым анионным мономером и могут быть использованы в количествах до около 10 мольных процентов. В некоторых вариантах реализации изобретения мономеры-разбавители представляют собой гидрокси-С₂-С₆-алкилакрилаты и/или метакрилаты. Другие мономеры-разбавители, которые могут быть использованы, включают, но без ограничения: акрилонитрил, акриламид, стирол, винилацетат и тому подобное. Полимеры, содержащие мономеры-разбавители, привлекательны с той точки зрения, что большинство мономеров-разбавителей недорого и в большинстве случаев незначительно уменьшают активность сополимера ДАДМАХ, в который они включены. Сополимеры и терполимеры ДАДМАХ, в целом описанные выше, более подробно проиллюстрированы в патенте США № 4,715,962, описание которого включено в

данный документ в полном объеме посредством ссылки. Полимер может иметь форму водного раствора или форму эмульсии типа «вода в масле», которая в присутствии определенных водорастворимых поверхностно-активных веществ превращается в водную и позволяет полимеру, содержащемуся в эмульсии, быстро растворяться.

- 5 Дозировка полимера ДАДМАХ может составлять по меньшей мере около 25 частей на миллион полимера (то есть, граммов полимера на метрическую тонну обрабатываемого металлоносного материала) или от около 50 частей на миллион до около 2000 частей на миллион. Полимер ДАДМАХ, содержащий сополимер и терполимер, может иметь форму водного раствора, причем содержание полимера в водном растворе составляет от около 10 процентов до около 50 процентов по массе водного раствора.

- [0026] В некоторых вариантах реализации изобретения поверхностно-активная композиция содержит поверхностно-активное соединение и натуральное масло с высоким содержанием терпенов, например, как описано в патентах США № 5,330,671; 15 5,527,482; 5,863,456; 5,876,622; 5,958,287; и 6,124,366, каждый из которых включен в данный документ в полном объеме посредством ссылки. Поверхностно-активные композиции, содержащие поверхностно-активное соединение и натуральное масло с высоким содержанием терпенов поставляются в виде части систем подавления DUSTFOAM от Enviroflo Engineering, компания Ecolab. Натуральные масла с высоким содержанием терпенов – это те натуральные масла, содержание терпенов в которых 20 составляет по меньшей мере около 50%. Натуральные масла с высоким содержанием терпенов могут содержать по меньшей мере около 90% терпена. Подходящие натуральные масла с высоким содержанием терпена включают, но без ограничения, цитрусовое масло из кожуры, которое включает, но без ограничения: масло из кожуры 25 апельсинов (то есть, апельсиновое масло), масло из кожуры грейпфрутов (то есть, грейпфрутовое масло), и масло из кожуры лимонов (то есть, лимонное масло). В некоторых вариантах реализации изобретения натуральные масла с высоким содержанием терпенов включают масло из кожуры апельсинов, поскольку оно содержит от около 90% до около 94% терпена и имеется в больших количествах в некоторых 30 частях нашей планеты. Хвойное масло также представляет собой полезное натуральное масло с высоким содержанием терпена.

- [0027] Поверхностно-активная композиция может содержать от около 1% до около 15% по массе натурального масла с высоким содержанием терпенов или от около 8 до около 12% по массе, или от около 8 до около 10% по массе. Количество натурального 35 масла с высоким содержанием терпена будет зависеть от количества терпена в натуральном масле с высоким содержанием терпена. Например, в случае масла из кожуры апельсинов, указанное масло из кожуры апельсинов может присутствовать в поверхностно-активном веществе в количестве от около 1 до около 15% по массе, или от около 8% до около 10% по массе. Терпен может разрушать масляные (жирные) 40 отложения на частицах, позволяя пылеподавителю лучше контактировать с частицами. В комбинации с натуральным маслом с высоким содержанием терпена могут быть использованы обычные поверхностно-активные вещества, такие как по меньшей мере одно из анионного поверхностно-активного вещества и неионного поверхностно-активного вещества. В некоторых вариантах реализации изобретения используется 45 анионное поверхностно-активное вещество, которое может представлять собой, например: соль жирной кислоты, алкилсульфат, алкилэфирсульфонат, алкиларилсульфонат, их совокупности и их комбинации. Дополнительные примеры поверхностно-активных веществ, которые могут быть использованы, включают:

додецилбензолсульфонат натрия, лауретсульфат натрия и соли, такие как натриевая соль вторичного алкансульфоната (например, Hostaspun SAS 60, поставляемый компанией Hoechst). Кроме того, могут быть использованы также этоксилированные нонилфенолы с, например, от около 8 до около 10 молей оксида этилена и/или
 5 этоксилированные октилфенолы с, например, от около 8 до около 10 молей оксида этилена (например, алкиларилполигликолевый эфир N9). В некоторых вариантах реализации поверхностно-активной композиции поверхностно-активное вещество содержит до около 40% по массе поверхностно-активных веществ, или от около 15% до около 25% по массе поверхностно-активных веществ, или от около 20% до около
 10 22% по массе.

[0028] Поверхностно-активная композиция может дополнительно содержать различные добавки, такие как, например, антиоксиданты и/или консерванты. Пример подходящего антиоксиданта представляет собой бутилированный гидрокситолуол (то есть 2,6-дитретбутилпаракрезол, «БГТ»). Антиоксидант может присутствовать в
 15 композиции в количестве от около 0,01% до около 1% по массе, или от около 0,08% до около 0,12% по массе. Подходящие консерванты включают, но без ограничения: формальдегид, метилпарабен, пропилпарабен, буру, и их комбинации. Консервант может присутствовать в композиции в количестве от около 0,5% до около 5% по массе, или от около 0,8% до около 1,2% по массе.

[0029] При образовании водная дисперсия, и следовательно пылеподаватель содержит жидкость на водной основе, содержащую воду. Вода может составлять большую часть водной дисперсии, и следовательно пылеподавателя. В целом, водная дисперсия, и следовательно пылеподаватель, может содержать от около 60% до около 99,9999% по
 25 массе воды, в том числе от около 60%, или от около 63%, или от около 66%, до около 99,999%, или до около 99,999%, или до около 99,99%, или до около 99,9%, или до около 99%, или до около 90% по массе воды. Жидкость на водной основе может быть произведена из: пресной воды, морской воды, соляного раствора, смесей воды и нетоксичных водорастворимых органических соединений, оборотной технической воды, и их комбинаций.

[0030] Вода, присутствующая в жидкости на водной основе может быть получена из одного или нескольких потенциальных источников. В целом, в случае добычи полезных ископаемых источник воды определяется наличием или удобством конкретного источника воды в географическом месте расположения рудника. Для
 35 примера источник воды, присутствующей в жидкости на водной основе может быть по меньшей мере одним из: водопроводной воды, воды из скважины, воды из пруда, речной воды, сточной воды, оборотной воды из промышленного процесса. Характеристики воды из этих источников могут варьироваться в широких пределах. Поэтому измерение поверхностного натяжения пылеподавателя во время работы может предоставить информацию, которая может быть использована для регулирования
 40 образования потока водной дисперсии, и таким образом распыления пылеподавателя на поверхность.

[0031] Пример эффективной поверхностно-активной композиции содержит около 11% додецилбензолсульфоната натрия, около 5% лауретсульфата натрия, около 9% масла из кожуры апельсинов холодного отжима, около 3% алкиларилполигликолевого эфира N9, около 1% натриевой соли вторичного алкансульфоната, около 1% формальдегида и около 0,1% антиоксиданта, с оставшейся частью, представляющей собой воду (все проценты указаны по массе). Дополнительный пример эффективной
 45 поверхностно-активной композиции содержит 10,95% (то есть, около 11%)

додецилбензолсульфоната натрия, 5,1% (то есть, около 5%) лауретсульфата натрия, 9,1% (то есть, около 9%) масла из кожуры апельсинов холодного отжима, 3,5% (то есть, около 3%) алкиларилполигликолевого эфира N9, 1,4% (то есть, около 1%) натриевой соли вторичного алкансульфоната, 1% формальдегида и 0,1% антиоксиданта. В некоторых вариантах реализации изобретения оставшаяся часть представляет собой воду (все проценты указаны по массе).

[0032] Другой пример эффективной поверхностно-активной композиции содержит от около 15% до около 20% (например, около 17%) C₁₄₋₁₆ альфа-олефинсульфоната, от около 0,1% до около 3% (например, около 1%) масла из кожуры апельсинов, от около 0,1% до около 2% (например, около 0,6%) кокодиэтаноламида, и от около 0,01% до около 1% (например, около 0,1%) антиоксиданта. В некоторых вариантах реализации изобретения оставшаяся часть представляет собой воду (все проценты указаны по массе).

[0033] Хотя подачей поверхностно-активной композиции управляют посредством измерения поверхностного натяжения пылеподавателя, концентрация поверхностно-активной композиции в пылеподавателе может варьироваться. Поверхностно-активная композиция может подаваться в жидкость на водной основе, и таким образом присутствовать в водной дисперсии и пылеподавателе в количестве от около 1 части на миллион («м.д.») до около 40%, в том числе от около 1 м.д., или от около 5 м.д., или от около 10 м.д., или от около 15 м.д., или от около 20 м.д., до около 40%, или до около 30%, или до около 20%, или до около 10%, или до около 5%, или до около 1%, или до около 0,1%, или до около 0,01% (то есть, около 100 м.д.), или до около 0,005% (то есть, около 50 м.д.), или до около 0,004% (то есть, около 40 м.д.). В некоторых вариантах реализации изобретения поверхностно-активная композиция подается в жидкость на водной основе, и таким образом присутствует в водной дисперсии и пылеподавателе в количестве от около 20 м.д. до около 40 м.д. Что касается дозировки поверхностно-активной композиции, термин «части на миллион» (то есть, «м.д.») относится к граммам поверхностно-активного вещества на миллион граммов водной дисперсии, и следовательно, в некоторых вариантах реализации изобретения на миллион граммов пылеподавателя.

[0034] В вариантах реализации способов по данному изобретению водную дисперсию перемешивают, получая таким образом пылеподаватель. В некоторых вариантах реализации способов по данному изобретению перемешивание выполняют с помощью по меньшей мере одного из: смесительного бака; встроенного смесителя; турбулентного потока, создаваемого внутри трубопровода, несущего водную дисперсию; и их комбинаций. В некоторых вариантах реализации изобретения перемешивание выполняют с помощью встроенного смесителя. Встроенные смесители можно приобрести, например, у компаний Koflo, Кэри, Иллинойс, США и Sulzer Chemtech USA Inc., Тулса, Оклахома, США. Дополнительный пример встроенного смесителя представляет собой технологию перемешивания PARETO, доступную от Nalco, компания Ecolab, 1601 West Diehl Road, Naperville, IL 60563, которая описана, по меньшей мере частично, в патентах США № 7,550,060; 7,785,442; 7,938,934; и 7,981,251, описание каждого из которых включено в данный документ в полном объеме посредством ссылки.

[0035] В вариантах реализации способов по данному изобретению пылеподаватель распыляют на поверхность под давлением, достаточным для обеспечения покрытия поверхности. Пылеподаватель можно распылять любым одним или несколькими способами. Например, пылеподаватель можно подавать через трубопроводы, оборудованные форсунками, выполненными с возможностью распыления

пылеподавителя, под давлением, достаточным для обеспечения покрытия поверхности. В некоторых вариантах реализации изобретения при распылении пылеподавителя образуются капли пылеподавителя, имеющие средний размер капель от около 0,1 мкм до около 100 мкм. В некоторых вариантах реализации изобретения при распылении пылеподавителя образуется пена. Подавление образования пыли с помощью пены может быть эффективным, в частности, когда доступность воды ограничена и/или необходимо избегать образования тяжелых стоков.

[0036] Термин «поверхность» использован в данном документе для описания стены, пола, потолка и тому подобного, или их части, в шахте; внешней поверхности твердой частицы; внешней поверхности добываемого продукта; внешней поверхности отвала добываемого продукта и их комбинаций. Термин «добываемый продукт» включает в себя любую залежь руды, извлеченную с поверхности рудника. Термин «извлеченный» означает, что «добываемый продукт» больше не находится в своем естественном состоянии, например, добываемый продукт больше не соединен с залежью. Добываемый продукт может присутствовать в руднике или может быть извлечен из рудника. Добываемый продукт может быть необработанным или обработанным. Добываемый продукт может быть богат ресурсами или по существу представлять собой отходы, предназначенные для утилизации. Добываемый продукт может быть уложен в штабеля, например, для обработки, транспортировки или утилизации. В некоторых вариантах реализации изобретения поверхность содержит частицы твердого вещества, содержащего по меньшей мере одно из следующего: минерал, уголь, руда, грязь, глина, известняк, соль, пустая порода, и продукты их обработки. Твердые частицы могут образовываться во время добычи, погрузки и/или транспортировки добываемого продукта, и способы, описанные в данном документе, можно использовать на практике во время погрузки или транспортировки, или как во время погрузки, так и во время транспортировки добываемого продукта.

[0037] Фраза «покрытие поверхности» используется для обозначения того, что нужная поверхность согласно определению в данном документе покрывается распыляемым пылеподавателем надлежащим образом с помощью процедуры распыления в отсутствие описанных способов и/или систем. То есть, если процедура распыления организована так, что пылеподаватель распыляется на определенную часть поверхности, то определенная часть поверхности представляет собой «поверхность», которая должна быть покрыта, в отношении способов и систем, описанных в данном документе. Фраза «под давлением, достаточным для обеспечения покрытия поверхности» означает, что пылеподаватель подается таким образом, что указанный пылеподаватель распыляется, например, через распылительные форсунки, под давлением, достаточным для покрытия поверхности. Чтобы устройство, ограничивающее поток, такое как распылительная форсунка, работало как положено, как правило, необходимо давление определенной величины. Распыление пылеподавателя под относительно высоким давлением на поверхность способствует слипанию твердых частиц, что подавляет образование пыли. Обычные распылительные форсунки в отсутствие поверхностно-активного вещества могут производить капли воды, имеющие диаметр приблизительно от 40 до 60 мкм, которые могут эффективно подавлять образование твердых частиц сравнимых размеров. Однако, для подавления образования частиц меньшего размера необходимы капли меньшего размера. Размер капель воды в отсутствие поверхностно-активного вещества уменьшить как правило нельзя из-за присущего воде поверхностного натяжения приблизительно 72 дин на сантиметр (72 мН*м).

[0038] В некоторых вариантах реализации способов по данному изобретению давление, достаточное для обеспечения покрытия поверхности, составляет от около 1 фунта на квадратный дюйм изб. (6895 Па) до около 100 фунтов на квадратный дюйм изб. (689500 Па), в том числе от около 10 фунтов на квадратный дюйм изб. (68950 Па), или от около 15 фунтов на квадратный дюйм изб. (103421 Па), или от около 20 фунтов на квадратный дюйм изб. (137895 Па), до около 100 фунтов на квадратный дюйм изб. (689500 Па), или до около 80 фунтов на квадратный дюйм изб. (551581 Па), или до около 60 фунтов на квадратный дюйм изб. (413685 Па), или до около 40 фунтов на квадратный дюйм изб. (275790 Па).

[0039] В некоторых вариантах реализации способов по данному изобретению поверхностное натяжение пылеподавателя измеряют путем отвода бокового потока пылеподавателя в тензометр. В некоторых вариантах реализации изобретения боковой поток имеет давление, меньшее давления, достаточного для обеспечения покрытия поверхности. Пониженное давление бокового потока может позволить выполнять измерения поверхностного натяжения при атмосферном давлении. Поверхностное натяжение представляет собой проявление межмолекулярных сил, создающее две конкурирующие силы: когезионную силу и адгезионную силу. Доступны несколько способов измерения поверхностного натяжения в стационарных условиях с помощью, например, стендового тензометра. Однако, для применений, описанных в данном документе, могут быть необходимы частые или даже непрерывные измерения. В некоторых вариантах реализации изобретения измерения поверхностного натяжения пылеподавателя выполняют: по меньшей мере раз в неделю, или по меньшей мере раз в день, или по меньшей мере раз в 12 часов, или по меньшей мере раз в 3 часа, или по меньшей мере раз в час, или по меньшей мере раз в 30 минут, или по меньшей мере раз в 15 минут, или по меньшей мере раз в пять минут, или по меньшей мере раз в четыре минуты, или по меньшей мере раз в три минуты, или по меньшей мере раз в две минуты, или по меньшей мере раз в минуту, или по меньшей мере раз в 30 секунд, или по меньшей мере раз в 10 секунд, или по меньшей мере раз в секунду, или по меньшей мере два раза в секунду, или непрерывно. Тензометр, способный выполнять частые или даже непрерывные измерения поверхностного натяжения представляет собой, например, тензометр максимального давления пузырьков. Варианты реализации тензометров максимального давления пузырьков включают тензометр Clean Line ST, который можно приобрести в компании Sita Process Solutions, Дрезден, Германия, и оперативный поверхностный тензометр Sensadyne IP6000, который можно приобрести в компании Divtech Equipment, Цинциннати, Огайо, США.

[0040] В некоторых вариантах реализации изобретения боковой поток пылеподавателя отводят с помощью трубного тройника, оборудованного автоматизированным клапаном, функционально соединенным с контроллером. В некоторых вариантах реализации способов по данному изобретению боковой поток пылеподавателя имеет давление от около 0 фунтов на квадратный дюйм изб. (0 Па) до около 80 фунтов на квадратный дюйм изб. (551581 Па), в том числе от около 1 фунта на квадратный дюйм изб. (6895 Па), или от около 2 фунтов на квадратный дюйм изб. (13790 Па), до около 40 фунтов на квадратный дюйм изб. (275790 Па), или до около 20 фунтов на квадратный дюйм изб. (137895 Па), или до около 10 фунтов на квадратный дюйм изб. (68950 Па). В некоторых вариантах реализации изобретения боковой поток пылеподавателя имеет давление около 0 фунтов на квадратный дюйм изб. (0 Па). В некоторых вариантах реализации изобретения течение в боковом потоке пылеподавателя останавливают, и поверхностное натяжение бокового потока измеряют с помощью тензометра после

остановки течения в боковом потоке.

[0041] В некоторых вариантах реализации способов по данному изобретению боковой поток пылеподавателя не отводят. В некоторых вариантах реализации изобретения основной поток пылеподавателя контактирует с тензометром, и поверхностное натяжение пылеподавателя измеряют перед распылением пылеподавателя. В таких вариантах реализации изобретения поток пылеподавателя временно останавливают, чтобы получить возможность измерения поверхностного натяжения пылеподавателя. Когда поток пылеподавателя временно остановлен, тензометр может измерить поверхностное натяжение пылеподавателя. В некоторых вариантах реализации способов по данному изобретению основной поток пылеподавателя, когда поток временно остановлен, имеет давление от около 0 фунтов на квадратный дюйм изб. (0 Па) до около 80 фунтов на квадратный дюйм изб. (551581 Па), в том числе от около 1 фунта на квадратный дюйм изб. (6895 Па), или от около 2 фунтов на квадратный дюйм изб. (13790 Па), до около 40 фунтов на квадратный дюйм изб. (275790 Па), или до около 20 фунтов на квадратный дюйм изб. (137895 Па), или до около 10 фунтов на квадратный дюйм изб. (68950 Па). В некоторых вариантах реализации изобретения основной поток пылеподавателя, когда поток временно остановлен, имеет давление около 0 фунтов на квадратный дюйм изб. (0 Па).

[0042] В некоторых вариантах реализации изобретения пылеподаватель распыляют через по меньшей мере одну распылительную форсунку, которая подает аэрозоль на поверхность. В некоторых вариантах реализации изобретения аэрозоль имеет размер капель от около 1 мкм до около 100 мкм, в том числе от около 5 мкм, или от около 10 мкм, до около 50 мкм, или до около 30 мкм. В некоторых вариантах реализации изобретения пылеподаватель распыляют под углом распыления от около 45 градусов до около 170 градусов, в том числе от около 60 градусов, или от около 80 градусов, до около 150 градусов, или до около 120 градусов. Термин «угол распыления» используется для описания угла, с которым конкретное распылительное устройство (например, распылительная форсунка) обеспечивает покрытие (то есть, угловой «ширины» распыления). Примеры угла распыления показаны как θ на ФИГ. 1-4. Пылеподаватель можно распылять по любой схеме распыления, и в некоторых вариантах реализации изобретения пылеподаватель распыляют по такой схеме распыления, что пылеподаватель обеспечивает покрытие поверхности с минимальным механическим вмешательством (например, без необходимости перемещения распылительных устройств).

[0043] Способы включают этап измерения поверхностного натяжения пылеподавателя с помощью тензометра. В некоторых вариантах реализации изобретения поверхностное натяжение пылеподавателя измеряют с помощью тензометра, выбранного из группы, состоящей из тензометра капиллярного подъема, сталагмометрического (то есть, измеряющего объем капли) тензометра, пластиночного тензометра Вилхелми, кольцевого тензометра Вилхелми, тензометра, анализирующего форму свисающей капли жидкости, тензометра, анализирующего форму пузырька газа, тензометра, анализирующего форму пульсирующей струи жидкости, и тензометра максимального давления пузырьков. В некоторых вариантах реализации способов по данному изобретению используют тензометр максимального давления пузырьков, описанный в данном документе. Тензометр максимального давления пузырьков соотносит измеренное максимальное давление пузырьков жидкости (для способов, описанных в данном документе, пылеподавателя) с поверхностным натяжением жидкости. В контексте данного документа соотношение измеренного максимального давления

пузырьков жидкости с поверхностным натяжением жидкости представляет собой форму измерения поверхностного натяжения.

[0044] В качестве примера, тензометр максимального давления пузырьков измеряет поверхностное натяжение жидкости, погружая тонкий капилляр в жидкость, что заставляет жидкость подниматься по капилляру. Давление на мениске (то есть, поверхности раздела жидкости и газа внутри капилляра) равно нулю. Внешний источник газа (например, воздуха; показанный на фигурах в виде потока 33a с клапаном 33b) постепенно повышает давление, таким образом толкая мениск вниз, и в итоге образуя пузырек на конце капилляра. По мере повышения давления пузырек расширяется и образует полусферу, когда давление внутри пузырька достигает своего максимального значения для данной жидкости. Когда пузырек становится больше полусферы равновесное давление внутри понижается и делает пузырек нестабильным, таким образом заставляя пузырек перемещаться. Поверхностное натяжение жидкости соотносится с измеренным максимальным давлением.

[0045] Для того, чтобы устранить влияние неточностей, которые могут быть вызваны, например, пеной и/или взвешенными частицами, можно использовать сравнительный тензометр максимального давления пузырьков, выполняющий два измерения максимального давления, как описано в данном документе, с помощью двух капилляров с разными отверстиями. Для соотнесения с поверхностным натяжением жидкости используют разницу давлений между двумя пузырьками. Пример сравнительного тензометра максимального давления пузырьков представляет собой оперативный поверхностный тензометр Sensadyne IP6000, обсуждаемый в данном документе.

[0046] Измеренное поверхностное натяжение пылеподавателя передают в контроллер. Передача может быть выполнена любым подходящим способом, в том числе с помощью проводного электронного сигнала, беспроводного электронного сигнала, ручного ввода результатов измерений поверхностного натяжения, и любых известных способов передачи информации. В некоторых вариантах реализации изобретения тензометр соединен с контроллером, таким образом, тензометр способен автоматически передавать результаты измерений поверхностного натяжения в контроллер (то есть, без участия человека).

[0047] В вариантах реализации способов по данному изобретению образование потока водной дисперсии, и следовательно пылеподавателя, регулируют согласно результатам измерений поверхностного натяжения, передаваемым в контроллер. Термин «регулируют» означает управление образованием водной дисперсии, и следовательно пылеподавателя с помощью любой одной или большего количества из нескольких схем управления. Например, регулируя подачу поверхностно-активной композиции в жидкость на водной основе, можно стремиться достигнуть по меньшей мере одного из: заданного значения поверхностного натяжения, диапазона регулирования поверхностного натяжения, и алгоритма управления, который, например, вычисляет переменное заданное значение в зависимости от одного или большего количества других условий, присутствующих при выполнении способа. В некоторых вариантах реализации изобретения этапы отвода, измерения, передачи и регулирования повторяются, таким образом позволяя выполнять управление с обратной связью.

[0048] Для регулирования образования водной дисперсии, и следовательно пылеподавателя, можно регулировать любую одну или большее количество из нескольких переменных. Например, в некоторых вариантах реализации изобретения регулирование образования потока водной дисперсии выполняют путем по меньшей мере одного из: увеличения количества поверхностно-активного вещества, подаваемого

в жидкость на водной основе; уменьшения количества поверхностно-активного вещества, подаваемого в жидкость на водной основе; увеличения количества жидкости на водной основе, в которую подают поверхностно-активное вещество; уменьшения количества жидкости на водной основе, в которую подают поверхностно-активное
 5 вещество; выбора альтернативного поверхностно-активного вещества; регулирования перемешивания водной дисперсии; регулирования физических параметров способа; и комбинаций этого.

[0049] Некоторые варианты реализации способов по данному изобретению направлены на управление поверхностным натяжением пылеподавателя в диапазоне
 10 значений поверхностного натяжения. В некоторых вариантах реализации изобретения пылеподаватель имеет измеренное поверхностное натяжение от около 20 дин на сантиметр (20 мН/м) до около 45 дин на сантиметр (45 мН/м). Измеренное поверхностное натяжение пылеподавателя может составлять от около 20 дин на сантиметр (20 мН/м), или от около 25 дин на сантиметр (25 мН/м), или от около 30 дин на сантиметр (30 мН/
 15 м), до около 45 дин на сантиметр (45 мН/м), или до около 40 дин на сантиметр (40 мН/м), или до около 35 дин на сантиметр (35 мН/м). В некоторых вариантах реализации изобретения пылеподаватель имеет измеренное поверхностное натяжение от около 30 дин на сантиметр (30 мН/м) до около 35 дин на сантиметр (35 мН/м).

[0050] Для выполнения способов предлагаются системы управления поверхностным
 20 натяжением пылеподавателя. Система может дополнительно распылять пылеподаватель на поверхность. ФИГ. 1 представляет собой схематическое изображение варианта реализации системы, которая может быть использована для выполнения способов по данному изобретению. ФИГ. 3 представляет собой схематическое изображение
 25 альтернативного варианта реализации системы, которая может быть использована для выполнения способов по данному изобретению. Как показано на ФИГ. 1 и 3, система 10 содержит подающее устройство 12, которое в некоторых вариантах реализации изобретения содержит дозирующее устройство 13a и клапан 13b, выполненный с
 30 возможностью подачи потока 14 поверхностно-активного вещества в поток 16 жидкости на водной основе (на ФИГ. 3 в поток 16 жидкости на водной основе через смеситель 20) для образования потока 18 водной дисперсии. Смеситель 20 имеет впуск 22, принимающий поток 18 водной дисперсии, и выпуск 24, выпускающий поток 26
 35 пылеподавателя. Тройник 28 выполнен с возможностью приема и разделения потока 26 пылеподавателя так, что основной поток 26a пылеподавателя распыляется на поверхность, а боковой поток 26b имеет гидравлическое сообщение с клапаном 30, так что боковой поток 26b присутствует, когда клапан 30 находится в открытом положении. Тензометр 32 выполнен с возможностью получения и измерения поверхностного
 40 натяжения бокового потока 26b. Через клапан 33b в тензометр 32 поступает поток 33a воздуха, который тензометр 32 использует для измерения поверхностного натяжения пылеподавателя в боковом потоке 26b. Контроллер 34 соединен с подающим
 45 устройством 12, таким образом осуществляя управление поверхностным натяжением пылеподавателя.

[0051] ФИГ. 2 представляет собой схематическое изображение альтернативного
 45 варианта реализации системы, которая может быть использована для выполнения способов по данному изобретению. ФИГ. 4 представляет собой схематическое изображение альтернативного варианта реализации системы, которая может быть использована для выполнения способов по данному изобретению. На ФИГ. 2 и 4 система 110 содержит подающее устройство 12, которое в некоторых вариантах реализации изобретения содержит дозирующее устройство 13a и клапан 13b,

выполненный с возможностью подачи потока 14 поверхностно-активного вещества в поток 16 жидкости на водной основе (на ФИГ. 4 в поток 16 жидкости на водной основе через смеситель 20) для образования потока 18 водной дисперсии. Смеситель 20 имеет впуск 22, принимающий поток 18 водной дисперсии, и выпуск 24, выпускающий поток 26 пылеподавателя. Тензометр 32 выполнен с возможностью получения и измерения поверхностного натяжения потока 26 пылеподавателя. Через клапан 33b в тензометр 32 поступает поток 33a воздуха, который тензометр 32 использует для измерения поверхностного натяжения пылеподавателя в потоке 26 пылеподавателя. Контроллер 34 соединен с подающим устройством 12, таким образом осуществляя управление

поверхностным натяжением пылеподавателя.

[0052] Системы по данному изобретению могут дополнительно содержать по меньшей мере одну распылительную форсунку 40 (см., например, ФИГ. 1-4), принимающую и распыляющую поток 26 пылеподавателя или основной поток 26a пылеподавателя на поверхность. В некоторых вариантах реализации системы по данному изобретению, эта по меньшей мере одна распылительная форсунка способна распылять пылеподаватель под углом распыления от около 80 градусов до около 170 градусов. В некоторых вариантах реализации системы по данному изобретению распылительная форсунка способна подавать аэрозоль на поверхность. В некоторых вариантах реализации системы по данному изобретению распылительная форсунка способна подавать аэрозоль, содержащий капли, имеющие средний размер капли, описанный в данном документе.

[0053] В вариантах реализации систем по данному изобретению подающее устройство выполнено с возможностью подачи потока поверхностно-активного вещества в поток жидкости на водной основе для образования потока водной дисперсии. Подающее устройство, описанное в данном документе, представляет собой устройство, выполненное с возможностью подачи потока поверхностно-активного вещества в поток жидкости на водной основе. В некоторых вариантах реализации изобретения подающее устройство представляет собой насос, способный подавать поток поверхностно-активного вещества в поток жидкости на водной основе. В некоторых вариантах реализации изобретения насос выполнен с возможностью подачи потока поверхностно-активной композиции в поток жидкости на водной основе перед перемешиванием так, что отношение объемов воды и поверхностно-активного вещества составляет от около 5:1 до около 10000:1.

[0054] В вариантах реализации систем по данному изобретению смеситель имеет впуск, принимающий поток водной дисперсии и выпуск, выпускающий поток пылеподавателя. В некоторых вариантах реализации изобретения смеситель представляет собой встроенный смеситель, описанный в данном документе. В некоторых вариантах реализации систем по данному изобретению смеситель выполнен с возможностью производства пылеподавателя, представляющего собой однородную водную дисперсию.

[0055] В вариантах реализации систем по данному изобретению тензометр, описанный в данном документе, выполнен с возможностью измерения поверхностного натяжения пылеподавателя в потоке пылеподавателя. Тензометр может быть выполнен с возможностью измерения поверхностного натяжения пылеподавателя в потоке пылеподавателя через основной поток пылеподавателя, или через боковой поток пылеподавателя. Боковой поток пылеподавателя позволяет выполнять измерения поверхностного натяжения при атмосферном давлении и без текущего потока. В альтернативном варианте тензометр может быть выполнен с возможностью измерения

поверхностного натяжения в «основном потоке» пылеподавателя (например, в потоке 26 пылеподавателя по ФИГ. 2 и 4). Для такой конфигурации при использовании тензометра максимального давления пузырьков необходимо обеспечить, чтобы течение потока пылеподавателя не мешало перемещению пузырька в тензомере, поскольку
 5 такие помехи будут причиной неточного измерения. В некоторых вариантах реализации изобретения способ выполняют так, чтобы поток пылеподавателя не мешал измерению поверхностного натяжения.

[0056] В вариантах реализации систем по данному изобретению контроллер соединен с тензомером и выполнен с возможностью приема и анализа результатов измерений
 10 поверхностного натяжения. Контроллер также соединен с подающим устройством, и таким образом осуществляет управление поверхностным натяжением пылеподавателя. Что касается данного изобретения, если не указано иное, «контроллер» означает одно или большее количество электронных устройств, имеющих такие компоненты как: процессор, запоминающее устройство, цифровой носитель данных, электронно-лучевая
 15 трубка, жидкокристаллический дисплей, плазменный дисплей, сенсорный экран или другой монитор, и/или другие компоненты. Контроллеры содержат, например, интерактивный интерфейс, направляющий пользователя, предоставляющий пользователю подсказки, или предоставляющий пользователю информацию по любой части способа по данному изобретению. Такая информация может содержать, например:
 20 построение эталонных моделей, получение данных по одному или более параметрам, расположение точек измерения, управление полученными наборами данных и т.п.

[0057] Как правило, контроллер выполнен с возможностью встраивания и/или соединения с одной или большим количеством прикладных интегральных схем, программ, исполняемых компьютером инструкций или алгоритмов, одним или большим
 25 количеством проводных устройств, беспроводных устройств, и/или одним или большим количеством механических устройств, таких как устройства подачи жидкости, гидравлические стрелы, сервомеханизмы или другие устройства. Кроме того, контроллер выполнен с возможностью встраивания контуров обратной связи, контуров прямой связи или прогнозных контуров, получаемых, среди прочего, из параметров, измеряемых
 30 путем выполнения способов по данному изобретению. Некоторые или все из системных функций контроллера могут быть сосредоточены в центральной точке, такой как сетевой сервер, с возможностью передачи по: локальной сети, глобальной сети, беспроводной сети, внешней сети, Интернету, радиорелейной линии, инфракрасному каналу связи и тому подобное, и любой комбинации таких каналов связи или других
 35 подходящих каналов связи. Кроме того, могут быть включены другие компоненты, такие как формирователь сигналов или системный монитор, способствующие передаче сигналов и выполнению алгоритмов обработки сигналов.

[0058] В качестве примера, контроллер выполнен с возможностью осуществления способа по данному изобретению в полуавтоматическом или полностью автоматическом
 40 режиме. В другом варианте реализации изобретения контроллер выполнен с возможностью осуществления способа в ручном или наполовину ручном режиме.

[0059] Передача данных по любому из измеряемых параметров или сигналов пользователю, химическим насосам, системам сигнализации или другим компонентам системы выполняется с помощью любого подходящего устройства, такого как
 45 проводная или беспроводная сеть, кабель, цифровая абонентская линия, Интернет и т.п. Могут быть использованы любые подходящие стандарты интерфейса, такие как: интерфейс локальной сети Ethernet, беспроводный интерфейс (например, IEEE 802.11a/b/g/n, 802.16, Bluetooth, оптический, инфракрасный, другой радиочастотный, любой

другой подходящий способ беспроводной передачи данных и любая комбинация предыдущих), универсальная последовательная шина, сеть телефонной связи и тому подобное, и комбинации таких интерфейсов/соединений. В контексте данного документа термин «сеть» охватывает все из этих способов передачи данных. Любые из

5 компонентов, устройств, датчиков и т.п., описанных в данном документе, могут быть соединены друг с другом и/или с контроллером с помощью описанного выше, или другого подходящего интерфейса или соединения. В варианте реализации изобретения информация (коллективно относящаяся ко всем входным или выходным сигналам, генерируемым способом по данному изобретению) принимается от системы и

10 архивируется. В другом варианте реализации изобретения такая информация обрабатывается согласно расписанию или плану. В дополнительном варианте реализации изобретения такая информация обрабатывается в режиме реального времени. Такой прием в режиме реального времени может также включать, например, «потокковую передачу данных» через компьютерную сеть.

15 [0060] Хотя система может быть способна распылять поток пылеподавателя на поверхность любыми возможными средствами, некоторые системы дополнительно содержат по меньшей мере одну распылительную форсунку, принимающую и распыляющую поток пылеподавателя на поверхность. Используемые распылительные форсунки могут быть одного или нескольких типов, в том числе, например: с полым

20 конусом распыла, со сплошным конусом распыла, плоскоструйными, тонкими гидравлическими, и/или пневматического распыления.

[0061] Распылительные форсунки с полым конусом распыла обеспечивают конусообразное распыление и как правило создают капли мелкого или среднего размера. Для сравнения, выпускные отверстия распылительных форсунок с полым конусом

25 распыла как правило имеют несколько больший диаметр чем другие распылительные форсунки и менее подвержены закупориванию. Распылительные форсунки с полым конусом распыла широко используют для устранения взвешенной в воздухе пыли.

[0062] Распылительные форсунки со сплошным конусом распыла также имеют коническую форму, но «внутренняя часть» конуса по существу заполнена аэрозолем.

30 Распылительные форсунки со сплошным конусом распыла как правило создают капли среднего или крупного размера. Распылительные форсунки со сплошным конусом распыла можно использовать для достижения равномерного смачивания, например, поверхности. Распылительные форсунки со сплошным конусом распыла в первую очередь используют для предотвращения образования пыли, но не для устранения

35 взвешенной в воздухе пыли.

[0063] Плоскоструйные распылительные форсунки как правило создают капли мелкого или среднего размера и доступны для широкого диапазона скоростей потока и углов распыления. Плоскоструйные распылительные форсунки как правило

40 используют для создания аэрозольных «завес», охватывающих пыль в конкретной точке. Плоскоструйные распылительные форсунки как правило используют для предотвращения образования пыли, но не для устранения взвешенной в воздухе пыли.

[0064] Гидравлические форсунки тонкого распыления создают конфигурацию в виде полого конуса очень мелких капель по сравнению с другими распылительными форсунками. Гидравлические форсунки тонкого распыления можно использовать для

45 устранения взвешенной в воздухе пыли. Гидравлические форсунки тонкого распыления имеют сравнительно мелкие отверстия и подвержены закупориванию.

[0065] Распылительные форсунки пневматического распыления доступны в нескольких конфигурациях распыления (например, с полым конусом распыла, со

сплошным конусом распыла, плоскоструйные и т.п.) и создают очень мелкие капли по сравнению с другими негидравлическими форсунками тонкого распыления.

Распылительные форсунки пневматического распыления можно использовать для устранения взвешенной в воздухе пыли. Распылительные форсунки пневматического распыления как правило содержат чрезмерно мелкие отверстия и используют сжатый воздух для проталкивания жидкости через указанные отверстия. Как правило, форсунки пневматического распыления требуют большего обслуживания чем распылительные форсунки других типов.

[0066] Предыдущее описание можно лучше понять со ссылкой на следующий пример, который представлен с целью иллюстрации и не предназначен для ограничения объема изобретения.

ПРИМЕР

[0067] В этом примере были использованы два поверхностно-активных вещества. Одно поверхностно-активное вещество было на основе неионного этоксилированного нонилфенола (бесцветная жидкость, pH 4,1, вязкость 135 сПз (135 мПа*с) при 23°C, и удельный вес 1,01), а другое представляло собой смесь нескольких неионных и анионных поверхностно-активных веществ, содержащую: линейную додецилбензолсульфоновую кислоту, лауретсульфат натрия, этиоксилированный спирт, α -олефинсульфонат и воду (желтая жидкость без запаха, pH 7,8, вязкость 1400 сПз (1,4 Па*с) при 24°C, и удельный вес 1,03). Эти два поверхностно-активных вещества смешивали с водой, каждое в химических стаканах (статическое перемешивание), и каждое с помощью статического встроенного смесителя модели Koflo 3/8-40C-4-12-2, и в различных концентрациях. Смешивание в химических стаканах выполняли путем добавления известной массы каждой поверхностно-активной композиции к известному количеству воды, и концентрации были предварительно определены. При использовании встроенного смесителя различные количества поверхностно-активного вещества вводили непосредственно выше по потоку от входа встроенного смесителя. Скорость потока воды поддерживали на уровне 1 галлона (3,875 л) в минуту. Каждую поверхностно-активную композицию добавляли отдельно в поток воды (например, поток жидкости на водной основе) с массовыми концентрациями в диапазоне от 0,01 до 0,051%. Для примеров со встроенным смесителем несколько раз брали пробы пылеподавателя в каждой концентрации, чтобы убедиться в достижении однородности.

[0068] Для измерения поверхностного натяжения каждого из полученных пылеподавателей использовали пластиночный тензометр Вилхелми. Пробы пылеподавателей, полученных с помощью встроенного смесителя, брали на выпуске встроенного смесителя. В Таблице I показаны данные поверхностного натяжения при различных концентрациях поверхностно-активных веществ. Поверхностное натяжение воды составляет около 72 дин/см (72 мН/м). С добавлением поверхностно-активного вещества поверхностное натяжение уменьшается, пока не достигнет плато, общеизвестного как критическая концентрация мицеллообразования («ККМ»), когда поверхностное натяжение остается практически постоянным при дальнейшем добавлении поверхностно-активного вещества. Как видно по данным, встроенный смеситель приводил к достижению ККМ даже при концентрации поверхностно-активного вещества 0,01%, что гарантирует достижение однородного перемешивания.

Таблица I:

Статическое перемешивание			
Массовый процент поверхностно-активной композиции на основе этоксилированного нонилфенола в пылеподавателе	Поверхностное натяжение, дин/см (мН/м)	Массовый процент смеси поверхностно-активной композиции в пылеподавателе	Поверхностное натяжение, дин/см (мН/м)

5	теле			
	0	70,4	0	70,4
	0,010	32,1	0,007	41,2
	0,016	31,2	0,017	34,4
	0,022	29,7	0,022	33,4
	0,028	28,2	0,027	33,4
	0,043	29,7	0,034	33,7
Встроенный смеситель				
10	Массовый процент поверхностно-активной композиции на основе этоксилированного нонилфенола в пылеподавителе	Поверхностное натяжение, дин/см (мН/м)	Массовый процент смеси поверхностно-активной композиции в пылеподавителе	Поверхностное натяжение, дин/см (мН/м)
	0	72,4	0	72,4
	0,010	39,3	0,010	28,8
	0,021	32,3	0,021	29,3
	0,036	30,3	0,036	29,7
	0,051	30,3	0,051	26,7

15 [0069] Любые диапазоны, указанные либо в абсолютных величинах, либо в
приблизительных величинах предназначены для охвата и того, и другого, и любые
определения, использованные в данном документе, предназначены для пояснения, а
не для ограничения. Хотя числовые диапазоны и параметры, определяющие широкий
объем изобретения, представляют собой приблизительные значения, числовые значения,
20 указанные в конкретных примерах, представлены с наибольшей возможной точностью.
Однако любое числовое значение по своей природе содержит определенные ошибки,
неизбежно возникающие в результате стандартных отклонений, присутствующих в их
соответствующих результатах опытных измерений. Кроме того, следует понимать, что
все диапазоны, описанные в данном документе, включают в себе любые и все
25 поддиапазоны (в том числе все дробные и целые значения), относящиеся к ним.

[0070] Все ссылки, в том числе публикации, заявки на патенты, и патенты, цитируемые
в данном документе, включены в данный документ посредством ссылки в той же мере,
как если бы было указано, что каждая ссылка отдельно и специально включена в данный
документ посредством ссылки и изложена в данном документе в полном объеме.

30 [0071] В данном документе описаны предпочтительные варианты реализации данного
изобретения, в том числе наилучшие известные изобретателям способы реализации
данного изобретения. Вариации таких предпочтительных вариантов реализации
изобретения могут стать очевидными специалистам в данной области техники после
прочтения предыдущего описания. Изобретатели ожидают, что специалисты в данной
35 области техники будут применять такие вариации соответствующим образом, а также
предполагают, что данное изобретение будет реализовано другим способом, чем
конкретно описано в данном документе. Соответственно данное изобретение включает
в себя все модификации и эквиваленты объекта изобретения, указанного в формуле
изобретения, приложенной к данному документу, как разрешено применимым
40 законодательством. Кроме того, любые комбинации описанных выше элементов в
любых возможных их вариациях охвачены данным изобретением, если только иное не
указано в данном документе или не противоречит явным образом его контексту.

(57) Формула изобретения

45 1. Способ борьбы с пылью, включающий следующие этапы:
получают поток жидкости на водной основе, содержащий одну или несколько из
следующих типов воды: водопроводную воду, воду из скважины, воду из пруда, речную
воду, сточную воду, оборотную воду из промышленного процесса,

получают поток водной дисперсии путем подачи поверхностно-активной композиции в указанный поток жидкости на водной основе;

перемешивают поток водной дисперсии, получая пылеподаватель;

измеряют поверхностное натяжение пылеподавателя с помощью тензометра;

5 передают результаты измерений поверхностного натяжения в контроллер;

регулируют образование потока водной дисперсии согласно результатам измерений поверхностного натяжения, переданным в контроллер; и

10 распыляют аэрозоль пылеподавателя на поверхность добываемого продукта, при этом распыленный аэрозоль имеет средний размер капель от около 0,1 мкм до около 100 мкм.

2. Способ по п. 1, дополнительно включающий этапы повторения измерения, передачи и регулирования так, чтобы пылеподаватель имел измеренное поверхностное натяжение от около 20 дин на сантиметр (20 мН/м) до около 45 дин на сантиметр (45 мН/м).

15 3. Способ по любому из пп. 1, 2, отличающийся тем, что основной поток пылеподавателя контактирует с тензометром.

4. Способ по п. 3, отличающийся тем, что основной поток пылеподавателя останавливают и измерение поверхностного натяжения пылеподавателя выполняют тензометром, когда основной поток пылеподавателя остановлен.

20 5. Способ по любому из пп. 1-4, отличающийся тем, что поверхностное натяжение пылеподавателя измеряют, отводя боковой поток пылеподавателя в тензометр на определенный период времени с последующей остановкой течения бокового потока и измерением поверхностного натяжения с помощью тензометра после остановки течения бокового потока.

25 6. Способ по п. 5, отличающийся тем, что боковой поток имеет давление, которое является атмосферным давлением.

7. Способ борьбы с пылью, включающий следующие этапы:

получают поток водной дисперсии путем подачи поверхностно-активной композиции в поток жидкости на водной основе с помощью подающего устройства, при этом поток жидкости на водной основе содержит одну или несколько из следующих типов воды:

30 водопроводную воду, воду из скважины, воду из пруда, речную воду, сточную воду, оборотную воду из промышленного процесса;

перемешивают поток водной дисперсии с помощью встроенного смесителя, получая пылеподаватель;

35 распыляют аэрозоль пылеподавателя на поверхность добываемого продукта;

отводят боковой поток пылеподавателя так, что боковой поток находится при атмосферном давлении;

измеряют поверхностное натяжение бокового потока с помощью тензометра, соединенного с контроллером, который в свою очередь соединен с подающим устройством;

40 передают результаты измерений поверхностного натяжения в контроллер;

регулируют образование водной дисперсии согласно результатам измерений поверхностного натяжения, переданным в контроллер, с помощью сигнала, передаваемого из контроллера в подающее устройство; и

45 повторяют отвод, измерение, передачу и регулирование так, чтобы пылеподаватель имел измеренное поверхностное натяжение от около 20 дин на сантиметр (20 мН/м) до около 45 дин на сантиметр (45 мН/м).

8. Способ по любому из пп. 1-7, отличающийся тем, что пылеподаватель имеет поверхностное натяжение от около 25 дин на сантиметр (25 мН/м) до около 40 дин на

сантиметр (40 мН/м).

9. Способ по любому из пп. 1-8, отличающийся тем, что пылеподавитель имеет поверхностное натяжение от около 30 дин на сантиметр (30 мН/м) до около 35 дин на сантиметр (35 мН/м).

5 10. Способ по любому из пп. 1-9, отличающийся тем, что добываемый продукт содержит частицы твердого вещества, содержащего по меньшей мере одно из следующего: минерал, уголь, руда, грязь, глина, известняк, соль, пустая порода и продукты их обработки.

10 11. Способ по любому из пп. 1-10, отличающийся тем, что перемешивание выполняют с помощью по меньшей мере одного из следующего: смесительного бака; встроенного смесителя; турбулентного потока, создаваемого внутри трубопровода, несущего водную дисперсию; и их комбинаций.

12. Способ по любому из пп. 1-11, отличающийся тем, что аэрозоль распыляют при давлении от около 10 фунтов на квадратный дюйм изб. (68948 Па) до около 100 фунтов
15 на квадратный дюйм изб. (689480 Па).

13. Способ по любому из пп. 1-12, отличающийся тем, что поверхностно-активное вещество выбрано из группы, состоящей из: анионного поверхностно-активного вещества, катионного поверхностно-активного вещества, неионного поверхностно-активного вещества, цвиттерионного поверхностно-активного вещества и их
20 комбинаций.

14. Способ по любому из пп. 1-12, отличающийся тем, что поверхностно-активная композиция содержит поверхностно-активное вещество, выбранное из группы, состоящей из: сульфоната, алкиларилсульфоната, сульфоната парафина, сульфата спирта, эфирсульфата спирта, алкилкарбоксилата, алкилэфиркарбоксилата,
25 алкилфосфатэфира, этоксилированного алкилфосфатэфира, моносulfосукцината, диалкилсульфосукцината, сульфосукцината, их производных и их комбинаций.

15. Способ по любому из пп. 1-12, отличающийся тем, что поверхностно-активная композиция содержит поверхностно-активное вещество, выбранное из группы, состоящей из: аклилтриметиловой соли четвертичного аммония,
30 алкилдиметилбензиловой соли четвертичного аммония, диалкилдиметиловой соли четвертичного аммония, соли имидазола, их производных и их комбинаций.

16. Способ по любому из пп. 1-12, отличающийся тем, что поверхностно-активная композиция содержит поверхностно-активное вещество, выбранное из группы, состоящей из: алкоксилата спирта, алкилфенолалкоксилата, блоксополимера оксида
35 этилена, блоксополимера оксида пропилен, блоксополимера оксида бутилена, алкилдиметиламинооксида, алкил-бис-(2-гидроксиэтил)-аминоксида, алкиламидопропилдиметиламинооксида, алкиламидопропил-бис-(2-гидроксиэтил)-аминоксида, алкилполиглюкозида, полиалкоксилированного глицерида, сложного эфира сорбитана, полиалкоксилированного сложного эфира сорбитана, сложного
40 эфира алкилполиэтиленгликоля, диэфира алкилполиэтиленгликоля, бетаина, сультана, их производных и их комбинаций.

17. Способ по любому из пп. 1-12, отличающийся тем, что поверхностно-активная композиция содержит поверхностно-активное вещество, выбранное из группы, состоящей из: алкиламфоацетата, алкиламфодиацетата, алкиламфопропионата,
45 алкиламфодипропионата, алкилиминодипропионата, их производных и их комбинаций.

18. Способ по любому из пп. 1-17, отличающийся тем, что поверхностно-активная композиция содержит по меньшей мере одно из C₁₄₋₁₆-альфа-олефинсульфоната и додецилбензолсульфоната натрия.

19. Способ по любому из пп. 1-18, отличающийся тем, что регулирование образования потока водной дисперсии выполняют путем по меньшей мере одного из следующего: увеличения количества поверхностно-активного вещества, подаваемого в жидкость на водной основе; уменьшения количества поверхностно-активного вещества, подаваемого в жидкость на водной основе; увеличения количества жидкости на водной основе, в которую подают поверхностно-активное вещество; уменьшения количества жидкости на водной основе, в которую подают поверхностно-активное вещество; выбора альтернативного поверхностно-активного вещества; регулирования перемешивания водной дисперсии; регулирования физических параметров способа и комбинаций этого.

20. Способ по любому из пп. 1-19, отличающийся тем, что пылеподаватель распыляют через по меньшей мере одну распылительную форсунку.

21. Способ по п. 20, отличающийся тем, что аэрозоль имеет размер капель от около 1 мкм до около 100 мкм.

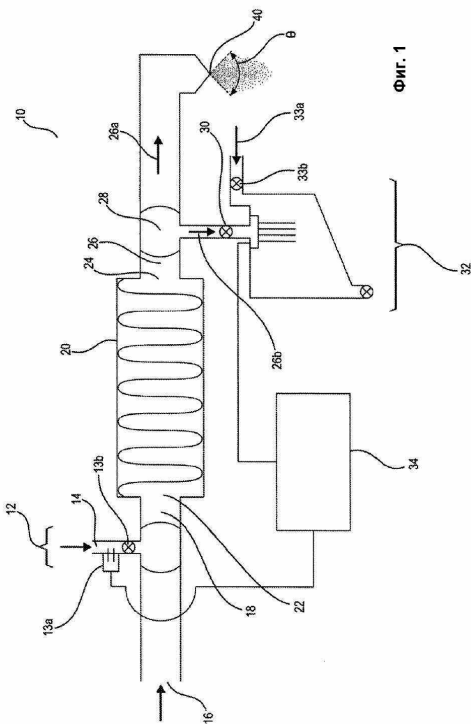
22. Способ по п. 20, отличающийся тем, что аэрозоль имеет размер капель от около 10 мкм до около 100 мкм.

23. Способ по любому из пп. 1-22, отличающийся тем, что пылеподаватель распыляют через по меньшей мере одну распылительную форсунку под углом распыления от около 45 градусов до около 170 градусов.

24. Применение тензометра при регулировании образования потока водной дисперсии согласно результатам измерений поверхностного натяжения пылеподавателя, где поток водной дисперсии содержит одну или несколько из следующих типов воды: водопроводную воду, воду из скважины, воду из пруда, речную воду, сточную воду, оборотную воду из промышленного процесса.

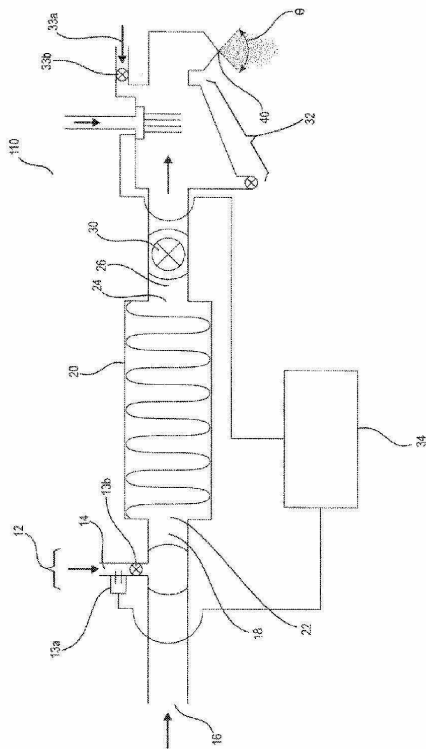
1

1/4



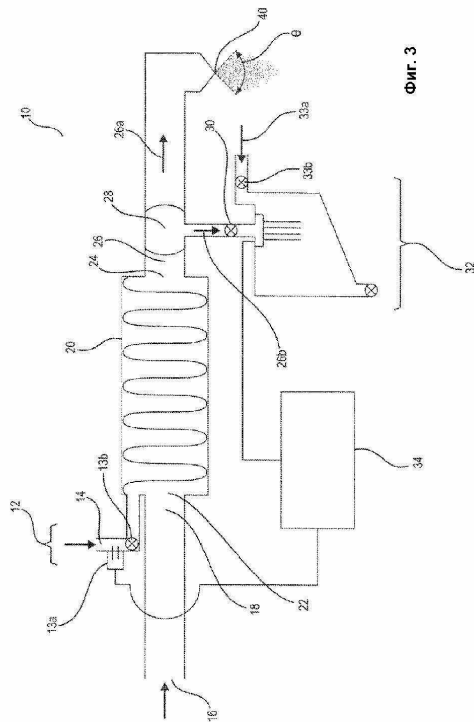
2

2/4



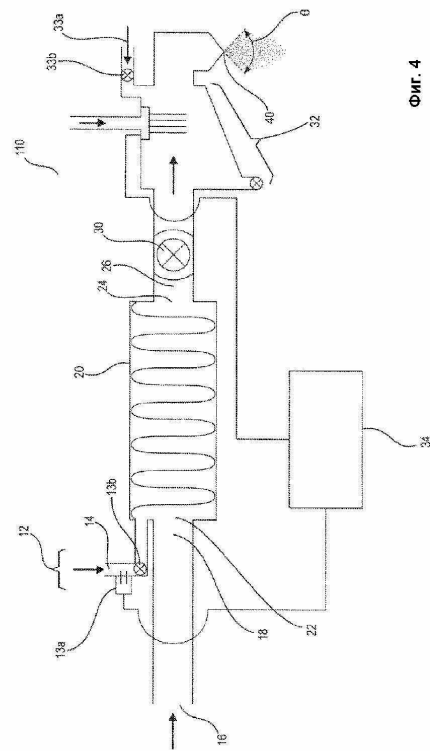
Фиг. 2

3/4



Фиг. 3

4/4



Фиг. 4