

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **202291821** (13) **A1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2022.10.19

(22) Дата подачи заявки
2021.02.15

(51) Int. Cl. **F01N 3/021** (2006.01)
F01N 3/035 (2006.01)
B01D 46/24 (2006.01)
B01D 53/94 (2006.01)
B01D 53/92 (2006.01)

(54) СПОСОБ НАНЕСЕНИЯ СУХОГО ПОКРЫТИЯ ДЛЯ САЖЕВОГО ФИЛЬТРА

(31) **2002483.2**

(32) **2020.02.21**

(33) **GB**

(86) **PCT/GB2021/050361**

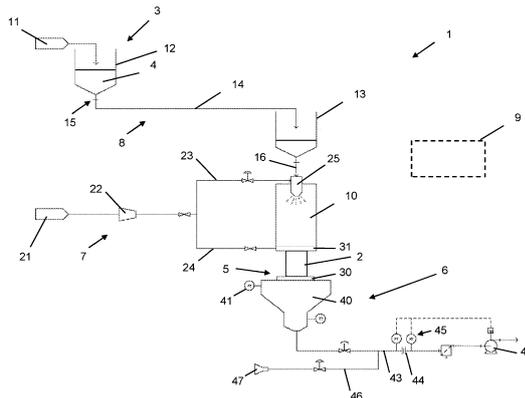
(87) **WO 2021/165658 2021.08.26**

(71) Заявитель:
**ДЖОНСОН МЭГТЕЙ ПАБЛИК
ЛИМИТЕД КОМПАНИ (GB)**

(72) Изобретатель:
**Хотчкисс Томас, Марвелл Дэвид,
Тёрнер Джон, Уолтон Марк (GB)**

(74) Представитель:
Нагорных И.М. (RU)

(57) Описаны способ и устройство (1) для обработки фильтра (2) для фильтрования твердых частиц из выхлопного газа и обработанный фильтр (2). Предложен резервуар (3), содержащий сухой порошок (4). Вакуумный генератор (6) создает первичный поток газа через пористую структуру фильтра (2) путем понижения давления на стороне выпуска фильтра (2). Распылительное устройство (7) принимает сухой порошок (4) от транспортирующего устройства (8) и распыляет сухой порошок (4) по направлению к стороне впуска фильтра (2). Контроллер (9) выполнен с возможностью управления работой, по меньшей мере, вакуумного генератора (6) и распылительного устройства (7). Сухой порошок (4) содержит или состоит из металлсодержащего соединения для образования оксида металла посредством термического разложения.



**202291821
A1**

**A1
202291821**

СПОСОБ НАНЕСЕНИЯ СУХОГО ПОКРЫТИЯ ДЛЯ САЖЕВОГО ФИЛЬТРА

Настоящее описание относится к сажевым фильтрам для фильтрования твердых частиц выхлопного газа или их улучшениям. В частности, изобретение относится к устройству и способу покрытия
5 фильтра, содержащего пористую подложку, имеющую поверхности впуска и поверхности выпуска, причем поверхности впуска отделены от поверхностей выпуска пористой структурой. Фильтр может представлять собой фильтр с проточными стенками.

Предпосылки создания изобретения

10 Существуют проблемы, связанные с выбросами твердых частиц (ТЧ), обычно называемых сажей, из двигателей внутреннего сгорания, и в частности из дизельных и бензиновых двигателей, используемых в автотранспортной сфере, которые требуют решения. Основные проблемы связаны с потенциальными последствиями для здоровья, и в частности с мельчайшими частицами, имеющими размеры в нанометровом диапазоне.

15

Сажевые фильтры дизельных двигателей (DPF) и бензиновые сажевые фильтры (GPF) производят с помощью различных материалов, включая спеченные металлические, керамические или металлические
волокна и т. п., при этом наиболее распространенным массово выпускаемым типом фильтра является
фильтр с проточными стенками, изготавливаемый из пористого керамического материала,

20

выполненного в форме монолитного массива из множества мелких каналов, проходящих по длине корпуса. Чередующиеся каналы заглушены с одного конца, поэтому выхлопной газ проталкивается
через пористые керамические стенки каналов, которые препятствуют прохождению большей части
твердых частиц, так что в окружающую среду попадает только отфильтрованный газ. К керамическим
фильтрам с проточными стенками, выпускаемыми в промышленных масштабах, относятся фильтры,
25 выполненные из кордиерита, различных форм карбида кремния и титаната алюминия. Фактические
форма и размеры реально используемых на транспортных средствах фильтров, а также свойства, такие
как толщина стенки канала и ее пористость и т. п., зависят от соответствующего применения. Средние
размеры пор в стенках фильтрующих каналов керамического фильтра с проточными стенками, через
которые проходит газ, обычно находятся в диапазоне 5–50 мкм и, как правило, составляют около
30 20 мкм. Для сравнения: размер большинства дизельных твердых частиц из быстроходного дизельного
двигателя современного легкового автомобиля значительно меньше, например 10–200 нм.

Некоторые ТЧ могут удерживаться внутри поровой структуры в стенках фильтра, и они в некоторых
случаях могут постепенно накапливаться до тех пор, пока поры не будут перекрыты мостиками сети
35 ТЧ, а эта сеть ТЧ затем обеспечивает легкое образование осадка из твердых частиц на внутренних
стенках фильтрующих каналов. Осадок из твердых частиц представляет собой отличную
фильтровальную среду, и его присутствие обеспечивает очень высокую эффективность фильтрации. В
некоторых вариантах применения сажу по мере ее осаждения непрерывно выжигают на фильтре, что
препятствует накоплению осадка из твердых частиц на фильтре.

40

Для некоторых фильтров, например сажевых фильтров маломощных дизельных двигателей,
необходимо периодически удалять задержанные ТЧ из фильтра для предотвращения нарастания

избыточного противодавления, которое отрицательно сказывается на работе двигателя и может приводить к плохой экономии топлива. Таким образом, в случаях применения дизельных двигателей задержанные ТЧ удаляют из фильтра путем их выжигания в воздухе в процессе, в ходе которого очень тщательно контролируют количество доступного воздуха и количество избыточного топлива, применяемого для достижения высокой температуры, необходимой для воспламенения задержанных ТЧ. К концу этого процесса, который обычно называют регенерацией, удаление последних оставшихся твердых частиц в фильтре может привести к заметному снижению эффективности фильтрации и выбросу «залпа» из большого количества мелких частиц в окружающую среду. Таким образом, фильтры могут иметь низкую эффективность фильтрации при их первом использовании и впоследствии после каждого случая регенерации, а также во время последней стадии каждого процесса регенерации.

В связи с этим было бы желательно улучшить и/или сохранить эффективность фильтрации во всех случаях, например в начале срока службы фильтра при его первом использовании, и/или во время регенерации и сразу после нее, и/или при загрузке фильтра сажей.

В работе *Liu, X., Szente, J., Pakko, J., Lambert, C. et al* «Using Artificial Ash to Improve GPF Performance at Zero Mileage», SAE Technical Paper 2019-01-0974, 2019 г., идентификатор цифрового объекта (ИЦО):10.4271/2019-01-0974, описан способ загрузки голой подложки фильтра субмикронными частицами оксида алюминия, генерируемыми распылителем, для формирования «искусственной золы» с целью уменьшения эмиссии сажи в условиях холодного пуска. Способ включает генерирование аэрозольных частиц путем распыления жидкой суспензии сжатым воздухом, высушивание полученных содержащих золу капель путем их пропускания через печь и загрузку высушенных частиц золы в фильтр посредством их захвата фильтрованием. В способе используют высокопроизводительный распылитель (модель PLG-2100, PALAS, Германия) для обеспечения расхода 100 л/мин для полноразмерных модулей. Загрузку фильтра контролируют по перепаду давления на фильтре и концентрации ТЧ до и после фильтра, регистрируемой аэрозольным монитором DustTrak (TSI Inc, Minnesota, США). Хотя указанный способ демонстрирует снижение выбросов сажи в условиях холодного пуска, он ограничен веществами, которые можно высушивать распылением, требует распылителя, сушильной печи и аэрозольного монитора, а условия загрузки искусственной золы могут ограничиваться условиями, необходимыми для обеспечения полного высушивания жидкого аэрозоля перед тем, как он достигнет подложки фильтра.

В WO 2011/151711 описан способ изготовления фильтра для фильтрования твердых частиц из выхлопного газа, выходящего из двигателя внутреннего сгорания, работающего на обедненной смеси. Фильтр содержит пористую подложку, имеющую поверхности впуска и поверхности выпуска, причем поверхности впуска отделены от поверхностей выпуска пористой структурой, содержащей поры первого среднего размера пор. Поверхности впуска содержат мостиковую сеть, содержащую взаимосвязанные частицы огнеупорного материала поверх пор пористой структуры. Способ включает стадию приведения в контакт поверхностей впуска подложки фильтра с аэрозолем, содержащим огнеупорный материал в форме сухого порошка. Хотя указанный способ демонстрирует снижение выбросов ТЧ для фильтров при первом использовании и впоследствии после каждого случая

регенерации, было бы желательно обеспечить улучшенный способ, в частности в отношении управляемости параметров производимого фильтра.

5 В US 2019/0048771 описаны сажевые фильтры выхлопного газа двигателя, включающие в себя пористую подложку, имеющую на ней инертные наночастицы с концентрацией в диапазоне от 0,01 г/л до 60 г/л относительно объема фильтра подложки, причем часть наночастиц расположена с возможностью формирования устойчивых к регенерации пористых структур, выполненных с возможностью захвата частиц из потока выхлопного газа. Хотя указанные фильтры призваны обеспечивать повышение эффективности сажевых фильтров при нулевом пробеге, было бы желательно
10 обеспечить улучшенный способ, в частности в отношении улучшения его управляемости и гибкости.

Настоящий заявитель обнаружил (как подробно описано в заявке GB1911704, поданной 15 августа 2019 г., которая включена в настоящий документ посредством ссылки в полном объеме), что фильтр, имеющий улучшенную эффективность фильтрации в течение раннего срока службы при его первом
15 применении, и/или во время регенерации и сразу после нее, и/или при загрузке фильтра сажей, можно получить способом обработки, который включает стадии:

- a) помещения сухого порошка в резервуар;
- b) размещения фильтра в держателе фильтра, причем фильтр содержит пористую подложку, имеющую сторону впуска и сторону выпуска, при этом сторона впуска и сторона выпуска отделены
20 пористой структурой;
- c) создания первичного потока газа через пористую структуру фильтра путем понижения давления на стороне выпуска фильтра;
- d) перемещения сухого порошка из резервуара в распылительное устройство, расположенное выше по потоку от стороны впуска фильтра; и
25 e) распыления сухого порошка с помощью распылительного устройства по направлению к стороне впуска фильтра таким образом, чтобы сухой порошок захватывался в первичном потоке газа и проходил через сторону впуска фильтра для приведения в контакт с пористой структурой.

В заявке GB1911704 настоящий заявитель описывает, как сухой порошок может предпочтительно
30 содержать одно или более из высокодисперсного оксида алюминия, высокодисперсного оксида кремния, высокодисперсного оксида титана, аэрогеля оксида кремния, аэрогеля оксида алюминия, аэрогеля углерода, аэрогеля оксида титана, аэрогеля оксида циркония или аэрогеля оксида церия. В частности, описаны примеры фильтров, которые были покрыты высокодисперсным оксидом алюминия с плотностью после уплотнения 0,05 г/л и d50 5,97 мкм.

35 Хотя было обнаружено, что этот способ обработки позволяет получить фильтры с улучшенной эффективностью фильтрации, существует потребность в дальнейшем улучшении обработки таких фильтров, в частности, для повышения долговечности обработанных фильтров.

40 **Изложение сущности изобретения**

В первом аспекте в настоящем описании предложен способ обработки фильтра для фильтрования твердых частиц из выхлопного газа, включающий стадии:

- a) помещения сухого порошка в резервуар;
 - b) размещения фильтра в держателе фильтра, причем фильтр содержит пористую подложку, имеющую сторону впуска и сторону выпуска, при этом сторона впуска и сторона выпуска отделены пористой структурой;
 - c) создания первичного потока газа через пористую структуру фильтра путем понижения давления на стороне выпуска фильтра;
 - d) перемещения сухого порошка из резервуара в распылительное устройство, расположенное выше по потоку от стороны впуска фильтра; и
 - e) распыления сухого порошка с помощью распылительного устройства по направлению к стороне впуска фильтра таким образом, чтобы сухой порошок захватывался в первичном потоке газа и проходил через сторону впуска фильтра для приведения в контакт с пористой структурой.
- причем сухой порошок содержит или состоит из металлсодержащего соединения для образования оксида металла посредством термического разложения.

Настоящим заявителем было обнаружено преимущество, заключающееся в том, что применение металлсодержащего соединения, которое термически разлагается на оксид металла, в виде сухого порошка может обеспечивать существенные улучшения долговечности обработанного фильтра по сравнению с обработкой оксидами металлов, включая, например, высокодисперсный оксид алюминия, в частности, в отношении способности сухого порошка оставаться прилипшим к пористой структуре и сопротивляться его отлипанию от пористой структуры во время последующей работы фильтра.

Неожиданно настоящим заявителем было обнаружено, что улучшенная адгезия этих сухих порошков может быть достигнута без наличия какого-либо дополнительного связующего вещества или промотора адгезии или необходимости в любом высокотемпературном спекании фильтра. В частности, неожиданно было обнаружено, что применение сухих порошков по настоящему описанию может приводить к хорошей адгезии, при сохранении высокой эффективности фильтрации и с приемлемыми значениями противодавления холодного потока.

Сухой порошок может состоять из одного металлсодержащего соединения или может состоять из смеси или последовательных доз двух или более металлсодержащих соединений. Металлсодержащее соединение или каждое металлсодержащее соединение может содержать один или более катионов металлов. Если присутствует множество катионов металлов, они могут относиться к одному и тому же или к разным металлам.

Металлсодержащее соединение может содержать или состоять из гидроксида металла, фосфата металла, карбоната металла, сульфата металла, перхлората металла, йодида металла, оксалата металла, ацетата металла, хлората металла или их смеси.

Металл металлсодержащего соединения может содержать или состоять из одного или более из магния, кальция, стронция, бария, алюминия, циркония, марганца, лития, железа, кобальта, никеля, меди или галлия.

Сухой порошок может дополнительно содержать оксид металла или смешанный оксид металла. Предпочтительно сухой порошок содержит 90 мас.% или более металлсодержащего соединения для образования оксида металла посредством термического разложения и 10 мас.% или менее оксида металла или смешанного оксида металла. Более предпочтительно сухой порошок содержит 95 мас.% или более металлсодержащего соединения для образования оксида металла посредством термического разложения и 5 мас.% или менее оксида металла или смешанного оксида металла. Не обязательно сухой порошок содержит 99 мас.% или более металлсодержащего соединения для образования оксида металла посредством термического разложения и 1 мас.% или менее оксида металла или смешанного оксида металла.

Металл оксида металла или смешанного оксида металла может содержать или состоять из одного или более из алюминия, магния, кальция, стронция, бария, алюминия, циркония, марганца, лития, железа, кобальта, никеля, меди или галлия.

Предпочтительно сухой порошок содержит или состоит из гидроксида металла, фосфата металла, карбоната металла или их смеси. Гидроксид металла может быть выбран из группы, состоящей из гидроксида магния, гидроксида кальция, гидроксида стронция и гидроксида бария. Фосфат металла может быть выбран из группы, состоящей из фосфата магния, фосфата кальция, фосфата стронция и фосфата бария. Карбонат металла может быть выбран из группы, состоящей из карбоната магния, карбоната кальция, карбоната стронция и карбоната бария.

Способ может дополнительно включать стадию:

f) прокаливания фильтра после стадии e).

Прокаливание фильтра можно проводить при температуре, выбранной для получения термического разложения сухого порошка. Предпочтительно по меньшей мере большая часть сухого порошка, более предпочтительно весь или по существу весь сухой порошок может быть термически разложен во время прокаливания. Однако следует понимать, что остаточные количества неразлагаемого сухого порошка могут оставаться после прокаливания.

Температура прокаливания может быть выбрана равной по меньшей мере 150 °С, необязательно по меньшей мере 250 °С, необязательно по меньшей мере 500 °С.

В некоторых вариантах осуществления предпочтительно, чтобы температура прокаливания не превышала 550 °С. Однако в других вариантах осуществления температура прокаливания может быть выбрана более 550 °С. Температура прокаливания может быть выбрана вплоть до 900 °С, необязательно вплоть до 1150 °С.

В одном примере температура прокаливания может быть выбрана в диапазоне от 300 °С до 500 °С. В другом примере температура прокаливания может быть выбрана до около 520 °С. В другом примере

температура прокаливания может быть выбрана до около 580 °С. В другом примере температура прокаливания может быть выбрана до около 900 °С.

5 Прокalивание можно проводить в течение периода 30–90 минут, необязательно 30–60 минут. В одном примере период составляет около 35 минут. В другом примере период составляет около 60 минут. В ходе любого такого прокаливания время выдержки каждого фильтра предпочтительно составляет 1–15 минут, предпочтительно 5–10 минут.

10 Под термином «прокаливание» в настоящем документе подразумевается процесс, в котором фильтр обжигают, как правило, хотя и не исключительно, в воздухе при требуемой температуре в течение требуемого периода времени. Однако следует понимать, что по существу невозможно мгновенно поднять температуру фильтра до указанной температуры даже при помощи микроволновой системы. Вместо этого специалисту в данной области техники будет понятно, что в типичном процессе прокаливания фильтр будет подаваться на ленту в динамическую печь, или поддон с фильтрами будет 15 установлен в статической печи, и в любом случае температура печи будет повышаться до требуемой температуры; в случае печи это может быть достигнуто за счет повышения температуры зон внутри печи до требуемой температуры. Таким образом, может потребоваться некоторое время, чтобы фильтр нагрелся до требуемой температуры. Таким образом, температуры прокаливания, определенные в настоящем документе, относятся к предпочтительной пиковой температуре, при которой прокаливают 20 фильтр. Фильтр в конечном итоге может достигать пиковой температуры и выдерживаться при ней в течение относительно короткого периода времени (так называемого «времени выдержки») всего цикла прокаливания. Авторы настоящего изобретения обнаружили, что период времени выдержки важен для достижения требуемой адгезии порошка как к самому себе, так и к пористой структуре фильтра. Таким образом, «прокаливание» в настоящем документе означает весь период или цикл нагревания, времени 25 выдержки и охлаждения процесса обжига. Таким образом, процесс прокаливания в целом, включая нагревание, время выдержки и охлаждение, может длиться 90 минут, но время выдержки может составлять только от 1 до 15 минут в пределах 90 минут.

30 Без ограничений, накладываемых какой-либо теорией, считается, что применение гидроксида металла, фосфата металла, карбоната металла или их смеси в виде сухого порошка с последующим прокаливанием может обеспечивать особенно эффективный пористый слой, включающий по меньшей мере часть сухого порошка, удерживаемого на стенке пористой подложки. В частности, считается, что разложение гидроксида металла, фосфата металла и карбоната металла на оксиды металлов обеспечивает цементирующий эффект как между частицами сухого порошка, так и между сухим 35 порошком и пористой подложкой.

Способ может дополнительно включать до стадии b) нанесение на фильтр покрытия из пористого оксида, предпочтительно катализаторного покрытия из пористого оксида.

40 Способ может включать обеспечение максимальной загрузки фильтра 10–40 г/л, необязательно 15–30 г/л, необязательно около 20 г/л.

Сухой порошок может иметь плотность после уплотнения 1–3 г/см³, необязательно 1,5–2,5 г/см³, необязательно около 2 г/см³.

5 Сухой порошок может иметь d₅₀ (по объему) менее 10 мкм, необязательно менее 5 мкм, необязательно около 2 мкм.

Неожиданно настоящим заявителем было обнаружено, что применение гидроксида металла, фосфата металла и/или порошков карбоната металла с таким относительно небольшим размером частиц может по-прежнему создавать эффективный фильтрующий слой на стенке пористой подложки.

10

Также было обнаружено преимущество, заключающееся в том, что создание первичного потока газа путем понижения давления на стороне выпуска фильтра может обеспечивать более управляемый способ.

15

Предпочтительно перемещение сухого порошка из резервуара в распылительное устройство осуществляют с возможностью управления независимо от создания первичного потока газа и управления им; и необязательно распыление сухого порошка по направлению к стороне впуска фильтра осуществляют с возможностью управления независимо от создания первичного потока газа и управления им. Преимущество состоит в том, что за счет управления перемещением и/или

20

распылением сухого порошка из резервуара в распылительное устройство независимо от создания первичного потока газа и управления им можно получать более управляемый способ. Например, скорость потока газа и/или объемный расход первичного потока газа можно изменять без изменения коэффициента, и/или скорости перемещения, и/или скорости распыления сухого порошка из распылительного устройства. В этом состоит отличие от способа, в котором первичный поток газа через фильтр также используют для псевдооживления сухого порошка.

25

Предпочтительно первичный поток газа создают до того, как сухой порошок будет перемещен в распылительное устройство и распылен по направлению к стороне впуска. Преимущество состоит в том, что это может позволить создавать более равномерный поток газа через пористую структуру до начала распыления сухого порошка. В свою очередь, это может обеспечивать лучшее диспергирование сухого порошка в пористой структуре и через нее.

30

Предпочтительно на стадии d) вторичный поток газа, отдельный от первичного потока газа, используют для облегчения перемещения сухого порошка в распылительное устройство.

35

Предпочтительно вторичным потоком газа можно управлять независимо от первичного потока газа. Преимущество состоит в том, что за счет управления первичным потоком газа независимо от управления вторичным потоком газа можно получать более управляемый способ. Например, объемный расход вторичного потока газа можно выбирать для оптимизации характеристик распыления сухого порошка на одном или более выпускных отверстиях распылительного устройства и отдельно

40

объемный расход первичного потока газа можно выбирать для оптимизации осаждения сухого порошка в пористой структуре фильтра.

В различных вариантах осуществления способ дополнительно включает стадию f) прекращения распыления сухого порошка по направлению к стороне впуска фильтра; причем первичный поток газа представляет собой непрерывный поток газа от стадии с) до стадии f); при этом вторичный поток газа применяют только в течение части периода от стадии с) до стадии f). Вторичный поток газа можно применять в виде одиночной порции или множества дискретных порций во время указанной части периода от стадии с) до стадии f).

В различных вариантах осуществления способ дополнительно включает стадию g) поддержания первичного потока газа через пористую структуру фильтра в течение периода времени после прекращения распыления сухого порошка на стадии f).

Вторичный поток газа может представлять собой поток сжатого газа, предпочтительно воздуха.

Вторичный поток газа можно использовать для облегчения перемещения сухого порошка в распылительное устройство и выдачи сухого порошка из распылительного устройства. Преимущество состоит в том, что использование одного и того же потока газа для облегчения перемещения сухого порошка и распыления сухого порошка может обеспечивать более управляемый и/или упрощенный способ.

В различных вариантах осуществления распылительное устройство может представлять собой пистолет-распылитель сжатым воздухом.

Предпочтительно способ включает использование вакуумного генератора для создания первичного потока газа через пористую структуру фильтра. Предпочтительно уровнем понижения давления, создаваемого вакуумным генератором, можно управлять независимо от скорости или массового расхода перемещения сухого порошка из резервуара в распылительное устройство. Преимущество состоит в том, что это может обеспечивать более управляемый способ.

Первичный поток газа может иметь объемный расход от 10 м³/ч до 5000 м³/ч, предпочтительно от 400 м³/ч до 2000 м³/ч, предпочтительно от 600 м³/ч до 1000 м³/ч.

В различных вариантах осуществления способ дополнительно включает контроль противодействия фильтра в течение по меньшей мере стадии e). Предпочтительно способ дополнительно включает использование датчика давления, предпочтительно единственного датчика давления, для контроля противодействия.

Датчик давления, предпочтительно единственный датчик давления, может быть расположен в держателе фильтра или в другом корпусе, сообщающемся по текучей среде со стороной выпуска фильтра.

В различных вариантах осуществления способ дополнительно включает стадию прекращения распыления сухого порошка по направлению к стороне впуска фильтра при достижении заданного

противодавления фильтра. Противодавление определяют как разность давления между стороной впуска и стороной выпуска фильтра. Сторона впуска фильтра может подвергаться воздействию атмосферного давления. Следовательно, в такой конфигурации противодавление можно измерять путем измерения давления на стороне выпуска фильтра с помощью единственного датчика давления.

5 Преимущество состоит в том, что это может обеспечивать более управляемый и воспроизводимый способ, который, в частности, может предотвращать неприемлемые чрезмерные противодавления фильтра.

10 Заданное противодавление может представлять собой абсолютное противодавление. Абсолютное противодавление может составлять 20–180 мбар при расходе 600 м³/ч. Противодавление можно измерять, например, с помощью расходомера SF-1020 Probench от компании SuperFlow Dynamometers & Flowbenches, Sussex, WI, США.

15 В различных вариантах осуществления способ дополнительно включает стадию контроля противодавления фильтра в течение по меньшей мере стадии с) и стадии е), предпочтительно в течение по меньшей мере стадий с), d) и е). Предпочтительно способ дополнительно включает использование датчика давления, предпочтительно единственного датчика давления, для контроля противодавления. Датчик давления, предпочтительно единственный датчик давления, может быть расположен в держателе фильтра или в другом корпусе, сообщающемся по текучей среде со стороной выпуска
20 фильтра. Тот же датчик давления, предпочтительно тот же единственный датчик давления, можно использовать для контроля противодавления фильтра в течение по меньшей мере стадий с) и е).

В различных вариантах осуществления способ дополнительно включает стадию прекращения
25 распыления сухого порошка по направлению к стороне впуска фильтра при достижении заданного противодавления фильтра. Заданное противодавление может представлять собой относительное противодавление. Первое противодавление фильтра можно измерять на стадии с) перед осаждением сухого порошка в пористой структуре, а второе противодавление фильтра можно измерять на стадии е) во время осаждения сухого порошка в пористой структуре, причем распыление сухого порошка можно прекращать при достижении вторым противодавлением заданного процентного значения первого
30 противодавления. Преимущество состоит в том, что это может обеспечивать более управляемый и воспроизводимый способ, который, в частности, может предотвращать неприемлемо большие увеличения противодавлений фильтра.

35 Предпочтительно заданное процентное значение составляет от 105% до 200%, предпочтительно от 125% до 150%, т. е. второе противодавление можно увеличивать на 5%–100%, предпочтительно на 25–50% от первого противодавления.

В различных вариантах осуществления способ дополнительно включает стадию прекращения
40 распыления сухого порошка по направлению к стороне впуска фильтра при достижении заданного общего времени распыления. Заданное общее время распыления может составлять 1–60 секунд, предпочтительно 1–20 секунд, предпочтительно около 10 секунд.

В различных вариантах осуществления способ дополнительно включает стадию прекращения распыления сухого порошка по направлению к стороне впуска фильтра после распыления целевой массы сухого порошка по направлению к стороне впуска фильтра.

5 В различных вариантах осуществления способ дополнительно включает стадии контроля противодействия фильтра в течение по меньшей мере стадии е) и прекращения распыления сухого порошка по направлению к стороне впуска фильтра при достижении первым либо заданного общего времени распыления, либо заданного противодействия фильтра. Заданное противодействие может представлять собой абсолютное противодействие.

10

В различных вариантах осуществления способ дополнительно включает контроль противодействия фильтра в течение по меньшей мере стадии с) и стадии е), предпочтительно в течение по меньшей мере стадий с), d) и е). Заданное противодействие может представлять собой относительное противодействие.

15

В различных вариантах осуществления сухой порошок при нанесении в аэрозольном состоянии на пористую подложку фильтра образует пористое покрытие.

20 На стадии е) сухой порошок можно распылять из одного или более выпускных отверстий распылительного устройства. Одно или более выпускных отверстий распылительного устройства могут иметь размер отверстия 1–10 мм. Отверстие может быть круглым, частично круглым или щелевидным.

25 В различных вариантах осуществления сухой порошок распыляют из одного или более фиксированных выпускных отверстий распылительного устройства.

30 В различных вариантах осуществления сухой порошок распыляют из одного или более подвижных выпускных отверстий распылительного устройства, предпочтительно из одного или более колеблющихся выпускных отверстий.

30

Предпочтительно способ включает на стадии е) направление сухого порошка из распылительного устройства к стороне впуска фильтра по проточному трубопроводу.

35 В различных вариантах осуществления проточный трубопровод обеспечивает свободный путь потока между распылительным устройством и стороной впуска фильтра.

В различных вариантах осуществления проточный трубопровод содержит формирователь потока, расположенный между распылительным устройством и стороной впуска фильтра, причем формирователь потока действует для облегчения диспергирования сухого порошка в потоке газа.

40 Формирователь потока может содержать одно или более из статического смесителя, сетки, сита, перегородки и пластины с отверстиями.

Сторона впуска фильтра может быть расположена на расстоянии 10–80 см, предпочтительно 15–20 см от распылительного устройства. В альтернативном или дополнительном варианте осуществления распылительное устройство может быть расположено на некотором расстоянии от стороны впуска фильтра, которое составляет вплоть до 4 диаметров стороны впуска фильтра.

5

В различных вариантах осуществления способ дополнительно включает на стадии d) дозирование сухого порошка из резервуара. Дозирование может предусматривать дозирование путем одного или более из дозирования по массе, по объему, по количеству частиц, по времени. Предпочтительно способ включает гравиметрическую загрузку дозирующего устройства сухим порошком. Для дозирования можно применять питатель с контролем подачи продукта по уменьшению его массы в бункере. Преимущество состоит в том, что применение дозирующего устройства, предпочтительно дозирующего устройства с гравиметрической подачей, может обеспечивать более контролируемое и точное дозирование сухого порошка.

10

15

На стадии a) сухой порошок может содержаться в одном или более бункерах.

На стадии b) фильтр может быть расположен в держателе в вертикальном положении со стороной впуска сверху. На стадии d) распылительное устройство может быть расположено вертикально над стороной впуска; и предпочтительно направление распыления распылительного устройства может быть соосным с продольной осью фильтра; и предпочтительно направление распыления и продольная ось совпадают. Преимущество состоит в том, что такая компоновка может обеспечивать более упрощенный способ и лучшее диспергирование сухого порошка.

20

25

В альтернативном варианте осуществления компоновку можно изменять на обратную с вертикальным расположением распылительного устройства под стороной впуска таким образом, чтобы распылительное устройство распыляло сухой порошок вверх.

30

В различных вариантах осуществления способ дополнительно включает после стадии e) прокаливание фильтра.

Пористая подложка может представлять собой фильтр с проточными стенками.

Во втором аспекте в данном описании предложен фильтр, который можно получать способом по первому аспекту, описанному выше.

35

В третьем аспекте в данном описании предложен прокаленный фильтр отработавших газов транспортного средства, содержащий пористую подложку, имеющую сторону впуска и сторону выпуска, причем пористая подложка содержит впускные каналы, проходящие от стороны впуска, и выпускные каналы, проходящие от стороны выпуска; впускные каналы и выпускные каналы, разделенные множеством стенок фильтра, имеющих пористую структуру;

40

выпускной фильтр транспортного средства, загруженный до прокаливания нанесенным в аэрозольном состоянии сухим порошком, содержащим или состоящим из металлсодержащего соединения для образования оксида металла посредством термического разложения.

- 5 Нанесенный в аэрозольном состоянии сухой порошок, может состоять из одного металлсодержащего соединения или может состоять из смеси или последовательных доз двух или более металлсодержащих соединений. Металлсодержащее соединение или каждое металлсодержащее соединение может содержать один или более катионов металлов. Если присутствует множество катионов металлов, они могут относиться к одному и тому же или к разным металлам.
- 10 Металлсодержащее соединение может содержать или состоять из гидроксида металла, фосфата металла, карбоната металла, сульфата металла, перхлората металла, йодида металла, оксалата металла, ацетата металла, хлората металла или их смеси.
- 15 Металл металлсодержащего соединения может содержать или состоять из одного или более из магния, кальция, стронция, бария, алюминия, циркония, марганца, лития, железа, кобальта, никеля, меди или галлия.
- Сухой порошок может дополнительно содержать оксид металла или смешанный оксид металла.
- 20 Предпочтительно сухой порошок содержит 90 мас.% или более металлсодержащего соединения для образования оксида металла посредством термического разложения и 10 мас.% или менее оксида металла или смешанного оксида металла. Более предпочтительно сухой порошок содержит 95 мас.% или более металлсодержащего соединения для образования оксида металла посредством термического разложения и 5 мас.% или менее оксида металла или смешанного оксида металла. Необязательно сухой порошок содержит 99 мас.% или более металлсодержащего соединения для образования оксида металла посредством термического разложения и 1 мас.% или менее оксида металла или смешанного оксида металла.
- 25
- 30 Металл оксида металла или смешанного оксида металла может содержать или состоять из одного или более из алюминия, магния, кальция, стронция, бария, алюминия, циркония, марганца, лития, железа, кобальта, никеля, меди или галлия.
- Предпочтительно металлсодержащее соединение может содержать или состоять из гидроксида металла, фосфата металла или их смеси. Гидроксид металла может быть выбран из группы, состоящей из гидроксида магния, гидроксида кальция, гидроксида стронция и гидроксида бария. Фосфат металла может быть выбран из группы, состоящей из фосфата магния, фосфата кальция, фосфата стронция и фосфата бария; и/или карбонат металла может быть выбран из группы, состоящей из карбоната магния, карбоната кальция, карбоната стронция и карбоната бария.
- 35
- 40 Массовая загрузка нанесенного в аэрозольном состоянии сухого порошка может составлять 10–40 г/л, необязательно 15–30 г/л, необязательно около 20 г/л.

Нанесенный в аэрозольном состоянии сухой порошок может иметь плотность после уплотнения до загрузки 1–3 г/см³, необязательно 1,5–2,5 г/см³, необязательно около 2 г/см³

5 Прокаленный фильтр отработавших газов транспортного средства может иметь эффективность фильтрации при загрузке сажи 0,02 г/л более 90%, предпочтительно более 95%, предпочтительно более 98%, предпочтительно более 99%.

10 Прокаленный фильтр отработавших газов транспортного средства может иметь противодействие 20–180 мбар при расходе 600 м³/ч.

Пористая подложка может содержать одно или более покрытий из пористого оксида.

15 Прокаленный фильтр отработавших газов транспортного средства может проявлять по существу линейную зависимость противодействия от загрузки при значениях загрузки сажи более 0,1 г/л, предпочтительно при значениях загрузки сажи более 0,05 г/л.

Сухой порошок может иметь d₅₀ (по объему) менее 10 мкм, необязательно менее 5 мкм, необязательно около 2 мкм.

20 В данном описании термин «фильтр» относится к пористой подложке, которая имеет пористую структуру, подходящую для фильтрования твердых частиц из выхлопного газа. Пористая подложка может быть образована, например, из металлокерамических, керамических или металлических волокон и т. п. Фильтр может представлять собой разновидность фильтра с проточными стенками, изготавливаемого из пористого керамического материала, например керамики, выполненного в форме

25 монолитного массива из множества мелких каналов, проходящих по длине корпуса. Например, фильтр может быть изготовлен из кордиерита, различных форм карбида кремния или титаната алюминия.

Фильтр может представлять собой «голый» фильтр или в альтернативном варианте осуществления может представлять собой фильтр со встроенной каталитической функцией, такой как окисление,

30 улавливание NO_x или селективная каталитическая восстановительная активность. Пористая подложка может содержать композицию (известную как покрытие из пористого оксида), которая покрывает пористую структуру фильтра. Покрытие из пористого оксида может представлять собой каталитическое покрытие из пористого оксида. Каталитическое покрытие из пористого оксида может содержать катализатор, выбранный из группы, состоящей из углеводородной ловушки, тройного

35 катализатора (TWC), поглотителя NO_x, катализатора окисления, катализатора селективного каталитического восстановления (SCR), катализатора NO_x для условий обедненной смеси и комбинаций любых двух или более из них. Катализатор, например TWC, поглотитель NO_x, катализатор окисления, углеводородная ловушка и катализатор NO_x для условий обедненной смеси могут содержать один или более металлов платиновой группы, в частности выбранных из группы,

40 состоящей из платины, палладия и родия.

Следовательно, фильтр с покрытием может, например, представлять собой катализируемый сажевый фильтр (CSF), фильтр селективного каталитического восстановления (SCR/F), фильтр-уловитель обедненных оксидов азота (NO_x) (LNTF), бензиновый сажевый фильтр (GPF), фильтр с катализатором нейтрализации проскока аммиака (ASCF) или комбинацию двух или более из них (например, фильтр, содержащий катализатор селективного каталитического восстановления (SCR) и катализатор проскока аммиака (ASC)).

Форма и размеры фильтра, например, свойства, такие как толщина стенки канала и его пористость и т. п., могут варьироваться в зависимости от предполагаемого применения фильтра. Фильтр может быть выполнен с возможностью использования с двигателем внутреннего сгорания для фильтрации выхлопного газа, выделяемого двигателем внутреннего сгорания. Двигатель внутреннего сгорания может представлять собой бензиновый двигатель с искровым зажиганием. Однако фильтр находит особое применение, когда он выполнен для использования с двигателем внутреннего сгорания в виде дизельного или бензинового двигателя.

В данном описании термин «сухой порошок» относится к композиции частиц, которая не суспендирована или не растворена в жидкости. Это не обязательно подразумевает полное отсутствие всех молекул воды. Сухой порошок предпочтительно является сыпучим.

В данном описании термин «плотность после уплотнения» относится к плотности после уплотнения порошка, измеренной в соответствии со способом 1 раздела 2.9.35 Европейской фармакопеи 7.0, при 1250 встряхиваниях.

В данном описании термин «г/л» (грамм на литр) относится к массе сухого порошка, деленной на объем фильтра.

В данном описании термины «загрузка» и «массовая загрузка» при упоминании количества огнеупорного порошка относятся к массе порошка, добавляемого в фильтр, и могут быть измерены путем взвешивания фильтра до и после нанесения порошка на фильтр.

В данном описании термин «d₅₀ (по объему)» относится к измерению d₅₀ (по объему), измеренному с помощью Malvern Mastersizer® 3000 с блоком диспергирования Aero s, поставляемым компанией Panalytical Ltd., Malvern, Великобритания. Условия диспергирования: давление воздуха = 2 бар изб., скорость подачи = 65%, зазор бункера = 1,2 мм. Показатель преломления и параметры поглощения устанавливаются в соответствии с инструкциями, предоставленными в руководстве пользователя для Malvern Mastersizer® 3000.

В данном описании термин «эффективность фильтрации» относится к эффективности фильтрации, измеренной с помощью системы Cambustion® Diesel Particulate Filter Testing System испытания сажевых фильтров дизельного двигателя, поставляемой компанией Cambustly Ltd., Cambridge, Великобритания, при следующих условиях испытания:

1. Фильтр предварительно выдерживают в печи при 700 °С в течение 2 часов
2. Фильтр размещают на испытательном стенде:
 - а) Стабилизация — поток массы 250 кг/ч, 50 °С, 5 мин;
 - б) Прогрев — поток массы 250 кг/ч, 240 °С, 5 мин;
 - 5 в) Взвешивание — фильтр снимают со стенда и взвешивают;
 - д) Прогрев — фильтр возвращают на стенд, поток массы 250 кг/ч, 240 °С, 5 мин;
 - е) Фаза загрузки — поток массы 250 кг/ч, 240 °С, скорость загрузки: для GPF-фильтров — 2 г/ч, пока не будет достигнута загрузка сажи 2 г/л; для SCRF/CSF-фильтров — 10 г/ч, пока не будет достигнута загрузка сажи 6 г/л;
 - 10 ф) Взвешивание — фильтр снимают со стенда и взвешивают.

В ходе испытаний использовали топливо: Carcal RF-06-08 B5.

Во время испытания счетчик частиц непрерывно производит замеры ниже по потоку от фильтра. Непосредственно до и после испытания партии фильтров на стенде запускают испытание «До установки», что позволяет счетчику частиц производить замеры сырой сажи, образующейся на стенде. Испытание «До установки» длится 20 минут при тех же условиях, что и для фазы загрузки выше. Сравнение среднего значения двух испытаний «До установки» (до и после испытания фильтра) с данными, полученными в фазе загрузки при испытании фильтра, дает значение эффективности фильтрации. Эффективность фильтрации указывают для заданной загрузки сажи.

20 В данном описании термин «испытание на адгезию» относится к испытанию, в котором фильтр помещают под пистолет-распылитель со сжатым воздухом, который находится на 50,8 мм выше стороны впуска фильтра. Воздух с расходом 425 л/мин подается на сторону впуска. Пистолет-распылитель со сжатым воздухом перемещают по стороне впуска со скоростью 13,4 мм/с для покрытия по существу всей стороны впуска. В данном описании термин «установка для испытания на адгезию (ATR)» относится к устройству для выполнения указанного испытания на адгезию.

30 В данном описании термин «испытание на гидротермическое старение (НТА)» относится к испытанию, в котором фильтр помещают в печь при температуре 1100 °С в течение 4 часов. В печи поддерживают следующие атмосферные условия: 2% O₂, 10% H₂O, и остаток N₂.

35 В данном описании термин «вакуумный генератор» относится к устройству или комбинации аппаратуры, которые работают на понижение давления. Не имеющие ограничительного характера примеры подходящего устройства включают в себя вакуумные генераторы, которые работают на принципе Вентури, вакуумные насосы, например пластинчато-роторные и жидкостно-кольцевые вакуумные насосы, а также регенеративные газодувки.

40 В данном описании термин «датчик давления» относится к устройству или комбинации устройств, выполненных с возможностью измерения абсолютного и/или относительного давления. Не имеющие ограничительного характера примеры подходящего устройства включают в себя преобразователи давления, которые могут представлять собой диафрагменные преобразователи давления. Например,

можно использовать датчик давления Wika® P30, поставляемый компанией WIKA Alexander Wegand SE & Co. KG, Klingenberg, Германия.

5 В данном описании термин «контроллер» относится к функциональному элементу, который может содержать аппаратное и/или программное обеспечение. Контроллер может содержать блок управления или может представлять собой компьютерную программу, работающую на выделенном или совместно применяемом вычислительном ресурсе. Контроллер может содержать один блок или может состоять из множества подблоков, которые функционально соединены. Контроллер может быть расположен на одном ресурсе обработки или может быть распределен по пространственно разделенным ресурсам
10 обработки. Контроллер может содержать микроконтроллер, один или более процессоров (например, один или более микропроцессоров), запоминающее устройство, конфигурируемую логику, микропрограмму и т. п.

15 В данном описании диапазоны и количества могут быть выражены как «около» конкретного значения или диапазона. Около также включает точное количество. Например, «около 2 мкм» означает «около 2 мкм», а также «2 мкм». Как правило, термин «около» включает в себя количество, которое, как ожидается, находится в пределах экспериментальной ошибки. Термин «около» может включать в себя значения, которые находятся в пределах от 5% менее до 5% более указанного значения. Например, «около 2 мкм» означает «от 1,9 мкм до 2,1 мкм».

20 В данном описании выражение, что сухой порошок «состоит из» означает сухой порошок, который по существу состоит из только указанного(-ых) компонента(-ов), отличного(-ых) от неизбежных примесей, которые как правило встречаются, как будет понятно специалисту в данной области техники.

25

Краткое описание графических материалов

Аспекты и варианты осуществления настоящего описания будут изложены только в качестве примера со ссылкой на прилагаемые графические материалы, на которых:

30 на Фиг. 1 представлена принципиальная схема устройства для обработки фильтра для фильтрования твердых частиц из выхлопного газа в соответствии с настоящим описанием; на Фиг. 2 представлена блок-схема, иллюстрирующая способ изготовления фильтра в соответствии с настоящим описанием, включающий способ обработки фильтра с помощью устройства, изображенного на Фиг. 1;
35 на Фиг. 3 представлена блок-схема, иллюстрирующая способ обработки фильтра для фильтрования твердых частиц из выхлопного газа с помощью устройства, изображенного на Фиг. 1;
на Фиг. 4–6 представлены графики, на которых показаны кривые зависимости противодавления от загрузки сажи для иллюстративных фильтров;
40 на Фиг. 7 показаны результаты рентгеновской дифракции (XRD) в условиях окружающей среды для трех фильтров;

на Фиг. 8–12 показаны SEM-микрофотографии СОС для непрокаленного и прокаленного фильтров;

на Фиг. 13–15 показаны результаты ртутной порометрии для трех фильтров.

5 Подробное описание изобретения

Квалифицированному читателю будет понятно, что один или более признаков одного аспекта или варианта осуществления настоящего описания могут быть объединены с одним или более признаками любого другого аспекта или варианта осуществления настоящего описания, если непосредственный контекст не указывает иное.

10

Далее будет описан пример устройства в соответствии с настоящим описанием со ссылкой на Фиг. 1, на которой показана принципиальная схема устройства 1 для обработки фильтра 2 для фильтрования твердых частиц из выхлопного газа. Фильтр 2 относится к типу, который содержит пористую подложку, имеющую сторону впуска и сторону выпуска, при этом сторона впуска и сторона выпуска разделены пористой структурой.

15

Устройство 1 содержит резервуар 3 для размещения сухого порошка 4. Для удержания фильтра 2 предусмотрен держатель 5 фильтра. Вакуумный генератор 6 предназначен для создания в процессе использования первичного потока газа через пористую структуру фильтра 2 путем понижения давления на стороне выпуска фильтра 2. Транспортирующее устройство 8 предназначено для перемещения сухого порошка 4 из резервуара 3 в распылительное устройство 7. Распылительное устройство 7 предназначено для приема сухого порошка 4 из транспортирующего устройства 8 и распыления сухого порошка 4 по направлению к стороне впуска фильтра 2. Предусмотрен контроллер 9, который выполнен с возможностью управления работой устройства 1.

25

Резервуар 3 может принимать сухой порошок 4 из впускного канала 11 для сухого порошка. Впускной канал 11 для сухого порошка может представлять собой выход расположенного выше по потоку источника объема сухого порошка. Например, впускной канал 11 для сухого порошка может представлять собой трубопровод, соединенный выше по потоку с дополнительным резервуаром сухого порошка 4. Впускной канал 11 для сухого порошка может обеспечивать ручное, полуавтоматическое или автоматическое повторное наполнение резервуара 3 через крышку или отверстие резервуара 3.

30

Резервуар 3 может содержать один или более бункеров. Резервуар 3 может содержать один бункер. В проиллюстрированном примере на Фиг. 1 резервуар 3 содержит первый бункер 12 и второй бункер 13. Второй бункер 13 может располагаться ниже по потоку от первого бункера 12 для приема сухого порошка 4, выходящего из первого бункера 12. Один или более бункеров могут быть предусмотрены в отдельных корпусах. В альтернативном варианте осуществления один или более бункеров могут быть предусмотрены в едином корпусе. Один или более бункеров могут содержать одну или более камер единственного контейнера.

40

Резервуар 3 может содержать дозирующее устройство 15. Дозирующее устройство 15 может дозировать сухой порошок 4 путем одного или более из дозирования по массе, по объему, по

количеству частиц, по времени. Дозирующее устройство 15 может быть расположено на выпускном отверстии резервуара 3 или рядом с ним. Дозирующее устройство 15 может быть расположено на выпускном отверстии одного или более бункеров резервуара 3 или рядом с ним. Дозирующее устройство может быть расположено на выпускном отверстии первого бункера 12 или рядом с ним.

5

Сухой порошок 4 из резервуара 3 может гравиметрически подаваться в дозирующее устройство 15.

Дозирующее устройство 15 может представлять собой питатель с контролем подачи продукта по уменьшению его массы в бункере. Не имеющие ограничительного характера примеры подходящих дозирующих устройств включают в себя весовой двухшнековый питатель Coperion® K-Trop типа K2-ML-T35, поставляемый компанией Coperion GmbH, Stuttgart, Германия, и All-Fill® Series S1 Micro-Fill, поставляемый компанией All-Fill International Ltd, Sandy, Великобритания.

Транспортирующее устройство 8 перемещает сухой порошок 4 из резервуара 3 в распылительное устройство 7. Транспортирующее устройство 8 может гравиметрически подавать сухой порошок 4 по меньшей мере частично по направлению к распылительному устройству 7.

Транспортирующее устройство 8 может содержать один или более компонентов. Транспортирующее устройство 8 может содержать один или более трубопроводов, например каналы, трубки, шланги и т. п.

20

Если резервуар 3 содержит более одного бункера, транспортирующее устройство 8 может перемещать сухой порошок 4 между бункерами. Транспортирующее устройство 8 может гравиметрически подавать сухой порошок 4 между бункерами. Транспортирующее устройство 8 может содержать первый трубопровод 14, проходящий между первым бункером 12 и вторым бункером 13. Первый трубопровод 14 может проходить от первого корпуса ко второму корпусу. В альтернативном варианте осуществления первый трубопровод 14 может проходить от первой камеры ко второй камере единственного контейнера. Сухой порошок 4 можно подавать гравиметрически по первому каналу 14.

Транспортирующее устройство 8 может содержать второй трубопровод 16, проходящий от второго бункера 13 к распылительному устройству 7.

30

Распылительное устройство 7 предназначено для приема сухого порошка 4 из транспортирующего устройства 8 и распыления сухого порошка 4 по направлению к стороне впуска фильтра 2.

Распылительное устройство 7 может содержать генератор вторичного потока газа для генерирования вторичного потока газа, который можно использовать для распыления сухого порошка 4 по направлению к стороне впуска фильтра 2.

Распылительное устройство 7 может дополнительно содержать одно или более выпускных отверстий для выпуска сухого порошка 4 по направлению к стороне впуска фильтра 2. Одно или более выпускных отверстий распылительного устройства могут иметь размер отверстия 1–10 мм. Отверстие может быть круглым, частично круглым или щелевидным. Одно или более выпускных отверстий могут представлять собой одно или более фиксированных выпускных отверстий. В альтернативном варианте

40

осуществления одно или более выпускных отверстий могут представлять собой одно или более подвижных выпускных отверстий, например одно или более колеблющихся выпускных отверстий.

5 Одно или более выпускных отверстий могут быть предусмотрены в одном или более соплах. Каждое из одного или более сопел может содержать одно или более выпускных отверстий для распыления. В проиллюстрированном примере на Фиг. 1 предусмотрено единственное сопло 25, содержащее множество выпускных отверстий для распыления.

10 Генератор вторичного потока газа может содержать генератор сжатого газа. В проиллюстрированном примере на Фиг. 1 генератор вторичного потока газа содержит генератор сжатого воздуха, который может содержать компрессор 22. Компрессор 22 может принимать воздух из выпускного воздушного отверстия 21 и подавать сжатый воздух к одному или более выпускным отверстиям распылительного устройства 7 по питающей линии 23. Может быть предусмотрена обратная линия 24. Могут быть предусмотрены клапаны и элементы управления, необходимые для работы, как известно специалисту в 15 данной области.

Может быть предусмотрено соединение между транспортирующим устройством 8 и распылительным устройством 7, при котором сухой порошок 4 перемещается в распылительное устройство 7 из транспортирующего устройства 8. Соединение может быть предусмотрено на одном или более 20 выпускных отверстиях распылительного устройства 7 или рядом с ними. В одном примере соединение может быть предусмотрено в сопле 25. В альтернативном варианте осуществления соединение может быть предусмотрено на резервуаре 3 или рядом с ним, например на втором бункере 13 резервуара 3 или рядом с ним. В одном примере соединение представляет собой соединение по текучей среде между питающей линией 23 и вторым трубопроводом 16. Например, вторичный поток газа распылительного 25 устройства 7 может сообщаться по текучей среде со вторым трубопроводом 16 на выпускном отверстии второго бункера 13 или рядом с ним для псевдооживления сухого порошка 4 с целью облегчения перемещения сухого порошка вдоль по меньшей мере части второго трубопровода 16. Например, вторичный поток газа распылительного устройства 7 может уносить сухой порошок 4 из второго трубопровода 16. Например, вторичный поток газа распылительного устройства 7 может 30 создавать всасывающее усилие во втором трубопроводе для втягивания сухого порошка 4 во вторичный поток газа.

В одном примере распылительное устройство 7 содержит пистолет-распылитель сжатым воздухом. Не имеющий ограничительного характера пример подходящего пистолета-распылителя сжатым воздухом 35 представляет собой пистолет-распылитель STAR Professional с подачей самотеком и соплом 1,4 мм, каталожный номер STA2591100C.

Держатель 5 фильтра может поддерживать фильтр 2 в неподвижном положении во время обработки. Держатель 5 фильтра может захватывать верхний и/или нижний торцы фильтра 2. Держатель 5 40 фильтра может содержать верхний надувной уплотнительный эластичный баллон 31 (также называемый верхней надувной манжетой) и/или нижний надувной уплотнительный эластичный баллон 30 (также называемый нижней надувной манжетой), которые поддерживают соответствующие верхний

и нижний торцы фильтра 2. Верхний надувной уплотнительный эластичный баллон 31 и нижний надувной уплотнительный эластичный баллон 30 могут находиться в контакте и/или в зацеплении с внешней поверхностью фильтра 2. Каждый из них может образовывать непроницаемое для жидкости или воздуха уплотнение вокруг фильтра 2. Верхний надувной уплотнительный эластичный баллон 31 и нижний надувной уплотнительный эластичный баллон 30 могут опираться на один или более корпусов (например, опираться на внутреннюю стенку одного или более корпусов).

Устройство 1 может быть выполнено таким образом, чтобы фильтр 2 располагался в держателе 5 фильтра в вертикальном положении со стороны выпуска сверху. По меньшей мере часть распылительного устройства 7 может быть расположена вертикально над стороной выпуска. Направление распыления распылительного устройства 7 может быть соосным с продольной осью фильтра 2. Направление распыления и продольная ось фильтра 2 могут совпадать.

Устройство 1 может дополнительно содержать проточный трубопровод 10, расположенный между распылительным устройством 7 и стороной выпуска фильтра 2. Проточный трубопровод 10 может выполнять функцию ограничения и направления первичного потока газа по направлению к стороне выпуска фильтра 2. Проточный трубопровод 10 может выполнять функцию выравнивания первичного потока газа таким образом, чтобы направление потока первичного потока газа при контакте со стороной выпуска фильтра 2 было перпендикулярно стороне выпуска.

Проточный трубопровод 10 может быть пустым, чтобы обеспечивать свободный путь потока между распылительным устройством 7 и стороной выпуска фильтра 2. В альтернативном варианте осуществления проточный трубопровод 10 может содержать формирователь потока, расположенный между распылительным устройством 7 и стороной выпуска фильтра 2, причем формирователь потока действует для облегчения диспергирования сухого порошка 4. Например, формирователь потока может содержать одно или более из статического смесителя, сетки, сита, перегородки и пластины с отверстиями.

Проточный трубопровод 10 может представлять собой трубу. Проточный трубопровод 10 может иметь форму поперечного сечения, соответствующую форме поперечного сечения стороны выпуска фильтра 2. Проточный трубопровод 10 может иметь размер, соответствующий размеру стороны выпуска фильтра 2.

Распылительное устройство 7 может проходить в проточный трубопровод 10. Одно или более выпускных отверстий распылительного устройства 7 могут быть расположены внутри проточного трубопровода 10. Например, сопло 25 может быть расположено внутри верхней области проточного трубопровода 10. Сопло 25 может быть расположено так, чтобы совпадать с продольной осью фильтра 2.

Сторона выпуска фильтра 2 может быть расположена на расстоянии 10–80 см, предпочтительно 15–20 см от распылительного устройства, например от сопла 25 распылительного устройства 7. В дополнительном или альтернативном варианте осуществления распылительное устройство, например

от сопла 25 распылительного устройства 7, может быть расположено на некотором расстоянии от стороны впуска фильтра 2, которое составляет вплоть до 4 диаметров стороны впуска 2 фильтра.

Вакуумный генератор 6 предназначен для создания в процессе использования первичного потока газа через пористую структуру фильтра 2 путем понижения давления на стороне выпуска фильтра 2. Вакуумный генератор 6 может содержать вакуумный конус 40, который может ограничивать собой воронку, входящую в контакт со стороной выпуска фильтра 2. Нижний надувной уплотнительный эластичный баллон 30 может образовывать уплотнение между стороной выпуска фильтра 2 и вакуумным конусом 40. Генератор 6 вакуума может содержать вакуумный насос 42, соединенный с проточным конусом при помощи трубопровода 43. Вакуумным насосом 42 можно управлять для регулирования объемного расхода первичного потока газа.

Вакуумный генератор 6 может быть снабжен датчиком объемного расхода. Датчик объемного расхода может представлять собой пластину 44 с отверстием в комбинации с датчиками 45 давления, расположенными вдоль трубопровода 43. Вакуумный генератор 6 может содержать байпасный трубопровод 46, проходящий к заборнику 47.

Устройство 1 может дополнительно содержать датчик 41 давления для контроля противодавления фильтра 2. Можно использовать единственный датчик 41 давления. Единственный датчик 41 давления может быть расположен в вакуумном генераторе 6, предпочтительно в держателе фильтра или в другом корпусе, например в вакуумном конусе 40 вакуумного генератора.

Контроллер 9 управляет работой по меньшей мере вакуумного генератора 6 и распылительного устройства 7. На Фиг. 1 рабочие соединения между контроллером 9 и остальной частью устройства 1 опущены для ясности. Однако специалисту будет понятно, что необходимые соединения можно обеспечивать любыми подходящими средствами. Такие соединения могут быть проводными или беспроводными.

Контроллер 9 может быть выполнен с возможностью управления перемещением сухого порошка 4 из резервуара 3 в распылительное устройство 7 транспортирующим устройством 8 независимо от управления первичным потоком газа, создаваемым вакуумным генератором 6. Например, контроллер 9 может управлять работой дозирующего устройства 15.

Контроллер 9 может быть выполнен с возможностью управления распылением сухого порошка 4 по направлению к стороне впуска фильтра 2 независимо от управления первичным потоком газа. Применение термина «независимо» в настоящем описании относится к способности контроллера 9 управлять каждой из переменных распыления сухого порошка 4 и первичного потока газа по отдельности и независимо от состояния другой переменной. Например, контроллер 9 может создавать первичный поток газа без одновременного распыления сухого порошка 4. Например, контроллер 9 может увеличивать или уменьшать скорость распыления сухого порошка 4 без изменения объемного расхода первичного потока газа. Например, контроллер 9 может увеличивать или уменьшать объемный расход первичного потока газа без изменения скорости распыления сухого порошка 4. Например,

контроллер 9 может управлять работой распылительного устройства 7 независимо от управления работой вакуумного насоса 42.

5 Контроллер 9 может быть выполнен с возможностью управления вакуумным генератором 6 для создания первичного потока газа до того, как сухой порошок 4 будет перемещен в распылительное устройство 7 и распылен по направлению к стороне впуска фильтра 2.

10 Контроллер 9 может быть выполнен с возможностью управления генератором вторичного потока газа, например компрессором 22, независимо от вакуумного генератора 6. Контроллер 9 может быть выполнен с возможностью управления вакуумным генератором 6 для поддержания первичного потока газа в виде непрерывного потока газа через пористую структуру и для управления генератором вторичного потока газа, например компрессором 22, только в течение части периода подачи первичного потока газа.

15 Контроллер 9 может быть выполнен с возможностью управления вакуумным генератором 6 для управления уровнем понижения давления на стороне выпуска фильтра 2 независимо от управления транспортирующим устройством 8 и/или распылительным устройством 7 для управления скоростью или массовым расходом сухого порошка 4, распыляемого по направлению к стороне впуска фильтра 2.

20 Контроллер 9 может быть выполнен с возможностью прекращения распыления сухого порошка 4 по направлению к стороне впуска фильтра 2 при достижении заданного противодействия фильтра 2, например обнаруженного датчиком 41 давления. Заданное противодействие может представлять собой абсолютное противодействие или в альтернативном варианте осуществления может представлять собой относительное противодействие.

25 Контроллер 9 может быть выполнен с возможностью прекращения распыления сухого порошка 4 по направлению к стороне впуска фильтра 2 при достижении заданного общего времени распыления.

30 Устройство 1 может применяться для обработки фильтра сухим порошком 4, содержащим или состоящим из металлсодержащего соединения для образования оксида металла посредством термического разложения. Сухой порошок 4 может состоять из одного металлсодержащего соединения или может состоять из смеси или последовательных доз двух или более металлсодержащих соединений. Металлсодержащее соединение или каждое металлсодержащее соединение может содержать один или более катионов металлов. Если присутствует множество катионов металлов, они
35 могут относиться к одному и тому же или к разным металлам.

В примерах металлсодержащее соединение может содержать или состоять из гидроксида металла, фосфата металла, карбоната металла, сульфата металла, перхлората металла, йодида металла, оксалата металла, ацетата металла, хлората металла или их смеси.

40

В качестве примера металл металлсодержащего соединения может содержать или состоять из одного или более из магния, кальция, стронция, бария, алюминия, циркония, марганца, лития, железа, кобальта, никеля, меди или галлия.

- 5 Сухой порошок 4 может дополнительно содержать оксид металла или смешанный оксид металла. Предпочтительно сухой порошок 4 содержит 90 мас.% или более металлсодержащего соединения для образования оксида металла посредством термического разложения и 10 мас.% или менее оксида металла или смешанного оксида металла. Более предпочтительно сухой порошок 4 содержит 95 мас.% или более металлсодержащего соединения для образования оксида металла посредством термического разложения и 5 мас.% или менее оксида металла или смешанного оксида металла. Не обязательно сухой порошок 4 содержит 99 мас.% или более металлсодержащего соединения для образования оксида металла посредством термического разложения и 1 мас.% или менее оксида металла или смешанного оксида металла.
- 10
- 15 В качестве примера металл оксида металла или смешанного оксида металла может содержать или состоять из одного или более из алюминия, магния, кальция, стронция, бария, алюминия, циркония, марганца, лития, железа, кобальта, никеля, меди или галлия.
- 20 Предпочтительно сухой порошок 4 содержит или состоит из гидроксида металла, фосфата металла, карбоната металла или их смеси. Гидроксид металла может быть выбран из группы, состоящей из гидроксида магния, гидроксида кальция, гидроксида стронция и гидроксида бария. Фосфат металла может быть выбран из группы, состоящей из фосфата магния, фосфата кальция, фосфата стронция и фосфата бария. Карбонат металла может быть выбран из группы, состоящей из карбоната магния, карбоната кальция, карбоната стронция и карбоната бария.
- 25 Сухой порошок 4 может иметь плотность после уплотнения 1–3 г/см³, необязательно 1,5–2,5 г/см³, необязательно около 2 г/см³. Сухой порошок 4 предпочтительно имеет d₅₀ (по объему) менее 10 мкм, необязательно менее 5 мкм, необязательно около 2 мкм.
- 30 Пример способа обработки фильтра в соответствии с настоящим описанием будет описан далее со ссылкой на Фиг. 2, на которой показана блок-схема, иллюстрирующая способ изготовления фильтра 2, включающий использование устройства 1. В качестве примера будет описан только способ со ссылкой на фильтр 2, снабженный каталитическим покрытием.
- 35 На стадии S21 каталитическую суспензию получают способами, известными в данной области техники.
- 40 На стадии S22 из каталитической суспензии получают покрытие из пористого оксида с помощью способов, известных в данной области техники. Покрытие из пористого оксида может представлять собой, например, углеводородную ловушку, тройной катализатор (TWC), поглотитель NO_x, катализатор окисления, катализатор селективного каталитического восстановления (SCR), катализатор NO_x для условий обедненной смеси и комбинации любых двух или более из них.

На стадии S23 покрытие из пористого оксида дозируют и наносят на голый фильтр 2 способами, известными в данной области техники. Например, покрытие из пористого оксида можно наносить на первую поверхность фильтра 2 (например, на верхнюю поверхность), а противоположную, вторую
5 поверхность (например, нижнюю поверхность) фильтра 2 можно подвергать воздействию по меньшей мере частичного вакуума для обеспечения перемещения покрытия из пористого оксида через пористую структуру фильтра 2. Фильтр 2 можно покрывать однократным нанесением, причем покрытие из пористого оксида можно наносить на фильтр 2 за один этап, при этом фильтр 2 остается в одном положении. В альтернативном варианте осуществления фильтр 2 можно покрывать двукратным
10 нанесением. Например, при первом нанесении фильтр 2 может находиться в первом положении с первой поверхностью сверху и второй поверхностью снизу. Покрытие можно наносить на первую поверхность и покрывать часть длины фильтра 2. Затем фильтр 2 можно переворачивать таким образом, чтобы вторая поверхность оказывалась сверху. Затем покрытие можно наносить на вторую поверхность, чтобы покрывать часть фильтра 2, которая не была покрыта при первом нанесении.
15 Преимуществом является то, что способ с двукратным нанесением позволяет наносить разные покрытия на каждый торец фильтра 2.

На стадии S24 фильтр 2 можно высушивать.

20 На стадии S25 фильтр 2 можно прокаливать способами, известными в данной области техники.

На необязательной стадии S26 можно измерять противодавление фильтра 2 до обработки.

На необязательной стадии S27 фильтр 2 можно отправлять на склад для ожидания обработки. После
25 этого на стадии S28 фильтр 2 можно забирать со склада и передавать на обработку. В альтернативном варианте осуществления фильтр 2 можно обрабатывать сразу, т. е. переходить непосредственно к стадии S29.

На стадии S29 фильтр 2 обрабатывают в соответствии с настоящим описанием, как будет более
30 подробно описано ниже со ссылкой на Фиг. 3.

На стадии S30, после обработки, фильтр 2 может быть прокален.

Прокаливание фильтра можно проводить при температуре, выбранной для получения термического
35 разложения сухого порошка 4.

Температура прокаливания может быть выбрана равной по меньшей мере 150 °С, необязательно по
меньшей мере 250 °С, необязательно по меньшей мере 500 °С.

40 В некоторых вариантах осуществления предпочтительно, чтобы температура прокаливания не превышала 550 °С. Однако в других вариантах осуществления температура прокаливания может быть

выбрана более 550 °С. Температура прокаливания может быть выбрана вплоть до 900 °С, необязательно вплоть до 1150 °С.

5 В одном примере температура прокаливания может быть выбрана в диапазоне от 300 °С до 500 °С. В другом примере температура прокаливания может быть выбрана до около 520 °С. В другом примере температура прокаливания может быть выбрана до около 580 °С. В другом примере температура прокаливания может быть выбрана до около 900 °С.

10 Прокаливание можно проводить в течение периода 30–90 минут, необязательно 30–60 минут. В одном примере период составляет около 35 минут. В другом примере период составляет около 60 минут. В ходе прокаливания время выдержки составляет 1–15 минут, предпочтительно 5–10 минут

На необязательной стадии S31 можно измерять противодавление фильтра 2 после обработки.

15 На стадии S32 обработанный фильтр 2 можно готовить для доставки покупателю.

На Фиг. 3 представлена блок-схема, иллюстрирующая обработку, выполняемую на стадии S29, показанной на Фиг. 2.

20 На стадии S29-1 фильтр можно загружать в держатель 5 фильтра. Фильтр 2 можно удерживать в неподвижном положении во время обработки. Держатель 5 фильтра 2 может захватывать верхний и/или нижний торцы фильтра 2. Верхний надувной уплотнительный эластичный баллон 31 и нижний надувной уплотнительный эластичный баллон 30 можно накачивать для приведения в контакт и/или в зацепление с внешней поверхностью фильтра 2. Фильтр 2 можно удерживать в вертикальном
25 положении со стороны впуска сверху. Контроллер 9 может управлять работой держателя 5 фильтра, например накачиванием верхнего надувного уплотнительного эластичного баллона 31 и нижнего надувного уплотнительного эластичного баллона 30.

30 На стадии S29-2 контроллер 9 может активировать вакуумный генератор 6 для создания первичного потока газа через фильтр 2. Предпочтительно, первичный поток газа создают до того, как сухой порошок 4 будет перемещен в распылительное устройство 7 и распылен по направлению к стороне впуска фильтра 2. Контроллер 9 может управлять уровнем понижения давления, создаваемого вакуумным генератором 6, независимо от скорости или массового расхода перемещения сухого
35 порошка 4 из резервуара 3 в распылительное устройство 7. Первичный поток газа может иметь объемный расход от 10 м³/ч до 5000 м³/ч, предпочтительно от 400 м³/ч до 2000 м³/ч, предпочтительно от 600 м³/ч до 1000 м³/ч.

40 На стадии S29-3 можно измерять противодавление фильтра 2, пока создается первичный поток газа, но до создания вторичного потока газа. Противодавление можно измерять с помощью датчика 41 давления. Измерение противодавления на стадии S29-3 можно выполнять в дополнение к измерению противодавления на стадии S26 или вместо него. В альтернативном варианте осуществления измерение противодавления на стадии S26 можно применять вместо измерения противодавления на стадии S29-3.

Контроллером 9 может применяться измерение противодействия на стадии S26 и/или измерение противодействия на стадии S29-3 в качестве оценки первого противодействия фильтра 2 до обработки.

5 На стадии S29-4 сухой порошок 4 распыляют на стороне впуска фильтра 2 распылительным устройством 7. В процессе распыления сухого порошка 4 сухой порошок 4 может подаваться в распылительное устройство 7 транспортирующим устройством 8.

10 Распылением сухого порошка 4 по направлению к стороне впуска фильтра 2 предпочтительно управляет контроллер 9 независимо от создания первичного потока газа и управления им.

15 На стадии S29-4 вторичный поток газа, например подаваемый компрессором 22, который отделен от первичного потока газа, можно использовать для перемещения сухого порошка 4 из резервуара 3 в распылительное устройство 7. Предпочтительно вторичным потоком газа управляет контроллер 9 независимо от первичного потока газа. Например, контроллер 9 может управлять работой компрессора 22 и/или клапанов, и/или сопла 25 распылительного устройства 7 независимо от управления работой вакуумного насоса 42. Сухой порошок 4 можно распылить по направлению к стороне впуска фильтра 2 за счет использования вторичного потока газа. Вторичный поток газа может представлять собой поток сжатого газа, предпочтительно воздуха.

20 На стадии S29-4 первичный поток газа предпочтительно поддерживают в виде непрерывного потока. На стадии S29-4 вторичный поток газа можно применять в режиме одиночной порции или множества дискретных порций.

25 На стадии S29-5 можно контролировать противодействие фильтра 2. Противодействие можно контролировать с помощью датчика 41 давления. Контроллер 9 может быть выполнен с возможностью прекращения распыления сухого порошка 4 по направлению к стороне впуска фильтра 2 при достижении заданного противодействия. Контроллер 9 выполнен с возможностью возврата к стадии S29-4 и продолжения распыления сухого порошка 4, если заданное противодействие еще не достигнуто. Эта обратная связь может быть непрерывной и не должна включать какую-либо паузу в распылении сухого порошка 4, т. е. контроллер 9 может непрерывно контролировать противодействие фильтра 2 по мере продолжения распыления сухого порошка 4.

35 Заданное противодействие может представлять собой абсолютное противодействие. Абсолютное противодействие может составлять 20–180 мбар при расходе 600 м³/ч.

В альтернативном варианте осуществления заданное противодействие может представлять собой относительное противодействие. Например, можно применять противодействие относительно первого противодействия фильтра 2 до обработки, измеренного на стадии S26 и/или стадии S29-3.

40 Противодействие можно измерять в процентах от первого противодействия. Заданное противодействие при прекращении распыления сухого порошка 4 может составлять от 105% до 200%, предпочтительно от 125% до 150% от первого противодействия.

В дополнительном или альтернативном варианте осуществления распыление сухого порошка 4 по направлению к стороне впуска фильтра 2 можно прекращать при достижении заданного общего времени распыления. Заданное общее время распыления может составлять 1–60 секунд, предпочтительно 1–20 секунд, предпочтительно около 10 секунд.

5

Контроллер 9 может быть выполнен с возможностью прекращения распыления сухого порошка 4 по направлению к стороне впуска фильтра 2 при достижении первым либо заданного общего времени распыления, либо заданного противодавления фильтра, либо после распыления целевой массы сухого порошка по направлению к стороне впуска фильтра.

10

На стадии S29-6 распыление сухого порошка 4 прекращают. Например, это можно обеспечивать с помощью контроллера 9, который останавливает перемещение сухого порошка транспортирующим устройством 8 и/или останавливает вторичный поток газа распылительного устройства 7.

Предпочтительно на стадии S29-6 первичный поток газа через пористую структуру фильтра 2

15 поддерживают в течение периода времени после прекращения распыления сухого порошка 4.

Контроллер 9 может быть выполнен с возможностью управления вакуумным генератором 6 в течение периода времени после прекращения распыления сухого порошка 4.

Необязательно на стадии S29-6 можно измерять количество сухого порошка 4, подаваемого по

20 направлению к стороне впуска фильтра 2. Контроллер 9 выполнен с возможностью определения

количества сухого порошка 4, подаваемого по выходным сигналам от дозирующего устройства 15,

например по выходному сигналу от питателя с контролем подачи продукта по уменьшению его массы в бункере.

25

Способ может быть выполнен с возможностью обеспечения максимальной загрузки фильтра 10–40 г/л, необязательно 15–30 г/л, необязательно около 20 г/л сухого порошка 4.

На стадии S29-7 останавливают первичный поток газа через фильтр 2. Это может быть достигнуто с помощью контроллера 9, останавливающего вакуумный генератор 6, т. е. останавливающего

30 вакуумный насос 42. В альтернативном варианте осуществления это может быть достигнуто с

помощью контроллера, управляющего клапанами вакуумного генератора 6 для отвода подсоса через байпасный трубопровод 46, чтобы вытягивать воздух через заборник 47. Это может предотвращать необходимость остановки вакуумного насоса 42 между обработкой последовательных фильтров 2, что может приводить к более быстрому времени цикла.

35

На стадии S29-8 фильтр 2 выгружают из держателя 5 фильтра, например выпуская воздух из верхнего надувного уплотнительного эластичного баллона 31 и нижнего надувного уплотнительного эластичного баллона 30. Затем фильтр 2 можно снимать и подавать на стадию S30, как описано выше.

40

В соответствии с настоящим описанием может быть предложен обработанный фильтр, имеющий одно или более преимуществ по сравнению с фильтрами предшествующего уровня техники.

Предпочтительно, но не исключительно, обработанный фильтр можно обрабатывать в соответствии со

способом по настоящему описанию и/или обрабатывать с помощью устройства в соответствии с настоящим описанием.

ПРИМЕРЫ

5

Стандартный способ загрузки

В следующих примерах обработанные фильтры загружали сухим порошком с помощью следующего «стандартного» способа загрузки с помощью устройства такого типа, как показано на Фиг. 1, если не указано иное.

10

- 1 Диаметр проточного трубопровода был таким же, как и сторона впуска фильтра.
- 2 Первичный поток газа — 550 м³/ч воздуха — пропускали через фильтр с помощью расположенной ниже по потоку регенеративной газодувки.
- 3 Противодействие контролировали с помощью датчика давления Wika® P30,
15 расположенного под фильтром.
- 4 Сухой порошок диспергировали в первичном потоке газа с помощью пистолета-распылителя STAR Professional с подачей самотеком и соплом 1,4 мм, каталожный номер STA2591100C. Пистолет-распылитель STAR Professional с подачей самотеком устанавливали на расстоянии 100 мм от стороны впуска фильтра.
- 20 5 После завершения загрузки фильтр прокачивали при 520 °C в течение 35 минут.

В случаях, когда для определения точки прекращения распыления сухого порошка применяли параметр противодействия, противодействие контролировали с помощью вышеупомянутого датчика давления.

25

В следующих примерах CFBP означает противодействие холодного потока в мбар при 600 м³/ч и все значения эффективности фильтрации приведены при загрузке сажи 0,02 г/л.

30

В следующих примерах пористая подложка представляла собой фильтр GPF, полученный из кордиерита 300/8, типа подложки 1,26L. Каждый фильтр не был покрыт, без нанесенного покрытия из пористого оксида.

35

Все фильтры загружали с помощью стандартного способа загрузки (SLP), описанного выше, с целевым противодействием около 55 мбар, применяемым для определения точки прекращения распыления сухого порошка.

Пример 1

Применяемый сухой порошок представлял собой Aeroxide® Alu130 — высокодисперсный оксид алюминия, поставляемый компанией Evonik Industries AG, Essen, Германия. Плотность после
40 уплотнения составляла 0,05 г/л, и d₅₀ составлял 5,97 мкм. Уровень загрузки составлял около 2 г/л.

Пример 2

Применяемый сухой порошок представлял собой порошок гидроксида кальция. Плотность после уплотнения составляла около 2,2 г/см³. Уровень загрузки составлял около 24 г/л.

Пример 3

5 Применяемый сухой порошок представлял собой порошок гидроксида магния. Плотность после уплотнения составляла около 2,3 г/см³. Уровень загрузки составлял около 18 г/л.

Пример 4

10 Применяемый сухой порошок представлял собой порошок фосфата магния. Плотность после уплотнения составляла около 2,2 г/см³. Уровень загрузки составлял около 7,5 г/л.

Пример 5

15 Применяемый сухой порошок представлял собой смесь 50 мас.% порошка гидроксида магния и 50 мас.% Aeroxide® Alu130.

Пример 6

Применяемый сухой порошок представлял собой смесь 95 мас.% порошка гидроксида магния и 5 мас.% Aeroxide® Alu130.

20 Противодавление холодного потока (CFBP)

После завершения стандартного способа загрузки (SLP) тестировали CFBP фильтров при 600 м³/ч. Затем фильтры подвергали испытанию на адгезию на установке для испытания на адгезию (ATR). Затем повторно измеряли CFBP фильтров при температуре 600 м³/ч.

25 Были получены следующие результаты.

	Использованный порошок	CFBP после SLP (мбар)	CFBP после ATR (мбар)	Изменение CFBP (мбар)
Пример 1	Aeroxide® Alu130	54,9	51,8	-3,1
Пример 2	Гидроксид кальция	51,0	50,8	+0,2
Пример 3	Гидроксид магния	56,8	57,5	+0,7
Пример 4	Фосфат магния	54,7	55,0	+0,3

30 Испытание на адгезию можно применять для оценки адгезии сухого порошка к пористой подложке. Значительное снижение CFBP после испытания на адгезию на ATR указывает на отлипание сухого порошка от пористой подложки. Считается, что это является результатом потери адгезии сухого порошка, что приводит к разблокированию по меньшей мере некоторых пор пористой подложки, что снижает CFBP.

Как видно из результатов, при применении оксида алюминия в качестве сухого порошка наблюдается значительное снижение CFBR, что указывает на значительную потерю адгезии некоторой части сухого порошка. Напротив, примеры с применением гидроксида кальция, гидроксида магния или фосфата магния в качестве сухого порошка не показывают снижения CFBR. Это указывает на хорошую адгезию этих сухих порошков.

Противодавление при загрузке сажи

На Фиг. 4 представлен график, на котором показаны кривые зависимости противодавления от загрузки сажи для примера 1. Кривая А построена после завершения SLP, а кривая В построена после испытания на адгезию на ATR.

Кривая А показывает по существу линейную зависимость противодавления от загрузки при значениях загрузки сажи только более 0,1 г/л. Без ограничений, накладываемых какой-либо теорией, считается, что сухой порошок, который предпочтительно наносят в аэрозольном состоянии, обеспечивает высокоэффективную фильтрующую среду для фильтра во время первоначального применения, при необходимости, после регенерации даже при очень низких значениях загрузки сажи, пока еще не накопился осадок из твердых частиц сажи.

Однако кривая В показывает заметно более низкое противодавление на начальных стадиях загрузки сажи вплоть до около 0,4 г/л. Эта зависимость указывает на то, что некоторая часть сухого порошка в примере 1 отлипла в ходе испытания на адгезию и больше не обеспечивает такой когезионной пористой структуры на стенке пористой подложки. Без ограничений, накладываемых какой-либо теорией, считается, что потеря адгезии некоторой части сухого порошка может обеспечивать проникновение частиц сажи в поры пористой подложки, что приводит к наблюдаемой нелинейной зависимости противодавления.

На Фиг. 5 представлен график, на котором показаны кривые зависимости противодавления от загрузки сажи для примера 2. Кривая А построена после завершения SLP, а кривая В построена после испытания на адгезию на ATR. Каждая из кривых А и В показывает по существу ту же зависимость, что и по существу линейная зависимость противодавления от загрузки при значениях загрузки сажи только более 0,1 г/л. Эта зависимость указывает на то, что сухой порошок в примере 2 оставался прилипшим к пористой структуре после испытания на адгезию. Таким образом, преимуществом в примере 2 является то, что высокоэффективная фильтрующая среда, обеспечиваемая сухим порошком, сохраняется даже после испытания на адгезию.

На Фиг. 6 представлен график, на котором показаны кривые зависимости противодавления от загрузки сажи для примеров 3 и 4. Кривая А представляет собой пример 3 после завершения SLP, а кривая В представляет собой пример 3 после испытания на адгезию на ATR. Кривая С представляет собой пример 4 после завершения SLP, а кривая D представляет собой пример 4 после испытания на адгезию на ATR. Кривые А и В и кривые С и D показывают по существу ту же зависимость, что и по существу линейные зависимости противодавления от загрузки сажи при значениях загрузки сажи только более 0,1 г/л. Эта зависимость указывает на то, что сухой порошок в примерах 3 и 4, аналогично примеру 2,

остаётся прилипшим к пористой структурой после испытания на адгезию. Таким образом, преимуществом в примерах 3 и 4 является то, что высокоэффективная фильтрующая среда, обеспечиваемая сухим порошком, сохраняется даже после испытания на адгезию.

5 Эффективность фильтрации

Эффективность фильтрации в примерах была следующей:

	Использованный порошок	Эффективность фильтрации после SLP (%)	Эффективность фильтрации после ATR (%)
Пример 1	Aeroxide® Alu130	99,66	78,33
Пример 2	Гидроксид кальция	92,91	92,80
Пример 3	Гидроксид магния	99,12	98,65
Пример 4	Фосфат магния	98,20	96,68

10 Как видно из результатов, в то время как эффективность фильтрации в примере 1 являлась высокой после SLP, она значительно падала после испытания на адгезию, что указывает на значительную потерю адгезии сухого порошка.

В примерах 2–4 отсутствует значительное снижение эффективности фильтрации, что указывает на сохранение адгезии сухого порошка.

15

Эффективность фильтрации также оценивали для сухих порошков, содержащих смесь металлсодержащих соединений. Полученные результаты были следующими:

	Использованный порошок	Эффективность фильтрации после SLP (%)	Эффективность фильтрации после ATR (%)
Пример 1	Aeroxide® Alu130 100 мас.%	99,7	78,3
Пример 5	Гидроксид магния 50 мас.% Aeroxide® Alu130 50 мас.%	99,6	78,6
Пример 6	Гидроксид магния 95 мас.%	99,6	92,9

	Aeroxide® Alu130 5 мас.%		
--	-----------------------------	--	--

Как можно видеть, по сравнению с примерами 1 и 5, пример 6 демонстрирует значительно сниженную эффективность фильтрации, что указывает на то, что в случае применения смеси металлсодержащих соединений может быть полезно ограничивать компонент оксида металла в смеси до 5 мас.% или менее.

Гидротермическое старение

CFBP и эффективность фильтрации для примеров 3 и 4 исследовали после гидротермического старения (НТА) при 1100 °С в течение 4 часов. Были получены следующие результаты.

	Использованный порошок	CFBP после ATR (мбар)	CFBP после НТА (мбар)	Эффективность фильтрации после ATR (%)	Эффективность фильтрации после НТА (%)
Пример 3	Гидроксид магния	57,5	54,1	98,65	95,90
Пример 4	Фосфат магния	55,0	48,3	96,68	62,80

Как видно из результатов, в примере 4 падение CFBP и значительное снижение эффективности фильтрации обнаруживаются после НТА. В примере 3 не наблюдается таких вредных последствий НТА, что показывает, что гидроксид магния является очень предпочтительным вариантом сухого порошка.

Дополнительные преимущества и эффекты способов и фильтров согласно настоящему описанию можно наблюдать из следующих данных и примеров:

Анализ с помощью рентгеновской дифракции (XRD) в условиях окружающей среды проводили для трех фильтров с помощью дифрактометра Bruker D8 Advance, DAVINCI.DESIGN™, оснащенного 90-позиционным устройством смены образцов для измерений в режиме отражения. Один фильтр оставался без покрытия. Каждый из двух фильтров загружали сухим порошком гидроксида магния. Один из этих двух фильтров оставался непрокаленным, а другой фильтр прокаливали до анализа.

На Фиг. 7 показано сравнение XRD фильтра без покрытия (кривая А), непрокаленного фильтра (кривая В) и прокаленного фильтра (кривая С) с выделенными присутствующими фазами. Показано, что непрокаленные и прокаленные фильтры имеют одни и те же фазы фильтра по сравнению с фильтром без покрытия. Непрокаленный фильтр (кривая В) показывает присутствие Mg(OH)₂, *брусита*, (линия D). При прокаливании наблюдается потеря *брусита*, а также наличие слабокристаллического MgO, *периклаза*, (линии E), образующегося на прокаленном фильтре (кривая С).

На Фиг. 8–12 показаны SEM-микротографии СОС для непрокаленного и прокаленного фильтров, каждый из которых загружен сухим порошком гидроксида магния. На Фиг. 8 снято 50% вниз по каналу фильтра, на Фиг. 9 и 10 снято 75% ниже по каналу фильтра, а на Фиг. 11 и 12 снято с поверхности канала фильтров.

5

Можно наблюдать влияние прокаливания на поверхности порошка гидроксида магния.

Анализ с помощью ртутной порометрии проводили для трех фильтров. Один фильтр оставался без покрытия. Каждый из двух фильтров загружали сухим порошком гидроксида магния. Один из этих двух фильтров оставался непрокаленным, а другой фильтр прокаливали до анализа. На Фиг. 13–15 показаны результаты. На Фиг. 13 показана ртутная порометрия для фильтра без покрытия (кривая А), непрокаленного фильтра (кривая В) и прокаленного фильтра (кривая С). На Фиг. 14 представлена увеличенная часть результатов, показывающих пики подложки фильтров. На Фиг. 15 представлена увеличенная часть результатов, показывающих пики порошка для непрокаленных и прокаленных фильтров.

15

Пористость фильтра без покрытия составляла 64%. Пористость непрокаленного фильтра составляла 58%. Пористость прокаленного фильтра составляла 61%. На Фиг. 15 показано, что диаметр пор прокаленного фильтра увеличился по сравнению с непрокаленным фильтром.

20

Другие аспекты и варианты осуществления настоящего описания изложены в следующих пунктах.

Пункт А1. Способ обработки фильтра для фильтрования твердых частиц из выхлопного газа, включающий стадии:

25

а) помещения сухого порошка в резервуар;

б) размещения фильтра в держателе фильтра, причем фильтр содержит пористую подложку, имеющую сторону впуска и сторону выпуска, при этом сторона впуска и сторона выпуска отделены пористой структурой;

30

в) создания первичного потока газа через пористую структуру фильтра путем понижения давления на стороне выпуска фильтра;

г) перемещения сухого порошка из резервуара в распылительное устройство, расположенное выше по потоку от стороны впуска фильтра; и

35

д) распыления сухого порошка с помощью распылительного устройства по направлению к стороне впуска фильтра таким образом, чтобы сухой порошок захватывался в первичном потоке газа и проходил через сторону впуска фильтра для приведения в контакт с пористой структурой.

причем сухой порошок содержит или состоит из металлсодержащего соединения для образования оксида металла посредством термического разложения.

40

Пункт А2. Способ по п. А1, в котором металлсодержащее соединение содержит или состоит из гидроксида металла, фосфата металла, карбоната металла, сульфата металла, перхлората металла, йодида металла, оксалата металла, ацетата металла, хлората металла или их смеси.

- Пункт А3. Способ по п. А1 или А2, в котором металл металлсодержащего соединения содержит или состоит из одного или более из магния, кальция, стронция, бария, алюминия, циркония, марганца, лития, железа, кобальта, никеля, меди или галлия.
- 5
- Пункт А4. Способ по любому предшествующему пункту, в котором сухой порошок дополнительно содержит оксид металла или смешанный оксид металла.
- Пункт А5. Способ по п. А4, в котором сухой порошок содержит 90 мас.% или более металлсодержащего соединения для образования оксида металла посредством термического разложения и 10 мас.% или менее оксида металла или смешанного оксида металла.
- 10
- Пункт А6. Способ по п. А4, в котором сухой порошок содержит 95 мас.% или более металлсодержащего соединения для образования оксида металла посредством термического разложения и 5 мас.% или менее оксида металла или смешанного оксида металла.
- 15
- Пункт А7. Способ по п. А4, в котором сухой порошок содержит 99 мас.% или более металлсодержащего соединения для образования оксида металла посредством термического разложения и 1 мас.% или менее оксида металла или смешанного оксида металла.
- 20
- Пункт А8. Способ по любому из пп. А4–А7, в котором металл оксида металла или смешанного оксида металла содержит или состоит из одного или более из алюминия, магния, кальция, стронция, бария, алюминия, циркония, марганца, лития, железа, кобальта, никеля, меди или галлия.
- 25
- Пункт А9. Способ по любому предшествующему пункту, в котором сухой порошок содержит или состоит из гидроксида металла, фосфата металла, карбоната металла или их смеси.
- Пункт А10. Способ по любому предшествующему пункту, в котором гидроксид металла выбран из группы, состоящей из гидроксида магния, гидроксида кальция, гидроксида стронция и гидроксида бария.
- 30
- Пункт А11. Способ по любому предшествующему пункту, в котором фосфат металла выбран из группы, состоящей из фосфата магния, фосфата кальция, фосфата стронция и фосфата бария.
- 35
- Пункт А12. Способ по любому предшествующему пункту, отличающийся тем, что карбонат металла выбран из группы, состоящей из карбоната магния, карбоната кальция, карбоната стронция и карбоната бария.
- Пункт А13. Способ по любому предшествующему пункту, дополнительно включающий стадию
- 40
- г) прокаливания фильтра после стадии е).

- Пункт А14. Способ по п. А13, в котором прокаливание осуществляют при температуре по меньшей мере 150 °С, необязательно по меньшей мере 250 °С, необязательно по меньшей мере 500 °С.
- Пункт А15. Способ по п. А13 или А14, в котором прокаливание осуществляют при температуре не более 550 °С; альтернативно при температуре более 550 °С; необязательно при температуре вплоть до 900 °С; необязательно при температуре вплоть до 1150 °С.
- Пункт А16. Способ по любому из пп. А13–А15, в котором прокаливание проводят в течение периода 30–90 минут, необязательно 30–60 минут, включая время выдержки 1–15 минут, предпочтительно 5–10 минут.
- Пункт А17. Способ по любому предшествующему пункту, дополнительно включающий перед стадией b) нанесение на фильтр покрытия из пористого оксида, предпочтительно катализаторного покрытия из пористого оксида.
- Пункт А18. Способ по любому предшествующему пункту, включающий обеспечение максимальной загрузки 10–40 г/л, необязательно 15–30 г/л, необязательно около 20 г/л сухого порошка.
- Пункт А19. Способ по любому предшествующему пункту, в котором сухой порошок имеет плотность после уплотнения 1–3 г/см³, необязательно 1,5–2,5 г/см³, необязательно около 2 г/см³.
- Пункт А20. Способ по любому предшествующему пункту, в котором сухой порошок имеет d₅₀ (по объему) менее 10 мкм, необязательно менее 5 мкм, необязательно около 2 мкм.
- Пункт А21. Способ по любому предшествующему пункту, в котором перемещение сухого порошка из резервуара в распылительное устройство осуществляют с возможностью управления независимо от создания первичного потока газа и управления им; и при этом необязательно распыление сухого порошка по направлению к стороне впуска фильтра осуществляют с возможностью управления независимо от создания первичного потока газа и управления им.
- Пункт А22. Способ по любому предшествующему пункту, в котором первичный поток газа создают до того, как сухой порошок будет перемещен в распылительное устройство и распылен по направлению к стороне впуска фильтра.
- Пункт А23. Способ по любому предшествующему пункту, в котором на стадии d) вторичный поток газа, отдельный от первичного потока газа, используют для перемещения сухого порошка из резервуара в распылительное устройство.
- Пункт А24. Способ по п. А23, в котором вторичным потоком газа можно управлять независимо от первичного потока газа.

- Пункт А25. Способ по п. А23 или п. А24, дополнительно включающий стадию f) прекращения распыления сухого порошка по направлению к стороне впуска фильтра; причем первичный поток газа представляет собой непрерывный поток газа от стадии с) до стадии f); при этом вторичный поток газа применяют только в течение части периода от стадии с) до стадии f).
- 5
- Пункт А26. Способ по п. А25, в котором вторичный поток газа применяют в виде одиночной порции или множества дискретных порций во время указанной части периода от стадии с) до стадии f).
- Пункт А27. Способ по п. А25 или п. А26, дополнительно включающий стадию g) поддержания первичного потока газа через пористую структуру фильтра в течение периода времени после прекращения распыления сухого порошка на стадии f).
- 10
- Пункт А28. Способ по любому из пп. А23–А27, в котором вторичный поток газа представляет собой поток сжатого газа, предпочтительно воздуха.
- 15
- Пункт А29. Способ по любому из пп. А23–А28, в котором вторичный поток газа применяют для перемещения сухого порошка из резервуара в распылительное устройство и выдачи сухого порошка из распылительного устройства.
- 20
- Пункт А30. Способ по любому из пп. А23–А29, в котором распылительное устройство представляет собой пистолет-распылитель сжатым воздухом.
- Пункт А31. Способ по любому предшествующему пункту, включающий использование вакуумного генератора для создания первичного потока газа через пористую структуру фильтра.
- 25
- Пункт А32. Способ по п. А31, в котором уровнем понижения давления, создаваемого вакуумным генератором, управляют независимо от скорости или массового расхода перемещения сухого порошка из резервуара в распылительное устройство.
- 30
- Пункт А33. Способ по любому предшествующему пункту, в котором первичный поток газа имеет объемный расход от 10 м³/ч до 5000 м³/ч, предпочтительно от 400 м³/ч до 2000 м³/ч, предпочтительно от 600 м³/ч до 1000 м³/ч.
- Пункт А34. Способ по любому предшествующему пункту, дополнительно включающий контроль противодействия фильтра в течение по меньшей мере стадии е).
- 35
- Пункт А35. Способ по п. А34, дополнительно включающий использование датчика давления, предпочтительно единственного датчика давления, для контроля противодействия.
- 40
- Пункт А36. Способ по п. А35, в котором датчик давления, предпочтительно единственный датчик давления, расположен в держателе фильтра или в другом корпусе, сообщаемся по текучей среде со стороной выпуска фильтра.

- Пункт А37. Способ по любому из пп. А34–А36, дополнительно включающий стадию прекращения распыления сухого порошка по направлению к стороне впуска фильтра при достижении заданного противодействия фильтра.
- 5
- Пункт А38. Способ по п. А37, в котором заданное противодействие представляет собой абсолютное противодействие.
- Пункт А39. Способ по любому из пп. А34–А38, дополнительно включающий контроль
- 10 противодействия фильтра в течение по меньшей мере стадии с) и стадии е), предпочтительно в течение по меньшей мере стадий с), d) и е).
- Пункт А40. Способ по п. А39, дополнительно включающий использование датчика давления, предпочтительно единственного датчика давления, для контроля противодействия.
- 15
- Пункт А41. Способ по п. А40, в котором датчик давления, предпочтительно единственный датчик давления, расположен в держателе фильтра или в другом корпусе, сообщаемся по текучей среде со стороной выпуска фильтра.
- Пункт А42. Способ по п. А40 или п. А41, в котором один и тот же датчик давления, предпочтительно один и тот же единственный датчик давления, используют для контроля
- 20 противодействия фильтра в течение по меньшей мере стадий с) и е).
- Пункт А43. Способ по любому из пп. А39–А42, дополнительно включающий стадию прекращения распыления сухого порошка по направлению к стороне впуска фильтра при достижении заданного
- 25 противодействия фильтра.
- Пункт А44. Способ по п. А43, в котором заданное противодействие представляет собой относительное противодействие.
- 30
- Пункт А45. Способ по п. А44, в котором первое противодействие фильтра измеряют на стадии с) перед осаждением сухого порошка в пористой структуре, а второе противодействие фильтра измеряют на стадии е) во время осаждения сухого порошка в пористой структуре, причем распыление сухого порошка прекращают при достижении вторым противодействием заданного процентного значения
- 35 первого противодействия.
- Пункт А46. Способ по п. А45, в котором заданное процентное значение составляет от 105% до 200%, предпочтительно от 125% до 150%.
- Пункт А47. Способ по любому из пп. А1–А33, дополнительно включающий стадию прекращения распыления сухого порошка по направлению к стороне впуска фильтра при достижении заданного
- 40 общего времени распыления.

- Пункт А48. Способ по п. А47, в котором заданное общее время распыления составляет 1–60 секунд, предпочтительно 1–20 секунд, предпочтительно около 10 секунд.
- 5 Пункт А49. Способ по любому предшествующему пункту, дополнительно включающий стадию прекращения распыления сухого порошка по направлению к стороне впуска фильтра после распыления целевой массы сухого порошка по направлению к стороне впуска фильтра.
- 10 Пункт А50. Способ по любому из пп. А1–А33, дополнительно включающий стадии контроля противодействия фильтра в течение по меньшей мере стадии е) и прекращения распыления сухого порошка по направлению к стороне впуска фильтра при достижении первым либо заданного общего времени распыления, либо заданного противодействия фильтра.
- 15 Пункт А51. Способ по п. А50, в котором заданное противодействие представляет собой абсолютное противодействие.
- 20 Пункт А52. Способ по п. А50 или А51, дополнительно включающий контроль противодействия фильтра в течение по меньшей мере стадии с) и стадии е), предпочтительно в течение по меньшей мере стадий с), d) и е).
- Пункт А53. Способ по п. А52, в котором заданное противодействие представляет собой относительное противодействие.
- 25 Пункт А54. Способ по любому предшествующему пункту, в котором на стадии е) сухой порошок распыляют из одного или более выпускных отверстий распылительного устройства.
- Пункт А55. Способ по п. А54, в котором одно или более выпускных отверстий распылительного устройства имеют размер отверстия 1–10 мм.
- 30 Пункт А56. Способ по п. А54 или п. А55, в котором сухой порошок распыляют из одного или более фиксированных выпускных отверстий распылительного устройства.
- 35 Пункт А57. Способ по п. А54 или п. А55, в котором сухой порошок распыляют из одного или более подвижных выпускных отверстий распылительного устройства, предпочтительно из одного или более колеблющихся выпускных отверстий.
- 40 Пункт А58. Способ по любому предшествующему пункту, дополнительно включающий на стадии е) направление сухого порошка из распылительного устройства к стороне впуска фильтра по проточному трубопроводу.
- Пункт А59. Способ по п. А58, в котором проточный трубопровод обеспечивает свободный путь потока между распылительным устройством и стороной впуска фильтра.

- Пункт А60. Способ по п. А58, в котором проточный трубопровод содержит формирователь потока, расположенный между распылительным устройством и стороной впуска фильтра, причем формирователь потока действует для облегчения диспергирования сухого порошка в потоке газа.
- 5
- Пункт А61. Способ по п. А60, в котором формирователь потока содержит одно или более из статического смесителя, сетки, сита, перегородки и пластины с отверстиями.
- Пункт А62. Способ по любому предшествующему пункту, в котором сторона впуска фильтра расположена на расстоянии 10–80 см, предпочтительно 15–20 см от распылительного устройства, и/или распылительное устройство расположено на расстоянии от стороны впуска фильтра, которое составляет до 4 диаметров стороны впуска фильтра.
- 10
- Пункт А63. Способ по любому предшествующему пункту, дополнительно включающий на стадии d) дозирование сухого порошка из резервуара.
- 15
- Пункт А64. Способ по п. А63, в котором дозирование предусматривает дозирование путем одного или более из дозирования по массе, по объему, по количеству частиц, по времени.
- Пункт А65. Способ по п. А63 или п. А64, включающий гравиметрическую загрузку дозирующего устройства сухим порошком.
- 20
- Пункт А66. Способ по любому из пп. А63–А65, в котором для дозирования применяют питатель с контролем подачи продукта по уменьшению его массы в бункере.
- 25
- Пункт А67. Способ по любому предшествующему пункту, в котором на стадии а) сухой порошок содержится в одном или более бункерах.
- Пункт А68. Способ по любому предшествующему пункту, в котором на стадии b) фильтр расположен в держателе в вертикальном положении со стороной впуска сверху.
- 30
- Пункт А69. Способ по п. А68, в котором на стадии d) распылительное устройство расположено вертикально над стороной впуска; и предпочтительно направление распыления распылительного устройства соосно с продольной осью фильтра; и предпочтительно направление распыления и продольная ось совпадают.
- 35
- Пункт А70. Способ по любому предшествующему пункту, в котором пористая подложка представляет собой фильтр с проточными стенками.
- Пункт В1. Фильтр, который можно получать способом по любому из пп. А1–А70.
- 40

Пункт В2. Фильтр по п. В1, который представляет собой один или более из катализируемого сажевого фильтра (CSF), фильтра селективного каталитического восстановления (SCRf), фильтра-уловителя обедненных оксидов азота (NOx) (LNTF) и бензинового сажевого фильтра (GPF).

5 Пункт С1. Прокаленный фильтр отработавших газов транспортного средства, содержащий пористую подложку, имеющую сторону впуска и сторону выпуска, причем пористая подложка содержит впускные каналы, проходящие от стороны впуска, и выпускные каналы, проходящие от стороны выпуска; впускные каналы и выпускные каналы, разделенные множеством стенок фильтра, имеющих пористую структуру;

10 выпускной фильтр транспортного средства, загруженный до прокаливания нанесенным в аэрозольном состоянии сухим порошком, содержащим или состоящим из металлсодержащего соединения для образования оксида металла посредством термического разложения.

Пункт С2. Прокаленный фильтр отработавших газов транспортного средства по п. С1, в котором металлсодержащее соединение содержит или состоит из гидроксида металла, фосфата металла, карбоната металла, сульфата металла, перхлората металла, йодида металла, оксалата металла, ацетата металла, хлората металла или их смеси.

Пункт С3. Прокаленный фильтр отработавших газов транспортного средства по п. С1 или п. С2, в котором металл металлсодержащего соединения содержит или состоит из одного или более из магния, кальция, стронция, бария, алюминия, циркония, марганца, лития, железа, кобальта, никеля, меди или галлия.

Пункт С4. Прокаленный фильтр отработавших газов транспортного средства по любому из пп. С1–С3, в котором сухой порошок дополнительно содержит оксид металла или смешанный оксид металла.

Пункт С5. Прокаленный фильтр отработавших газов транспортного средства по п. С4, в котором сухой порошок содержит 90 мас.% или более металлсодержащего соединения для образования оксида металла посредством термического разложения и 10 мас.% или менее оксида металла или смешанного оксида металла.

Пункт С6. Прокаленный фильтр отработавших газов транспортного средства по п. С4, в котором сухой порошок содержит 95 мас.% или более металлсодержащего соединения для образования оксида металла посредством термического разложения и 5 мас.% или менее оксида металла или смешанного оксида металла.

Пункт С7. Прокаленный фильтр отработавших газов транспортного средства по п. С4, в котором сухой порошок содержит 99 мас.% или более металлсодержащего соединения для образования оксида металла посредством термического разложения и 1 мас.% или менее оксида металла или смешанного оксида металла.

- Пункт С8. Прокаленный фильтр отработавших газов транспортного средства по любому из пп. С4–С7, в котором металл оксида металла или смешанного оксида металла содержит или состоит из одного или более из алюминия, магния, кальция, стронция, бария, алюминия, циркония, марганца, лития, железа, кобальта, никеля, меди или галлия.
- 5
- Пункт С9. Прокаленный фильтр отработавших газов транспортного средства по любому из пп. С1–С8, в котором металлсодержащее соединение содержит гидроксид металла, фосфат металла или их смесь.
- 10
- Пункт С10. Прокаленный фильтр отработавших газов транспортного средства по п. С9, в котором гидроксид металла выбран из группы, состоящей из гидроксида магния, гидроксида кальция, гидроксида стронция и гидроксида бария.
- 15
- Пункт С11. Прокаленный фильтр отработавших газов транспортного средства по п. С9 или С10, в котором фосфат металла выбран из группы, состоящей из фосфата магния, фосфата кальция, фосфата стронция и фосфата бария.
- 20
- Пункт С12. Прокаленный фильтр отработавших газов транспортного средства по любому из пп. С9–С11, в котором карбонат металла выбран из группы, состоящей из карбоната магния, карбоната кальция, карбоната стронция и карбоната бария.
- 25
- Пункт С13. Прокаленный фильтр отработавших газов транспортного средства по любому из пп. С1–С12, в котором массовая загрузка нанесенного в аэрозольном состоянии сухого порошка составляет 10–40 г/л, необязательно 15–30 г/л, необязательно около 20 г/л.
- 30
- Пункт С14. Прокаленный фильтр отработавших газов транспортного средства по любому из пп. С1–С13, в котором нанесенный в аэрозольном состоянии сухой порошок имеет плотность после уплотнения до загрузки 1–3 г/см³, необязательно 1,5–2,5 г/см³, необязательно около 2 г/см³.
- 35
- Пункт С15. Прокаленный фильтр отработавших газов транспортного средства по любому из пп. С1–С14, имеющий эффективность фильтрации при загрузке сажи 0,02 г/л более 90%, предпочтительно более 95%, предпочтительно более 98%, предпочтительно более 99%.
- 40
- Пункт С16. Прокаленный фильтр отработавших газов транспортного средства по любому из пп. С1–С15, имеющий противодавление 20–180 мбар при расходе 600 м³/ч.
- Пункт С17. Прокаленный фильтр отработавших газов транспортного средства по любому из пп. С1–С16, в котором пористая подложка содержит одно или более покрытий из пористого оксида.
- Пункт С18. Прокаленный фильтр отработавших газов транспортного средства по любому из пп. С1–С17, отличающийся тем, что прокаленный фильтр отработавших газов транспортного средства

демонстрирует, по существу, линейную зависимость противодействия от загрузки при значениях загрузки сажи более 0,1 г/л, предпочтительно при значениях загрузки сажи более 0,05 г/л.

5 Пункт С19. Прокаленный фильтр отработавших газов транспортного средства по любому из пп. С1–С18, в котором сухой порошок имеет d_{50} (по объему) менее 10 мкм, необязательно менее 5 мкм, необязательно около 2 мкм.

10 Пункт С20. Прокаленный фильтр отработавших газов транспортного средства по любому из пп. С1–С19, представляющий собой фильтр с проточными стенками.

Пункт D1. Система выпуска отработавших газов, содержащая прокаленный фильтр отработавших газов транспортного средства по любому из пп. С1–С20.

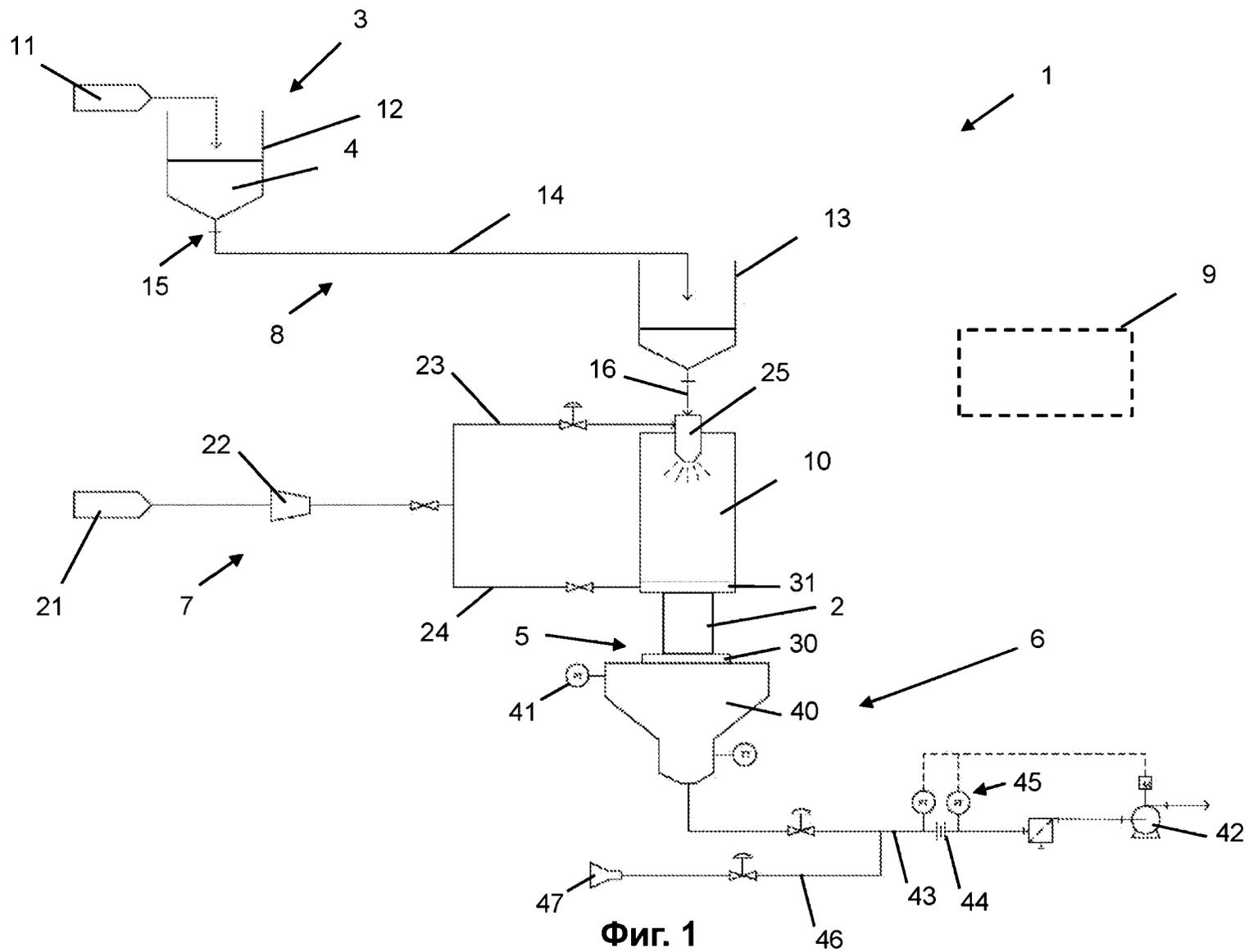
15 Пункт D2. Транспортное средство, содержащее прокаленный фильтр отработавших газов транспортного средства по любому из пп. С1–С20.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

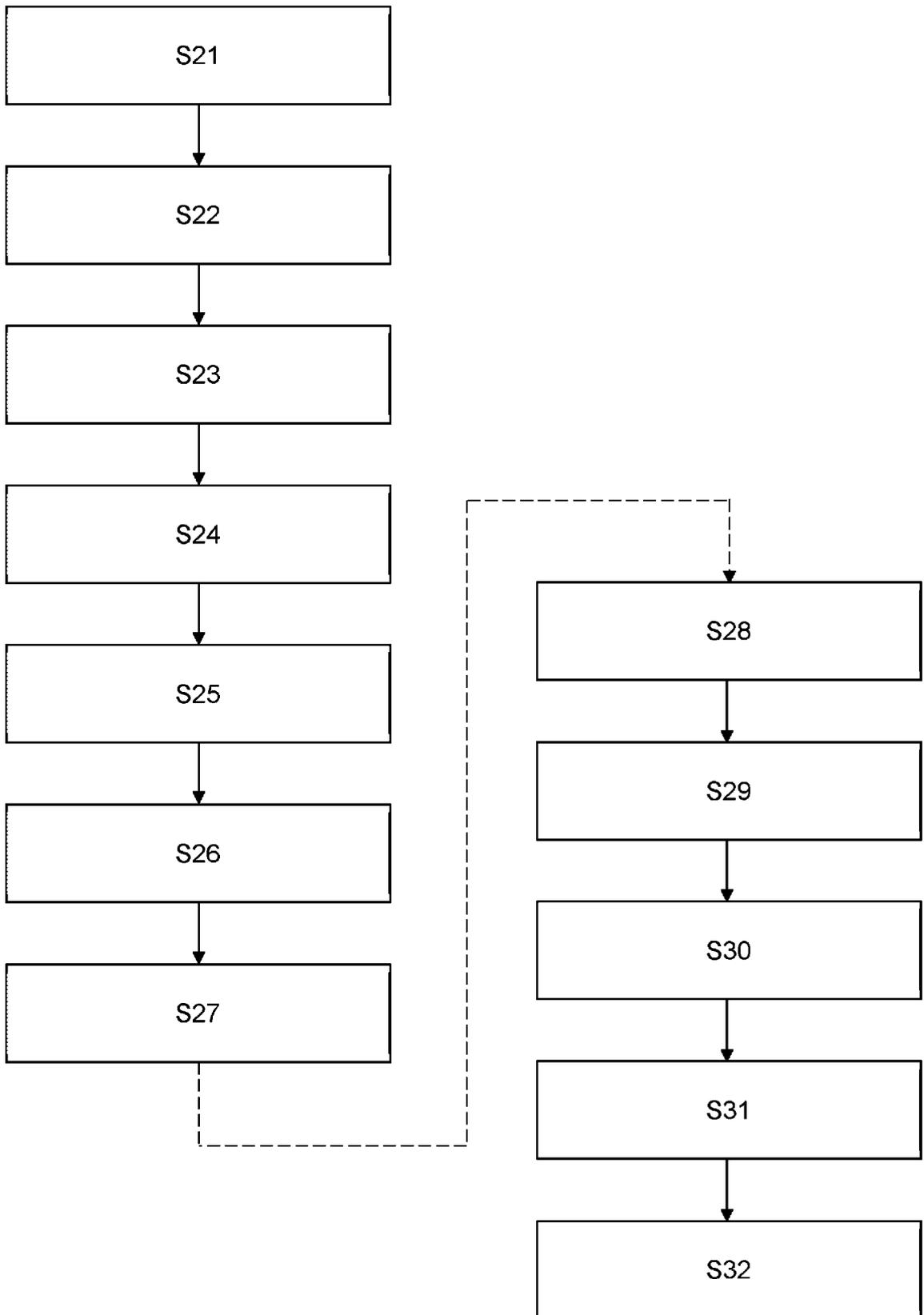
1. Способ обработки фильтра для фильтрования твердых частиц из выхлопного газа, включающий стадии:
- 5
- a) помещения сухого порошка в резервуар;
 - b) размещения фильтра в держателе фильтра, причем фильтр содержит пористую подложку, имеющую сторону впуска и сторону выпуска, при этом сторона впуска и сторона выпуска отделены пористой структурой;
 - 10 c) создания первичного потока газа через пористую структуру фильтра путем понижения давления на стороне выпуска фильтра;
 - d) перемещения сухого порошка из резервуара в распылительное устройство, расположенное выше по потоку от стороны впуска фильтра; и
 - 15 e) распыления сухого порошка с помощью распылительного устройства по направлению к стороне впуска фильтра таким образом, чтобы сухой порошок захватывался в первичном потоке газа и проходил через сторону впуска фильтра для приведения в контакт с пористой структурой.
- причем сухой порошок содержит или состоит из металлсодержащего соединения для образования оксида металла посредством термического разложения.
- 20
2. Способ по п. 1, в котором металлсодержащее соединение содержит или состоит из гидроксида металла, фосфата металла, карбоната металла, сульфата металла, перхлората металла, йодида металла, оксалата металла, ацетата металла, хлората металла или их смеси.
- 25
3. Способ по п. 2, в котором гидроксид металла выбран из группы, состоящей из гидроксида магния, гидроксида кальция, гидроксида стронция и гидроксида бария.
4. Способ по п. 2 или п. 3, в котором фосфат металла выбран из группы, состоящей из фосфата магния, фосфата кальция, фосфата стронция и фосфата бария; и/или карбонат металла выбран из
- 30 группы, состоящей из карбоната магния, карбоната кальция, карбоната стронция и карбоната бария.
5. Способ по любому предшествующему пункту, в котором сухой порошок дополнительно содержит оксид металла или смешанный оксид металла.
- 35
6. Способ по любому предшествующему пункту, дополнительно включающий стадию
- f) прокаливания фильтра после стадии e).
7. Способ по любому предшествующему пункту, дополнительно включающий до стадии b)
- 40 нанесение на фильтр покрытия из пористого оксида, предпочтительно катализаторного покрытия из пористого оксида.

8. Способ по любому предшествующему пункту, включающий обеспечение максимальной загрузки фильтра 10–40 г/л, необязательно 15–30 г/л, необязательно около 20 г/л сухого порошка.
9. Способ по любому предшествующему пункту, в котором сухой порошок имеет плотность после уплотнения 1–3 г/см³, необязательно 1,5–2,5 г/см³, необязательно около 2 г/см³.
10. Способ по любому предшествующему пункту, в котором сухой порошок имеет d₅₀ (по объему) менее 10 мкм, необязательно менее 5 мкм, необязательно около 2 мкм.
- 10 11. Способ по любому предшествующему пункту, в котором на стадии d) вторичный поток газа, отдельный от первичного потока газа, используют для перемещения сухого порошка из резервуара в распылительное устройство; и необязательно вторичным потоком газа можно управлять независимо от первичного потока газа.
- 15 12. Способ по п. 11, в котором вторичный поток газа представляет собой поток сжатого газа, предпочтительно воздуха.
13. Способ по любому предшествующему пункту, дополнительно включающий контроль противодействия фильтра в течение по меньшей мере стадии e).
- 20 14. Способ по п. 13, дополнительно включающий стадию прекращения распыления сухого порошка по направлению к стороне впуска фильтра при достижении заданного противодействия фильтра; и при этом необязательно заданное противодействие представляет собой абсолютное противодействие.
- 25 15. Фильтр, который можно получать способом по любому из пп. 1–14.
16. Прокаленный фильтр отработавших газов транспортного средства, содержащий пористую подложку, имеющую сторону впуска и сторону выпуска, причем пористая подложка содержит 30 впускные каналы, проходящие от стороны впуска, и выпускные каналы, проходящие от стороны выпуска; впускные каналы и выпускные каналы, разделенные множеством стенок фильтра, имеющих пористую структуру;
- выпускной фильтр транспортного средства, загруженный до прокаливания нанесенным в аэрозольном состоянии сухим порошком, содержащим или состоящим из металлсодержащего соединения для образования оксида металла посредством термического разложения.
- 35 17. Прокаленный фильтр отработавших газов транспортного средства по п. 16, в котором металлсодержащее соединение содержит или состоит из гидроксида металла, фосфата металла, карбоната металла, сульфата металла, перхлората металла, йодида металла, оксалата металла, ацетата 40 металла, хлората металла или их смеси.

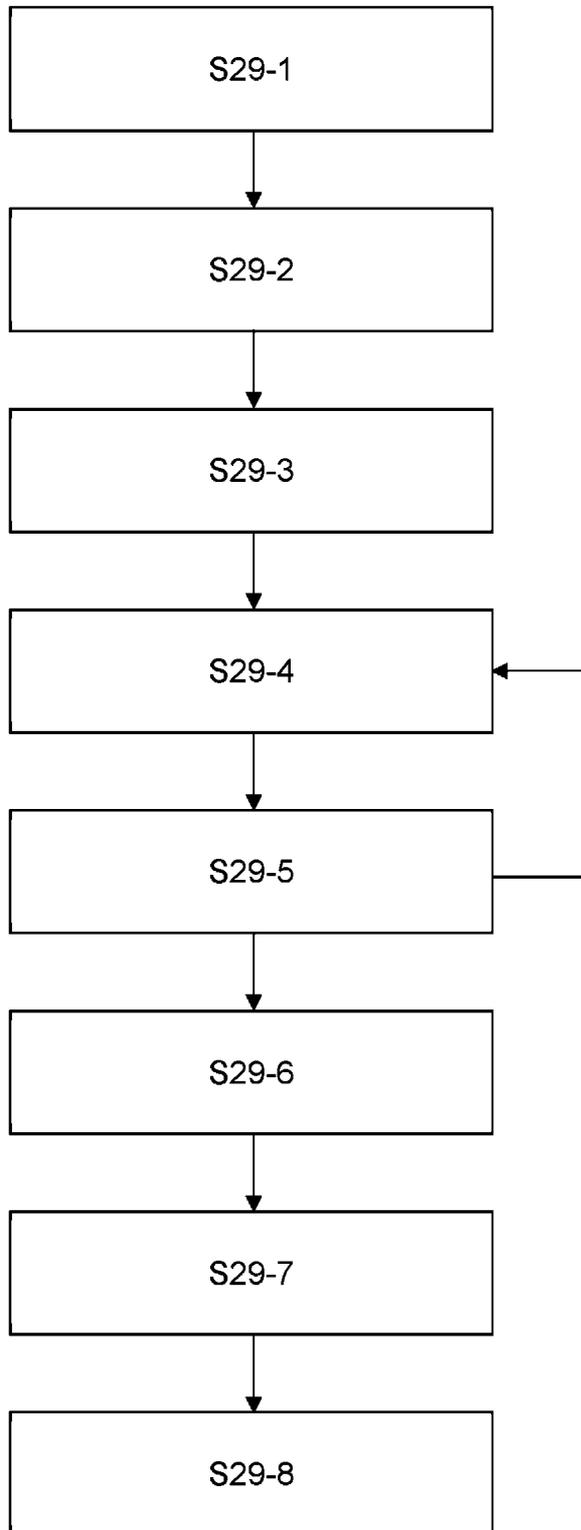
18. Прокаленный фильтр отработавших газов транспортного средства по п. 17 в котором гидроксид металла выбран из группы, состоящей из гидроксида магния, гидроксида кальция, гидроксида стронция и гидроксида бария.
- 5 19. Прокаленный фильтр отработавших газов транспортного средства по п. 17 или п. 18 в котором фосфат металла выбран из группы, состоящей из фосфата магния, фосфата кальция, фосфата стронция и фосфата бария; и/или карбонат металла выбран из группы, состоящей из карбоната магния, карбоната кальция, карбоната стронция и карбоната бария.
- 10 20. Прокаленный фильтр отработавших газов транспортного средства по любому из пп. 16–19, в котором сухой порошок дополнительно содержит оксид металла, необязательно оксид алюминия.
21. Прокаленный фильтр отработавших газов транспортного средства по любому из пп. 16–20, в котором массовая загрузка нанесенного в аэрозольном состоянии сухого порошка составляет 10–40 г/л, 15 необязательно 15–30 г/л, необязательно около 20 г/л.
22. Прокаленный фильтр отработавших газов транспортного средства по любому из пп. 16–21, в котором нанесенный в аэрозольном состоянии сухой порошок имеет плотность после уплотнения до загрузки 1–3 г/см³, необязательно 1,5–2,5 г/см³, необязательно около 2 г/см³.
- 20 23. Фильтр отработавших газов транспортного средства по любому из пп. 16–22, имеющий эффективность фильтрации при загрузке сажи 0,02 г/л более 90%, предпочтительно более 95%, предпочтительно более 98%, предпочтительно более 99%.
- 25 24. Прокаленный фильтр отработавших газов транспортного средства по любому из пп. 16–23, имеющий противодействие 20–180 мбар при расходе 600 м³/ч.
25. Прокаленный фильтр отработавших газов транспортного средства по любому из пп. 16–24, в котором пористая подложка содержит одно или более покрытий из пористого оксида.
- 30



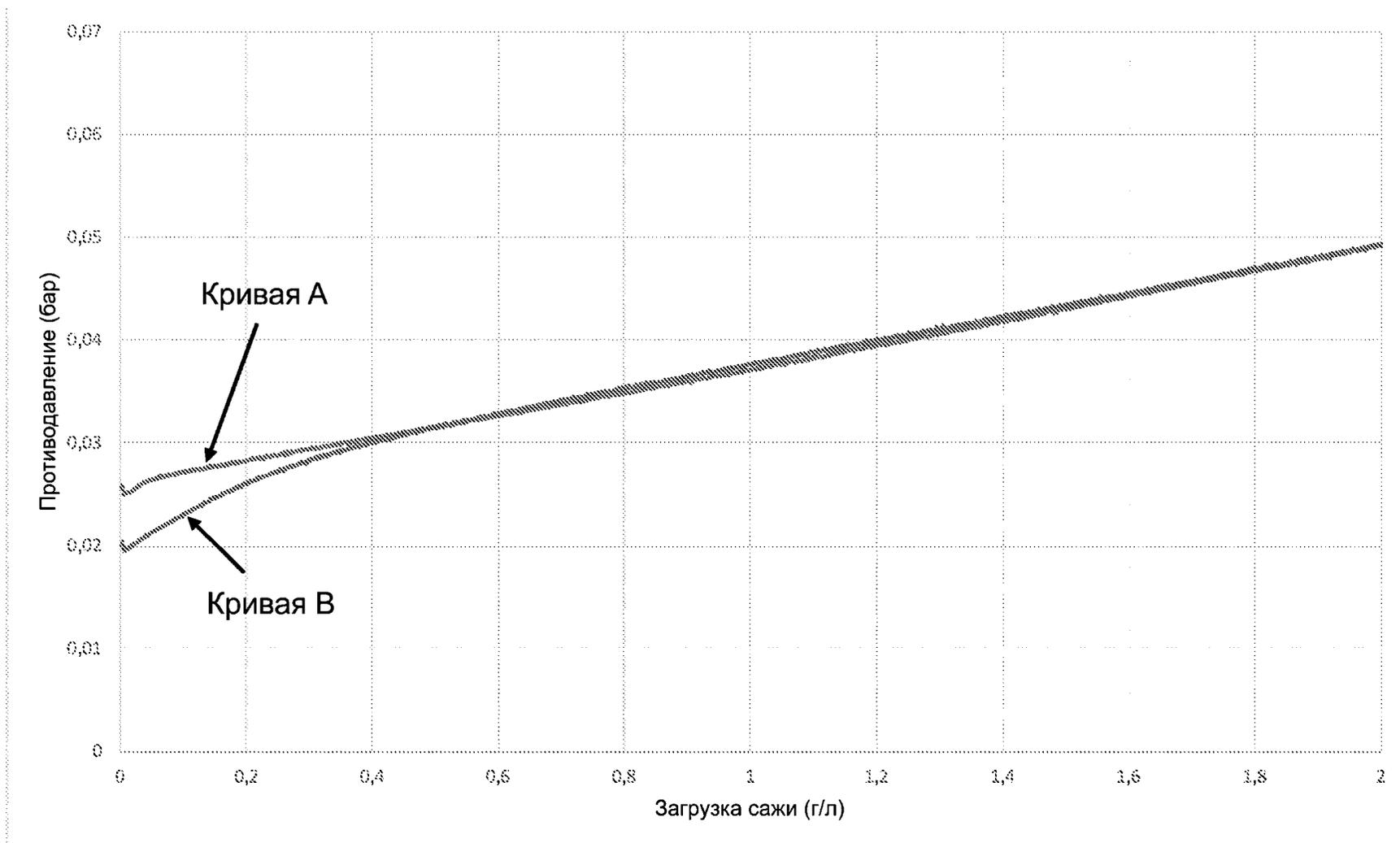
Фиг. 1



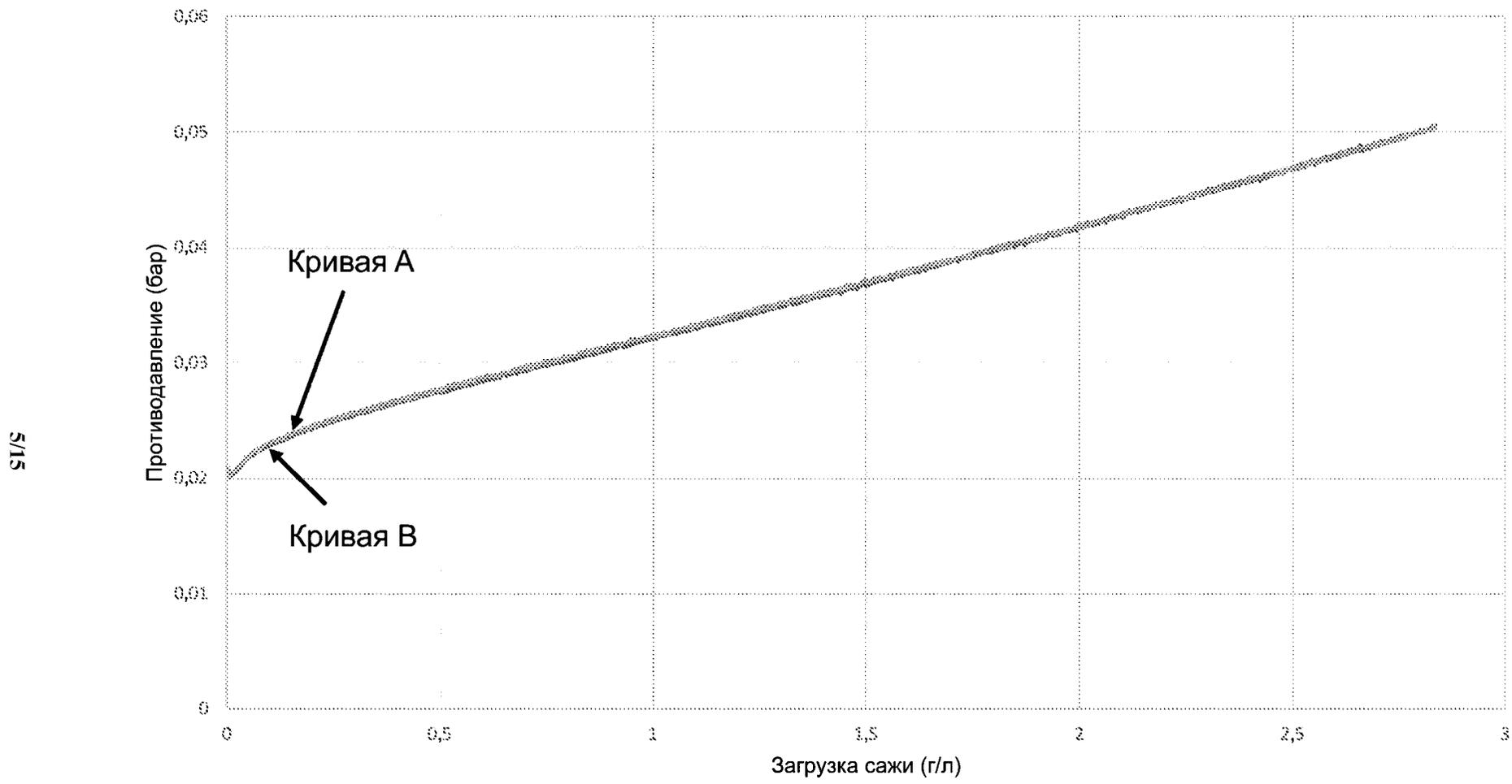
Фиг. 2



Фиг. 3

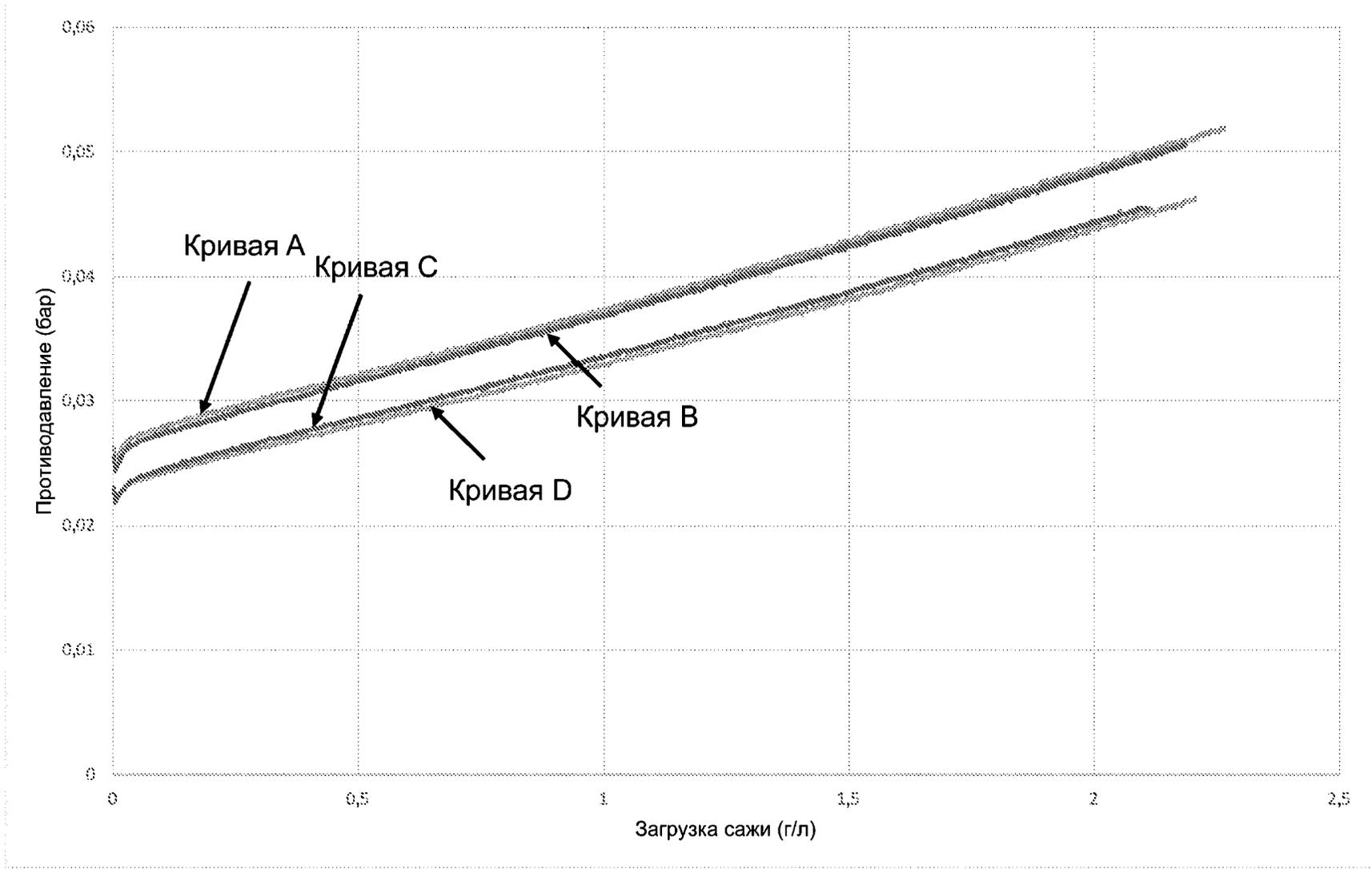


Фиг. 4



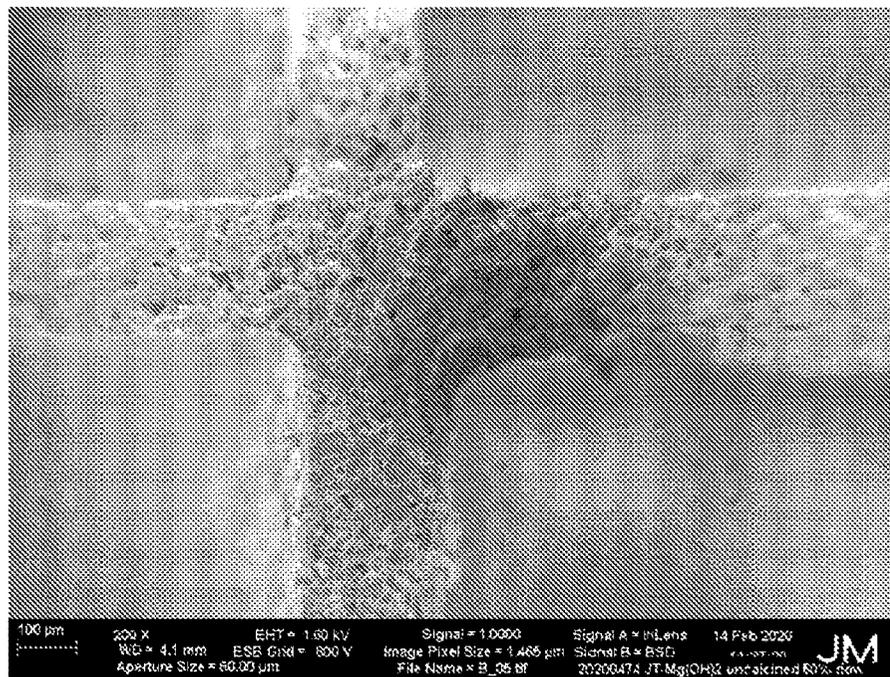
Фиг. 5

6/19

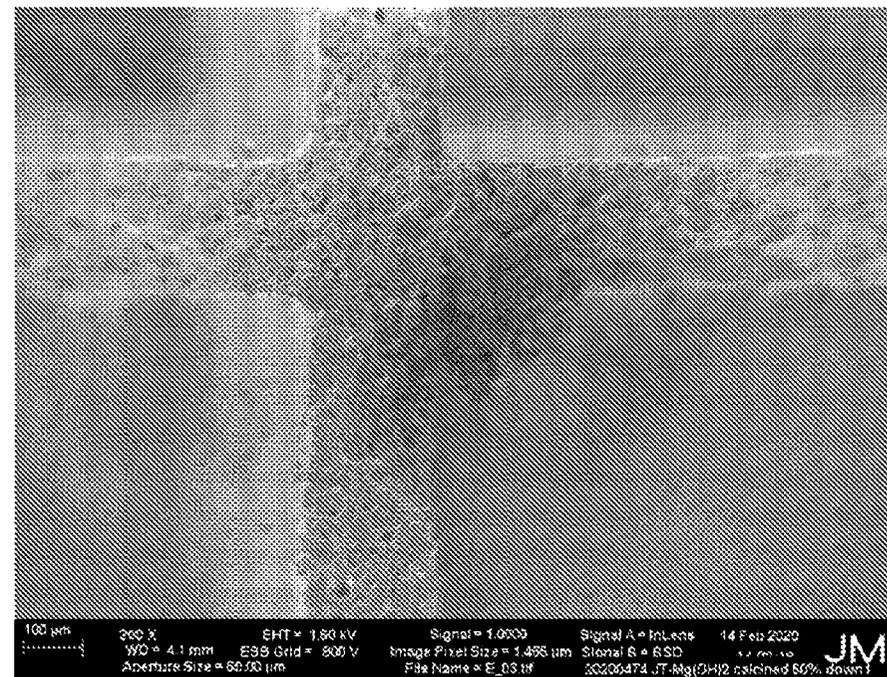


Фиг. 6

Непрокаленный (50%)



Прокаленный (50%)

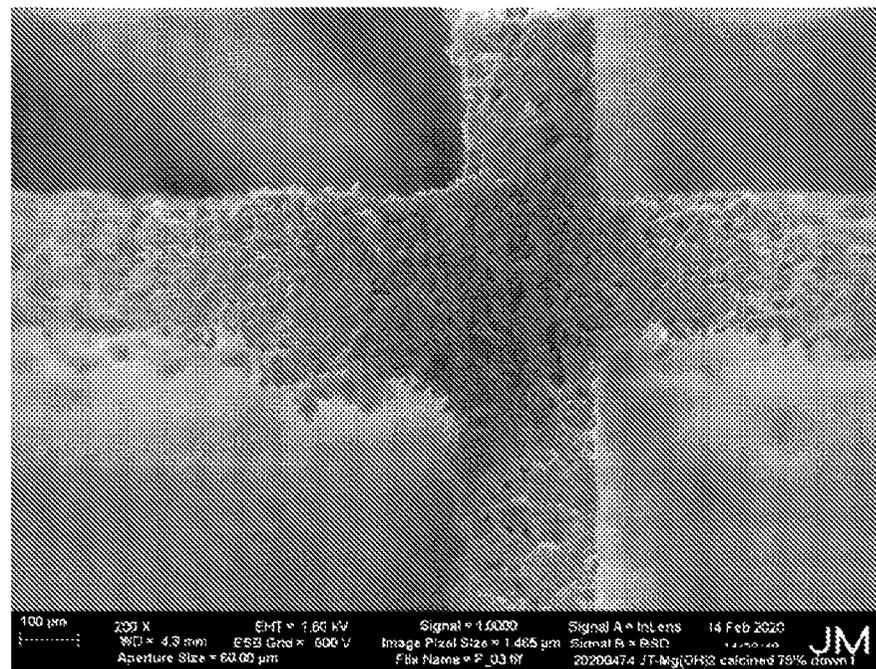
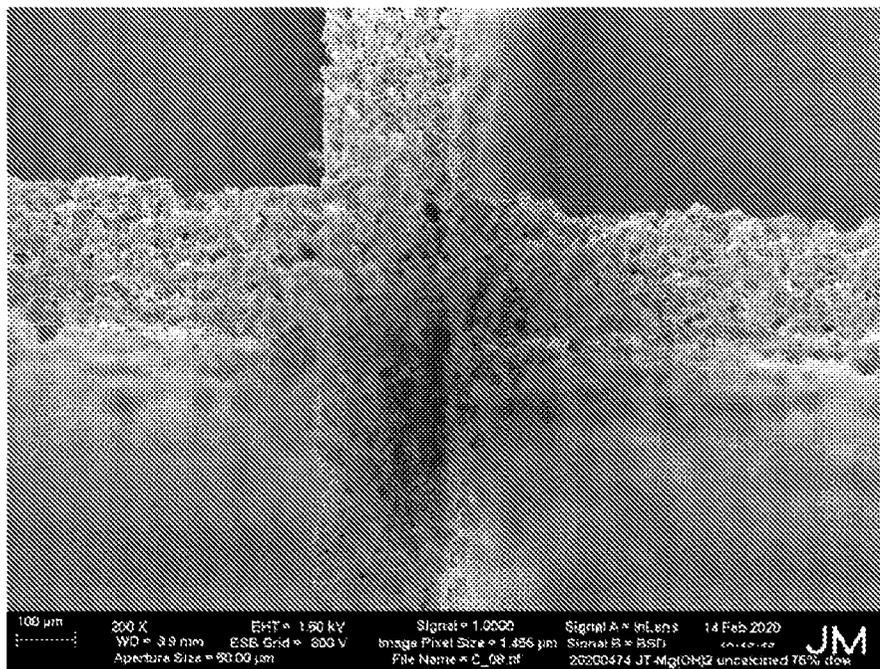


Фиг. 8

Непрокаленный (75%)

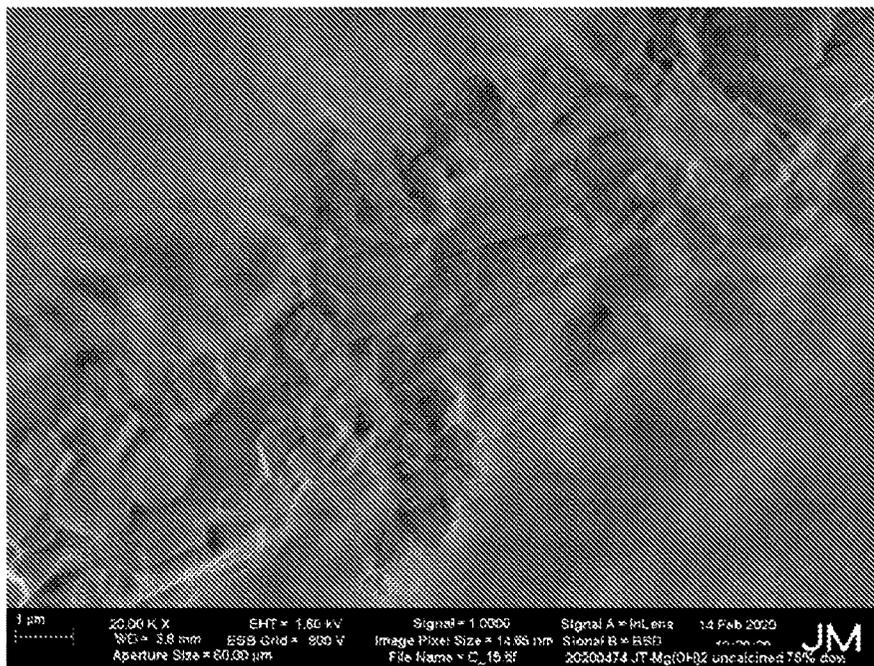
Прокаленный (75%)

9/15

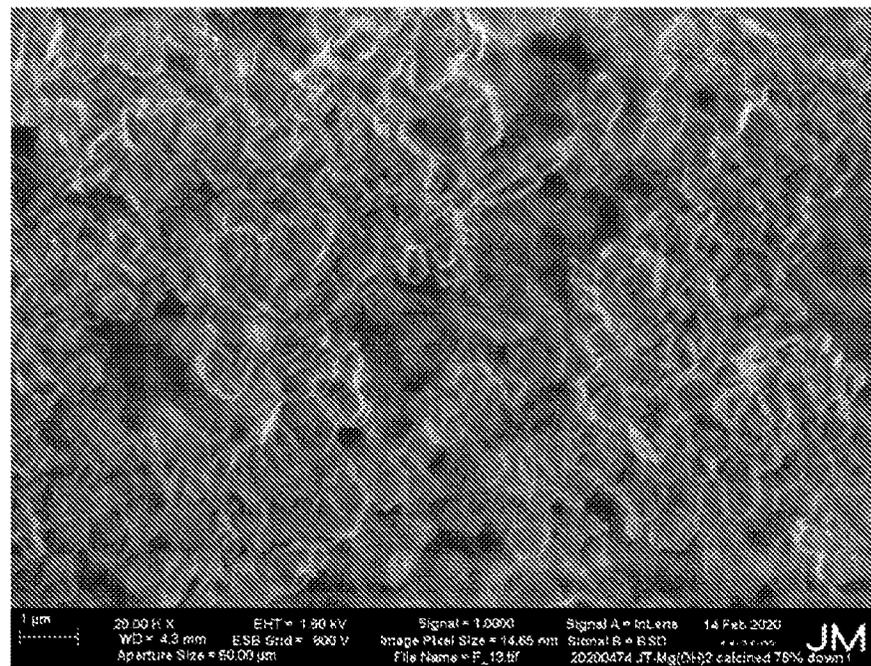


Фиг. 9

Непрокаленный (75%)



Прокаленный (75%)

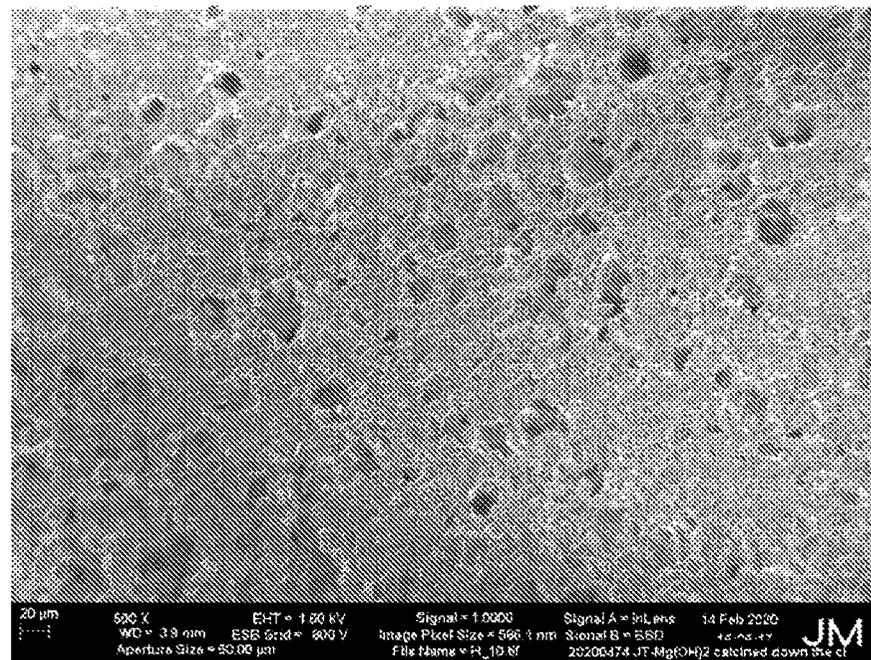
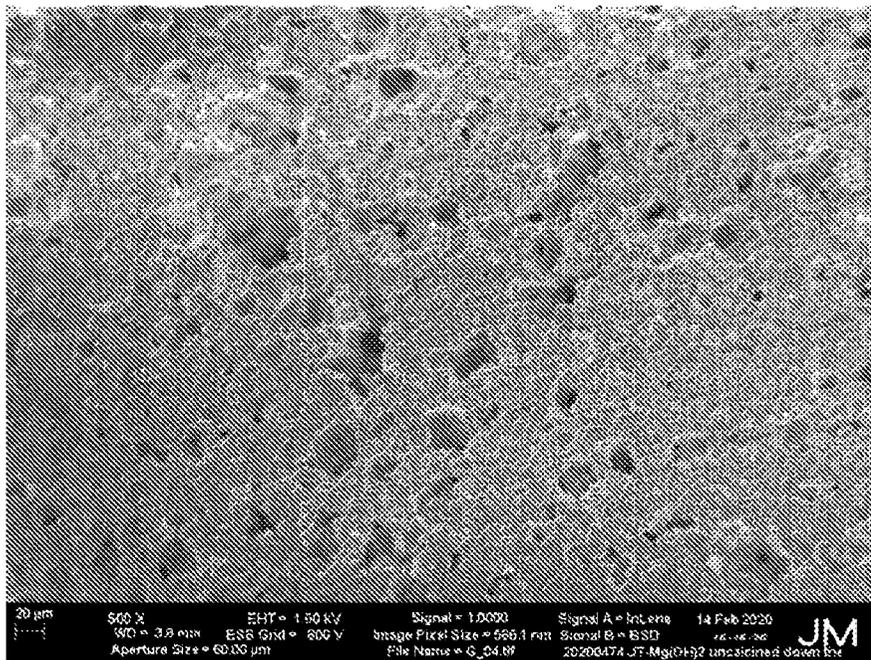


Фиг. 10

Непрокаленный (поверхность канала)

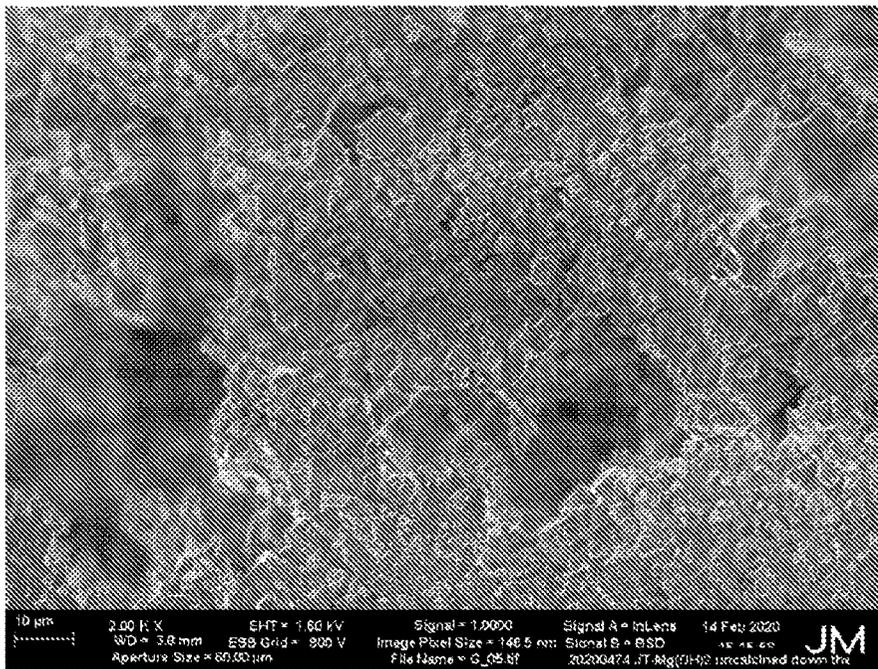
Прокаленный (поверхность канала)

11/15

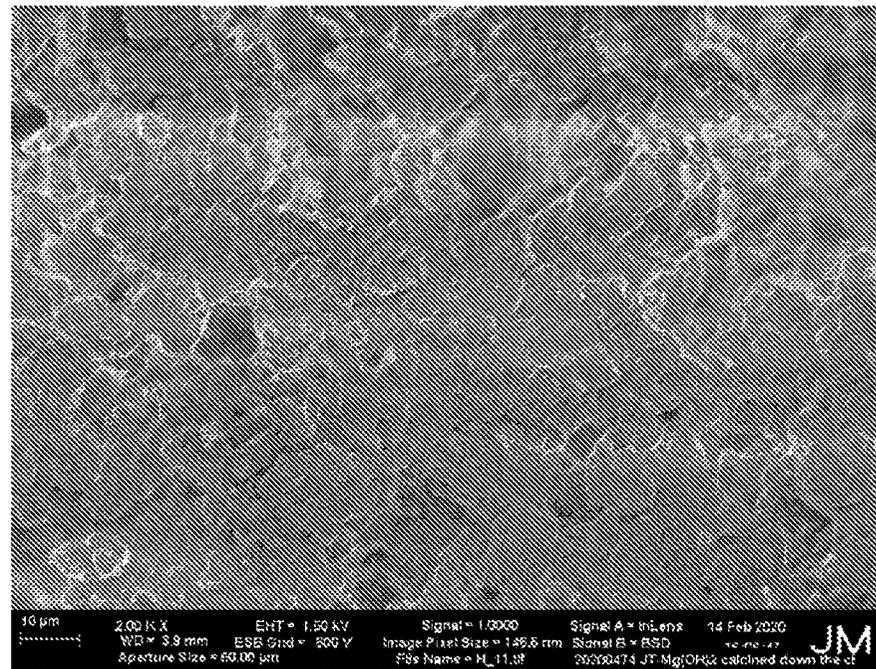


Фиг. 11

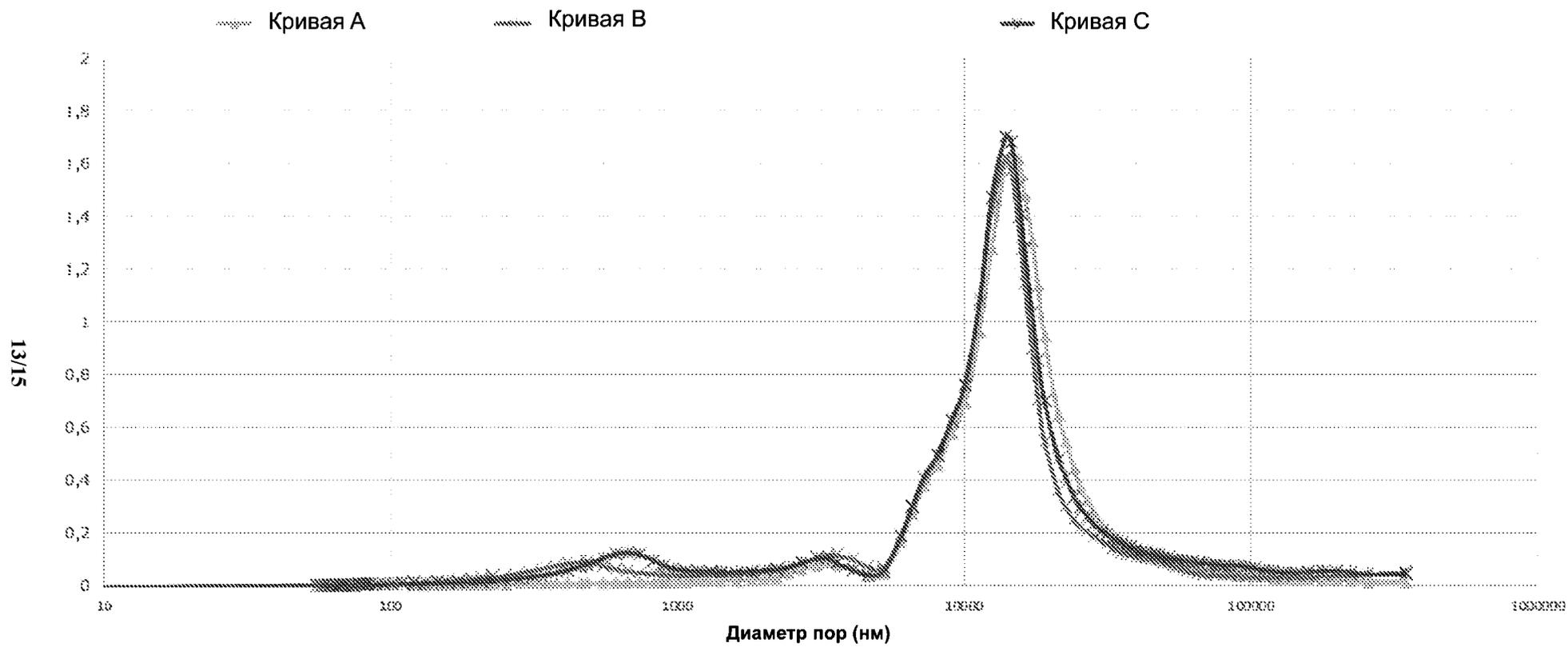
Непрокаленный (поверхность канала)



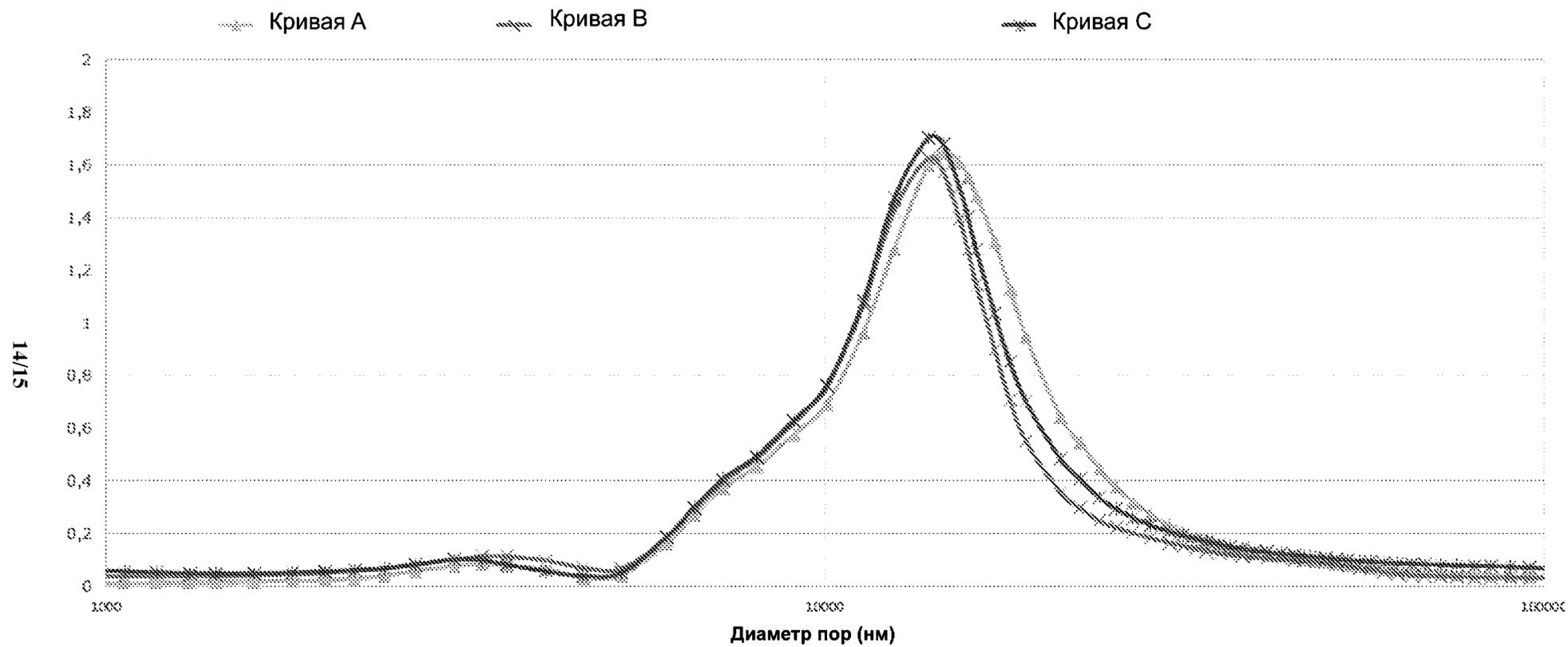
Прокаленный (поверхность канала)



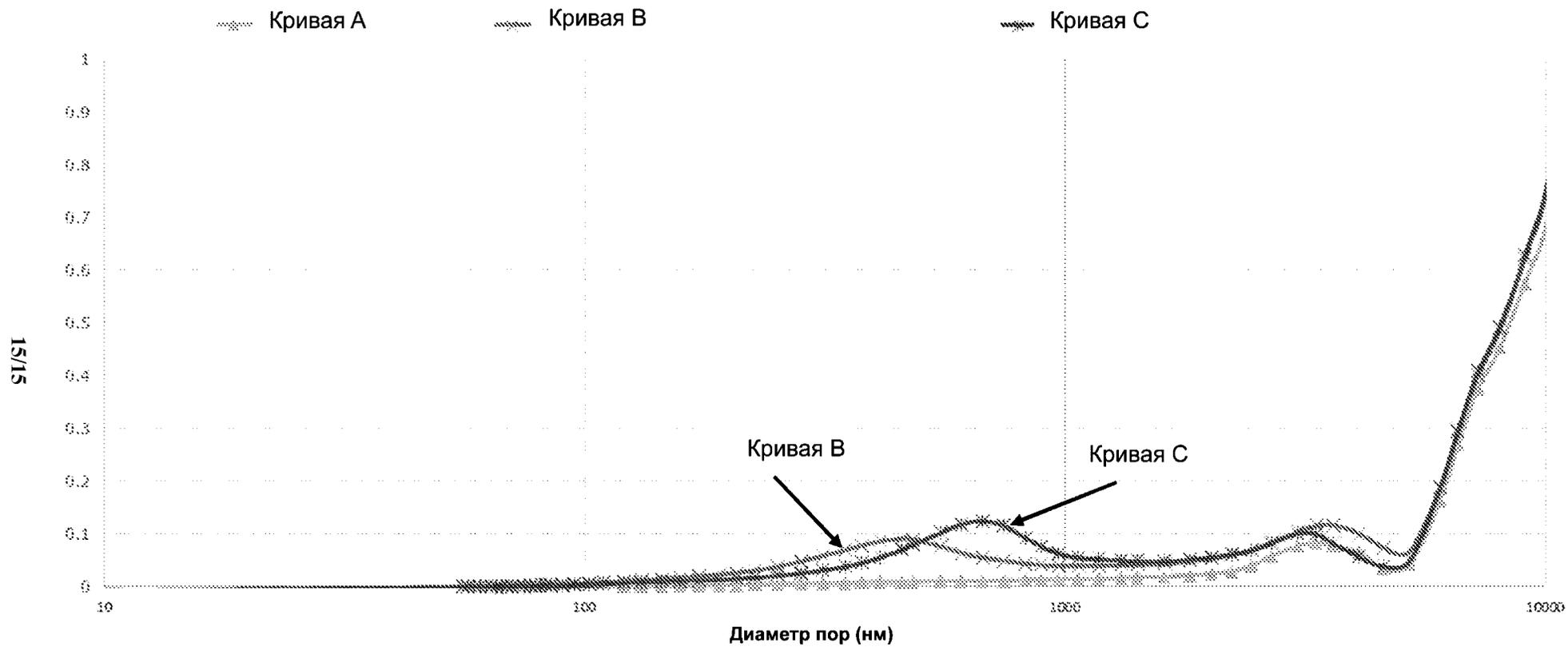
Фиг. 12



Фиг. 13



Фиг. 14



Фиг. 15