

(19)



Евразийское  
патентное  
ведомство

(21) 202300027 (13) A1

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки  
2024.03.25(22) Дата подачи заявки  
2023.04.05(51) Int. Cl. *B01F 33/81* (2022.01)  
*B01F 33/30* (2022.01)  
*B01F 33/84* (2022.01)  
*B01F 27/70* (2022.01)  
*B01F 27/72* (2022.01)  
*B01F 27/19* (2022.01)  
*B01F 27/1143* (2022.01)

## (54) РЕЦИРКУЛЯЦИОННЫЙ СМЕСИТЕЛЬ КОМБИНИРОВАННОГО ДЕЙСТВИЯ

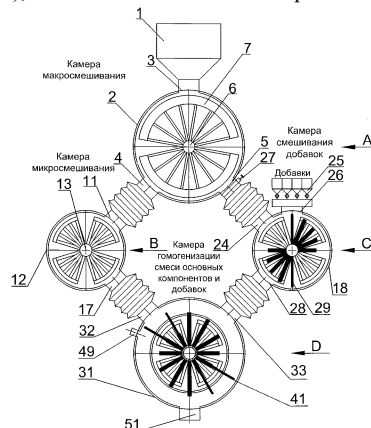
(96) 2023000060 (RU) 2023.04.05

(71) Заявитель:  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ  
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ "БЕЛГОРОДСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. В.Г.  
ШУХОВА" (RU)

(72) Изобретатель:

Глаголев Сергей Николаевич,  
Севостьянов Владимир Семенович,  
Проценко Анастасия Максимовна,  
Севостьянов Максим Владимирович,  
Клюев Сергей Васильевич, Шамгулов  
Роман Юрьевич (RU)

(57) Изобретение относится к смесительной технике, обеспечивающей получение многокомпонентных смесей, и может быть использовано в различных отраслях промышленности: химической, строительной, топливной, ЖКХ и др. для смешивания сыпучих компонентов и добавок. Задача направлена на расширение технологических возможностей и повышения качества смесей за счет интенсификации рециркуляционного воздействия рабочих органов на каждой стадии микро- и микросмешивания компонентов, пароувлажнения и микрогранулирования композиционных смесей. Рециркуляционный смеситель содержит горизонтально установленные камеры разного диаметра, связанные загрузочными и разгрузочными патрубками с расположенными в них валами, несущими разнонаправленные лопастные устройства, ограниченные прерывистой винтовой поверхностью различного геометрического профиля, причем в камере макросмешивания - однозаходными винтовыми лопастями, а в камере микросмешивания - попарно установленными двухзаходными винтовыми лопастями. В предложенном решении рециркуляционный смеситель содержит загрузочный бункер (1), установленные под бункером камеры макросмешивания (2), микросмешивания (12), гомогенизации смеси основных компонентов и добавок (31), смешивания добавок (18). Камера (31) имеет внутреннюю камеру (35). Также в камере (31) расположено устройство (41) интенсификации процесса смешивания и микрогранулирования смеси. В камере (18) на валу установлено интенсифицирующее устройство (29), выполненное в виде П-образных рамок (30).



A1

202300027

202300027

A1

## РЕЦИРКУЛЯЦИОННЫЙ СМЕСИТЕЛЬ КОМБИНИРОВАННОГО ДЕЙСТВИЯ

Изобретение относится к смесительной технике, обеспечивающей получение многокомпонентных смесей и может быть использовано в различных отраслях промышленности: химической, строительной, топливной, ЖКХ и др. для смешивания сыпучих компонентов и добавок.

Известна конструкция смесителя (патент РФ 2188064 МПК7 В01F 7/02, заявл. 04.10.2001, заявка 2001126981/12, опубл. 27.08.2002), содержащая три последовательно расположенные камеры с валами, на которых закреплены лопастные устройства различной конфигурации, а во второй камере установлены форсунки для подачи жидких и вязких компонентов.

Недостатком смесителя является сложность его конструкции, невозможность взаимозаменяемости рабочих органов, а также повышенная ремонтосложность агрегата.

Известен также смеситель для смешивания сухих компонентов и добавок (патент РФ 2616641 МПК А23N 17/00, В01F 7/04, В01F 7/08, заявл. 26.04.2016, заявка 2016116430, опубл. 18.04.2017, БИ №11), содержащий бункер с выгрузочным шнеком, концевая часть которого выполнена в виде П-образных лопастей круглого сечения; параллельно расположенный бункер добавок с барабанным питателем, а под ними- камеру предварительного и основного смешивания с последовательно установленными П-образными лопастями активного смешивания и двухзаходный спиралевидный конвейер.

Недостатком смесителя является ограниченная пропускная способность (производительность) агрегата, а также большие габаритные размеры его отдельных камер и малая продолжительность смешивания.

Наиболее близким техническим решением, выбранным в качестве прототипа, является рециркуляционный смеситель (патент РФ №2302285, МПК В01F 7/02, заявл. 16.06.2005, заявка 20051187704/15, опубл. 10.07.2007, Бюл. №19), содержащий расположенные в вертикальной плоскости два смесительных блока, верхний из которых состоит из цилиндрической камеры с закрепленными на валу однозаходными винтовыми лопастями, различной направленности винтовой поверхности, повернутыми относительно друг друга на угол 170-190°, а нижний блок – из двух расположенных в горизонтальной плоскости камер меньших диаметров, соединенных патрубками с верхней камерой. В нижних камерах на валах расположены

двухзаходные винтовые лопасти различной направленности винтовой поверхности, повернутые относительно друг друга на угол 80-95°.

Недостатком прототипа являются ограниченные возможности реализации различных технологических процессов: по приготовлению полифракционных или поликомпонентных композиционных смесей; поликомпонентных смесей из микродобавок, микрогранулированных композиционных смесей и др.; невысокое качество смешения.

С существенными признаками прототипа совпадает следующая совокупность признаков изобретения: наличие горизонтально установленных камер с загрузочными патрубками и расположенными в них валами с разнонаправленными лопастными устройствами, ограниченными прерывистой винтовой поверхностью и различного геометрического профиля. При этом в верхней камере первого блока на валу расположены однозаходные винтовые лопасти, а в левой нижней камере микросмешивания второго блока, со стороны центральной загрузки – попарно установленные двухзаходные винтовые лопасти.

Задача, на решение которой направлено изобретение, является расширение технологических возможностей и повышение качества смесей, за счет интенсификации рециркуляционного воздействия рабочих органов на каждой стадии макро- и микросмешения компонентов, пароувлажнения и микрогранулирования композиционных смесей.

Задача решается за счет того, что рециркуляционный смеситель, содержит горизонтально установленные камеры разного диаметра, связанные загрузочными и разгрузочными патрубками с расположенными в них валами, несущими разнонаправленные лопастные устройства, ограниченные прерывистой винтовой поверхностью различного геометрического профиля, причем в камере макросмешения – однозаходными винтовыми лопастями, а в камере микросмешения, со стороны загрузки, - попарно установленными двухзаходными винтовыми лопастями.

В предлагаемом решении рециркуляционный смеситель содержит загрузочный бункер, установленные под бункером камеры макросмешивания, микросмешивания, гомогенизации смеси основных компонентов и добавок, смешивания добавок. Камеры имеют расположенные в них валы, несущие лопастные устройства, ограниченные прерывистой винтовой поверхностью различного геометрического профиля и связанные между собой загрузочными и разгрузочными патрубками.

Камера макросмешивания соединена с бункером. Винтовые лопасти камеры выполнены однозаходными, разнонаправленного действия и составлены из жестко закрепленных на валу стержней, а на рабочей

поверхности лопастей имеются пластины. Камера макросмешивания соединена посредством своего разгрузочного патрубка с загрузочным патрубком камеры микросмешивания.

В камере микросмешивания винтовые лопасти выполнены двухзаходными, разнонаправленного действия и составлены из стержней, на рабочей поверхности которых сверху также имеются пластины. Выгрузка полученной в этой камере смеси осуществляется через разгрузочный патрубок в камеру гомогенизации смеси основных компонентов и добавок, которая расположена на одной вертикальной оси с камерой макросмешивания, соединена с камерой смешивания добавок. Подача добавок в нее осуществляется через питающие затворы корпуса камеры, при этом коаксиально корпусу камеры гомогенизации внутри него имеется внутренняя камера диаметром  $d_{в.к.} = (0,4 \div 0,7)D_{к.г.}$  и длиной  $L_{в.к.} = (0,3 \div 0,5)L_{к.г.}$ , где  $D_{к.г.}$  и  $L_{к.г.}$  – внутренний диаметр и длина камеры гомогенизации. Внутри которой, со стороны загрузки, на валу установлена пара двухзаходных лопастей, рабочие поверхности которых направлены навстречу друг другу. За этими лопастями на валу установлена смежная с ними, двухзаходная лопасть направленного действия, а также в зоне выгрузки из камеры – выгрузная лопасть с одинаковым направлением винтовых поверхностей предыдущей лопасти, но смещенной по окружности в сторону вращения вала на угол  $\alpha = 70-90^\circ$ . Между лопастью направленного действия и выгрузной лопастью расположено устройство интенсификации процесса смешивания и микрогранулирования смеси, выполненное в виде размещенных в оппозитных рамочных контурах сферообразных полостей, образованных дугообразными элементами. Угол раскрытия в каждой полости между крайними элементами в направлении, противоположном вращению вала, составляет  $\xi_{сф.} = 70 - 110^\circ$ . Камера смешивания добавок соединена патрубками с камерой макросмешивания и камерой гомогенизации. В камере добавок со стороны загрузки материалов на валу установлена как минимум одна пара двухзаходных лопастей с рабочими винтовыми поверхностями, направленными навстречу друг другу. За этими лопастями на валу установлена такая же пара лопастей, направление винтовой линии которых совпадает с направлением вращения вала. Загрузка материала в камеру добавок осуществляется из камеры макросмешивания через входной патрубок. Для подачи в данную камеру гетерогенных добавок она снабжена питающими устройствами и дополнительным входным патрубком. Выгрузка гомогенизированной смеси из камеры добавок осуществляется через выходной патрубок, причем между последней парой однонаправленных с валом лопастей на валу установлено

интенсифицирующее устройство, выполненное в виде П-образных рамок из стержней круглого сечения. Рамки имеют разную высоту, закреплены консольно на валу параллельно его горизонтальной оси и смещены вокруг оси вала по окружности в сторону, противоположную его вращению. Наибольший угол смещения крайних П-образных рамок составляет  $\xi_{\text{П}} = 50 - 90^\circ$ .

Кроме того, в предложенном смесителе реализуются следующие дополнительные признаки.

2. Смеситель по п. 1., отличающийся тем, что по наружной рабочей поверхности стержней однозаходных и двухзаходных винтовых лопастей закреплены пластины высотой, соответственно,  $H_{\text{овл}} = (0,2 \div 0,5)R_{\text{овл}}$  и  $H_{\text{овл}} = (0,2 \div 0,5)R_{\text{двл}}$ , где  $R_{\text{овл}}$ ,  $R_{\text{двл}}$  - радиусы окружностей, описываемых однозаходными и двухзаходными лопастями, соответственно.
3. Смеситель по п. 1., отличающийся тем, что жесткое крепление однозаходных и двухзаходных лопастей на валах обеспечивается за счет разъемных втулок – хомутов.
4. Смеситель по п. 1., отличающийся тем, что в камере микросмешивания и камере смешивания добавок и камере гомогенизации угол смещения  $\gamma_{\text{выгр.}}$  выгрузочных двухзаходных лопастей относительно интенсифицирующих устройств смешивания, в направлении, противоположном вращению вала, составляет  $\gamma_{\text{выгр.}} = 30 \div 50^\circ$ .
5. Смеситель по п. 1., отличающийся тем, что в загрузочной патрубке камеры гомогенизации смеси основных компонентов и добавок установлены герметизирующие затворы-мигалки, а в корпусе внутренней камеры - штуцер подачи и вывода связующего в распыленном или парообразном состоянии, при этом в устройстве интенсификации процесса смешивания внутренняя часть сферообразных полостей, образованных дугообразными элементами, снабжена жестко закрепленным сетчатым покрытием.

Наличие в смесителе 4-х горизонтально установленных камер разного диаметра с лопастными устройствами приводит к расширению технологических возможностей агрегата. Это достигается в камерах агрегата следующим образом.

Установка в камере макросмешивания однозаходных винтовых лопастей позволяет интенсивно гомогенизировать смесь за счет двухкратного рециклинга материала.

Выполнение в камере микросмешивания двухзаходных винтовых лопастей позволяет гомогенизировать смесь в микрообъеме за счет четырехкратного рециклинга смеси.

Использование в камере смешивания добавок двух пар двухзаходных винтовых лопастей и рамочного П-образного интенсифицирующего устройства способствует интенсификации процесса микросмешивания добавок.

Наличие в камере гомогенизации смеси основных компонентов и добавок рамочного устройства со смежными сферообразными лопастями возрастающего радиуса из прутков круглого сечения способствует окончательному смешению и микрогранулированию всех компонентов композиционной смеси.

Таким образом, обеспечивается расширение функциональных возможностей рециркуляционного смесителя, в т.ч. для смешивания композиционных смесей с гетерогенными (неоднородными) компонентами, например – фиброаполнителями: интенсификация процесса гомогенизации смесей на каждой стадии их подготовки за счет использования винтообразных лопастных устройств различного геометрического профиля. Последние обеспечивают интенсивное объемно-пространственное рециркуляционное движение материальных потоков, а в случае необходимости – микрогранулирование композиционной смеси, повышение качества получаемой смеси (компактность; отсутствие сегрегации компонентов смеси при ее транспортировке; пыления, повышенной влагопотребности и др.).

Приведенные в формуле и описании параметры являются оптимальными по величине и получены при проведении опытно-промышленных исследований конструкции в лаборатории БГТУ им. В.Г. Шухова “Ресурсо-энергосберегающих технологий, оборудования и комплексов” («РЭТОК»).

Сущность предлагаемого технологического решения поясняется графическим материалом, где представлено:

на фиг. 1 – общая схема смесителя;

на фиг. 2 – вид А, на фиг.1; расположение однозаходных винтовых лопастей по длине камеры макросмешивания смесителя;

на фиг. 3 – разрез А-А, на фиг. 2; схема расположения однозаходных винтовых лопастей по углам поворота в камере макросмешивания, фиг. 2;

на фиг. 4 – вид В, на фиг. 1; расположение двухзаходных винтовых лопастей по длине камеры микросмешивания;

на фиг. 5 – разрез В-В, на фиг. 4; схема расположения двухзаходных винтовых лопастей по углам поворота в камере микросмешивания, фиг. 4;

на фиг. 6 – вид С, на фиг. 1; расположение комбинированных лопастных устройств по длине камеры интенсивного смешивания добавок;

на фиг. 7 – разрез С-С, на фиг. 6, схема расположения загрузочной и выгрузочной двухзаходной лопасти по углам поворота в камере интенсивного смешивания добавок, фиг. 6;

на фиг. 8 – аксонометрическое изображение лопастного рамочного устройства камеры интенсивного смешивания добавок, фиг. 6;

на фиг. 9 – вид D, на фиг. 1, расположение лопастных устройств по длине камеры гомогенизации смеси основных компонентов и смеси добавок;

на фиг. 10 – разрез D-D, на фиг. 9, схема расположения загрузочной и выгрузочной двухзаходной лопасти по углам поворота в камере гомогенизации смеси основных компонентов и смеси добавок, фиг. 9;

на фиг. 11 – аксонометрическое изображение интенсифицирующего устройства со сферообразными полостями камеры гомогенизации смеси основных компонентов и смеси добавок.

Рециркуляционный смеситель содержит расположенные под загрузочным бункером 1 основных компонентов композиционной смеси (фиг. 1) технологические камеры, имеющие индивидуальные приводы (на фиг. не показаны).

Бункер 1 соединен с горизонтально установленной камерой 2 макросмешивания с загрузочным патрубком 3 и оснащен разгрузочными патрубками 4,5. В камере 2 (фиг. 2) установлены однозаходные винтовые лопасти (ОВЛ) 7 разнонаправленного действия, составленные из стержней 8, которые с помощью разъемных втулок-хомутов 9 жестко закреплены на валу 6. На рабочей поверхности лопастей 7 закреплены пластины 10 высотой  $H_{ОВЛ} = (0,2 \div 0,5)R_{ОВЛ}$ , где  $R_{ОВЛ}$  – радиус окружности, описываемой лопастями 7 (фиг. 3). Угол раскрытия прерывистой винтовой поверхности ОВЛ 7 составляет  $\beta = 160 \div 200^\circ$ . Угол поворота разнонаправленных поверхностей ОВЛ 7 составляет  $\gamma = 180^\circ$ . В разгрузочной части камеры 2 разгрузочный патрубок 4 (фиг. 2, фиг. 3) соединен с загрузочным патрубком 11 камеры микросмешивания 12.

В камере 12 на горизонтальном валу 13, с помощью втулок-хомутов 9, равномерно закреплены, в направлении от загрузки к выгрузке смеси, двухзаходные винтовые лопасти 14 (ДВЛ) разнонаправленного действия (фиг. 4). Последние, составлены из стержней 15, на рабочих поверхностях которых сверху закреплены пластины 16 с высотой  $H_{ДВЛ} = (0,2 \div 0,5)R_{ДВЛ}$  (фиг. 5), где  $R_{ДВЛ}$  – радиус окружности, описываемый лопастями 14. Угол раскрытия винтовой поверхности ДВЛ составляет  $\psi_{ДВЛ} = 80 \div 100^\circ$ , (фиг. 5). Угол поворота разнонаправленных поверхностей ДВЛ составляет  $\gamma = 90^\circ$  (фиг. 5). Выгрузка полученной смеси из камеры 12 осуществляется через патрубок 17 в камеру гомогенизации смеси основных компонентов и добавок.

В камере (фиг. 6) смешивания добавок 18 (фиг. 1), со стороны загрузки материала установлена на валу 19, как минимум одна пара двухзаходных лопастей 20,21 с рабочими винтовыми поверхностями, направленными навстречу друг другу (фиг. 6,7). За упомянутыми лопастями 20, 21 установлена, на валу 19, такая же пара лопастей 22 и 23 (фиг. 6), направление винтовой линии которых совпадает с направлением вращения вала 19. Загрузка материала в камеру 18 может осуществляться из камеры 2 макросмешивания через входной патрубок 24. Кроме того, для подачи в камеру 18 гетерогенных добавок она снабжена питающими устройствами 25 и дополнительным входным патрубком 26 (фиг. 1, фиг. 6). В выходном патрубке 5 камеры 2 установлен перекрывающий шибер 27. Выгрузка гомогенизированной смеси из камеры 18 или добавок осуществляется через выходной патрубок 28 (фиг. 6), смещенный относительно оси на угол  $\gamma_{\text{выгр}}=30\div 50^\circ$ . Между последней парой однонаправленных лопастей 23 и 22 установлено на валу 19 интенсифицирующее устройство 29 (фиг. 6), составленное в виде П-образных рамок 30 из стержней круглого сечения. Рамки 30 имеют разную высоту и закреплены консольно на валу 19 параллельно его горизонтальной оси. При этом, рамки смещены вокруг оси вала 19 по окружности в сторону, противоположную его вращения (фиг. 8), а наибольший угол смещения крайних П-образных рамок составляет  $\xi_{\text{П}}=50\div 90^\circ$ .

Камера гомогенизации смеси основных компонентов и добавок 31 (фиг. 9), расположенная на одной вертикальной оси с камерой 2, соединяется патрубками 32 и 33 (фиг. 9, фиг. 10) с камерой микросмешения 12 и камерой смешивания добавок 18. В патрубке подачи добавок 33 установлены на вертикали питающие затворы 34. Внутри камеры 31, со стороны загрузки, расположены, в коаксиально установленной относительно корпуса камеры 31 внутренней камере 35, на валу 36 пара двухзаходных лопастей (ДВЛ) 37, 38 (фиг. 9). Рабочие винтовые поверхности ДВЛ 37, 38 направлены навстречу друг другу. За парой ДВЛ 37,38 закреплена на валу 36, смежная с ними, ДВЛ 39 направленного действия. Выгрузочная лопасть 40 установлена в зоне выгрузки камеры, с одинаковым направлением винтовых поверхностей предыдущей лопасти, но смещенной по окружности в сторону вращения вала на угол  $\alpha=70\div 90^\circ$ . Между ДВЛ 39 и лопастью 40 расположено устройство 41 интенсификации процесса смешивания и микрогранулирования смеси. Устройство 41 выполнено в виде размещенных в оппозитных рамочных контурах 42 сферообразных полостей 43, 44, образованных дугообразными элементами 45, 46, (фиг. 9, фиг. 10, фиг. 11). Устройство 41 снабжено жестко закрепленным на внутренних частях сферообразных полостей сетчатым



покрытием 50, а угол раскрытия в каждой полости между крайними элементами в направлении, противоположном вращению вала, составляет  $\xi_{\text{сф.}} = 70 - 110^\circ$ .

Для получения из гомогенизируемой композиционной смеси микрогранулята в камере 31 в торцевой поверхности установлен штуцер 48 для ввода связующего в распыленном или парообразном состоянии во внутреннюю камеру 35 с двухзаходными винтовыми лопастями (ДВЛ) 37,38,39, а на корпусе камеры 31 – штуцер 49 для вывода паровоздушной смеси (фиг. 9).

Рециркуляционный смеситель комбинированного действия работает следующим образом.

Исходные компоненты композиционной смеси, например цемент и предварительно механоактивированный кремнезем, поступают в приемный бункер 1 и далее через загрузочный патрубок 3 в камеру 2 макросмешивания. Для интенсивной гомогенизации основных компонентов смеси, составляющих до 80÷90% всей композиционной смеси, в камере 2 установлены однозаходные винтовые лопасти (ОВЛ) 7 разнонаправленного действия, обеспечивающие интенсивный внутренний рециклинг материальных потоков, как в пространстве между самими ОВЛ 7, так и между стержнями 8 лопастей 7, из которых они изготовлены. Для повышения качества перемешивания между ОВЛ 7 на их рабочих поверхностях закреплены пластины 10 высотой  $H_{\text{ОВЛ}} = (0,2 \div 0,5)R_{\text{ОВЛ}}$ , где  $R_{\text{ОВЛ}}$  - радиус окружности, описываемой лопастями (фиг. 3). При меньших значениях,  $H_{\text{ОВЛ}} < 0,2R_{\text{ОВЛ}}$ , скорость перемещения материального потока под воздействием подпора подаваемого материала недостаточна, а при  $H_{\text{ОВЛ}} > R_{\text{ОВЛ}}$  – наоборот, скорость потока велика для обеспечения качественного перемешивания гетерогенных (разнородных) компонентов.

Для обеспечения качественного макросмешивания смеси угол раскрытия прерывистой винтовой поверхности ОВЛ 7 должен составлять  $\beta = 160 \div 200^\circ$ . При меньших значениях,  $\beta < 160^\circ$ , воздействие ОВЛ на гомогенизируемую смесь не достаточно. При  $\beta > 200^\circ$  рабочие поверхности лопастей перекрывают друг друга, процесс смешивания ухудшается.

После макросмешивания в камере 2 смесь из выгрузочного патрубка 4 поступает через патрубок 11 в камеру микросмешивания 12, в которой реализуется интенсивный процесс микросмешивания (гомогенизация отдельных локальных объемов) смеси, за счет попарно установленных разнонаправленных двухзаходных винтовых лопастей (ДВЛ) 14,15,16, закрепленными втулками-хомутами 9 на валу 13 (фиг. 2, фиг. 4).

Для обеспечения качественной гомогенизации смеси в камере 12 на рабочей поверхности (ДВЛ) 14,15,16 установлены пластины высотой  $H_{двл}=(0,2\div 0,5)R_{двл}$ , где  $R_{двл}$ - радиус окружности, описываемой лопастями 14-16. Угол раскрытия винтовой ДВЛ 14,15,16 должен находиться в пределах  $\psi_{двл}= 80\div 100^\circ$ . В случае  $\psi_{двл} < 80^\circ$ , воздействие ДВЛ на гомогенизируемую смесь не достаточно. При  $\psi_{двл} > 100^\circ$  рабочие поверхности лопастей перекрывают друг друга, процесс смешивания ухудшается.

При этом учитываются характерные для ОВЛ и ДВЛ физические воздействия на гомогенизируемую смесь как на стадии макросмешивания, так и микросмешивания. В случае применения ОВЛ – реализуется двукратное воздействие лопасти на материал за один оборот вала, а 4-х кратное воздействие лопасти при использовании ДВЛ так же за один оборот вала. Угол поворота разнонаправленных поверхностей ДВЛ 14-16 составляет  $\gamma=90^\circ$  (фиг. 5), что обеспечивает равномерное перемещение смеси в камере 12 и выгрузку материала из нее через патрубок 17.

Для получения качественных композиционных смесей, особенно с гетерогенными компонентами и различными добавками (пластифицирующими компонентами, пигментами, стабилизирующими или тепло-огнестойкими компонентами и др.) необходимо использовать не только высокоэффективные лопастные устройства, исключая «застойные зоны» в перемешиваемой смеси, но и обеспечивать рациональную технологическую схему гомогенизации самих добавок и их ввода с основополагающими основными компонентами смеси в камеры смесителя. Наиболее рациональным способом является параллельная подготовка основных компонентов (их макро и микросмешения до 80-90%), смеси и интенсивная гомогенизация малоцентных (10-20%) компонентов добавок в отдельной камере.

Из камеры макросмешивания 2 с ОВЛ 7 гомогенизируемая смесь может подаваться как в камеру 12 микросмешивания через патрубок 4, так и в камеру 18 смешивания добавок через патрубок 5. Для изменения подачи смеси общих компонентов из камеры 2 в камеру 18 или исключения данного процесса в выгрузочном патрубке 5 (фиг.1) используется шиберное устройство 27. При гомогенизации в камере 18 одних только добавок шибер 27 перекрывает поток смеси из камеры 2.

Процесс микросмешивания компонентов смеси осуществляется в камере 12. Смесь через загрузочный патрубок 11 из камеры макросмешивания 2 поступает в камеру микросмешивания 12. Разнонаправленные ДВЛ 14, 15, 16 осуществляют в рабочем пространстве

между ними интенсивную гомогенизацию смеси при четырехкратном их воздействии за один оборот вала. Учитывая, что после камеры макросмешивания процесс гомогенизации однозаходными винтовыми лопастями приводит к насыщению критерия однородности по экспоненциальной зависимости, то для повышения эффективности смешивания необходимо более интенсивное воздействие, что обеспечивается за счет более развитой поверхности ДВЛ и большего количества рабочих циклов за данный промежуток времени. В камере макросмешивания 2 и микросмешивания 12, при реализации внутреннего рециклинга материала, соответственно, его перемещение осуществляется за счет подпора загружаемой смеси.

При гомогенизации смеси в камере 18 из питающих устройств 25 через дополнительный входной патрубок 26 (фиг. 1, фиг. 6) поступают гетерогенные добавки в камеру 18, оснащенную ДВЛ 20, 21, 22 и 23 (фиг. 6) и рамочным интенсифицирующим устройством 29 (фиг. 6, фиг. 8).

Двухзаходная винтовая лопасть ДВЛ 20 в камере 18 (фиг.6) обеспечивает совместно с ДВЛ 21 рециркулирующее смешивание компонентов во внутреннем пространстве между ними, а также, посредством ДВЛ 22, движение материала в сторону выгрузки. Между ДВЛ 22 однонаправленного действия и 23 расположено рамочное устройство 29, обеспечивающее интенсивное смешение компонентов.

Интенсивное смешивание обеспечивается за счет развитой поверхности устройства 29, составленное из П-образных рамок, жестко закрепленных на валу 19 коаксиально. При этом смещение рамок относительно вала в сторону, противоположную его вращению, с одной стороны, обеспечивает «захватывающее воздействие» на материал за счет образованных из рамок смежных внутренних полостей («карманов»), а с другой – интенсифицирующее воздействие круглых стержней, составляющих П-образные рамки. Кроме того, расположение рамок своей большей стороной вдоль оси вала и воздействующих на перемешиваемые компоненты смеси в радиальном направлении (в сторону боковой поверхности камеры 18) обеспечивает достаточно продолжительное воздействие для получения гомогенизированной смеси.

Вышеуказанному способствует также смещение крайних П-образных рамок на угол  $\xi_{\text{П}}=50-90^\circ$  (фиг.7), обеспечивающий вполне достаточный объем внутренних полостей для интенсифицирующего воздействия стержней П-образных рамок. При меньших значениях угла  $\xi_{\text{П}} < 50^\circ$  интенсифицирующее воздействие недостаточно, при больших значениях

$\xi_{II} > 90^\circ$  - процесс интенсификации смешения снижается за счет взаимного воздействия движущихся слоев материала.

В камере 31 (фиг.1, фиг.9), расположенной на одной вертикали с камерой 2, установлена внутренняя камера 35 (фиг. 9) окончательной гомогенизации композиционной смеси с добавками, соединенная патрубками 32 и 33 (фиг. 9, фиг. 10), соответственно, с камерой микросмешивания 12 и камерой смешивания добавок 18. В патрубке 33 подачи добавок установлены по вертикали питающие затворы-мигалки 34, обеспечивающие равномерную подачу смеси в камеру 31 и герметизацию питающего устройства. Патрубок 33 подачи гомогенизированных добавок из камеры 18 или, в случае необходимости, гомогенизированной на первой стадии в камере микросмешивания 2 исходной смеси соединен с внутренней камерой 35, в зоне загрузки.

Во внутренней камере 35, установленной внутри камеры 31 коаксиально, вдоль ее горизонтальной оси, расположены на валу 36 пара двухзаходных разнонаправленных лопастей 37 и 38 (фиг. 9, фиг. 10). Рабочие винтовые поверхности лопастей направлены навстречу друг другу, что обеспечивает интенсивное перемешивание смеси в их внутреннем пространстве. За указанной парой ДВЛ 37, 38 по ходу движения смеси расположена, также закрепленная на валу двухзаходная лопасть 39 с направлением винтовой линии лопасти 37, перемещающей материал в сторону выгрузки. Аналогичная выгрузочная винтовая лопасть 40 установлена в зоне выгрузки смеси, но с большим диаметром описываемой окружности, соответствующей камере 31 (фиг. 9, фиг. 10).

Между выгрузочными лопастями 39 и 40 в камере 31 на валу 36 расположено интенсифицирующее устройство 41 процесса смешивания или микрогранулирования (при необходимости), смещенное по отношению к ДВЛ 39 по окружности, в сторону вращения вала, на угол  $\alpha=70-90^\circ$ . При  $\alpha < 70^\circ$  или  $\alpha > 90^\circ$  ухудшаются условия загрузки смеси лопастью 39 в устройство 41 (фиг. 10).

Устройство 41 выполнено в виде размещенных в оппозитных рамочных контурах 42 сферообразных полостей 43, 44, образованных дугообразными элементами 45, 46 (фиг. 9, фиг. 10, фиг. 11). Сферообразная поверхность лопастей 43,44 (полуокружностей) обеспечивает благоприятные условия микрогранулирования частиц с учетом их перемещения в трехмерном пространстве XYZ от периферии к центру устройства 41. Это гранулирующее (окатывающее) воздействие на частицы в сферообразных полостях 43,44 усиливается при периодически повторяющемся перемещении материальных потоков из одной смежной полости в другую. Для обеспечения

заданного движения материала в сферообразных полостях и исключения просыпи, сформованного микрогранулята на их внутренней поверхности жестко закреплено сетчатое покрытие 50, с размером ячеек, соответствующим среднему диаметру микрогранулируемых частиц.

Угол раскрытия в каждой полости между крайними элементами в направлении, противоположном вращению вала, составляет  $\xi_{\text{сф.}} = 70 - 110^\circ$  с максимальным  $R_{\text{max}}$  и минимальным  $R_{\text{min}}$  радиусами (фиг. 9, фиг. 11).

Величина угла раскрытия каждой полости определяется зоной воздействия устройства 41 на гомогенизируемую смесь по периметру камеры 31 окончательной гомогенизации смеси.

При  $\xi_{\text{сф.}} < 70^\circ$  - воздействие минимально, при  $\xi_{\text{сф.}} > 110^\circ$  действие смежных и разнонаправленных сферообразных полостей накладывается друг на друга. Процесс гомогенизации смеси ухудшается. С увеличением значений угла  $\xi_{\text{сф.}}$  воздействия устройства 41 на смесь (микрогранулят) возрастает.

При необходимости получения микрогранулируемого материала (для смесей, склонных к самопроизвольной сегрегации – расслоению по гранулометрии, слеживаемости при хранении, водопоглощению и др.) внутренняя часть сферообразных полостей 43,44, образованных дугообразными элементами 45,46, снабжена жестко закрепленным сетчатым покрытием 50, с размером ячеек, соответствующим среднему диаметру микрогранулируемых частиц (фиг. 9, фиг. 11).

В этом случае, для усиления адгезионного взаимодействия гранулируемых частиц, в верхней полуокружности торцевой поверхности внутренней камеры 35 (фиг. 9) установлен штуцер 48 подачи распыленного или парообразного связующего, которое равномерно распределяется двухзаходными лопастями 37, 38, 39 по объему гомогенизируемой смеси. При использовании парообразного связующего его остаток удаляется через отверстие в верхней части корпуса 36 через трубку 48 сброса избыточного пара.

Для обеспечения равномерной выгрузки гомогенизированной смеси из камер 18 и 31 (фиг. 6, фиг. 9) или микрогранулята из камеры 31 (фиг. 9) угол смещения  $\gamma_{\text{выгр}}$  выгрузочных ДВЛ относительно интенсифицирующих устройств 29, 41 (а также микрогранулирования – поз. 40), в направлении, противоположном их вращению, составляет  $\gamma_{\text{выгр}} = 30 \div 50^\circ$  (фиг. 7, фиг. 10). При нарушении указанного условия ( $\gamma_{\text{выгр}} < 30^\circ$  и  $\gamma_{\text{выгр}} > 50^\circ$ ) нарушается равномерная выгрузка материала.

При выгрузке гомогенизируемой сухой или увлажненной смеси с добавками двухзаходной винтовой лопастью 39 из внутренней камеры 35 (фиг. 9) материал захватывается боковыми пластинами рамочного контура 41 и поступает в сферообразные полости 43,44, равномерно вращающиеся вокруг горизонтальной оси вала (фиг. 9, фиг. 11).

При этом, частицы гомогенизируемой смеси, подвергаются объемно-пространственному воздействию со стороны дугообразных элементов, образующих сферообразные полости. Это, в свою очередь, приводит к интенсификации процесса гомогенизации композиционной смеси.

Аналогичная интенсификация процесса гомогенизации смеси реализуется в рамочном устройстве 29 (фиг. 6), составленном из П-образных прутков, смещенных относительно друг друга вокруг горизонтальной оси вала. Однако, в данном устройстве, частицы не подвергаются окатывающему воздействию, ввиду их перемещения вдоль дугообразной поверхности и между П-образных прутков, что обеспечивает интенсификацию процесса гомогенизации композиционных добавок.

Процесс микрогранулирования компонентов смеси и добавок осуществляется следующим образом. Предварительно увлажненные и гомогенизированные в камере 35 компоненты гетерогенных добавок с помощью выгрузочной лопасти 39 загружаются в интенсифицирующее устройство смешивания и микрогранулирования 41. При этом, сферообразная поверхность лопастей 43,44 (полуокружностей) обеспечивает благоприятные условия микрогранулирования частиц с учетом их перемещения в трехмерном пространстве XYZ от периферии к центру устройства 41. Это гранулирующее (окатывающее) воздействие на частицы в сферообразных полостях 43,44 усиливается при периодически повторяющемся перемещении материальных потоков из одной смежной полости в другую. Для обеспечения заданного движения материала в сферообразных полостях и исключения просыпи, сформованного микрогранулята на их внутренней поверхности жестко закреплено сетчатое покрытие 50, с размером ячеек, соответствующим среднему диаметру микрогранулируемых частиц. Угол раскрытия каждой сферообразной поверхности лопастей 43, 44 (фиг. 11) составляет  $\xi_{сф}=70\div 110^\circ$ , что обеспечивает необходимый объем для гранулообразования и степень подвижности гранулированных частиц. При  $\xi_{сф} < 70^\circ$  и  $\xi_{сф} > 110^\circ$ , указанные условия нарушаются. Выгрузка гранулята, сформованного в сферообразных полостях лопастей 43, 44, осуществляется через верх крайней боковой пластины рамочного контура 42, в сторону ДВЛ 40 (фиг. 9).

Последняя обеспечивает отбор готовой продукции от устройства интенсифицирующего действия 41 и выгрузку через патрубок 51.

Таким образом, рециркуляционный смеситель комбинированного действия (фиг. 1) обладает различными технологическими возможностями реализации процессов гомогенизации композиционных смесей: макро и микросмешивания в камерах 2 и 12, смешивания гетерогенных композиционных добавок – в камере 18 с выгрузочным патрубком 28, а также получения композиционной смеси (макро и микросмешивания) с гетерогенными компонентами и добавками (поз. 2,12,18 и 31).

## Формула изобретения

1. Рециркуляционный смеситель, характеризующийся тем, что он содержит загрузочный бункер, установленные под бункером камеры макросмешивания, микросмешивания, гомогенизации смеси основных компонентов и добавок, смешивания добавок, имеющие расположенные в них валы, несущие лопастные устройства, ограниченные прерывистой винтовой поверхностью различного геометрического профиля и связанные между собой загрузочными и разгрузочными патрубками, при этом камера макросмешивания соединена с бункером, ее винтовые лопасти выполнены однозаходными, разнонаправленного действия и составлены из жестко закрепленных на валу стержней, а на рабочей поверхности лопастей имеются пластины, причем камера макросмешивания соединена посредством своего разгрузочного патрубка с загрузочным патрубком камеры микросмешивания, при этом в камере микросмешивания винтовые лопасти выполнены двухзаходными, разнонаправленного действия и составлены из стержней, на рабочей поверхности которых сверху также имеются пластины, причем выгрузка полученной в этой камере смеси осуществляется через разгрузочный патрубок в камеру гомогенизации смеси основных компонентов и добавок, которая расположена на одной вертикальной оси с камерой макросмешивания, соединена с камерой смешивания добавок, а подача добавок в нее осуществляется через питающие затворы корпуса камеры, при этом коаксиально корпусу камеры гомогенизации внутри него имеется внутренняя камера диаметром  $d_{в.к.} = (0,4 \div 0,7)D_{к.г.}$  и длиной  $L_{в.к.} = (0,3 \div 0,5)L_{к.г.}$ , где  $D_{к.г.}$  и  $L_{к.г.}$  внутренний диаметр и длина камеры гомогенизации, в которой со стороны загрузки на валу установлена пара двухзаходных лопастей, рабочие поверхности которых направлены навстречу друг другу, причем за этими лопастями на валу установлена смежная с ними двухзаходная лопасть направленного действия, а также в зоне выгрузки из камеры – выгрузная лопасть с одинаковым направлением винтовых поверхностей предыдущей лопасти, но смещенной по окружности в сторону вращения вала на угол  $\alpha=70-90^\circ$ , причем между лопастью направленного действия и выгрузной лопастью расположено устройство интенсификации процесса смешивания и микрогранулирования смеси, выполненное в виде размещенных в оппозитных рамочных контурах сферообразных полостей, образованных дугообразными элементами, при этом угол раскрытия в каждой полости между крайними элементами в направлении, противоположном

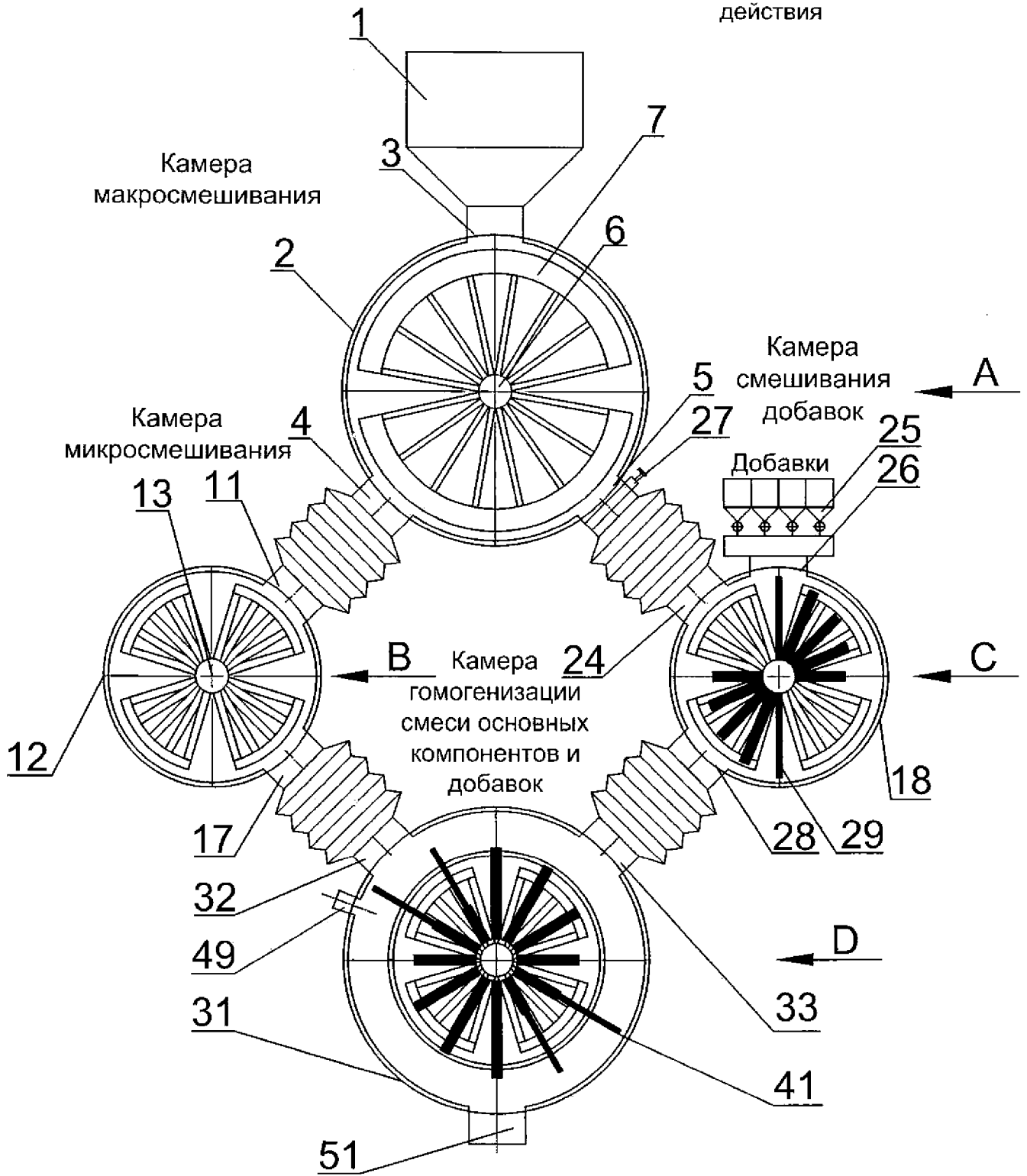


вращению вала, составляет  $\xi_{\text{сф.}} = 70 - 110^\circ$ , кроме того камера смешивания добавок соединена патрубками с камерой макросмешивания и камерой гомогенизации, в камере добавок со стороны загрузки материалов на валу установлена как минимум одна пара двухзаходных лопастей с рабочими винтовыми поверхностями, направленными навстречу друг другу, за этими лопастями на валу установлена такая же пара лопастей, направление винтовой линии которых совпадает с направлением вращения вала, загрузка материала в камеру добавок осуществляется из камеры макросмешивания через входной патрубок, при этом для подачи в данную камеру гетерогенных добавок она снабжена питающими устройствами и дополнительным входным патрубком, а выгрузка гомогенизированной смеси из камеры добавок осуществляется через выходной патрубок, причем между последней парой однонаправленных с валом лопастей на валу установлено интенсифицирующее устройство, выполненное в виде П-образных рамок из стержней круглого сечения, рамки имеют разную высоту, закреплены консольно на валу параллельно его горизонтальной оси и смещены вокруг оси вала по окружности в сторону, противоположную его вращению, при этом наибольший угол смещения крайних П-образных рамок составляет  $\xi_{\text{П}} = 50 - 90^\circ$ .

2. Смеситель по п.1, отличающийся тем, что по наружной рабочей поверхности стержней однозаходных и двухзаходных винтовых лопастей закреплены пластины высотой, соответственно  $H_{\text{Овл}} = (0,2 \div 0,5)R_{\text{Овл}}$  и  $H_{\text{Двл}} = (0,2 \div 0,5)R_{\text{Двл}}$ , где  $R_{\text{Овл}}$ ,  $R_{\text{Двл}}$ , - радиусы окружностей, описываемых однозаходными и двухзаходными лопастями, соответственно.
3. Смеситель по п.1, отличающийся тем, что жесткое крепление однозаходных и двухзаходных лопастей на валах обеспечивается за счет разъемных втулок – хомутов.
4. Смеситель по п.1, отличающийся тем, что в камере микросмешивания, камере смешения добавок и камере гомогенизации угол смещения  $\gamma_{\text{выгр.}}$  выгрузочных двухзаходных лопастей относительно интенсифицирующих устройств смешивания, в направлении, противоположном вращению вала, составляет  $\gamma_{\text{выгр.}} = 30 \div 50^\circ$ .
5. Смеситель по п.1, отличающийся тем, что в загрузочном патрубке камеры гомогенизации смеси основных компонентов и добавок установлены герметизирующие затворы-мигалки, а в корпусе внутренней камеры - штуцер подачи и вывода связующего в распыленном или парообразном

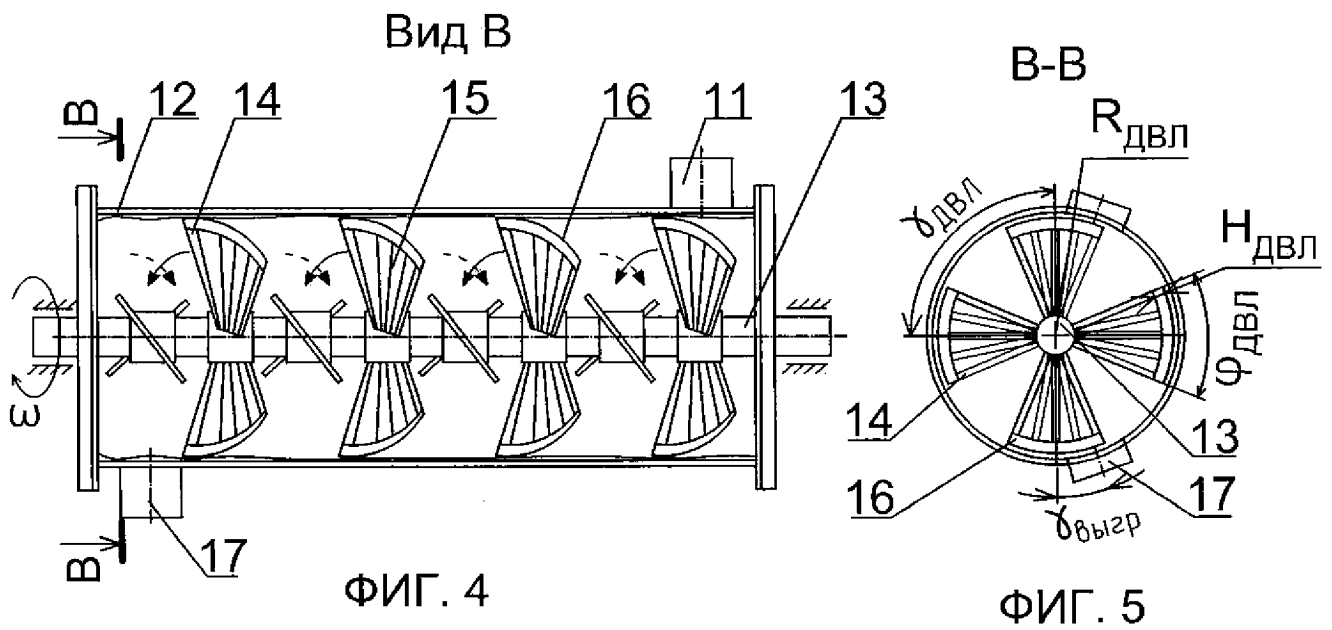
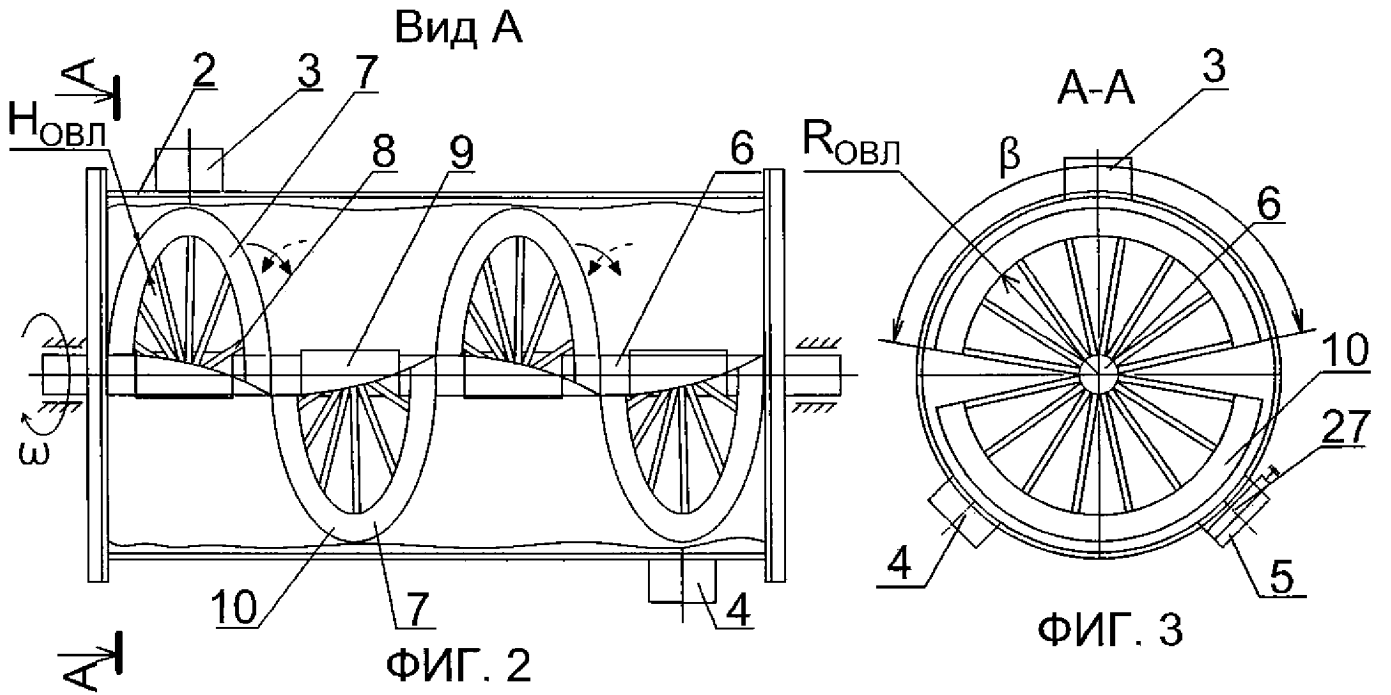
состоянии, при этом в устройстве интенсификации процесса смешивания внутренняя часть сферообразных полостей, образованных дугообразными элементами, снабжена жестко закрепленным сетчатым покрытием.

Рециркуляционный смеситель комбинированного действия



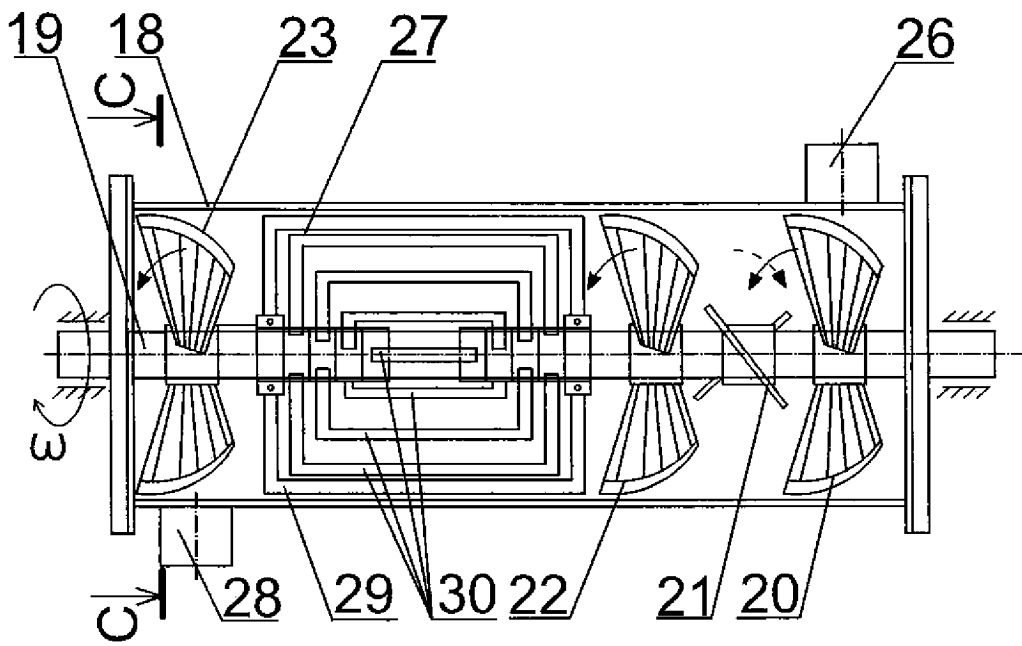
ФИГ. 1

Рециркуляционный смеситель комбинированного действия

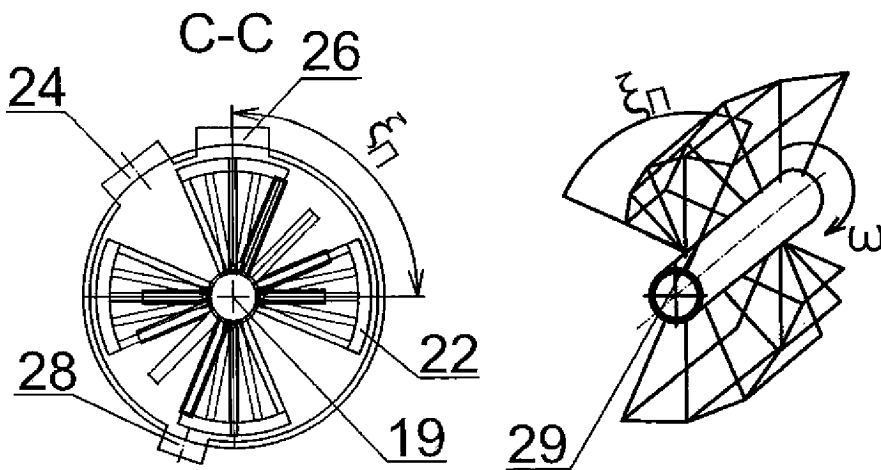


Рециркуляционный смеситель комбинированного действия

Вид С



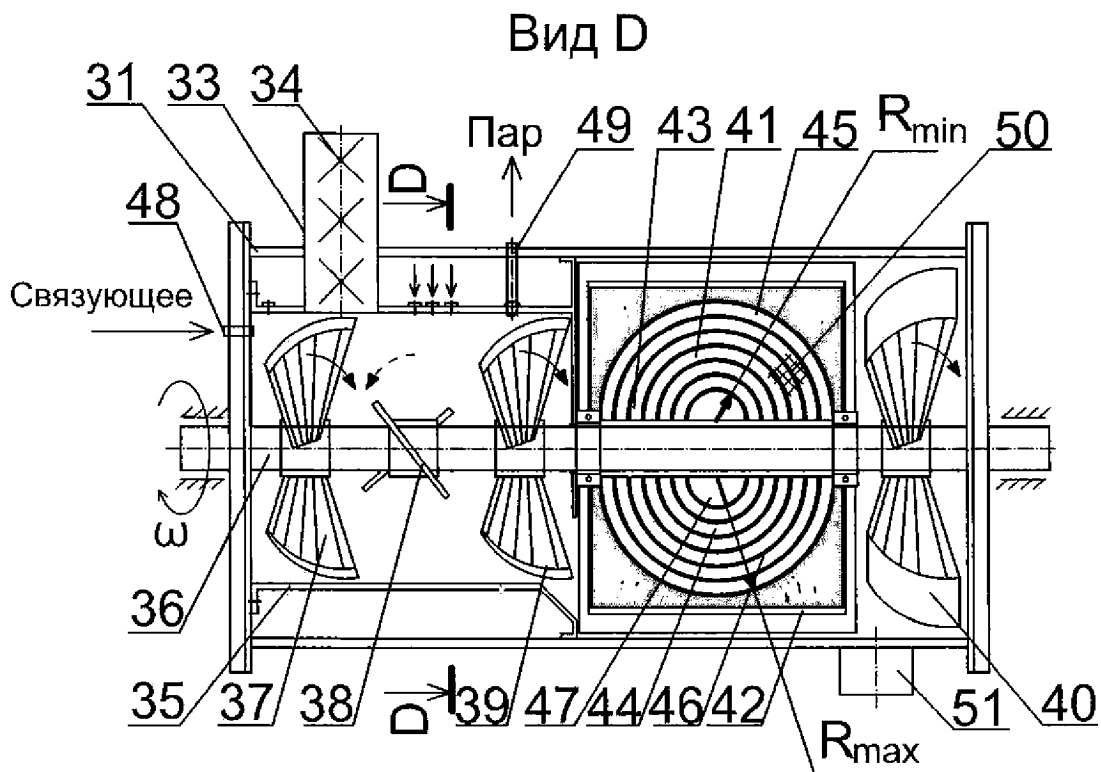
ФИГ. 6



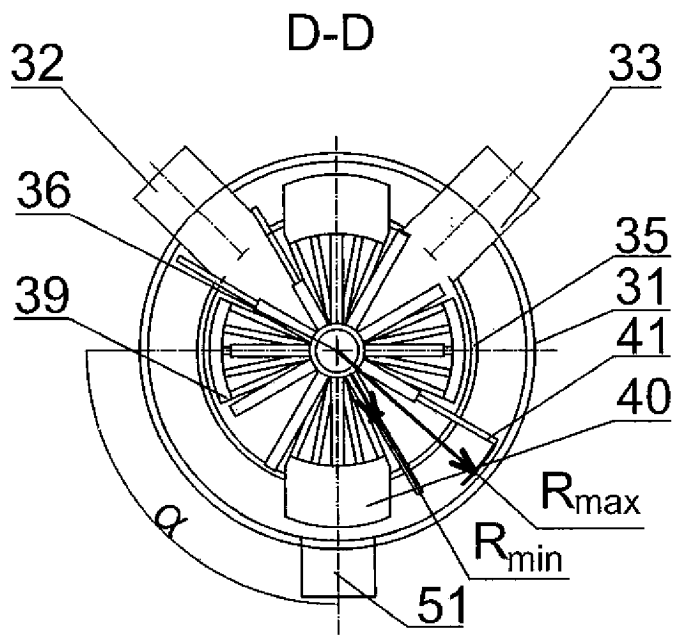
ФИГ. 7

ФИГ. 8

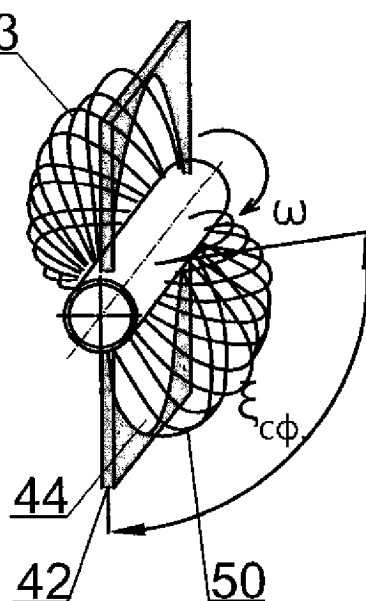
Рециркуляционный смеситель комбинированного действия



ФИГ. 9



ФИГ. 10



ФИГ. 11

**ОТЧЕТ О ПАТЕНТНОМ ПОИСКЕ**  
(статья 15(3) ЕАПК и правило 42 Патентной инструкции к ЕАПК)

Номер евразийской заявки:

**202300027**

**А. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ:**  
См. дополнительный лист

Согласно Международной патентной классификации (МПК)

**Б. ОБЛАСТЬ ПОИСКА:**

Просмотренная документация (система классификации и индексы МПК)

B01F 23/00-23/80, 25/00-25/90, 27/00-27/96, 29/00-29/90, 33/00-33/87, 35/00-35/95, B28C 5/00-5/48, A23N 17/00-17/02

Электронная база данных, использовавшаяся при поиске (название базы и, если возможно, используемые поисковые термины)  
Espacenet, EAPATIS, EPOQUE Net, Reaxys, Google

**В. ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ**

Категория*	Ссылки на документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту №
A, D	RU 2302285 C2 (ООО "ТК РЕЦИКЛ") 10.07.2007	1-5
A	SU 858895 A1 (МОЛДАВСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ И ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКИЙ ИНСТИТУТ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ) 30.08.1981	1-5
A	RU 2729680 C1 (ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. В.Г. ШУХОВА") 11.08.2020	1-5
A	US 3536300 A (VALLANCE & CO MORLEY LTD) 27.10.1970	1-5
A	EP 2374528 B1 (TSUKASA CO., LTD.) 12.10.2010	1-5

последующие документы указаны в продолжении

\* Особые категории ссылочных документов:

«А» - документ, определяющий общий уровень техники

«D» - документ, приведенный в евразийской заявке

«E» - более ранний документ, но опубликованный на дату подачи евразийской заявки или после нее

«O» - документ, относящийся к устному раскрытию, экспонированию и т.д.

"P" - документ, опубликованный до даты подачи евразийской заявки, но после даты испрашиваемого приоритета"

«Т» - более поздний документ, опубликованный после даты приоритета и приведенный для понимания изобретения

«X» - документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий новизну или изобретательский уровень, взятый в отдельности

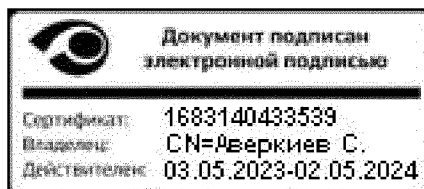
«Y» - документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий изобретательский уровень в сочетании с другими документами той же категории

«&» - документ, являющийся патентом-аналогом

«L» - документ, приведенный в других целях

Дата проведения патентного поиска: 13 сентября 2023 (13.09.2023)

Уполномоченное лицо:  
Начальник Управления экспертизы



С.Е. Аверкиев

**ОТЧЕТ О ПАТЕНТНОМ ПОИСКЕ**  
**(дополнительный лист)**

Номер евразийской заявки:

**202300027**

**КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ (продолжение графы А)**

**B01F 33/81 (2022.01)**  
**B01F 33/30 (2022.01)**  
**B01F 33/84 (2022.01)**  
**B01F 27/70 (2022.01)**  
**B01F 27/72 (2022.01)**  
**B01F 27/19 (2022.01)**  
**B01F 27/1143 (2022.01)**