

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **202190164** (13) **A1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2021.04.02

(51) Int. Cl. *F26B 17/02* (2006.01)
F26B 17/08 (2006.01)
F26B 3/04 (2006.01)

(22) Дата подачи заявки
2019.06.28

(54) СУШИЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ВЛАЖНЫХ МАТРИЦ И СВЯЗАННЫЙ С НЕЙ СПОСОБ СУШКИ ВЛАЖНЫХ МАТРИЦ

(31) 102018000006824; 102018000006823

(32) 2018.06.29

(33) IT

(86) PCT/IB2019/055504

(87) WO 2020/003232 2020.01.02

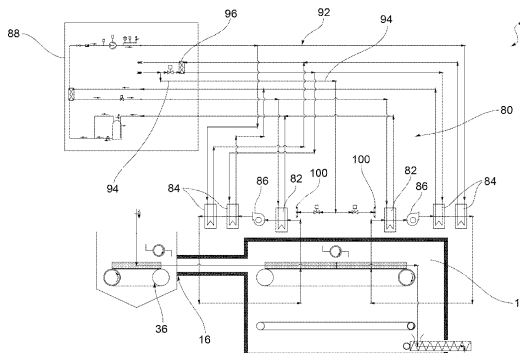
(88) 2020.03.19

(71) Заявитель:
СОЛВА С.Р.Л. (IT)

(72) Изобретатель:
Франческетти Паоло (IT)

(74) Представитель:
Котлов Д.В., Пустовалова М.Л. (RU)

(57) Сушильная установка (6) для влажной матрицы (8), содержащая средство (24) нагнетания/всасывания воздуха, выполненное с возможностью создания по меньшей мере одного осушающего потока, направленного на влажную матрицу (8) по меньшей мере в одной сушильной камере (12) так, что облегчается удаление воды из упомянутой влажной матрицы (8), и средство (28) транспортировки влажной матрицы (8) внутри сушильной установки (6), содержащее конвейерную ленту (32), которая перемещает влажную матрицу (8) в продольном направлении (X-X). Предпочтительно, сушильная установка (6) содержит по меньшей мере один теплообменник (80), охлаждаемый ниже температуры точки росы, чтобы обеспечить конденсацию влаги воздуха, которая поступает из влажной матрицы (8).



202190164 **A1**

202190164

A1

СУШИЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ВЛАЖНЫХ МАТРИЦ И СВЯЗАННЫЙ С НЕЙ

СПОСОБ СУШКИ ВЛАЖНЫХ МАТРИЦ

ОПИСАНИЕ

ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ

- 5 [0001] Настоящее изобретение относится к установке для обработки и сушки влажных матриц и соответствующему способу обработки и сушки влажных матриц.

УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

- [0002] Прежде всего, настоящее изобретение находит
10 конкретное, хотя и не исключительное, применение в области обработки и сушки влажных материалов или матриц, таких как пищевые продукты в целом, и/или шлама различного происхождения, для уменьшения содержания в них воды и/или других летучих соединений, а также сырости или
15 влаги другой природы.

- [0003] Как известно, различные системы для сушки влажных матриц используются на уровне как промышленного, так и кустарного производства. На мировом уровне существуют системы, направленные на оптимизацию процессов,
20 обеспечивающих удаление воды, присутствующей внутри матрицы, которую требуется осушить. За прошедшие годы были разработаны различные технологии, включая использование микроволновых систем (MAD), высокочастотных (RFD) или инфракрасных (IRD) сушильных устройств. Самым
25 экономичным, надежным и широко распространенным способом

являются сушильные камеры, в которых повышают температуру в ожидании испарения воды из твердой матрицы. В последние десятилетия к простому нагреву была добавлена функция вентиляции сушильной камеры с нагнетанием горячего воздуха (AD). Фактически, было показано, что эффект от вентиляции помогает значительно сократить длительность сушки, то есть, повысить ее производительность. В основном, вентиляция влияет на создание внутри сушильных устройств сухой среды, устраняя влажность, возникающую в результате испарения из влажной матрицы, и, таким образом, создавая сухую среду, которая стимулирует само испарение.

[0004] Известные сушильные устройства с горячим воздухом обычно имеют два источника энергии – тепловой и электрической, причем последний используется для перемещения воздуха внутри сушильной камеры. Более высокие затраты на эксплуатацию сушильной установки связаны со значительным потреблением энергии (топлива или электричества), требуемой для повышения температуры воздуха, подаваемого в систему. В настоящее время такие эксплуатационные расходы составляют от 20 до 60 евро за тонну воды, извлеченной из влажного субстрата, при этом данный показатель зависит от типа обрабатываемого субстрата и оптимизации используемого сушильного устройства, а также от топлива, используемого для

производства тепла. Чтобы снизить эти затраты, проведены исследования в отношении способов, позволяющих найти альтернативные экономичные источники энергии, такие как солнечное излучение или возобновляемые источники, а также
5 обеспечить эффективность управления потоками перегретого воздуха.

[0005] Что касается воздушных потоков, они должны выполнять множество функций для обеспечения максимальной эффективности извлечения воды из влажной матрицы
10 (вещества) во время сушки. В список таких требований можно включить следующее:

[0006] - Равномерное распределение вентиляции внутри сушильной камеры, чтобы обеспечивать равномерную обработку всего продукта в процессе сушки;

15 [0007] - Быстрое и эффективное удаление испарений из высушиваемого материала, способствующее быстрому высыханию;

[0008] - Насколько возможно, уменьшенный вентилируемый объем и пониженное давление тяги, чтобы уменьшить как
20 потребление электроэнергии движущимися частями (вентиляторами), так и расход энергии на нагрев воздушной массы.

[0009] Кроме того, существуют конкретные технические проблемы, связанные с типом влажных матриц (веществ),
25 подлежащих обработке.

- [0010] Влажные матрицы, в частности, биологического происхождения, имеют плотность и физические свойства, которые изменяются в зависимости от содержания влаги. Обычно влажные матрицы в состоянии, пригодном для
- 5 транспортировки россыпью, имеют содержание воды от 86 до 70% по весу. Такие матрицы, как правило, в силу присущих физических и химических признаков, образуют агломераты, что затрудняет обращение с ними и их обработку с помощью механических средств. В связи с этим необходима система
- 10 загрузки влажной матрицы внутрь сушильного шкафа, чтобы обеспечить поддержание постоянного гранулометрического состава, распределение по всей ширине рабочего стола и предотвращение возможного образования «мостиков» внутри бункера и на входе в шкаф.
- 15 [0011] Другой выявленной проблемой является уменьшение объема влажной матрицы во время этапов сушки. При удалении воды из влажной матрицы, оно подвергается процессу агломерации в гранулы и значительному уменьшению объема (до 60% от начального объема). Такое уменьшение
- 20 объема приводит к образованию пустых пространств на конвейерных лентах внутри сушильной установки, что обуславливает снижение эффективности процесса сушки (потеря «полезного воздуха»). Эти потери являются более очевидными, если процесс происходит внутри воздушной
- 25 сушильной установки с замкнутым циклом, в которой

воздушная масса охлаждается и перегревается с помощью теплообменников, соответственно охлаждаемых или нагреваемых жидкостями или парами при разных температурах, с помощью, но не исключительно, теплового насоса. Такая потеря «полезного воздуха» вызывает тепловой дрейф самой системы и, в частности, теплового насоса, следствием чего является перегрев и снижение эффективности.

[0012] Для повышения энергоэффективности установок для обработки и сушки влажных матриц были внедрены системы тепловых насосов.

[0013] Такие системы на базе теплового насоса значительно снижают потребление энергии, но чрезвычайно чувствительны к типу/гранулометрическому составу влажного вещества, подлежащего обработке: другими словами, КПД, который может быть достигнут при использовании теплообменников, в которых основное осушающее воздействие для сушки зависит не от температуры подаваемого воздуха, а от разницы давления пара между шламом и относительной влажностью воздуха. Фактически, в таких системах эффективность сильно зависит от степени измельчения или гранулометрического состава влажной матрицы, который, для использования всех преимуществ энергосбережения, связанных с использованием упомянутых тепловых насосов, необходимо точно контролировать. Существующие системы

тепловых насосов из предшествующего уровня техники не позволяют адекватно использовать преимущества, достигаемые за счет использования тепловых насосов, в которых основное осушающее воздействие зависит не от температуры подаваемого воздуха, а от разницы давления пара между шламом и относительной влажностью воздуха.

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[0014] В свете вышеизложенного очевидно, что решения из предшествующего уровня техники не позволяют реализовать сушильную установку, которая эффективно извлекает воду из влажной матрицы во время сушки, обеспечивая при этом низкое потребление энергии.

[0015] Поэтому ощущается потребность в создании установки или устройства, способных эффективно и с низкими затратами высушивать влажные материалы внутри сушильной камеры. Этим требованиям удовлетворяет сушильная установка для влажных матриц по п.1 и способ сушки влажных матриц по п.17.

ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

[0016] Дополнительные признаки и преимущества настоящего изобретения станут более очевидными из следующего описания его предпочтительных неограничивающих вариантов осуществления, в которых:

[0017] – На Фиг. 1 показан вид в перспективе системы загрузки влажных матриц или шлама сушильной установки

согласно варианту осуществления настоящего изобретения;

[0018] – На Фиг. 2 показан вид сбоку системы загрузки шлама по Фиг.1 со стороны, указанной стрелкой II на Фиг.1;

[0019] – На Фиг. 3 показан вид сверху устройства загрузки шлама сушильной установки, показанной на Фиг. 1, со стороны, указанной стрелкой III на Фиг. 1;

[0020] – На Фиг. 4 показан вид сбоку с частичным разрезом устройства загрузки влажных матриц (шлама) сушильной установки (на Фиг.1) со стороны, указанной стрелкой IV на Фиг.1;

[0021] – На Фиг. 5 показан вид сбоку устройства загрузки влажных матриц (шлама) сушильной установки по Фиг.1 со стороны, указанной стрелкой V на Фиг.1;

[0022] – На Фиг 6–7 показаны виды сбоку, под разными углами, входного барабана устройства загрузки влажных матриц (шлама) сушильной установки (на Фиг.1), согласно варианту осуществления настоящего изобретения;

[0023] – На Фиг. 8–10 показан вид в перспективе и два вида сбоку, соответственно, промежуточной системы дробления сушильной установки по настоящему изобретению, согласно возможному варианту осуществления настоящего изобретения;

[0024] – На Фиг. 11–12 показаны виды в перспективе внутренних частей сушильной установки согласно варианту осуществления настоящего изобретения;

[0025] Элементы или части элементов, являющиеся общими для

описанных ниже вариантов осуществления, обозначены одинаковыми номерами позиций;

[0026] – На Фиг. 13 показан вид в перспективе системы для загрузки влажных матриц или шлама в сушильную установку
5 согласно варианту осуществления настоящего изобретения;

[0027] – На Фиг. 14 показан увеличенный вид в перспективе элемента XIV, показанного на Фиг. 13;

[0028] – На Фиг. 15-16 показаны виды под разными углами устройства, показанного на Фиг. 14;

10 [0029] – На Фиг. 17 показан увеличенный вид в перспективе элемента XVII, показанного на Фиг. 14;

[0030] – На Фиг. 18 показана схема работы установки согласно настоящему изобретению;

ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ

15 [0031] Со ссылкой на приведенные выше чертежи, позиция 4 в целом обозначает устройство загрузки влажных матриц (шлама) сушильной установки 6 для влажной матрицы 8 согласно настоящему изобретению.

[0032] Следует отметить, что в целях защиты настоящего
20 изобретения, конкретный тип обрабатываемого влажной матрицы не имеет значения. Например, данная установка находит свое основное применение для рыхлых влажных матриц, но также она может применяться к составным влажным материалам, таким как поверхности или ткани, для
25 которых требуется сушка материала.

[0033] Влажная матрица также может относиться к пищевым продуктам.

[0034] Установка 6 для сушки влажных матриц (шлама) 8 содержит корпус 10 контейнера, который ограничивает сушилльную камеру 12, выполненную с возможностью размещения, по меньшей мере, одной влажной матрицы 8, подлежащего сушке в соответствии с заданной степенью осушения. Под заданной степенью осушения подразумевается, что, в зависимости от потребностей пользователя, влажная матрица в конце процесса сушки может иметь некоторую остаточную влажность. Такая степень осушения может быть задана пользователем путем воздействия на соответствующие параметры устройства, как подробнее описано ниже.

[0035] Сушилльная камера 12 имеет соответствующую теплоизоляцию, чтобы не рассеивать тепло потока текущей среды, предпочтительно горячего воздуха, вдуваемого в камеру, и имеет герметичные торцевые крышки.

[0036] Корпус 10 контейнера или загрузочный бункер продолжается от входного отверстия 16 для введения влажной матрицы 8, подлежащего сушке, до выходного отверстия 20, предназначен для ограничения слоя материала, поступающего в сушилльную камеру сушилльной установки влажной матрицы. Это выходное отверстие 20, состоящее из перегородки, способно изолировать, совместно с влажным материалом 8, внутреннюю часть сушилльной камеры

от внешней среды.

[0037] Сушильная установка 6 содержит средство 24 нагнетания/всасывания воздуха, выполненное с возможностью создания и направления потока осушающей текучей среды, такой как воздух, на влажную матрицу⁸ внутри упомянутой сушильной камеры 12 для удаления влаги и/или воды из упомянутой влажной матрицы⁸. Безусловно, предпочтительным является использование воздуха в качестве осушающей среды; в любом случае, возможно использование другого средства осушения в газообразном состоянии.

[0038] Средство 24 нагнетания/всасывания может содержать средство принудительной вентиляции, такое как, например, вентиляторы (не показаны), и естественной вентиляции, такое как, например, дымоходы (не показаны), для создания требуемого расхода текучей среды.

[0039] Настоящее изобретение является особенно выгодным и по своей синергии связано с признаками, присущими ленточной сушильной установке 6 с рециркуляцией низкотемпературного воздуха, в которой основное осушающее воздействие задано разницей в давлении пара и влаги воздуха.

[0040] В частности, с точки зрения динамики текучей среды и термодинамики, как упоминалось выше, сушильная установка 6 содержит средство 24 нагнетания/всасывания воздуха, выполненное с возможностью создания и направления потока

осушающей текучей среды, такой как воздух, на влажную матрицу⁸ внутри упомянутой сушильной камеры 12 для удаления влаги и/или воды из упомянутого влажной матрицы 8.

5 [0041] Согласно возможному варианту осуществления, сушильная установка 6 содержит, по меньшей мере, один теплообменник 80, охлаждаемый ниже температуры точки росы, чтобы обеспечить конденсацию влаги воздуха, которая поступает из влажной матрицы⁸.

10 [0042] Предпочтительно, осушающий поток циркулирует в замкнутом контуре через два теплообменника, а именно, через охлаждаемый теплообменник или испарительный элемент 82 и перегретый теплообменник или конденсирующий элемент 84, чтобы сначала осушить, а затем перегреть/осушить
15 циркулирующий воздух.

[0043] Упомянутые теплообменники 82, 84 могут быть объединены в один тепловой насос 88. Тепловой насос 88 является необходимым компонентом настоящего изобретения, позволяя конденсировать из воздуха влагу, поступающую в
20 него из высушиваемой влажной матрицы 8, с помощью охлаждаемого теплообменника 82, и впоследствии нагревать этот же воздух с помощью перегретого теплообменника 84.

[0044] Упомянутые теплообменники 82, 84 последовательно соединены друг с другом с помощью, по меньшей мере,
25 одного вентилятора 86, который создает поток воздуха,

который способен протекать последовательно в упомянутых теплообменниках 82, 84, как подробнее описано ниже.

[0045] Возможность конденсации влаги и, в то же время, возможных загрязнителей позволяет организовать в
5 сушильном устройстве 6 повторную циркуляцию одного и того же воздуха, что позволяет избежать выбросов за пределы самого сушильного устройства 6. Для улучшения эксплуатационных показателей сушильного устройства 6, его воздушный контур замкнут через тепловой насос 88, а в
10 качестве предпочтительного, но не исключительного, газообразного хладагента выбран углекислый газ, обеспечивающий более высокие температуры перегрева воздуха по сравнению с другими газами-хладагентами.

[0046] Представленная инновация в конструкции сушильного
15 устройства 6 для влажных матриц 8 с замкнутой циркуляцией воздуха связана с проблемой, называемой «тепловым дрейфом», которая приводит к повышению внутренней температуры сушильного устройства 6 по мере прохождения времени обработки.

20 [0047] Для нее требуются соответствующий контур жидкого хладагента и конструкция перегретого теплообменника 84. В настоящем описании перегретый теплообменник 84 имеет двойной последовательный контур, содержащий контур 92 подачи хладагента и контур 94 возврата хладагента.

25 [0048] Между упомянутыми контурами 92, 94 подачи и возврата

хладагента предпочтительно расположен дополнительный теплообменник, то есть охлаждающий теплообменник 96, выполненный с возможностью уменьшения количества избыточного тепла, выделяемого сушильным устройством 6.

5 [0049] Такой охлаждающий теплообменник 96 имеет два потока: поток жидкого хладагента и поток холодных жидкостей или воздуха.

[0050] Объединение перегретого теплообменника 84 и охлаждающего теплообменника 96 позволяет сушильному
10 устройству 6 поддерживать постоянный тепловой баланс и обеспечивать наилучшие характеристики для сушки влажной матрицы 8, присутствующего в нем. Другими словами, наличие замкнутого воздушного контура внутри сушильного устройства 6 обязательно требует контролируемого
15 рассеивания тепла (введен охлаждающий теплообменник 96).

[0051] Процесс извлечения воды, содержащейся во влажной матрице 8, обеспечивается использованием теплового насоса 88 (одного или нескольких), который, согласно варианту осуществления, может предусматривать использование
20 углекислого газа в качестве хладагента.

[0052] В частности, воздушный поток, который проходит через влажную матрицу 8 или обдувает его, затем собирают и направляют в охлаждаемый теплообменник 82, который осушает и охлаждает воздух, который всасывает
25 вентиляторный элемент 86, а затем проталкивает его через

перегретый теплообменник 84, вследствие чего увеличивается его температура и снижается уровень относительной влажности. Согласно возможному варианту осуществления поток воздуха, подаваемый в сушильную камеру 12, разделяется на два отдельных контура, в то время как контур хладагента является единственным и разделен на два параллельных охлаждаемых теплообменника 82 и два перегретых теплообменника 84 (по одному для каждого воздушного контура), чтобы обеспечить улучшенное управление эффективностью обмена между воздухом и влажной матрицей 8, которые пересекаются/перекрываются в двух разных зонах: первый воздушный контур обрабатывает поток, который охватывает первую часть влажной матрицы 8, расположение которого на конвейерной ленте 32 задано бункерной системой загрузки 10 и которое содержит большое количество воды, в то время как второй воздушный контур обрабатывает поток, который охватывает вторую часть влажной матрицы 8, расположение которого на конвейерной ленте 32 является результатом переворачивания материала с помощью промежуточного перемещающего элемента 64, и содержание воды которого в среднем ниже, чем в первой части влажной матрицы 8. Воздушные контуры выполнены таким образом, чтобы внутри них и внутри сушильной камеры была обеспечена герметичность и непрерывная рециркуляция одного и того же воздуха.

[0053] Охлаждаемый 82 и перегретый 84 теплообменники, а также охлаждающий теплообменник 96, с точки зрения хладагента, сообщаются, предпочтительно, но не исключительно, через терморегулирующий вентиль, жидкостный ресивер, блок рекуперации тепла и компрессор.

[0054] Контур хладагента перегретого теплообменника 84 можно, например, прерывать, чтобы обеспечить необходимое отведение тепла, накопленного в системе, минимизируя тем самым отрицательное влияние на общую эффективность термодинамического процесса.

[0055] Согласно возможному варианту осуществления, охлаждаемые теплообменники 82 снабжены системой 100 очистки, способной удалять увлекаемый воздухом @@@твердый остаток влажной матрицы, который может застревать между поверхностями самих теплообменников 82. Предпочтительно, но не исключительно, эта система 100 очистки состоит из ряда форсунок, в которые вода подается под давлением, обеспечивающим отделение влажного материала 8, прилипшего к поверхностям охлаждаемых теплообменников 82.

[0056] Сушильная установка 6 также содержит средство 28 транспортировки влажной матрицы 8 внутри сушильной установки 6.

[0057] Например, средство 28 транспортировки содержит бункер 30, внутрь которого может быть залита подлежащая обработке влажная матрица 8, и конвейерную ленту 32,

расположенную вдоль наклонной плоскости 34, которая переносит влажную матрицу 8 в продольном направлении X-X.

[0058] Преимущественно, средство 28 транспортировки содержит, по меньшей мере, один входной барабан 36, расположенный так, чтобы отсекал влажную матрицу 8, переносимое конвейерной лентой 32.

[0059] Входной барабан 36 расположен в поперечном направлении T-T, перпендикулярном продольному направлению X-X, и вращается вокруг оси R-R вращения, параллельной поперечному направлению T-T.

[0060] Между входным барабаном 36 и наклонной плоскостью 34 конвейерной ленты 32 обозначена щель 40, которая образует входной фильтр с толщиной влажной матрицы 8, причем упомянутая толщина максимум равна высоте упомянутой щели 40.

[0061] Соответственно, упомянутая щель 40 совместно с выходным отверстием 20 имеет такую форму, что влажная матрица 8 образует преграду для поступления воздуха снаружи внутрь сушильной установки 6, что позволяет реализовать замкнутую систему, которая не выбрасывает воздух наружу и не получает его извне.

[0062] Предпочтительно, входной барабан 36 имеет форму, позволяющую распределять влажную матрицу 8 по всей ширине конвейерной ленты 32 и разбивать куски влажной матрицы 8, имеющие диаметр или толщину больше, чем щель 40.

- [0063] Согласно варианту осуществления, входной барабан 36 представляет собой полый барабан, который имеет множество просеивающих стенок 44 для влажной матрицы 8, выполненных с возможностью дробления кусков влажной матрицы 8.
- 5 [0064] Согласно варианту осуществления, входной барабан 36 содержит множество планок 48, расположенных под углом с постоянным шагом так, чтобы они отстояли друг от друга и ограничивали полости 52 между планками 48, смежными или разнесенными.
- 10 [0065] Планки 48 действуют как просеивающие стенки 44 для влажной матрицы 8.
- [0066] Предпочтительно, упомянутые планки 48 параллельны оси R-R вращения входного барабана 36.
- [0067] Предпочтительно, упомянутые планки 48 ориентированы
- 15 радиально относительно оси R-R вращения входного барабана 36.
- [0068] Согласно варианту осуществления, упомянутые планки 48 прикреплены к пластинам или опорам 56, прикрепленным к оси вращения R-R входного барабана 36 так, чтобы не иметь
- 20 поверхностей адгезии с обрабатываемой влажной матрицей , и в то же время обеспечивать возможность лучшего регулирования количества материала, перемещающегося к выходному отверстию 20 сушильной установки 6.
- [0069] Таким образом, опоры 56 выполняют функцию придания
- 25 жесткости конструкции входного барабана 36, при этом они

должны иметь как можно меньшую толщину/размер, чтобы облегчить прохождение влажной матрицы.

[0070] Предпочтительно, полый входной барабан 36 вращается вокруг оси вращения R-R в направлении, противоположном направлению движения конвейерной ленты 32, которая переносит влажную матрицу 8. Таким образом, достигнут эффект отбрасывания излишка влажного материала под действием силы тяжести назад для правильной подачи в устройство 4 загрузки.

10 [0071] Конвейерная лента 32 снабжена лопатками 60, препятствующими скольжению влажной матрицы 8, переносимого самой конвейерной лентой 32.

[0072] Лопатка 60 также служит для противодействия влиянию силы тяжести, поскольку конвейерная лента 32 наклонена относительно горизонтальной плоскости под углом от 20° до 30°. Предпочтительно, упомянутый угол равен 24°. В более общем случае, конвейерная лента 32 наклонена относительно горизонтальной плоскости на угол, связанный с шириной конвейерной ленты 32 в поперечном направлении следующей формулой: $\alpha = \theta * L/2$, где α – угол наклонной конвейерной ленты 32, L – ширина конвейерной ленты 32, а θ – угол покоя, присущий данному обрабатываемому влажному материалу 8. Последний параметр определяют известным образом, исходя из адгезионных свойств и коэффициента статического трения обрабатываемого влажного материала.

[0073] Согласно варианту осуществления, сушильная установка 6 содержит промежуточную систему 64 опрокидывания, расположенную внутри корпуса 10 контейнера сушильной установки 6, способную отсекаать и перемещать всю массу материала, то есть влажной матрицы 8, на этапе сушки.

[0074] Предпочтительно, упомянутая промежуточная система 64 дробления расположена примерно посередине всего тракта конвейерной ленты 32 внутри корпуса контейнера сушильной установки 6 в положении, позволяющем формировать поверхность влажного материала 8 на первом этапе сушки, чтобы избежать возможности повторного агломерации влажного материала 8.

[0075] В реальности шлам биологического происхождения демонстрирует различное поведение во время сушки. На научном уровне было показано, что биологический материал во время сушки имеет переходную фазу, называемую «клеевой фазой», при которой вес сухого вещества составляет от 20% до 60%. На этом этапе материал демонстрирует особенно высокую адгезию и имеет тенденцию как внутреннему, так и наружному прилипанию к контактным поверхностям. Как только концентрация 60% превышена, силы внутренней адгезии и силы адгезии к поверхностям, действующие внутри материала шлама, теряются, что приводит к склонности агломератов к дроблению и значительному уменьшению объема.

[0076] С помощью ряда испытаний обрабатываемых материалов можно было заметить, что в агломератах шлама, обдуваемых осушенным воздухом, например, с температурой от 50 °С до 75 °С, образуется чрезвычайно сухой поверхностный слой, который можно назвать «коркой», что замедляет высыхание всей массы внутри агломерата. Следовательно, чтобы разбить агломераты после того, как они образовали первую неклеякую внешнюю «корку», внутри сушильной установки 6 в соответствующем положении необходимо установить специально созданную промежуточную систему 64 перемещения, которая раздробит такие агломераты и позволит сухому воздуху осушить материал внутри.

[0077] Если бы такая система дробления была помещена в начале процесса сушки, то могла бы иметь место повторная агломерация шлама или влажной матрицы 8, нивелируя эффект от применения такой системы дробления. Вместо этого, благодаря изначальному формированию сухих и не липких поверхностей, удастся избежать образования новых агломератов.

[0078] Предпочтительно, промежуточная система 64 перемещения расположена внутри сушильной установки 6, в месте, не охваченном потоком воздуха, и таким образом, чтобы избежать рассеивания материала, перемещаемого внутри корпуса 10 контейнера. Таким образом, в область расположения промежуточной системы 64 перемещения

предпочтительно не должен поступать осушающий воздух, чтобы избежать рассеивания более мелких частиц материала.

[0079] Вращающийся стержень 68 имеет поперечную ширину, равную поперечным размерам конвейерной ленты 32.

5 [0080] Теперь будет описана работа сушильной установки согласно настоящему изобретению и соответствующий способ сушки.

[0081] В частности, влажная матрица 8 через бункер 30 подается на конвейерную ленту 32, наклоненную под
10 соответствующим углом относительно горизонтали.

[0082] Конвейерная лента 32 снабжена лопатками 60 для предотвращения образования «мостиков» или скольжения шлама по ленте вдоль наклонной плоскости. Перед верхней точкой вышеупомянутой конвейерной ленты 32 расположен
15 входной барабан 36, который имеет привод и вращается в направлении, противоположном перемещению самой конвейерной ленты 32. Этот входной барабан 36 состоит из центрального стержня, на котором установлены и закреплены, по меньшей мере, две круглые пластины 56
20 одинакового диаметра. На этих круглых пластинах закреплены вращающиеся планки 68, предпочтительно, но не исключительно, металлические, расположенные перпендикулярно круглым пластинам 56 и ориентированные, предпочтительно, радиально по отношению к оси вращения
25 входного барабана 36.

[0083] Благодаря такой конструкции входной барабан 36 может дробить влажную матрицу 8 на более мелкие части, а также распределять его по ширине конвейерной ленты 32 в поперечном направлении.

- 5 [0084] В то же время, благодаря наличию внутреннего пустого пространства между вращающимися планками 68 и осью вращения входного барабана 36, входной барабан 36 не забивается материалом в ходе осуществления технологического процесса. Комбинированное воздействие, осуществляемое между описанной выше конвейерной лентой 10 32, которая транспортирует вверх шламовый материал или влажную матрицу 8, и входным барабаном 36, который вращается в противоположном направлении, обеспечивает продолжение подъема с конвейерной лентой 32 только такого 15 слоя шлама или влажной матрицы 8, который соответствует просвету между конвейерной лентой 32 и входным барабаном 36, в то время как материал, размер частиц которого превышает расстояние между конвейерной лентой 32 и входным барабаном 36, отбрасывается назад под действием 20 силы тяжести.

- [0085] Совместное действие двух противоположных усилий (подъем конвейерной ленты 32 и падение под действием силы тяжести) создает область, непосредственно предшествующую входному барабану 36 и отличающуюся вихревым движением 25 влажной матрицы, направленного вниз. Это движение

приводит к раскрытию шламового материала наружу и, следовательно, к распределению влажной матрицы 8 по всей поперечной ширине конвейерной ленты 32 и, следовательно, к попаданию в сушильную камеру 12. Соответственно, существует определенная связь между наклоном конвейерной ленты 32 и ее шириной в поперечном направлении. В дополнение к распределению, падение материала вниз также приводит к разрушению более крупных кусков шлама. Такому разрушению способствует конструкция самого входного барабана 36, который своими вращающимися планками 68, предпочтительно прямоугольной формы, способен разрушать поверхность агломератов.

[0086] Входной барабан оставлен внутри свободным намеренно, чтобы предотвратить разрушение его конструкции в результате присутствия крупных твердых материалов, случайно (что бывает нередко в рабочей среде) смешанных со шламом. Такие твердые материалы, при отсутствии пустотелых частей, действительно могут попасть между конвейерной лентой 32 и входным барабаном 36.

[0087] Наконец, учитывая в основном липкие свойства влажной матрицы 8, признак пустотелого входного барабана 36 позволяет избежать точек скопления шлама в самом барабане. Если бы имелся сплошной цилиндр с внешними планками, то за короткое время работы мог бы образоваться слой шлама, который скрыл бы присутствие вращающихся

планок 68. Отсутствие внутренней поверхности приводит к минимальному накоплению шлама на вращающихся планках 68, но, в любом случае, это не создает значительного слоя шлама, поскольку избыток влажной матрицы 8 попадает
5 внутрь входного барабана 36, а затем (благодаря пустотам между планками) на лежащую ниже конвейерную ленту.

[0088] После прохождения сита, образованного входным барабаном 36, влажная матрица, опять же благодаря конвейерным лентам 32, попадает внутрь сушильной камеры
10 12, где подвергается воздействию потока осушающего воздуха. Шлам 8 перед попаданием в сушильную камеру 12 проходит дополнительную щель или выходное отверстие 20, высота которой равна или немного меньше расстояния между конвейерными лентами 32 и входным барабаном 36. Эта щель
15 или выход 20 позволяет, учитывая размер, несколько замедлить влажную матрицу 8 и, следовательно, сформировать преграду для входа и/или выхода наружного воздуха внутрь сушильной камеры 12.

[0089] В соответствии с настоящим изобретением шлам или
20 влажная матрица 8, предпочтительно, сушат с помощью рециркуляции воздуха при температуре от 50 до 75 °C, со этапами осушения и последующего перегрева и снижения относительной влажности.

[0090] В частности, было отмечено, что основное осушающее
25 воздействие заключается не в температуре испарения влаги

из шлама или влажной матрицы 8, а в разности давления пара между шламом или влажной матрицей 8 и относительной влажностью воздуха.

[0091] Например, циркуляция воздуха и его осушение
5 осуществляются с помощью теплообменника 82, охлаждаемого ниже температуры точки росы, чтобы обеспечить конденсацию влаги воздуха, которая поступает из влажной матрицы.

[0092] Предпочтительно, чтобы этап многократной циркуляции
внутри сушильной установки 6 одного и того же воздуха,
10 чем обеспечивается получение замкнутой системы, которая не имеет выбросов в атмосферу и способна поддерживать постоянные рабочие характеристики сушильной установки.

[0093] Таким образом, данная сушильная установка 6
полностью избавлена от попадания воздуха внутрь и
15 выбросов его наружу, чтобы избежать дисбаланса и потерь эффективности управления влажностью внутри сушильной камеры 12.

[0094] По меньшей мере, частично высушенный материал внутри
сушильной камеры 12 дополнительно подвергается дроблению
20 со стороны промежуточной системы 64 дробления.

[0095] Фактически, как было отмечено, шлам биологического
происхождения демонстрирует различное поведение во время
этапа сушки: во время сушки биологический материал имеет
переходную фазу, называемую «клеякой фазой», при которой
25 вес сухого вещества составляет от 20% до 60%. На этом

этапе материал демонстрирует особенно высокую адгезию и имеет тенденцию как внутреннему, так и наружному прилипанию к контактным поверхностям. Как только концентрация 60% превышена, силы внутренней адгезии и
5 силы адгезии к поверхностям, действующие внутри материала шлама теряются, что приводит к склонности агломератов к дроблению и значительному уменьшению объема.

[0096] В агломератах шлама, обдуваемых осушенным воздухом, например, с температурой от 50 °С до 75 °С, образуется
10 чрезвычайно сухой поверхностный слой, который можно назвать «коркой», что замедляет высыхание всей массы внутри агломерата. Соответственно, чтобы разбить агломераты после того, как они образовали первую неклеякую внешнюю «корку», внутри сушильной установки 6 в
15 соответствующем положении необходимо установить специально созданную промежуточную систему 64 дробления, которая раздробит такие агломераты и позволит сухому воздуху осушить материал внутри.

[0097] Как можно понять из описания, данное изобретение
20 позволяет устранить недостатки предшествующего уровня техники.

[0098] Фактически, данное изобретение позволяет обеспечить полную сушку при сниженных затратах.

[0099] Таким образом, данное изобретение предусматривает
25 систему загрузки в сушильный шкаф влажных веществ,

сконструированную таким образом, чтобы избежать формирования «мостиков» материала, и в то же время равномерно распределять этот материал по всей ширине конвейерной ленты.

5 [00100] Кроме того, данное изобретение заключается в реализации системы, выполненной с возможностью измельчения материала, подлежащего сушке, чтобы обеспечить однородный размер кусков, помещаемых внутрь сушильного устройства в соответствующее положение так, чтобы избежать нового образования спекшихся кусков.

[00101] Данное устройство имеет системы конденсации и перегрева воздуха, циркулирующего в сушильном шкафу, чтобы способствовать удалению влаги из влажного материала, сочетая снижение относительной влажности воздуха и механическое воздействие самого воздуха. Данное устройство также состоит из системы, управляемой одним или несколькими тепловыми насосами или жидкостями, способными создавать холодные поверхности для конденсации влаги и перегретые поверхности для повышения температуры воздуха и, как следствие, снижения его относительной влажности.

[00102] Использование тепловых насосов оптимизировано благодаря обработке влажных матриц как на входе, так и внутри сушильной установки: таким образом, максимально повышаются энергетические характеристики сушки, что

способствует удалению влаги из влажного материала за счет комбинированного снижения относительной влажности воздуха и механического воздействия самого воздуха.

[00103] Специалист в данной области техники может
5 вносить в описанные выше сушильную установку и способы сушки некоторые изменения и корректировки для удовлетворения конкретных и дополнительных потребностей, которые подпадают под объем защиты, ограниченный в следующей формуле изобретения.

Формула изобретения

1. Сушильная установка (6) для влажной матрицы (8), включающая:
- средство (24) нагнетания/всасывания воздуха, пригодное для формирования, по меньшей мере, одного осушающего потока, направленного на влажную матрицу (8), по меньшей мере, в одной сушильной камере так, чтобы способствовать удалению воды из упомянутого влажной матрицы (8),

- средство транспортировки (28) влажной матрицы (8) внутри сушильной установки (6), содержащее конвейерную ленту (32), которая перемещает влажную матрицу (8) в продольном направлении (X-X),

отличающееся тем, что

сушильная установка (6) содержит, по меньшей мере, один теплообменник (80), охлаждаемый ниже температуры точки росы, чтобы обеспечить конденсацию влаги воздуха, которая поступает из влажной матрицы (8).

2. Сушильная установка (6) по любому из предшествующих пунктов, в котором осушающий поток многократно циркулирует через два теплообменника (80), один из которых является охлаждаемым (82), а один – перегретым (84), чтобы сначала осушить, а затем перегреть/осушить повторно циркулирующий воздух.

3. Сушильная установка (6) по п. 2, в которой упомянутые теплообменники (80, 82, 84) интегрированы в один и тот же тепловой насос (88) таким образом, чтобы конденсировать влагу воздуха, поступающую из подлежащей сушке влажной матрицы (8), с помощью охлаждаемого теплообменника (82), а затем перегреть тот же воздух с помощью перегретого теплообменника (84).

4. Сушильная установка (6) по п. 2 или 3, в которой упомянутые теплообменники (82, 84) соединены последовательно друг с другом с помощью, по меньшей мере, одного вентилятора (86), который создает поток воздуха, который может протекать последовательно в упомянутых теплообменниках (82, 84)

5. Сушильная установка (6) по любому из пунктов с 2 по 4, в которой сушильная установка (6) содержит замкнутый воздушный контур, проходящий через тепловой насос (88) и упомянутые теплообменники (80, 82, 84).

6. Сушильная установка (6) по любому из пунктов с 2 по 5, в которой воздушный контур выполнен таким образом, чтобы была обеспечена его герметичность и непрерывная рециркуляция одного и того же воздуха в этом контуре и сушильной камере (12).

7. Сушильная установка (6) по любому из пунктов с 2 по 6, в которой перегретый теплообменник (84) имеет двойной последовательный контур, содержащий контур (92) подачи хладагента и контур (94) возврата хладагента.

8. Сушильная установка (6) по п. 7, в которой между упомянутыми контурами (92, 94) подачи и возврата хладагента расположен охлаждающий теплообменник (96), пригодный для снижения избыточного тепла, выделяемого сушильной установкой (6), и предотвращения теплового удара внутри перегретого теплообменника (84).

9. Сушильная установка (6) по п. 8, в которой охлаждающий теплообменник (96) имеет два потока: поток жидкого хладагента и поток холодных жидкостей или воздуха.

10. Сушильная установка (6) по любому из пунктов с 2 по 9, в которой поток воздуха, подаваемого в сушильную камеру (12),

разделен на два отдельных контура, при этом контур охлаждающей жидкости является единственным и разделен для двух параллельных охлаждаемых теплообменников (82) и двух перегретых теплообменников (84).

11. Сушильная установка (6) по любому из пунктов с 2 по 10, в которой охлаждаемые теплообменники (82) снабжены системой (100) очистки, пригодной для удаления @@@ твердого остатка влажной матрицы, переносимого воздухом.

12. Сушильная установка (6) по п. 11, в которой упомянутая система (100) очистки содержит множество форсунок, в которые вода подается под давлением, обеспечивающим отделение материала влажной матрицы(8), прилипшего к поверхностям охлаждаемых теплообменников (82).

13. Сушильная установка (6) по любому из пунктов с 1 по 12, в которой упомянутое средство (28) транспортировки содержит, по меньшей мере, один входной барабан (36), расположенный так, чтобы отсекал влажную матрицу(8), переносимую конвейерной лентой (32), причем входной барабан (36) расположен в поперечном направлении (Т-Т), которое перпендикулярно продольному направлению (Х-Х), в которой между входным барабаном (36) и конвейерной лентой (32) указана щель (40), образующая входной фильтр с толщиной влажной матрицы(8), причем упомянутая толщина максимум равна высоте упомянутой щели (40).

14. Сушильная установка (6) по п. 13, в которой упомянутая щель (40) имеет такую форму, что влажная матрица(8) образует преграду для поступления воздуха снаружи внутрь сушильной установки (6).

15. Сушильная установка (6) по любому из пунктов с 1 по 14, в

которой конвейерная лента (32) наклонена относительно горизонтальной плоскости под углом от 20° до 30° .

16. Сушильная установка (6) согласно любому из предшествующих пунктов, в которой конвейерная лента (32) наклонена относительно горизонтальной плоскости на угол, связанный с шириной конвейерной ленты (32) в поперечном направлении и с физическими свойствами обрабатываемого влажного материала (8) следующей формулой: $\alpha = \theta * L/2$, где α равно углу наклона наклонной конвейерной ленты (32), L равно ширине конвейерной ленты (32), а θ равен углу покоя, присущему данному обрабатываемой влажной матрицы.

17. Способ сушки влажной матрицы(8), содержащий этапы транспортировки, по меньшей мере, одной влажной матрицы(8) внутрь сушильной установки (6) по любому из предшествующих пунктов.

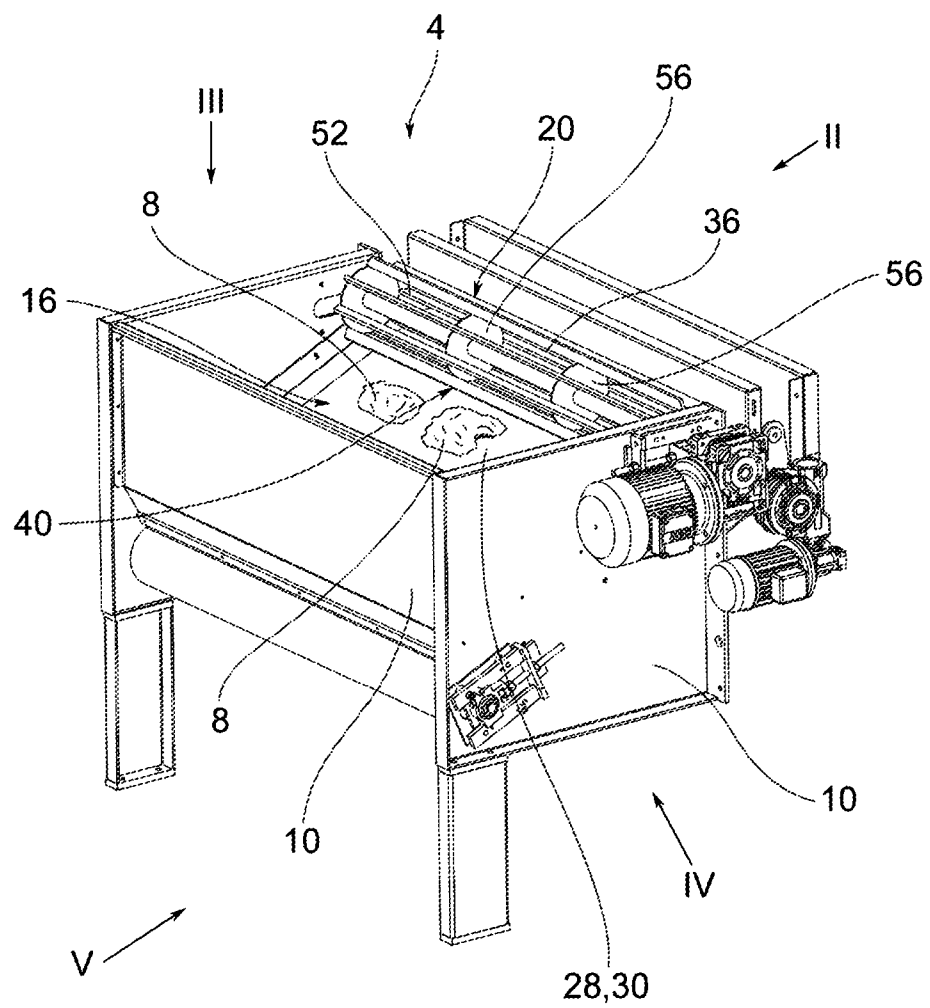
18. Способ сушки по п. 17, в котором основное осушающее воздействие зависит не от температуры подаваемого воздуха, а от разницы давления пара между влажной матрицей(8) и относительной влажностью воздуха.

19. Способ сушки по п. 17 или 18, в котором циркуляция воздуха и его осушение осуществляются с помощью теплообменника (80), охлаждаемого ниже температуры точки росы, чтобы обеспечить конденсацию влаги воздуха, которая поступает из влажной матрицы(8).

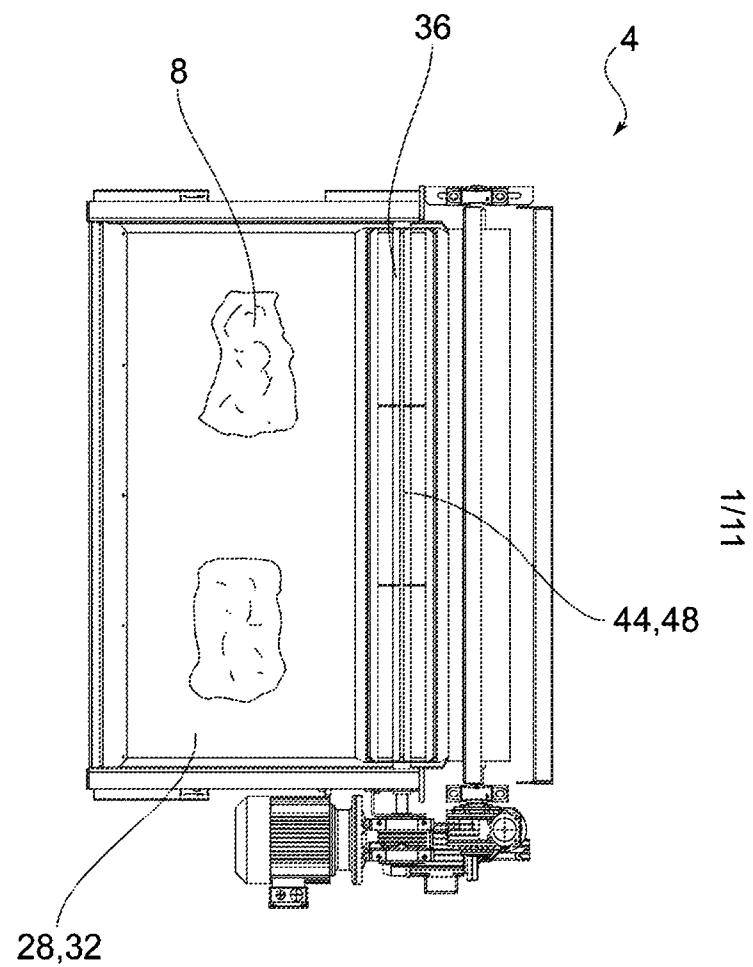
20. Способ сушки по любому из пунктов с 17 по 19, в котором предусмотрен этап подачи в сушильную установку (6) воздуха с температурой в диапазоне от 50°C до 75°C , чтобы максимально снизить относительную влажность осушающего воздуха и способствовать сушке самой влажной матрицы(8) с точки зрения

теплового режима.

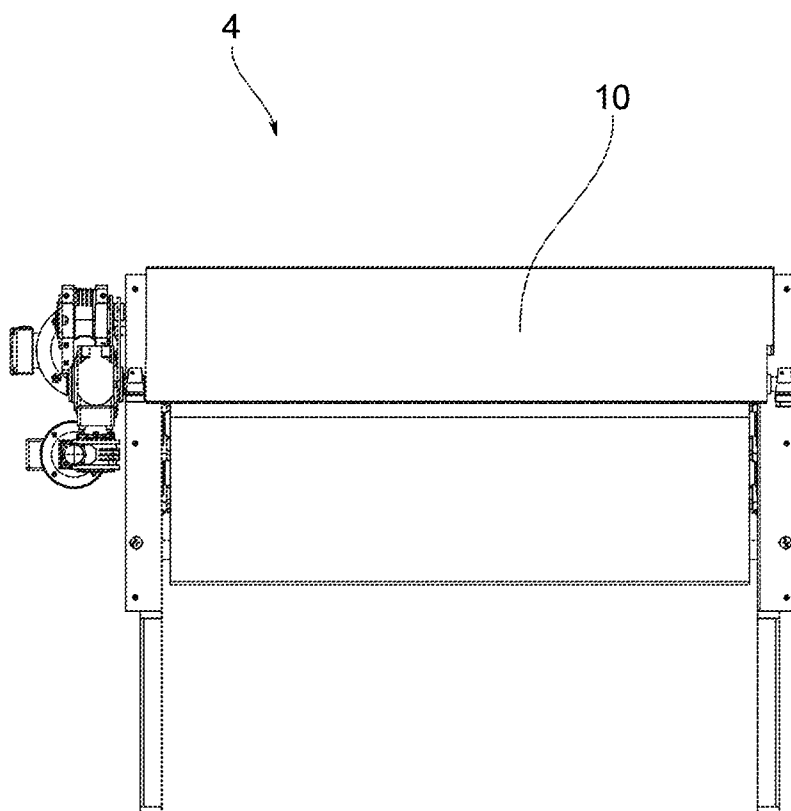
21. Способ сушки по любому из пунктов с 17 по 20, в котором предусмотрен этап многократной циркуляции внутри сушильной установки (6) одного и того же воздуха, чем обеспечивается получение замкнутой системы, которая не имеет выбросов в атмосферу и способна поддерживать постоянные рабочие характеристики сушильной установки (6).



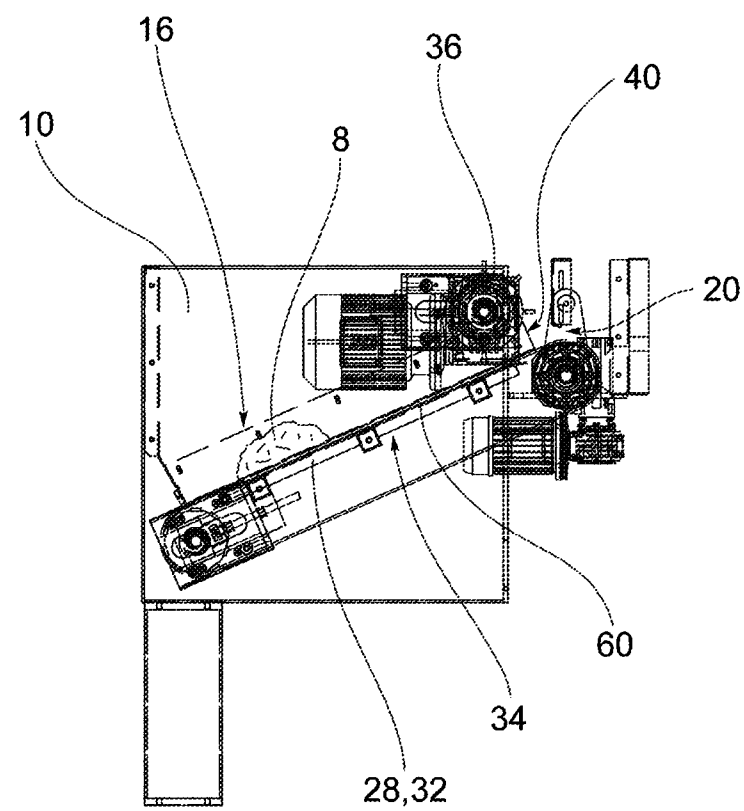
ФИГ. 1



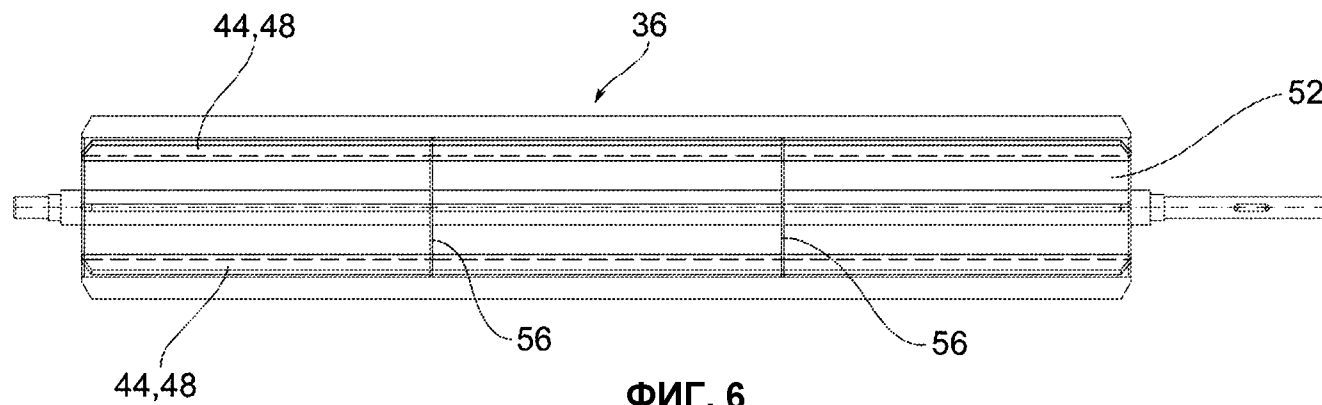
ФИГ. 3



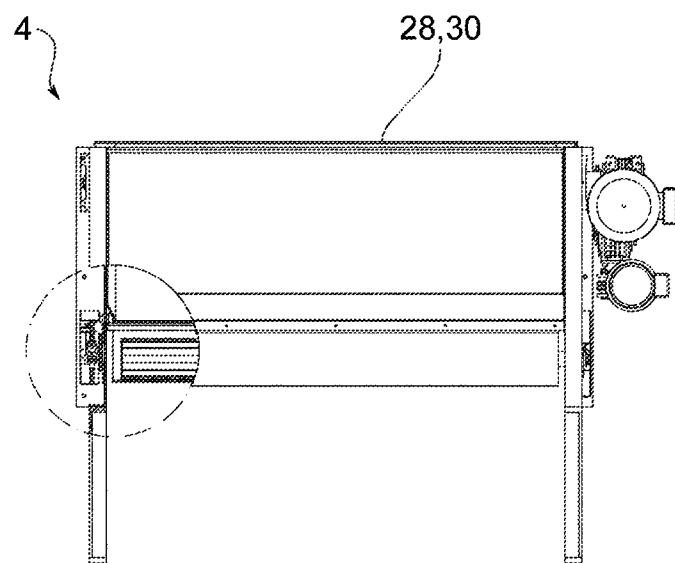
ФИГ. 2



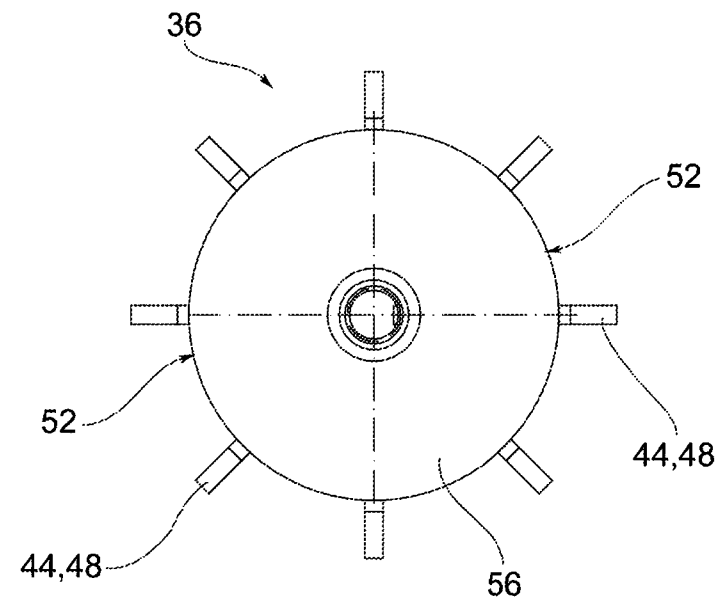
ФИГ. 4



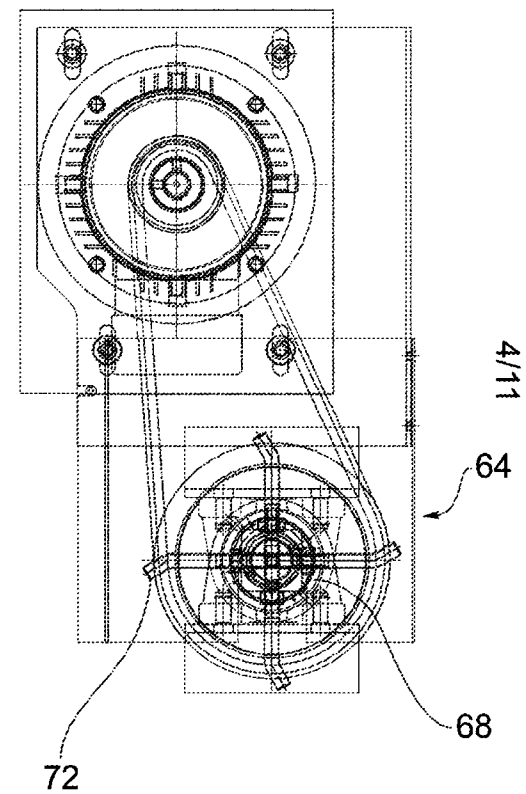
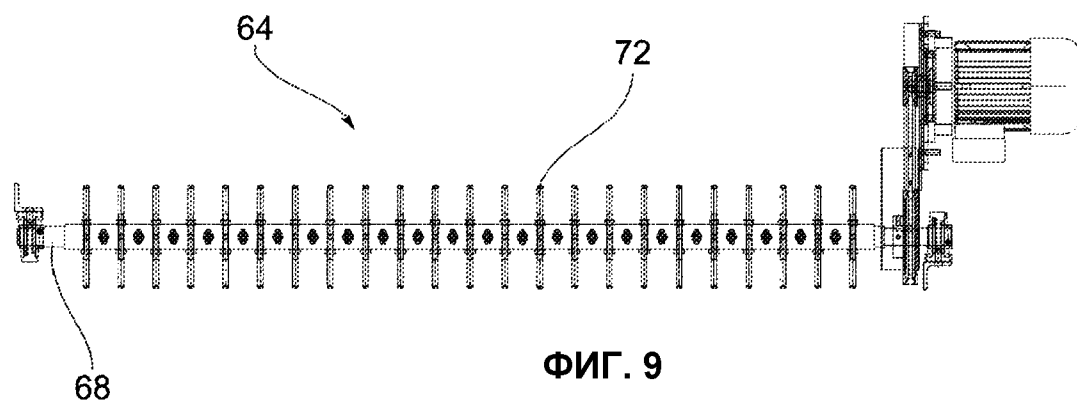
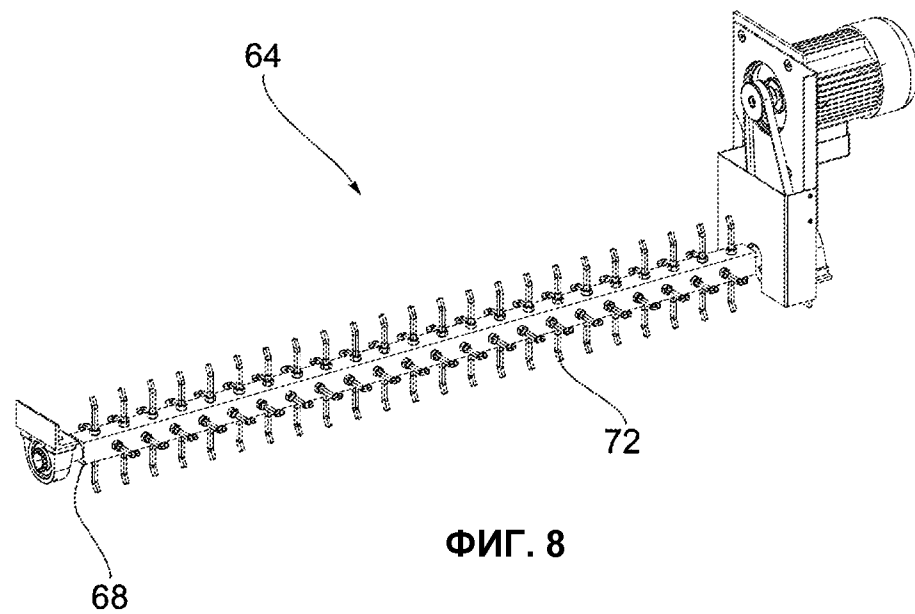
ФИГ. 6

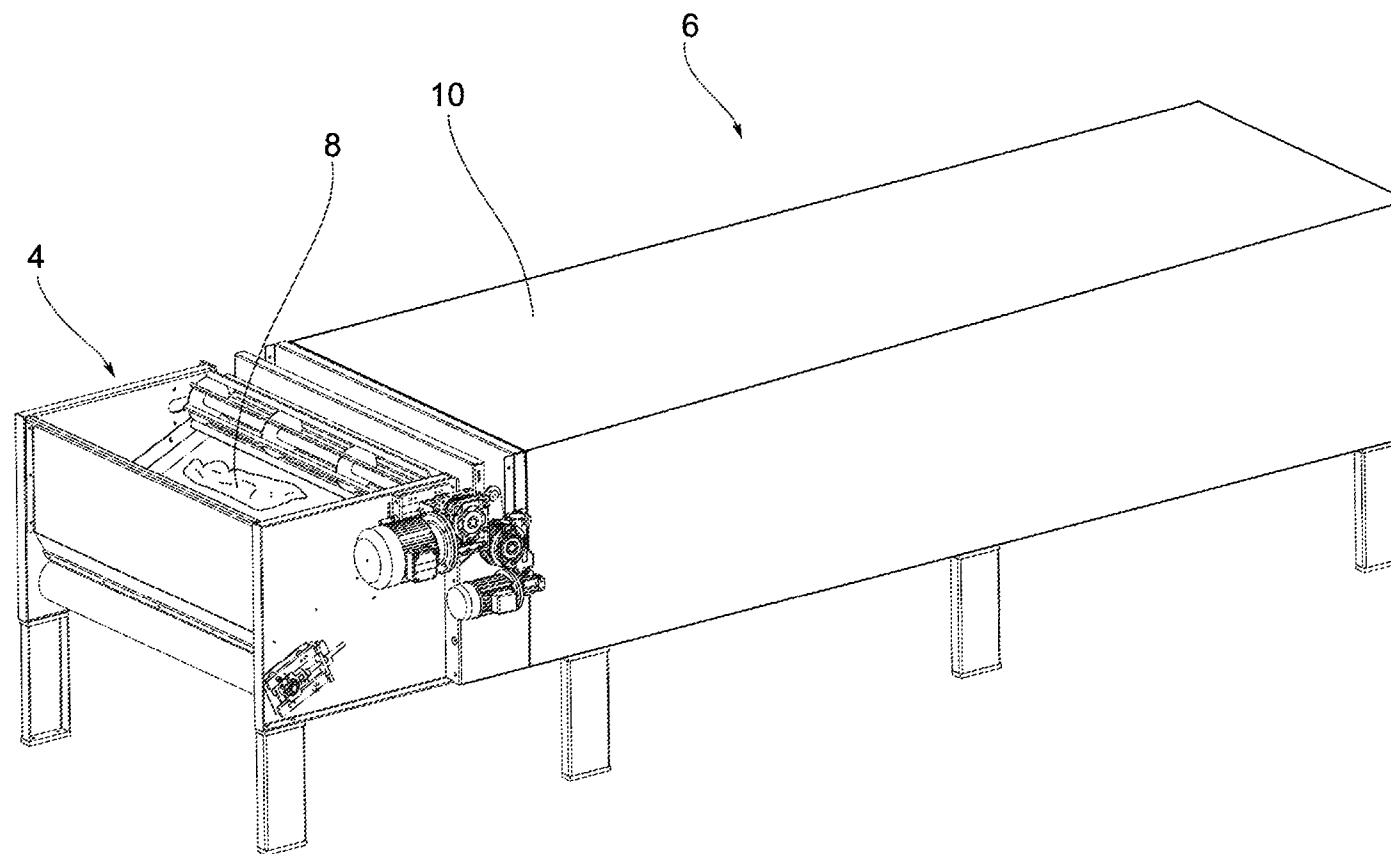


ФИГ. 5

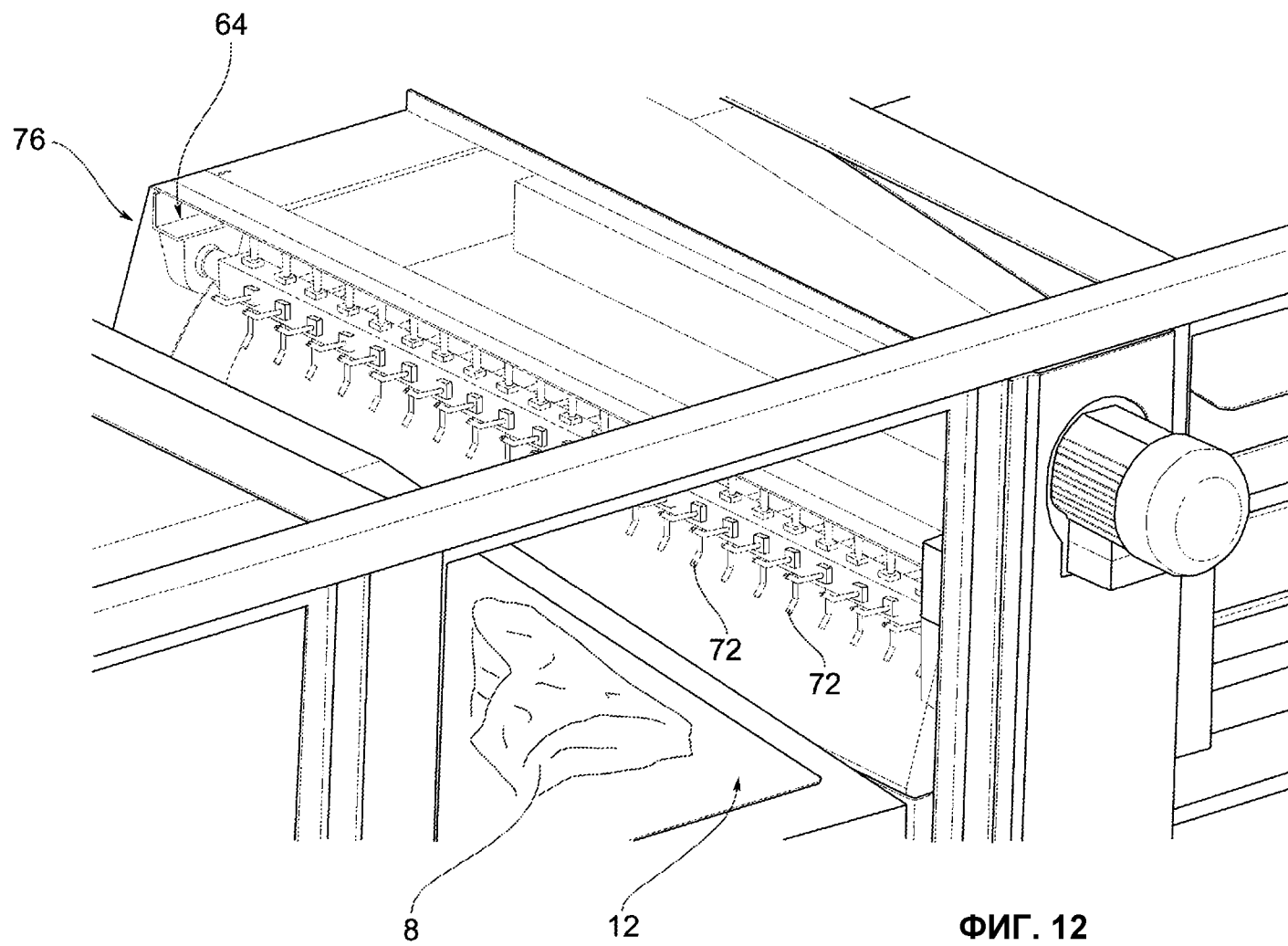


ФИГ. 7

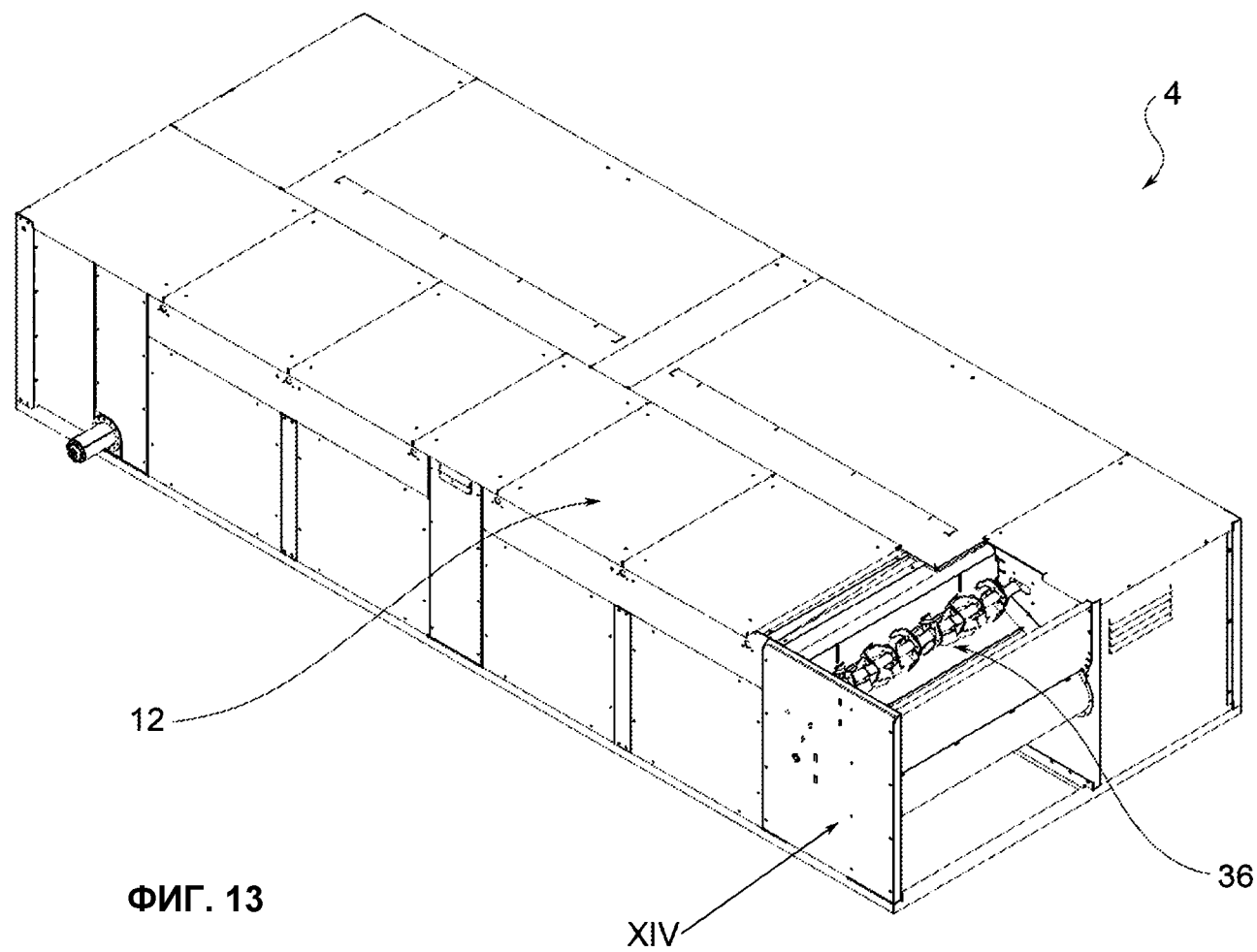




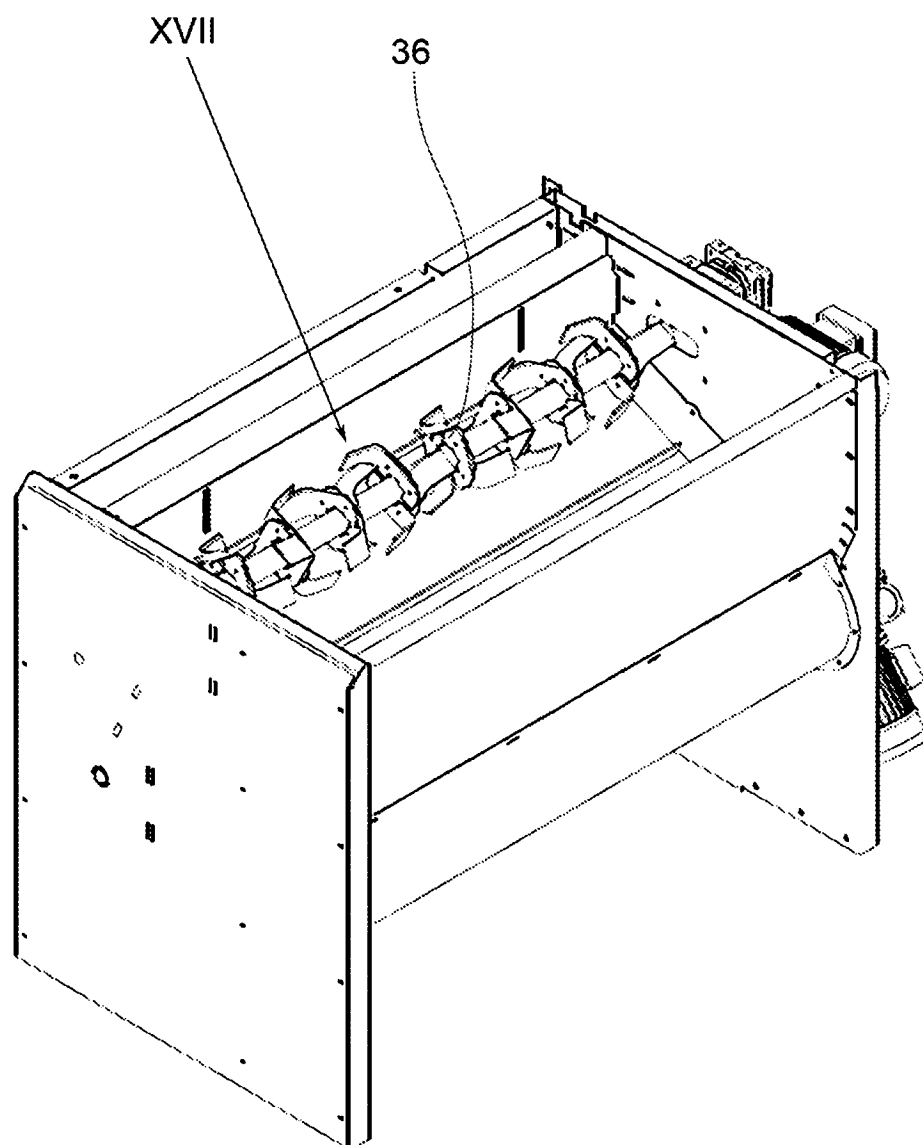
ФИГ. 11



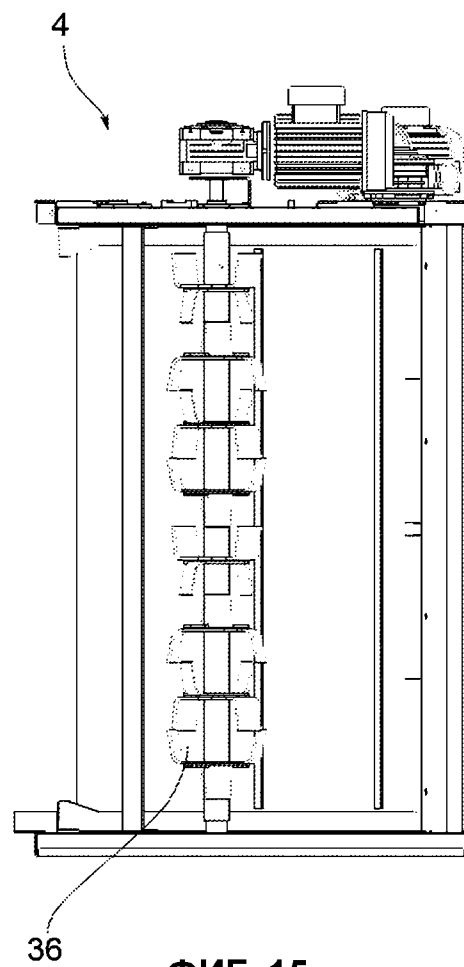
ФИГ. 12



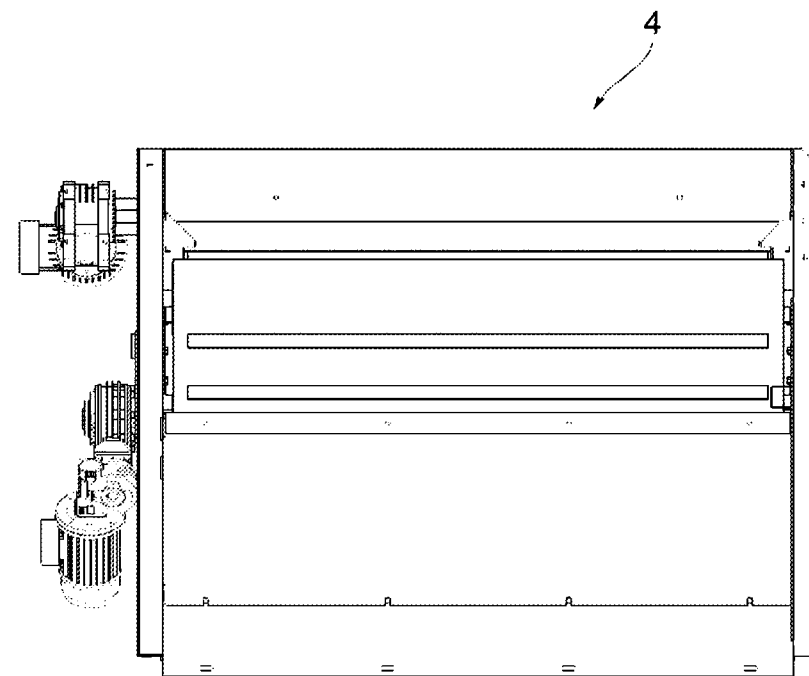
ФИГ. 13



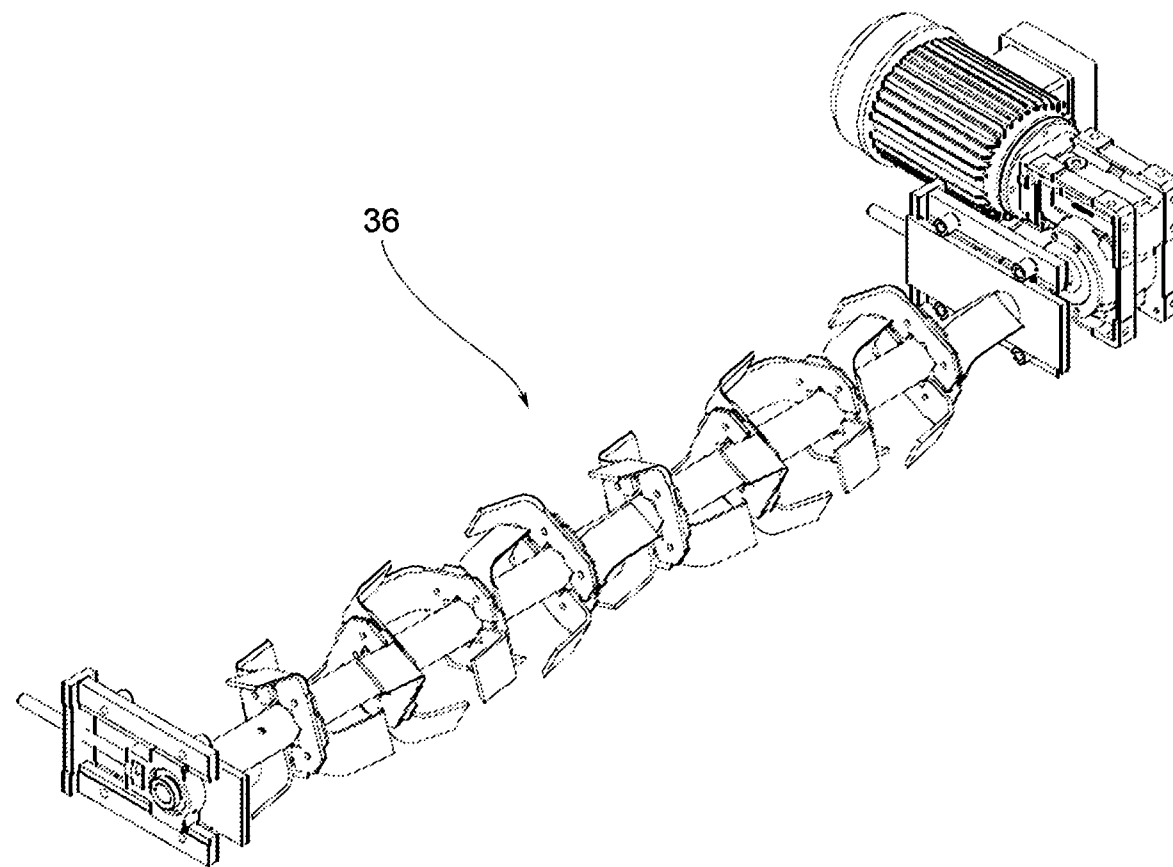
ФИГ. 14



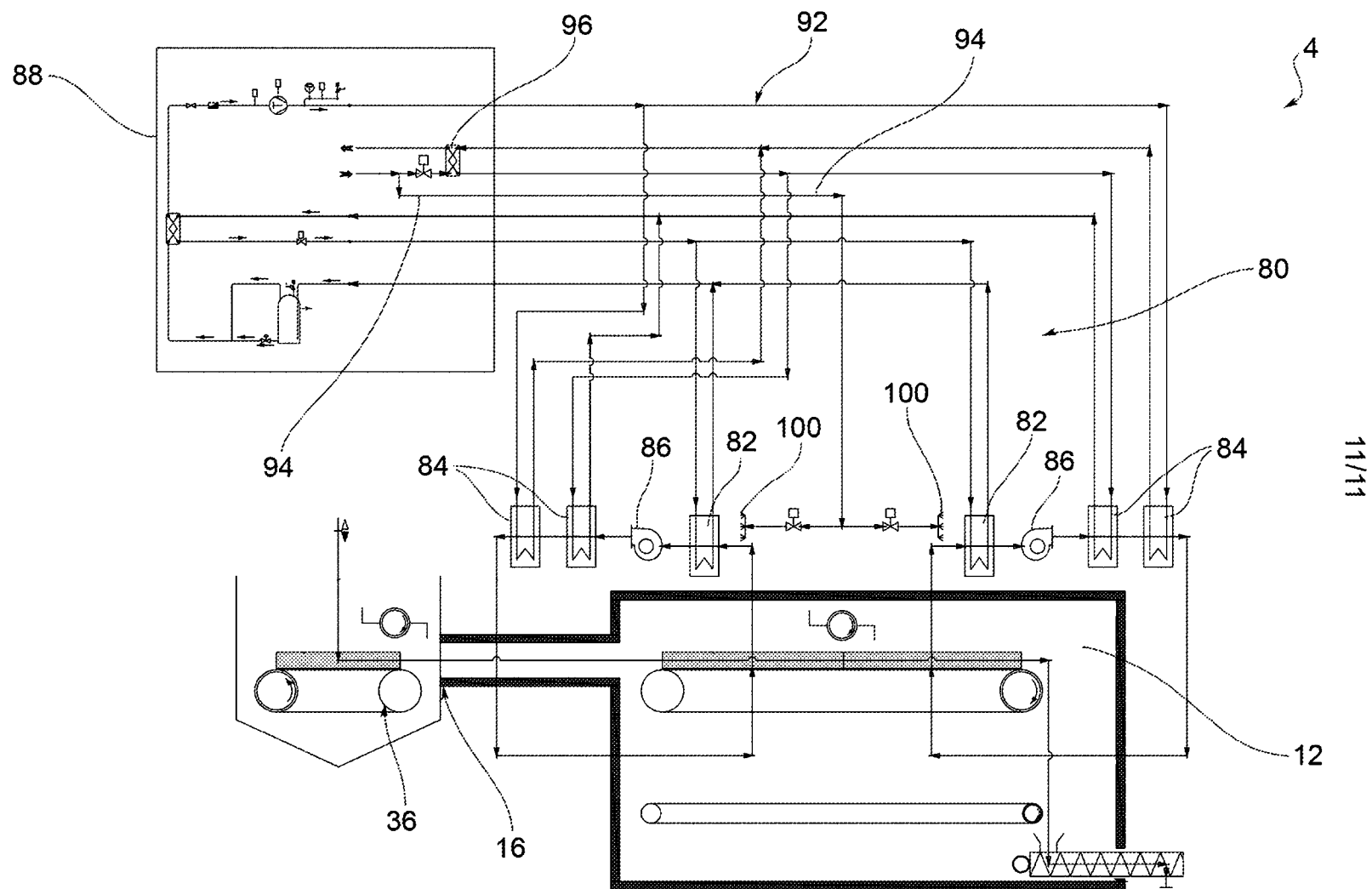
ФИГ. 15



ФИГ. 16



ФИГ. 17



ФИГ. 18