

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **044761**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.09.28

(21) Номер заявки
202293567

(22) Дата подачи заявки
2022.12.30

(51) Int. Cl. *A23K 10/10* (2023.01)
F26B 20/00 (2023.01)
F26B 21/00 (2023.01)

(54) ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЛИНИЯ СУШКИ ПРОДУКТОВ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО СИНТЕЗА В ПРОИЗВОДСТВЕ КОРМОВОГО БЕЛКА ПРИ ЗАМКНУТОМ КОНТУРЕ СУШИЛЬНОГО АГЕНТА И СПОСОБ СУШКИ

(43) **2023.09.26**

(96) **2022000146 (RU) 2022.12.30**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ООО "ГИПРОБИОСИНТЕЗ" (RU)

(72) Изобретатель:
**Лалова Маргарита Витальевна,
Луканин Александр Васильевич,
Нюньков Павел Андреевич, Рыжов**

**Григорий Викторович, Чикризов
Александр Анатольевич (RU)**

(74) Представитель:
Рагова Е.Н. (RU)

(56) RU-U1-125998
RU-C2-2320038
SU-A1-909499
RU-C2-2700041
EP-A2-3622825
RU-C1-2704281

(57) Изобретение относится к микробиологической промышленности, а именно к системам сушки и очистки газовоздушного теплоносителя от продуктов микробиологического синтеза. Технологическая линия сушки продуктов микробиологического синтеза в производстве кормового белка при замкнутом контуре сушильного агента согласно изобретению включает последовательно и технологически связанные между собой сушильную камеру (1), группу (4) циклонов пылеуловителей, рукавный фильтр (6), установку (7) мокрой очистки газов, конденсатор (8) и воздухоподогреватель (9). Сушильная камера (1) в верхней части снабжена центробежно-распылительным механизмом (2) и диспергатором (3) для обеспечения равномерного распределения в объеме сушильной камеры (1) смеси воздуха с водяными парами, поступающей по магистрали (10) из воздухоподогревателя (9), а в нижней части сушильная камера (1) выполнена конической для сепарации готового продукта. Циклоны (5), входящие в группу (4) последовательно установленных циклонов, выполнены коническими с гидравлическим сопротивлением 120-150 кг/м². Рукавный фильтр (6) выполнен с возможностью непрерывной регенерации фильтрующей поверхности. Устройство мокрой очистки газов включает скруббер Вентури высокого давления 800-1000 кг/м². В способе сушки продуктов микробиологического синтеза в производстве кормового белка при замкнутом контуре сушильного агента осуществляющаяся в указанной технологической линии согласно изобретению после ферментации и сепарации биомассы суспензия поступает в сушильную камеру (1) с концентрацией сухих веществ до 22%. Одновременно с суспензией в сушильную камеру (1) подают сушильный агент в виде смеси воздуха с водяными парами, с температурой 300-400°C, влагосодержанием 0,15-0,3 кг влаги/кг сухого воздуха и относительной влажностью от 20 до 30%. Отработанный сушильный агент влагосодержанием 0,3-0,45 кг влаги/кг сухого воздуха, температурой 110-120°C и относительной влажностью от 35 до 45% поступает в группу (4) циклонов пылеуловителей со скоростью 1,8-2,0 м/с и далее в рукавный фильтр (6) и установку (7) мокрой очистки. На входе в горловину трубы Вентури установки (7) мокрой очистки скорость сушильного агента составляет 100-120 м/с, а плотность орошения - 0,5-0,8 л орошающей воды на 1 м³ сушильного агента. После установки (7) мокрой очистки сушильный агент с температурой 80-110°C, влагосодержанием 0,3-0,45 кг влаги/кг сухого воздуха и относительной влажностью от 95 до 100% поступает в конденсатор (8), затем сушильный агент с температурой 60-70°C по магистрали (16) поступает в воздухонагреватель (9), в котором происходит его нагрев до температуры 300-400°C. Часть сушильного агента поступает в сушильную камеру (1), замыкая циркуляционный цикл, а часть - в магистраль (12) пневмотранспорта готового продукта. Техническим результатом изобретения является упрощение конструкции установки и ее эксплуатации, повышение эффективности очистки и сушки сушильного агента, снижение пожаро- и взрывоопасности процесса.

B1**044761****044761****B1**

Изобретение относится к микробиологической промышленности, а именно к системам сушки и очистки газовоздушного теплоносителя от продуктов микробиологического синтеза, и может быть использовано в пищевой, медицинской и других отраслях промышленности.

В настоящее время отмечается повышенный интерес к белку одноклеточных организмов, разрабатываются новые технологии, в частности на природном газе как источнике углерода. Источником организованных газовоздушных выбросов (ГВВ) в производстве белково-витаминных добавок из любого вида сырья являются сушилки, ферментеры и сепараторы. Наибольший вклад в ГВВ производств кормового белка вносят сушильные отделения, поэтому пристальное внимание на стадии сушки уделяется выбросам пыли готового продукта. По концентрации специфического белка в ГВВ в основном и оценивают экологическое совершенство производства.

Из уровня техники известен способ обезвоживания продуктов микробиологического синтеза (SU 1190162, кл. F26B 3/12, 1985) путем выпаривания исходного раствора с последующей распылительной сушкой полученного концентрата. Из ферментера культуральную жидкость передают в трехкорпусный выпарной аппарат с непрерывным процессом выпаривания. В трехкорпусном выпарном аппарате с падающим потоком по ходу жидкости поддерживают следующий температурный режим: в первом корпусе - 80-90°C, во втором корпусе - 70-75°C, а в третьем - 60-65°C. Перед подачей раствора на распылительную сушку контролируют вязкость концентрата и поддерживают ее в пределах от 15 до 20 мм²/с путем возврата концентрата на выпарку при вязкости ниже 15 мм²/с или увеличения расхода при вязкости выше 20 мм²/с. Упаренную культуральную жидкость в количестве 4 м³ высушивают в распылительной сушилке. Температура теплоносителя на входе в распылительную сушилку составляет 145-150°C, а на выходе - 85-90°C. После высушивания указанного количества измеряют толщину отложений на стенках сушильной камеры. Сухой продукт после распылительной сушки выгружают в системе сбора и выгружки, а отработанный газ удаляют в атмосферу.

Недостатком известного способа является поступление с газовоздушными выбросами (ГВВ) пыли готового продукта (микробиологической пыли) в атмосферу, что негативно влияет на экологию.

Прототипом изобретения является установка для сушки биомассы при производстве белковых кормовых добавок в замкнутом контуре циркуляции теплоносителя и способ сушки биомассы (RU 125998, кл. C12M 1/00, 2013). Установка включает узел подготовки теплоносителя, содержащий топку и поверхностный нагреватель, сушильную камеру с распылительным механизмом для подачи суспензии биомассы, подводящий и отводящий газоходы для газообразного теплоносителя, линию выгрузки готового продукта, систему очистки отработанного теплоносителя, состоящую из центробежных циклонов и скруббера Вентури, установленных в технологической последовательности. Система очистки отработанного теплоносителя содержит также поверхностный конденсатор-охладитель, соединенный со скруббером Вентури через пневморазделитель и линией отвода конденсата с примесями биомассы в ферментер. Выход отработанного теплоносителя через отводящий газоход соединен с дополнительно установленным поверхностным конденсатором-охладителем, выход которого, в свою очередь, соединен с поверхностным нагревателем, а другой выход соединен с линией отвода образовавшегося конденсата в ферментер. На линии выгрузки готового продукта установлен циклон-сборник, выход отработанного теплоносителя которого соединен с входом теплоносителя в сушильную камеру и выходом из нее.

Способ сушки в указанной установке (RU 125998, кл. C12M 1/00, 2013) осуществляется за счет того, что поверхностный нагреватель узла подготовки теплоносителя позволяет нагреть теплоноситель в потоке от 65-110 до 350-600°C в количестве, сбалансированном с потребностью сушильной камеры. В качестве поверхностного нагревателя использовали кожухо-трубный теплообменник с жесткими трубными решетками и пучками труб диаметром 40 мм. Дымовые газы после сжигания в вихревой горелке жидкого и газообразного топлива проходили через трубное пространство, а теплоноситель (в данном случае воздух или инертный газ) проходил в межтрубном пространстве и поступал в сушильную камеру с центробежным распылительным устройством для подачи на сушку суспензии биомассы. Движение дымовых газов и теплоносителя регулируется центробежными дымососами, позволяющими маневрировать давлением до 1200 мм водн. ст. После сушильной камеры первая ступень отделения биомассы от водяных паров и теплоносителя осуществлялась в системе центробежных циклонов, после которых полученная биомасса поступает во вторую на ступень отгрузки готовой продукции биомассы в циклон-сборник, а теплоноситель с примесями биомассы поступает по отводящему газоходу на охлаждение в скруббер Вентури смесительного типа, а затем в поверхностный конденсатор. Полученный конденсат с примесями биомассы по линии отводился на технологию и частично возвращался на рециркуляцию в скруббер Вентури в сбалансированном количестве, а далее отводился на технологический процесс в ферментер. Далее теплоноситель поступает на 3 ступень охлаждения и конденсации в поверхностный конденсатор-охладитель с градиентом температуры до 50°C/с. После чего охлажденный до 65-110°C теплоноситель вновь поступает через поверхностный нагреватель в сушильную камеру. Готовый продукт из циклона-смесителя по линии выводится из процесса, а теплоноситель по линии поступает на повторную доочистку в центробежные циклоны и частично на вход в сушильную камеру. Таким образом, установка обеспечивает сушку биомассы в замкнутом контуре, исключает попадание биомассы в атмосферу и позволяет уменьшить потери в процессе сушки и получения биомассы.

Однако в известной установке из-за использования кожухо-трубчатого теплообменника с жесткими трубными решетками при нагревании теплоносителя от 65-110 до 350-600°C в обязательном порядке требуется температурный компенсатор для исключения температурных деформаций, что значительно усложняет конструкцию.

Одновременно, за счет организации газовых потоков, при которых проход дымовых газов после сжигания в вихревой горелке жидкого и газообразного топлива осуществляется через трубное пространство поверхностного нагревателя, а теплоносителя, у которого в составе присутствуют следы белковой пыли - в межтрубном пространстве с дальнейшим поступлением в сушильную камеру, со временем в межтрубном пространстве накапливаются отложения, очистка от которых будет вызывать большие сложности или даже может быть невозможной. Кроме того, при указанной схеме сушки газы, образующиеся при отделении продукта в циклоне-разгрузителе, частично направляются в сушильную камеру, дополнительно нагружая ее мелкодисперсной белковой пылью с концентрацией 200-300 мг/м³, которая будет частично или полностью гореть в камере при температуре 350-600°C, тем самым ухудшая состав сушильного агента, делая его токсичным. Кроме того, использование двух последовательно установленных поверхностных конденсаторов после скруббера Вентури значительно усложняет эксплуатацию сушильной установки, требуя хорошей теплоизоляции между конденсаторами и отвода конденсата по всей длине трубопровода, значительно усложняя конструкцию.

Технической проблемой, на решение которой направлено изобретение, является создание экологически чистой установки для сушки и очистки продуктов микробиологического синтеза при производстве кормового белка с замкнутым контуром сушильного агента.

Техническим результатом изобретения является упрощение конструкции установки и ее эксплуатации, повышение эффективности очистки и сушки сушильного агента, снижение пожаро- и взрывоопасности процесса.

Техническая проблема решается, а технический результат достигается за счет того, что технологическая линия сушки продуктов микробиологического синтеза в производстве кормового белка при замкнутом контуре сушильного агента согласно изобретению включает последовательно и технологически связанные между собой сушильную камеру, группу циклонов пылеуловителей, рукавный фильтр, установку мокрой очистки газов, конденсатор и воздухоподогреватель. Сушильная камера в верхней части снабжена центробежно-распылительным механизмом и диспергатором для обеспечения равномерного распределения в объеме сушильной камеры смеси воздуха с водяными парами, поступающей по магистрали из воздухоподогревателя, а в нижней части сушильная камера выполнена конической для сепарации готового продукта. Циклоны, входящие в группу последовательно установленных циклонов, выполнены коническими с гидравлическим сопротивлением 120-150 кг/м². Рукавный фильтр выполнен с возможностью непрерывной регенерации фильтрующей поверхности. Устройство мокрой очистки газов включает скруббер Вентури высокого давления 800-1000 кг/м².

Количество циклонов, входящих в группу циклонных пылеуловителей, составляет преимущественно от 1 до 16 штук. Циклоны выполнены диаметром, не превышающим 1,7 м, и установлены в группе циклонов параллельно друг другу.

Применение циклонов диаметром более 1,7 м может снижать центробежную силу потока, что соответственно снизит степень очистки сушильного агента от белковой пыли. При этом превышение количества циклонов свыше 16 нецелесообразно из-за сложности организации и регулирования одинаковой нагрузки на каждый аппарат.

Рукавный фильтр целесообразно выполнять с возможностью импульсной продувки и/или с возможностью механического встряхивания.

Сушильная камера, группа циклонов пылеуловителей и рукавный фильтр магистралью пневмотранспорта связаны с циклоном-разгрузителем, за которым последовательно установлены гранулятор и участок упаковки готового продукта.

Воздухоподогреватель может быть связан с топкой и/или с электронагревателем.

В способе сушки продуктов микробиологического синтеза в производстве кормового белка при замкнутом контуре сушильного агента осуществляющаяся в указанной технологической линии согласно изобретению после ферментации и сепарации биомассы суспензия поступает в сушильную камеру с концентрацией сухих веществ до 22%. Одновременно с суспензией в сушильную камеру подают сушильный агент в виде смеси воздуха с водяными парами, с температурой 300-400°C, влажностью 0,15-0,3 кг влаги/кг сухого воздуха и относительной влажностью от 20 до 30%. Отработанный сушильный агент влажностью 0,3-0,45 кг влаги/кг сухого воздуха, температурой 110-120°C и относительной влажностью от 35 до 45% поступает в группу циклонов пылеуловителей со скоростью 1,8-2,0 м/с и далее в рукавный фильтр и установку мокрой очистки. На входе в горловину трубы Вентури установки мокрой очистки скорость сушильного агента составляет 100-120 м/с, а плотность орошения - 0,5-0,8 л орошающей воды на 1 м³ сушильного агента. После установки мокрой очистки сушильный агент с температурой 80-110°C, влажностью 0,3-0,45 кг влаги/кг сухого воздуха и относительной влажностью от 95 до 100% поступает в конденсатор, затем сушильный агент с температурой 60-70°C по магистрали поступает в воздухоподогреватель, в котором происходит его нагрев до температуры 300-400°C. Часть су-

сушильного агента поступает в сушильную камеру, замыкая циркуляционный цикл, а часть - в магистраль пневмотранспорта готового продукта.

Подогрев в воздухоподогревателе преимущественно осуществляют дымовыми газами, поступающими из топки, и/или с помощью электричества.

На чертеже представлена технологическая линия сушки продуктов микробиологического синтеза в производстве кормового белка при замкнутом контуре сушильного агента.

В технологической линии обозначены следующие позиции:

- 1 - сушильная камера;
- 2 - центробежно-распылительный механизм;
- 3 - диспергатор;
- 4 - группа циклонов пылеуловителей, включающая от 1 до 16 циклонов пылеуловителей, установленных в группе параллельно друг другу;
- 5 - циклон пылеуловитель выполнен коническим с гидравлическим сопротивлением 120-150 кг/м², диаметром 1,7 м;
- 6 - рукавный фильтр, выполненный с возможностью непрерывной регенерации фильтрующей поверхности;
- 7 - установка мокрой очистки газов со скруббером Вентури высокого давления 800-1000 кг/м² (на фигуре не показано);
- 8 - конденсатор;
- 9 - воздухоподогреватель;
- 10 - магистраль для поступления смеси воздуха с водяными парами из воздухоподогревателя в сушильную камеру 1;
- 11 - циклон-разгрузитель;
- 12 - магистраль пневмотранспорта, связывающая сушильную камеру 1, группа 4 циклонов пылеуловителей и рукавный фильтр 6 с циклоном-разгрузителем 11;
- 13 - гранулятор;
- 14 - участок упаковки;
- 15 - топка;
- 16 - магистраль, связывающая конденсатор 8 с воздухоподогревателем 9.

Технологическая линия сушки продуктов микробиологического синтеза в производстве кормового белка при замкнутом контуре сушильного агента работает следующим образом.

Суспензия биомассы после ферментации и сепарации с концентрацией сухих веществ до 22% поступает по магистрали 10 в сушильную камеру 1, где распыляется на мелкие капли. Суспензия поступает на центробежно-распылительный механизм 2 и диспергатор 3, распыляется на капли до 80 мкм и в потоке сушильного агента, смеси воздуха с водяными парами с температурой 300-400°C, влажностью 0,15-0,3 кг влаги/кг сухого воздуха и относительной влажностью от 20 до 30%, поступающей по магистрали 10 из воздухоподогревателя 9, равномерно распределяется в объеме всей сушильной камеры 1. При этом процесс сушки происходит за 15-30 с. Если температура сушильного агента, поступающего в сушильную камеру 1, будет меньше 300°C, то это повлечет за собой увеличение размеров сушильной установки, ведущей к усложнению оборудования, а также к снижению экономических показателей производства. Превышение температуры свыше 400°C приведет к повышению риска перегрева готового продукта и снижению его качества (денатурации белка). Влажностью сушильного агента, поступающего в сушильную камеру 1 от 0,15 до 0,3 кг влаги/кг сухого воздуха и относительной влажностью от 20 до 30%, обеспечивает оптимальную движущую силу процесса сушки и оптимальную влажность сушильного агента при подходе его к конденсатору с максимальной относительной влажностью при снижении рисков взрыво- и пожароопасности. Изменение этих параметров вызовет необходимость увеличения площадей теплообменных устройств и увеличение расхода сушильного агента, что экономически нецелесообразно.

В процессе сушки капли суспензии испаряются, и образуется готовый продукт, который сепарируется в конусной части сушильной камеры 1, по магистрали 12 пневмотранспорта направляется в циклон-разгрузитель 11 готового продукта и далее в гранулятор 13 и участок упаковки 14.

Отработанный сушильный агент влажностью 0,3-0,45 кг влаги/кг сухого воздуха, температурой 110-120°C и относительной влажностью от 35 до 45% и мелкой фракцией белковой пыли поступает в группу 4 циклонов пылеуловителей со скоростью 1,8-2,0 м/с, где он очищается до содержания белковой пыли 0,1-0,2 г/м³. Учитывая, что удельный вес белковой пыли 1,05-1,15 т/м³, используются конические циклоны типа СК-ЦН-34 с повышенным гидравлическим сопротивлением 120-150 кг/м², оптимальной скоростью сушильного агента 1,8-2,0 м/с. Выделенный белковый продукт из группы 4 циклонов также направляется по магистрали 12 пневмотранспорта в циклон-разгрузитель 11 и далее на грануляцию и упаковку.

Параметры сушильного агента, поступающего в группу 4 циклонов, обеспечивают снижение дисперсности белковой пыли, которая на входе в группу 4 циклонов имеет дисперсность 22-28 мкм, на выходе 5-8 мкм. Снижение дисперсности белковой пыли в сушильном агенте вызвано тем, что циклоны

имеют максимальную эффективность при размере частиц до 30 мкм. При снижении размеров частиц на входе в циклон 5 ниже 15-30 мкм его эффективность резко снижается до 30-40% и менее. Поэтому в схеме сушильной установки последовательно за циклонами устанавливают более эффективные аппараты - рукавные фильтры 6 и аппараты мокрой очистки 7.

Из группы 4 циклонов сушильный агент поступает в рукавный фильтр 6, где он очищается до содержания белковой пыли 0,01-0,02 г/м³. Конструкцией рукавного фильтра 6 предусмотрена непрерывная регенерация фильтрующей поверхности (импульсная продувка, механическое встряхивание). Выделенный белковый продукт из рукавного фильтра 6 по магистрали 12 пневмотранспортом поступает в циклон-разгрузитель 11 и далее на грануляцию и упаковку.

Из рукавного фильтра 6 сушильный агент поступает в установку 7 мокрой очистки газов со скруббером Вентури высокого давления 800-1000 кг/м² (на фигуре не показано). Скорость сушильного агента в горловине скруббера Вентури составляет 100-120 м/с, а плотность орошения - 0,5-0,8 л орошающей воды на 1 м³ сушильного агента. При этом снижение скорости сушильного агента в горловине скруббера Вентури ниже 100 м/с не обеспечит необходимой очистки сушильного агента, а превышение скорости свыше 120 м/с нецелесообразно из-за резкого возрастания гидравлического сопротивления. Плотность орошения 0,5-0,8 л орошающей воды на 1 м³ сушильного агента для скруббера Вентури является оптимальной и влияет на содержание белковой пыли на выходе из установки 7 мокрой очистки, при этом при снижении плотности орошения меньше 0,5 л орошающей воды на 1 м³ сушильного агента резко снизится эффективность улавливания частиц пыли, а превышение количества свыше 0,8 л орошающей воды на 1 м³ сушильного агента нецелесообразно из-за резкого роста гидравлического сопротивления и незначительного повышения эффективности. После прохождения установки 7 мокрой очистки и на входе в конденсатор 8 сушильный агент имеет следующие параметры: содержание белковой пыли 0,0005-0,002 г/м³ и температура 90-110°C. Температура 90-110°C влияет на эффективность конденсации за счет того, что сушильный агент на входе в конденсатор имеет 100% влажность, и процесс конденсации начинается сразу, не требуя предварительного охлаждения сушильного агента до точки росы ($\varphi=100\%$).

В конденсаторе 8 происходит конденсация испаренной в сушильной камере 1 влаги. После конденсатора 8 сушильный агент имеет следующие параметры: содержание белковой пыли 0-0,0005 г/м³, температура 90-110°C, влагосодержание 0,15-0,3 кг влаги/кг сухого воздуха. Конденсат, образующийся после конденсирования влаги, может быть использован для приготовления питательной среды для культивирования бактерий (гаприн), а также может быть возвращен в систему производства кормового белка.

Из конденсатора 8 сушильный агент по магистрали 16 поступает в воздухонагреватель 9, где происходит его нагрев до температуры 300-400°C. Часть сушильного агента поступает в магистраль 10 для поступления в сушильную камеру 1, замыкая циркуляционный цикл, а другая часть - в магистраль 12 пневмотранспорта готового продукта. Подогрев в воздухонагревателе 9 может осуществляться дымовыми газами, поступающими из топки 15, или электричеством. Учитывая то, что сушильный агент при циркуляции по замкнутому контуру схемы меняет содержание влаги от 0,15 до 0,35 кг влаги/кг сухого воздуха, содержание кислорода в нем будет находиться в диапазоне 13-15%, что существенно меньше, чем в воздухе (21%). Поэтому вероятность возгорания белковой пыли резко уменьшается, что способствует, кроме этого, и повышенная влажность сушильного агента.

Изобретение иллюстрируется следующими примерами.

Пример 1.

Суспензия биомассы после ферментации и сепарации с концентрацией сухих веществ 13 % поступает в сушильную камеру 1, где распыляется на мелкие капли. Сушильная камера 1 представляет собой распылительную сушильную установку (типа ЖВ или ЖТ Туймазинский завод химического машиностроения). Одновременно в верхнюю часть сушильной камеры 1 через диспергатор 3 поступает сушильный агент, представляющий собой смесь воздуха с водяными парами, с температурой 300°C и влагосодержанием 0,15 кг влаги/кг сухого воздуха и относительной влажностью 20%. В процессе сушки капли суспензии испаряются, и образуется готовый продукт, который сепарируется в конусной части сушильной камеры 1, и отработанный сушильный агент с мелкой фракцией с влагосодержанием 0,3 кг влаги/кг сухого воздуха, запыленностью 6 г/м³, температурой 110°C и относительной влажностью 35%. Далее сушильный агент направляется на первую стадию очистки в группу 4 циклонов 5 со скоростью 1,8 м/с, где он очищается до содержания белковой пыли до 0,1 г/м³. Затем сушильный агент направляется в рукавный фильтр 6, где он очищается до содержания белковой пыли 0,01 г/м³. Из рукавного фильтра 6 сушильный агент поступает в установку 7 мокрой очистки со скоростью сушильного агента 100 м/с, а плотность орошения составляет 0,5 л орошающей воды на 1 м³ сушильного агента. После прохождения установки 7 мокрой очистки сушильный агент имеет следующие параметры: содержание белковой пыли 0,0005 г/м³, температура 90°C. Сушильный агент после установки 7 мокрой очистки поступает в конденсатор 8 с температурой 80°C, влагосодержанием 0,3 кг влаги/кг сухого воздуха и относительной влажностью 95%, где происходит конденсация испаренной в сушильной камере 1 влаги. После конденсатора 8 параметры сушильного агента имеют следующие значения: содержание белковой пыли 0 г/м³, температура 90°C, влагосодержание 0,15 кг влаги/кг сухого воздуха.

Пример 2.

Процесс осуществляется аналогично примеру 1.

После ферментации и сепарации суспензия биомассы с концентрацией сухих веществ 15% поступает в сушильную камеру 1 и распыляется на мелкие капли. В верхнюю часть сушильной камеры 1 через диспергатор поступает сушильный агент с температурой 350°C и влажностью 0,2 кг влаги/кг сухого воздуха и относительной влажностью 25%. Отработанный сушильный агент из сушильной камеры 1 включает мелкую фракцию с влажностью 0,35 кг влаги/кг сухого воздуха, запыленностью 8 г/м³, температурой 115°C и относительной влажностью от 40%. В группе 4 циклонов 5 сушильный агент подается со скоростью 1,9 м/с, очищается до содержания белковой пыли 0,15 г/м³. После рукавного фильтра 6 содержание белковой пыли составляет 0,015 г/м³. Сушильный агент поступает с установку 7 мокрой очистки со скоростью сушильного агента 110 м/с, а плотность орошения 0,7 л орошающей воды на 1 м³ сушильного агента. После установки 7 мокрой очистки сушильный агент имеет следующие параметры: содержание белковой пыли 0,001 г/м³ и температура 110°C. В конденсаторе 8 сушильный агент поступает с температурой 90°C, влажностью 0,40 кг влаги/кг сухого воздуха и относительной влажностью от 98%. После конденсатора 8 сушильный агент выходит со следующими параметрами: содержание белковой пыли 0,00025 г/м³, температура 100°C, влажность 0,2 кг влаги/кг сухого воздуха.

Пример 3.

Процесс осуществляется аналогично примеру 1. В сушильную камеру 1 суспензия биомассы поступает с концентрацией сухих веществ 20%, где распыляется на мелкие капли диспергатором 3. Сушильный агент поступает в сушильную камеру 1 с температурой 400°C и влажностью 0,3 кг влаги/кг сухого воздуха и относительной влажностью 30%. Отработанный сушильный агент имеет влажность 0,45 кг влаги/кг сухого воздуха, запыленность 10 г/м³, температуру 120°C и относительную влажность 45%. Из группы 4 циклонов 5, сушильный агент выходит со скоростью 2,0 м/с и с содержанием белковой пыли 0,2 г/м³. В рукавном фильтре 6 сушильный агент очищается до содержания белковой пыли 0,02 г/м³. Сушильный агент поступает в установку 7 мокрой очистки со скоростью 120 м/с, а плотность орошения составляет 0,8 л орошающей воды на 1 м³ сушильного агента. После прохождения установки 7 мокрой очистки сушильный агент имеет следующие параметры: содержание белковой пыли 0,002 г/м³ и температура 120°C. В конденсаторе 8 сушильный агент поступает с температурой 110°C, влажностью 0,45 кг влаги/кг сухого воздуха и относительной влажностью 100%. После конденсатора 8 сушильный агент имеет следующие параметры: содержание белковой пыли 0,0005 г/м³, температура 110°C, влажность 0,3 кг влаги/кг сухого воздуха.

Таким образом, упрощение технологической линии при производстве кормового белка при замкнутом контуре сушильного агента и ее эксплуатации осуществляется за счет исключения образования отложений на внутренних поверхностях оборудования. Заявленные режимы проведения процесса очистки сушильного агента также приводят к снижению пожаро- и взрывобезопасности процесса за счет использования в процессе паровоздушной смеси.

В настоящее время технологическая линия сушки продуктов микробиологического синтеза в производстве кормового белка при замкнутом контуре сушильного агента и способ сушки продуктов микробиологического синтеза прошли опытные и промышленные испытания и находятся на стадии внедрения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Технологическая линия сушки продуктов микробиологического синтеза в производстве кормового белка при замкнутом контуре сушильного агента, характеризующаяся тем, что она включает последовательно и технологически связанные между собой сушильную камеру, группу циклонов пылеуловителей, рукавный фильтр, установку мокрой очистки газов, конденсатор и воздухоподогреватель, при этом сушильная камера в верхней части снабжена центробежно-распылительный механизм и диспергатор для обеспечения равномерного распределения в объеме сушильной камеры смеси воздуха с водяными парами, поступающей по магистрали из воздухоподогревателя, а в нижней части сушильная камера выполнена конической для сепарации готового продукта, циклоны, входящие в группу последовательно установленных циклонов, выполнены коническими с гидравлическим сопротивлением 120-150 кг/м², рукавный фильтр выполнен с возможностью непрерывной регенерации фильтрующей поверхности, устройство мокрой очистки газов включает скруббер Вентури высокого давления 800-1000 кг/м².

2. Технологическая линия по п.1, отличающаяся тем, что количество циклонов, входящих в группу циклонных пылеуловителей, составляет от 1 до 16 штук, циклоны выполнены диаметром, не превышающим 1,7 м, и установлены в группе циклонов параллельно друг другу.

3. Технологическая линия по п.1, отличающаяся тем, что рукавный фильтр выполнен с возможностью импульсной продувки и/или с возможностью механического встряхивания.

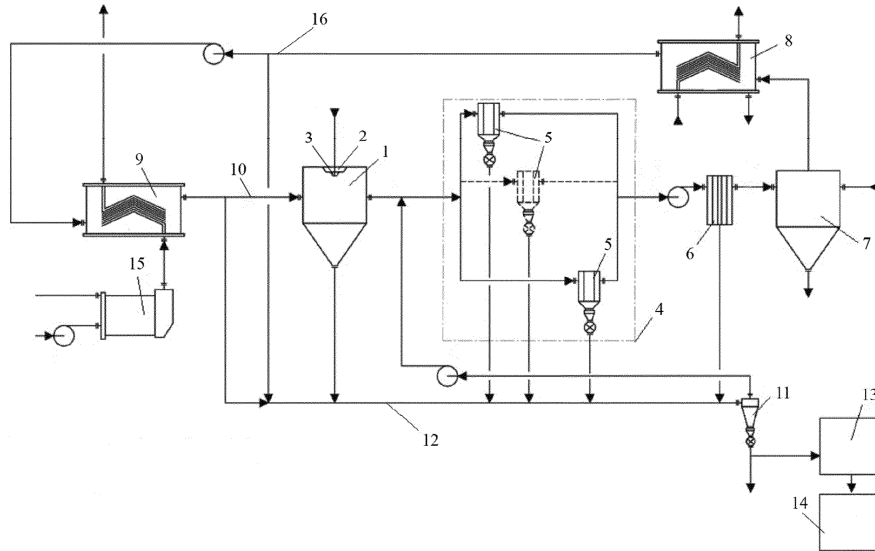
4. Технологическая линия по п.1, отличающаяся тем, что сушильная камера, группа циклонов пылеуловителей и рукавный фильтр магистралью пневмотранспорта связаны с циклоном-разгрузителем, за

которым последовательно установлены гранулятор и участок упаковки готового продукта.

5. Технологическая линия по п.1, отличающаяся тем, что воздухоподогреватель связан с топкой и/или с электронагревателем.

6. Способ сушки продуктов микробиологического синтеза в производстве кормового белка при замкнутом контуре сушильного агента, характеризующийся тем, что после ферментации и сепарации биомассы суспензия поступает в сушильную камеру с концентрацией сухих веществ до 22%, при этом одновременно с суспензией в сушильную камеру подают сушильный агент в виде смеси воздуха с водяными парами, с температурой 300-400°C, влагосодержанием 0,15-0,3 кг влаги/кг сухого воздуха и относительной влажностью от 20 до 30%, отработанный сушильный агент влагосодержанием 0,3-0,45 кг влаги/кг сухого воздуха, температурой от 110 до 120°C и относительной влажностью от 35 до 45% поступает в группу циклонов пылеуловителей со скоростью 1,8-2,0 м/с и далее в рукавный фильтр и установку мокрой очистки, при этом на входе в горловину трубы Вентури установки мокрой очистки скорость сушильного агента составляет 100-120 м/с, а плотность орошения - 0,5-0,8 л орошающей воды на 1 м³ сушильного агента, после установки мокрой очистки сушильный агент с температурой 80-110°C, влагосодержанием 0,3-0,45 кг влаги/кг сухого воздуха и относительной влажностью от 95 до 100% поступает в конденсатор, затем сушильный агент с температурой 60-70°C по магистрали поступает в воздухонагреватель где он нагревается до температуры 300-400°C, после чего часть сушильного агента поступает в сушильную камеру, замыкая циркуляционный цикл, а часть - в магистраль пневмотранспорта готового продукта.

7. Способ по п.6, отличающийся тем, что подогрев в воздухонагревателе осуществляют дымовыми газами, поступающими из топки, и/или с помощью электричества.



Евразийская патентная организация, ЕАПВ

Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2