

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **047377**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2024.07.11

(51) Int. Cl. **C12M 1/04 (2006.01)**
C12M 1/00 (2006.01)

(21) Номер заявки
202392662

(22) Дата подачи заявки
2023.10.20

(54) **ФЕРМЕНТАЦИОННАЯ УСТАНОВКА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО СИНТЕЗА В
ПРОИЗВОДСТВЕ КОРМОВОГО БЕЛКА ЗАМКНУТОГО ЦИКЛА**

(43) **2024.07.10**

(56) CN-A-106906128

(96) **2023000168 (RU) 2023.10.20**

RU-C1-2580646

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:

RU-C1-2728193

ООО "ГИПРОБИОСИНТЕЗ" (RU)

US-C-5500123

US-A-20110244543

(72) Изобретатель:

**Нюньков Павел Андреевич, Рыжов
Григорий Викторович, Чикризов
Александр Анатольевич, Луканин
Александр Васильевич (RU)**

(74) Представитель:

Ратова Е.Н. (RU)

(57) Изобретение относится к микробиологической промышленности, а именно к производству белково-витаминных кормовых добавок. Ферментационная установка микробиологического синтеза в производстве кормового белка замкнутого цикла содержит ферментер 1, соединенный в технологической последовательности с замкнутым контуром жидкостной среды и замкнутым контуром газовой среды, включающим линию 2 выведения абгаза из ферментера 1 и систему 5 очистки абгаза от избыточного углекислого газа. Согласно изобретению к замкнутому контуру газовой среды, на линии 2 выведения абгаза из ферментера, подключен отвод 3, снабженный регулятором 4 расхода абгаза, связанный с системой 5 очистки абгаза от избыточного углекислого газа, включающей последовательно взаимосвязанные абсорбер 6 и десорбер 7. Линия 8 очищенного абгаза связывает верхнюю часть абсорбера 6 с линией 9 возврата абгаза в ферментер 2, на которой также установлен регулятор 10 расхода абгаза. Выход абсорбера 6 через подогреватель 11 связан с верхней частью десорбера 7, а выход десорбера 7 через насос 12 и охладитель 13 связан с верхней частью абсорбера 6. Техническим результатом изобретения является упрощение ферментационной установки.

B1

047377

047377

B1

Изобретение относится к микробиологической промышленности, а именно к производству белково-витаминных кормовых добавок.

В настоящее время отмечается повышенный интерес к белку одноклеточных организмов. Как и любое другое производство, микробиологическое производство кормового белка характеризуется выбросами вредных веществ в окружающую среду.

Известна ферментационная установка для метанооксиляющих бактерий *Methylococcus capsulatus* (RU 2743581, кл. C12M 1/04, C12M1/00, C12Q 3/00, 2020г), включающая ферментер для проведения аэробных процессов культивирования, снабженный патрубками подачи газовых и жидкостных технологических потоков, выхода полученной биомассы и отходящего газа. Установка также содержит накопительную емкость для вывода полученной биомассы из ферментера, и соединенный с ним уравнивательной газовой линией газоотделитель, соединенный с теплообменником и центробежным насосом для возврата жидкой части потока с помощью регулирующего вентиля, и эжектор для возврата в нижнюю часть ферментера отработанного газа и жидкой части потока из газоотделителя. Газоотделитель соединен с выходом газожидкостной смеси ферментера, а эжектор по газовой части потока соединен с газоотделителем.

Однако в процессе аэробного культивирования метанооксиляющих бактерий *Methylococcus capsulatus* в отходящих газах содержится избыточное количество углекислого газа, и при замкнутом цикле проведения ферментации, при котором в нижнюю часть ферментера возвращают отработанный отходящий газ для его включения в процесс ферментации, значительно возрастает количество растворенного углекислого газа, избыток которого подавляет скорость роста бактерий в культуральной жидкости (КЖ). Например, скорость роста бактерий *Bacillus subtilis* подавляется на 40% при 17% pCO₂, в культурах *S. glutamicum*, в герметичных биореакторах. Когда диапазон CO₂ составляет от 20% до 80%, скорость роста бактерий падала примерно на 40%. Таким образом, повышенное содержание углекислого газа в абгазах и, соответственно, повышение его в растворенном виде в КЖ будет вызывать снижение удельной производительности ферментационного оборудования.

Также известна ферментационная установка по замкнутому контуру для культивирования метанотрофных бактерий (RU 2728193 C1, C12M1/02; C12M1/04; C12M1/34; C12M1/36, 28.07.2020), принятая за прототип. Ферментер установки включает, по меньшей мере, четыре блока, соединенные между собой с образованием замкнутого контура для движения культуральной жидкости (КЖ), где первый и третий блоки, предназначенные для нисходящего и восходящего потоков КЖ, соответственно, выполненные преимущественно вертикально ориентированными, каждый из которых включает, по меньшей мере, одну трубу для КЖ, выполненную с возможностью термостатирования КЖ; второй - нижний, и четвертый - верхний блоки, выполнены преимущественно горизонтально ориентированными, и включают емкости, выполненные с возможностью дегазации КЖ; по меньшей мере, один насос, подключенный к замкнутому контуру с возможностью обеспечения циркуляции КЖ по замкнутому контуру. Установка также включает, по меньшей мере, два барботера, выполненные с возможностью подачи газовой смеси в КЖ, статические миксеры для перемешивания КЖ, средства подачи компонентов КЖ, отбора КЖ. Также газовый контур включает линию подготовки газовой среды (ГС), устройства подготовки природного газа, кислорода, для получения газа или газовой смеси требуемого качества в соответствии с технологическими требованиями, линию очистки абгазов от CO₂, включающую абсорбер, обеспечивающий очистку абгазов ферментера от углекислого газа и возврат очищенных абгазов в ферментер, емкость дегазации, компрессор, линию сепарации, включающую емкость для газоотделения. В качестве средств удаления остаточных и образующихся в процессе жизнедеятельности микроорганизмов газов использованы, по меньшей мере, два выхода или патрубка, один из которых расположен в емкости второго блока, а второй в емкости четвертого блока.

Недостатком известной ферментационной установки является сложность всей конструкции, влияющей на энергозатраты производства, необходимые для обеспечения массообмена между газовой и жидкой фазами, неэффективная система очистки абгазов от CO₂ и выброс его в атмосферу, производя тем самым загрязнение окружающей среды.

Проблемой, на которую направлено изобретение, является разработка ферментационной установки микробиологического синтеза в производстве кормового белка замкнутого цикла, лишенной недостатков известных технических решений.

Техническим результатом изобретения является упрощение ферментационной установки, повышение производительности ферментационной установки за счет регулируемого извлечения избыточного количества CO₂ из абгаза и выделения его в качестве дополнительного побочного продукта производства, исключение выброса абгаза в атмосферу воздуха, обеспечивая тем самым чистоту окружающей среды.

Поставленная проблема и заявленный технический результат достигаются за счет того, что ферментационная установка микробиологического синтеза в производстве кормового белка замкнутого цикла содержит ферментер, соединенный в технологической последовательности с замкнутым контуром жидкостной среды и замкнутым контуром газовой среды, включающим линию выведения абгаза из ферментера и систему очистки абгаза от избыточного углекислого газа. Согласно изобретению к замкнутому контуру газовой среды, на линии выведения абгаза из ферментера, подключен отвод, снабженный регу-

лятором расхода абгаза, связанный с системой очистки абгаза от избыточного углекислого газа, включающей последовательно взаимосвязанные абсорбер и десорбер. Линия очищенного абгаза, связывает верхнюю часть абсорбера с линией возврата абгаза в ферментер, на которой также установлен регулятор расхода абгаза. Выход абсорбера через подогреватель связан с верхней частью десорбера, а выход десорбера через насос и охладитель связан с верхней частью абсорбера.

Регуляторы расхода абгаза выполнены с возможностью регулирования расхода от 20 до 80% от общего количества циркулирующего абгаза.

Десорбер соединен с линией вывода очищенного углекислого газа для возможности подачи его потребителю.

Наличие регулятора расхода на линии выведения абгаза из ферментера, позволяет отбирать только расчетную часть абгаза из общего его объема, для соблюдения оптимальных и необходимых для процесса роста микроорганизмов в ферментере условий, регулируя состав в возвращаемом абгазе в отношении входящих в него составных частей, включающих: CH_4 , O_2 , CO_2 и N_2 .

Наличие в системе очистки абгаза от избыточного углекислого газа, последовательно взаимосвязанных абсорбера и десорбера, позволяет в системе абсорбер - десорбер автономно выводить избыток углекислого газа в количествах, обеспечивающих оптимальный газовый состав в газовом контуре. Для этого требуется регулировать количество, отводимого на очистку абгаза, и его давление и температуру на входе и выходе в абсорбер и десорбер.

Наличие регулятора расхода абгаза на линии возврата абгаза в ферментер, в которую подключена линия очищенного абгаза из абсорбера, позволяет проводить более точное регулирование газового состава абгаза для обеспечения повышения производительности установки.

Наличие подогревателя на линии между выходом сорбента из абсорбера в нижней части аппарата и верхней частью десорбера обеспечивает оптимальные условия процесса. Так как оптимальными условиями абсорбции является повышенное давление и пониженная температура, в то время как процесс десорбции требует пониженного давления и повышенной температуры.

Изобретение иллюстрируется чертежом, на котором схематично представлена ферментационная установка микробиологического синтеза в производстве кормового белка замкнутого цикла.

Ферментационная установка обозначена следующими позициями:

- 1 - ферментер;
- 2 - линия выведения абгаза из ферментера 1;
- 3 - отвод;
- 4 - регулятор расхода абгаза;
- 5 - система очистки абгаза от избыточного углекислого газа;
- 6 - абсорбер;
- 7 - десорбер, последовательно взаимосвязанный с абсорбером 6;
- 8 - линия очищенного абгаза;
- 9 - линия возврата абгаза в ферментер 1;
- 10 - регулятор расхода абгаза для подачи в ферментер;
- 11 - подогреватель;
- 12 - насос;
- 13 - охладитель;
- 14 - линия вывода углекислого газа;
- 15 - эжектор;
- 16 - каплеуловитель.

Ферментационная установка микробиологического синтеза в производстве кормового белка замкнутого цикла работает следующим образом.

Установка работает в непрерывном режиме. В ферментер 1 подают воду, питательные соли и реагенты, кислородно-воздушную смесь, метан. Кислород и метан, пройдя через суспензию микроорганизмов, частично растворившись и усвоившись, попадают в циркуляционную газовую линию 2. Часть абгаза в количестве 10-15% от общего циркулирующего потока газа выводится из ферментера 1 через отвод 3 с регулятором 4 расхода абгаза и направляется в систему 5 очистки абгаза от избыточного углекислого газа CO_2 , а часть абгаза по линии 9 возврата абгаза и регулятор подачи абгаза поступает в ферментер 1.

Система 5 очистки углекислого газа (CO_2) состоит из двух последовательно связанных колонн: абсорбера 6 и десорбера 7. В абсорбере 6 из абгаза извлекается углекислый газ, например, водным (25%) раствором поташа (K_2CO_3) (хемосорбционный процесс). Углекислый газ является хорошо растворимым газом и может улавливается различными сорбентами (водой, карбонатом натрия, карбонатом калия - поташом, моноэтаноламином и др.). На выходе из абсорбера 6 концентрация CO_2 в абгазе становится равной 0,5-1%. Поскольку процесс абсорбции экзотермический, то температура газа повышается с 40-45°C до 65-68°C. Далее абгаз, освобожденный от CO_2 , пройдя охладитель 13, в котором он охлаждается до 40°C (температуры ферментации), и каплеуловитель 16, направляется в общую линию циркуляции абгаза ферментера 1.

Раствор поташа после абсорбера 6 с температурой 60-65°C направляется в десорбер 7, где при дав-

лении 0,2 ати происходит десорбция CO_2 . Десорбция происходит следующим образом. Сорбент подается в верхнюю часть десорбера 7, попадая в зону контакта (насадка, тарелки и др.), и стекает вниз, где на встречу ему движется пар регенерированного раствора карбоната натрия, полученный при испарении в теплообменнике. По мере подъема пара он извлекает из стекающей жидкости поташа CO_2 . В результате на выходе из десорбера 7 образуется газ, содержащий до 45% CO_2 , который по линии 14 вывода CO_2 подается на его извлечение для получения CO_2 в чистом виде, как товарный продукт. Таким образом, CO_2 возможно выводить из производства, исключая его выброс в атмосферу.

В результате реализации ферментационной установки, возможно из производства выводить только углекислый газ и исключить выброс абгаза в атмосферу, сохраняя чистоту окружающей среды. Кроме того, за счет наличия регуляторов расхода газа, которые регулируют в замкнутом газовом контуре количество CO_2 , замкнутый цикл ферментации работает с производительностью, превышающей существующие установки на 15-20%.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Ферментационная установка микробиологического синтеза в производстве кормового белка замкнутого цикла, содержащая ферментер, соединенный в технологической последовательности с замкнутым контуром жидкостной среды и замкнутым контуром газовой среды, включающим линию выведения абгаза из ферментера и систему очистки абгаза от избыточного углекислого газа, отличающаяся тем, что к замкнутому контуру газовой среды, на линии выведения абгаза из ферментера, подключен отвод, снабженный регулятором расхода абгаза, связанный с системой очистки абгаза от избыточного углекислого газа, включающую последовательно взаимосвязанные абсорбер и десорбер, при этом на линии очищенного абгаза, связывающей верхнюю часть абсорбера с линией возврата абгаза в ферментер, также установлен регулятор расхода абгаза, кроме того, выход абсорбера через подогреватель связан с верхней частью десорбера, а выход десорбера через насос и охладитель связан с верхней частью абсорбера.

2. Ферментационная установка по п.1, отличающаяся тем, что регуляторы расхода абгаза выполнены с возможностью регулирования расхода от 20 до 80% от общего количества циркулирующего абгаза.

3. Ферментационная установка по п.1, отличающаяся тем, что десорбер связан с линией вывода очищенного углекислого газа.

