



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 52896

(13) C2

(51) 7 A61L2/06,C12M1/12

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) ТОНКОСТІННИЙ ФЕРМЕНТАЦІЙНИЙ АПАРАТ

1

2

(21) 2001096646

(22) 28.09.2001

(24) 15.12.2004

(46) 15.12.2004, Бюл. № 12, 2004 р.

(72) Добров Віктор Іванович, Косой Станіслав Михайлович, Старчевський Ігор Петрович

(73) ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ІНСТИТУТ "БІОТЕХНІКА"

(56) SU 585848, 30.12.1977

SU 1393430 A1, 07.05.1988

SU 1807876 A3, 07.04.1983

RU 2067455 C1, 10.10.1996

RU 2111766 C1, 27.05.1998

US 4276384, 30.06.1981

Кантере В.М. Теоретические основы технологии микробиологических производств.-М.: Агропромиздат, 1990.-271с.

(57) 1. Ферментаційний апарат, що складається з вертикального циліндрового корпусу з оболонкою, барботера (аератора) і технологічних патрубків, який **відрізняється** тим, що корпус і оболонка виконані у вигляді "посудина у посудині", простір між ними сполучено з атмосферою і заповнено високотемпературним теплоносієм, в який занурено джерело водяної пари, що виконане у вигляді трубчастого змійовика, який охоплює корпус ферментера по всій висоті, а в нижній частині оболонки розміщено пристрій для підведення теплової енергії.

2. Ферментаційний апарат за п. 1, який **відрізняється** тим, що як високотемпературний теплоносіє використано гліцерин.

Винахід відноситься до обладнання, що використовується в мікробіологічній промисловості, а саме до апаратів для вирощування мікроорганізмів та їх термічної стерилізації.

Одною з умов, що найбільш суттєво впливає на процес отримання продуктів мікробного синтезу, є забезпечення стерильності процесу культивування мікроорганізмів, що здійснюється в ферментаційному апараті.

У мікробіологічному виробництві найбільш поширено впровадження термічної стерилізації обладнання із застосуванням вологого тепла, яке ґрунтується на тій засаді, що при високих температурах гинуть як вегетативні клітини, так і спори патогенної мікрофлори.

На практиці термічна стерилізація ферментерів здійснюється використанням насиченої водяної пари при тиску 0,27-0,3МПа (2,7-3кг/см²) і температури 130-135°С [1].

Внаслідок цього обладнання, мікробіологічного виробництва (ферментаційні апарати, парогенератори, комунікації та ін.) розраховують і виготовляють для умов експлуатації при тиску до 0,6МПа (6кг/см²). Тому ферментаційні апарати та парогенератори, що виробляють пару, є товстостінні, масивні та металоемні. Для їх виготовлення використовують корозійностійку сталь, що дорого коштує.

Це призводить також до підвищеної витрати електроенергії для отримання пари і нагріву ферментаційного апарату при стерилізації його, а також для підтримки температури процесу ферментації.

Необхідно відзначити, що процес ферментації продовжується 48-72 години при температурі 25-32°С і тиску, який не перевищує 0,02МПа (0,2кг/см), а процес стерилізації ферментаційного апарату триває 1-4 години при тиску до 0,3МПа (3кг/см).

Таким чином, ферментаційний апарат лише незначний час працює при підвищеному тиску (при його стерилізації), але вимагає використання обладнання, яке розраховане на підвищений тиск. Вказані обставини обумовлюють додаткові непродуктивні витрати енергії й матеріалів, суттєво ускладнюють і підвищують вартість виробництва мікробного синтезу.

Додатково відзначимо, що посудини ємністю

(13) C2

(11) 52896

(19) UA

більш за $0,3\text{м}^3$, які працюють при підвищеному тиску, підлягають обов'язковій державній реєстрації з щорічним оглядом. До того ж ці апарати мають складні конструкції і небезпечні в експлуатації.

Відомі різні рішення термічної стерилізації ферментаційних апаратів.

Так відомо ферментаційний апарат, який стерилізують шляхом витиснення повітря із стерилізаційної камери та обробкою ферментаційного апарату парою в умовах підвищеного тиску [2].

Подачу пари у камеру та видалення із неї повітря проводять ступеневе: кожного разу підвищують тиск у камері на $2\text{--}3\text{кг/м}^2$ і витримують при досягнутому тиску апарат, який стерилізується, необхідний час. До його недоліків слід віднести тривалість та багатоступеневість процесу стерилізації, наявність додаткового обладнання (камери), парогенератора, повітряного компресора), значні паровитрати та енерговитрати на проведення процесу стерилізації.

Відомо ферментаційний апарат [3], який прийнято за найближчий аналог.

Стерилізацію його ємності здійснюють у автоклаві шляхом витиснення повітря текучою водяною парою при тиску 1кг/см^2 .

При 25-хвилинному нагріві в автоклав подають насичену водяну пару температурою 130°C , а в ферментер, який стерилізується, - стиснене повітря при тиску $2,7\text{кг/см}$. Тиск насиченої водяної пари в автоклаві на $0,1\text{--}0,5\text{кг/см}$ менш, ніж тиск насиченої водяної пари в ферментері, який стерилізується. Після температурної витримки тиск водяної пари в автоклаві і ферментаційному апараті скидають до атмосферного.

Недоліком цього рішення є необхідність у використанні додаткового обладнання: автоклава, місткість якого в два рази завбільшки місткості стерилізуемого апарату, що призводить до громіздкості обладнання та додатковим витратам пари та електроенергії. Потрібний також повітряний компресор для подання стисненого повітря, що дорого коштує.

При початковому нагріві протягом 25 хвилин у ферментер подається стиснене повітря, а потім насичена водяна пара у наступні 20 хвилин. Тобто спочатку стерилізація здійснюється сухим нагрівом, але використання тільки сухого нагріву не досить ефективно, бо, у цьому разі мікроорганізми гинуть лише внаслідок окислення внутрішньоклітинних компонентів.

Процес стерилізації ферментаційного апарату в найближчому аналозі складний і тривалий, бо здійснюється поступово наданням стисненого повітря і насиченої водяної пари при тиску $2,65\text{кг/см}^2$. До того ж підвищення тиску знижує ефективність дії високих температур, на підлегло до знищення мікрофлори, бо температура та підвищений тиск є компенсуючими один одного факторами, які впливають на ефективність проведення процесу стерилізації.

Завданням, на розв'язання якого спрямовано даний винахід, є спрощення конструкції ферментаційного апарату, зниження його металоемкості, скорочення часу проведення процесу стерилізації та підвищення її якості, зменшення енерговитрат, підвищення надійності і безпеки експлуатації фер-

ментаційного апарату і забезпечення автономності його роботи.

Це досягається конструктивним виконанням ферментаційного апарату, який складається з вертикального циліндрового корпусу і оболонки, виконаних у вигляді "посудина в посудині", і заповнення простору між ними, що з'єднаний з атмосферою, високотемпературним теплоносієм.

В теплоносії занурено джерело водяної пари, яке виконане у вигляді трубчастого спірального змійовика, що охоплює корпус ферментаційного апарату по всій його висоті.

Теплонодій використовується для передачі теплової енергії до корпусу ферментаційного апарату від пристрою підводу теплової енергії, розміщеного в нижній частині оболонки.

Високотемпературні органічні теплоносії (далі - ВОТ) - високотемпературні рідини (температура кипіння $200\text{--}350^\circ\text{C}$ при атмосферному тиску), що дозволяє використовувати їх в запропонованому винаході середовище - передавача теплової енергії.

Застосування проміжного високотемпературного теплоносія дозволяє одержувати температури, необхідні в процесах стерилізації, без підвищеного тиску, інтенсифікувати процес теплопередачі і здійснити рівномірний (без перегрівів) підвід теплової енергії до всієї зовнішньої поверхні корпусу ферментеру.

Передача тепла здійснюється практично незалежно від зміни температурного напору, що стабілізує процеси стерилізації та ферментації (приводить до зниження градієнту температур у внутрішніх порожнинах апарату).

Найбільш розповсюдженими і вивченими органічними теплоносіями, які застосовують при температурах до 200°C , є мінеральні мастила. До основних переваг масляних теплоносіїв, слід віднести їх доступність, малокоштовність і нетоксичність. До групи ВОТ відноситься і гліцерин, використання якого в пропонуємому винаході найбільш доцільно.

Гліцерин розчиняється у воді, не викликає корозії, входить до складу поживних середовищ, які використовуються в процесах ферментації, що не розширює номенклатуру використовуваних у ферментаційному виробництві препаратів, доступний, відносно недорогий і зручний в експлуатації.

Використання ВОТ, наприклад, гліцерину, в пропонуємому винаході дозволяє здійснити процес стерилізації без підвищення тиску. При цьому відпадає необхідність в герметичному, товстостінному, розрахованому на великий (до $0,6\text{МПа}$) надмірний тиск, обладнанні. Це дозволяє значно знизити металоемкість і вартість апарату, а також витрати (на $10\text{--}15\%$) електроенергії в порівнянні з найближчим аналогом. Підвищується надійність конструкції і забезпечується безпека її експлуатації. Тоді як обладнання, яке працює під підвищеним тиском, суворо регламентується по вимогам техніки безпеки, вибухо-пожежобезпеки і т. п.

В порівнянні з найближчим [3], в пропонуємому винаході зволоження водяною парою внутрішніх порожнин апарату здійснюють на протязі всього процесу стерилізації. При цьому повніше проявляється бактерицидний ефект водяної пари

при підвищеній температурі (130-132°C). Загибель мікроорганізмів відбувається не тільки внаслідок окислення внутрішньоклітинних компонентів як при сухому нагріві, а і внаслідок коагуляції білків. Важливе значення має вміст вологи у патогенних клітинах. Чим більше вологи містить клітина, тим нижча температура коагуляції білків в ній. В цьому полягає високий стерилізаційний ефект водяної пари: здійснюється не тільки нагрів, але і додаткове зволоження клітин, що підвищує їх термічну вразливість. Це досягається об'єднанням ферментера і парогенератора (джерела водяної пари) в єдину конструкцію і використанням високотемпературного теплоносія в якості середовища - передавача тепла, що забезпечує швидкий і рівномірний нагрів до температури стерилізації з одночасним отриманням водяної пари. При цьому відпадає потреба в використанні парогенератору як окремого пристрою з комплектом з'єднувальних трубопроводів та арматури, які працюють при підвищеному тиску, а також повітряного компресору.

Одержання і підтримка потрібної температури в пропонуємому апараті здійснюється за допомогою пристрою підводу теплової енергії, наприклад, теплоелектронагрівальних елементів (ТЕН), розташованих в нижній частині оболонки і занурених в високотемпературний теплоносій, який заповнює простір між корпусом та оболонкою.

Тоді як у найближчому аналозі нагрів ферментаційного апарату і його внутрішніх порожнин відбувається в автоклаві (в камері), а насичена водяна пара подається у ферментер не на протязі усього процесу стерилізації, а тільки короткочасно (≈20 хвилин), що не гарантує високого стерилізаційного ефекту.

В пропонуємому апараті джерело водяної пари виконано у вигляді спірального трубчастого змійовика, який охоплює корпус по всій висоті, і в який подається вода з можливістю регулювання її розходу.

В процесі стерилізації ферментаційного апарату вода, яка подається в змійовик, перетворюється в пару, зволожуючи внутрішні порожнини апарату, а на стадії процесу ферментації вода, циркулюючи крізь змійовик, використовується спочатку для охолодження апарату до температури ферментації, а потім для стабілізації температури ферментаційного процесу.

Таким чином, в пропонуємому апараті змійовик виконує дві функції: парогенератора (джерела водяної пари) і охолоджувача. Це дозволяє значно спростити ферментаційний апарат, об'єднати в єдиній конструкції парогенератор і ферментер, що суттєво поліпшує його масогабаритні характеристики в порівнянні з найближчим аналогом. При цьому досягається автономність роботи апарату, так як пропонуємий винахід дозволяє простерилізувати і підготувати апарат до процесу ферментації без використання додаткового обладнання і відповідно знизити енергетичні і трудові витрати.

На Фіг.1 зображено пропонуємий тонкостінний ферментаційний апарат. Він складається з вертикального циліндрового корпусу 1, товщина стінки якого не більш 1,2-1,5мм, і плоскої кришки 2, барботеру (аератору) 3 і дихального фільтру 4.

Корпус 1 розміщено в оболонці 5 з днищем 6.

Простір між корпусом 1 і оболонкою 5 заповнено високотемпературним теплоносієм 7. В нижній частині оболонки 5 на днищі 6 встановлено пристрій підводу теплової енергії 8 (термоелектронагрівальний елемент ТЕН).

Джерело водяної пари виконано у вигляді трубчастого спірального змійовика 9, який охоплює корпус 1 по всій його висоті і постачений регулюючим вентилям 10 і 3-ходовим вентилям 11. Спіральний змійовик 9 закінчується патрубком подачі водяної пари 12 в внутрішні порожнини корпусу 1.

Конструкцію тонкостінного ферментаційного апарату постачено запірними технологічними вентилями 13 і покрито теплоізоляцією 14.

Пропонуємий апарат працює слідуючим чином.

При включенні в роботу термоелектронагрівального елемента (ТЕН) 8 здійснюється контролюємий нагрів високотемпературного теплоносія (гліцерину) до температури 140-145°C, що забезпечує рівномірний без локальних перегрівів, нагрів внутрішніх порожнин корпусу 1, який стерилізується, до температури 130-135°C. Рівень теплоносія контролюється датчиком і підтримується автоматично (на відмітці 20-25мм від верхнього краю оболонки).

При досягненні температури ВОТ 50-60°C за допомогою регулюючого вентиля 10 в змійовик 9 подається вода. Протягом проходження води по змійовику 9 вода перетворюється в насичену пару, яка крізь 3-ходовий вентиль 11 по патрубку 12 поступає в внутрішні порожнини корпусу 1.

При досягненні температури 100°C насичена водяна пара починає перегріватися і протягом подальшого підвищення температури перетворюється в перегріту пару, а температура у внутрішніх порожнинах корпусу 1 доводиться до 130-135°C.

Стерилізаційна витримка здійснюється про досягненні цієї температури протягом 20-25 хвилин, подача пари при цьому не припиняється.

Після закінчення стерилізаційної експозиції вентиль 10 відкривається повністю, що забезпечує подачу води в змійовик в кількості, необхідній для охолодження корпусу 1 апарату.

Вентиль 11 при цьому переводиться в положення, при якому припиняється подача пари в внутрішні порожнини корпусу 1 крізь патрубок 12.

Процес охолодження продовжують до потрібної температури процесу ферментації, після чого вентиль 10 перекидають і ферментаційний апарат підготовлено до процесу ферментації.

Порядок роботи пропонуємого апарату пояснюється графіком на Фіг.2.

Із нього слід, що час, затрачений на повний стерилізаційний цикл, складає 45-48хв., а саме стерилізаційна витримка - 20-25хв. при температурі 130-135°C. В порівнянні з прототипом час повного циклу стерилізації скорочується на 10-15 відсотків.

Процес стерилізації апарату максимально інтенсифікується, а конструкція його суттєво спрощується. При цьому досягається автономність роботи ферментаційного апарату при підвищенні безпеки і поліпшенні умов його експлуатації.

Джерела інформації:

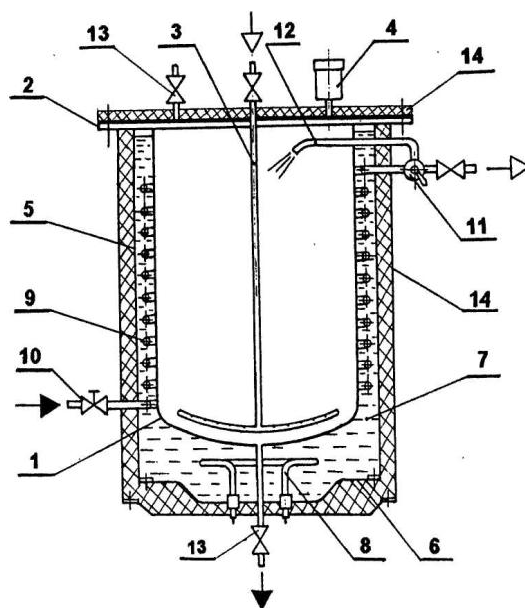
1. Кантере В.М. Теоретические основы техно-

логии микробиологических производств. - М.: Агропромиздат, 1990. - 271с.

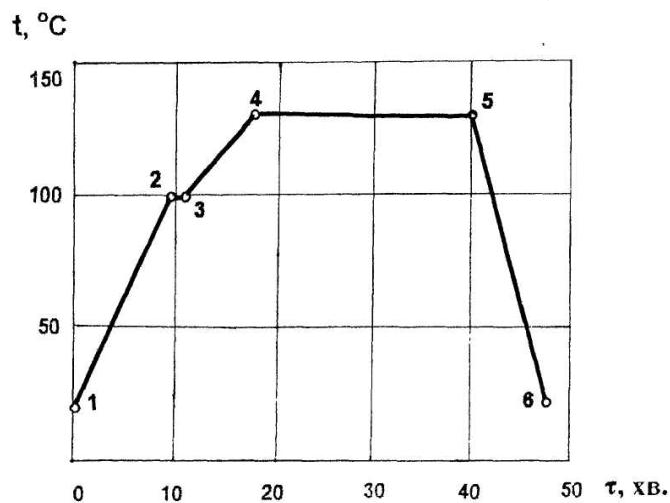
2. Авторське свідоцтво СРСР №585848, кл.

A61L1/100, 1977.

3. Авторське свідоцтво СРСР №1393430, кл. A61L2/06, 1988. - найближчий аналог.



Фіг. 1



Фіг. 2