

Винахід відноситься до мікробіологічної промисловості, а саме до апаратів ферментації мікробіопрепаратів, які призначені для біологічного захисту рослин від шкідників та хвороб.

Для малотоннажних біовиробництв, переважно в умовах регіональних біофабрик і біолабораторій, перспективно по енерго- і матеріальній ощадності застосування тонкостінних малооб'ємних ферментерів. До тонкостінних малооб'ємних ферментерів відносять апарати, які виготовлені з листової корозійностійкої сталі, товщиною від 1,0 до 2,0 мм, мають ємкість не більш $1,0\text{ м}^3$ не розраховані на стерилізацію під надмірним тиском [1].

Відомі методи термічної стерилізації тонкостінних апаратів без підвищення в них тиску. Так, ферментаційні малогабаритні апарати об'ємом 38 - 50 дм^3 стерилізують або в автоклаві, або в сухоповітряній шафі [2].

До недоліків такої стерилізації слід віднести наявність додаткового енергоємного обладнання (автоклави або шафи), обмежені розміри стерилізуємих ферментаційних апаратів, використання підйомника, трудоемність операцій, тривалість стерилізації.

Відомий спосіб ступеневої стерилізації та пристрій для його здійснення [3]: спочатку пропарюють апарат до 97-99°C, після чого припиняють подавання пари в апарат і продовжують нагрів зовнішньої поверхні апарата з подальшим поновленням подавання пари в об'єм апарату, де вона перегрівається до температури 125-130°C, при якій і здійснюють стерилізаційну витримку. Джерелом водяної пари є електродний парогенератор.

До недоліків вище наведеного рішення слід віднести наявність додаткового енергоємного обладнання (джерела водяної пари) та складність конструкції ферментера, що має оболонку з каналами в яких розміщені електронагрівники.

Відомий також тонкостінний ферментаційний апарат [4], який прийнято за прототип. Ферментаційний апарат, виконаний у вигляді "посудина в посудині", складається з вертикального циліндрового корпусу і оболонки, простір між якими з'єднаний з атмосферою і заповнений високотемпературним теплоносієм. В теплоносії занурені джерело водяної пари в вигляді змійовика, що охоплює корпус апарата по всій його висоті, а також пристрій підведення теплової енергії (ТЕНи). Зволоження внутрішніх порожнин корпусу виконується паром, завдяки чому прискорюється загибель мікроорганізмів. В якості високотемпературного теплоносія використаний гліцерин. Стерилізація ферментера здійснюється без підвищення тиску рівномірним зовнішнім прогрівом поверхні корпусу ферментера. До недоліків прототипу слід віднести складність конструкції-наявність змійовика, який виконує роль джерела водяної пари при стерилізації та теплообмінника при охолодженні. При охолодженні апарата в змійовик примусово подається вода, яка охолоджує також попередньо нагрітий теплоносієм (гліцерин). Від періодичного нагрівання та охолодження гліцерин коагулюється і його потрібно замінювати, що приводить до додаткових витрат. В апараті прототипу "слабкою ланкою" є також складність прогріву верхньої частини корпусу та особливо кришки, тому що вона не обминається теплоносієм і це збільшує час проведення стерилізації. Гарячий теплоносієм є небезпечним для обслуговуючого персоналу.

Завданням, на розв'язання якого спрямований даний винахід, є спрощення конструкції апарата, скорочення часу та відповідно енерговитрат на стерилізацію, а також підвищення умов безпеки при експлуатації.

Це досягається тим, що нагрівання корпусу ферментаційного апарата здійснюють як ззовні так і з його середини.

Пропонується тонкостінний ферментаційний апарат оснащений: на кришці корпусу знімним електронагрівником повітря з насадкою із прорізами на торці, яка розташована в об'ємі корпусу по його вертикальній осі, та пристроєм дозованого подавання в нього води; в об'ємі корпусу встановлена відбиваюча пластина з можливістю її повороту в горизонтальній площині та упору в неї торця насадки електронагрівника.

Під днищем корпусу розміщені ТЕНи. До нижньої бокової поверхні оболонки (тангенціально), через повітроводи з шиберами, приєднані нагнітачі повітря (електровентилятори) і розміщені розпилювачі води для зволоження подаваного повітря.

У пропонуємому апараті процес стерилізації починається водночас прогрівом зовнішньої і внутрішньої поверхонь корпусу завдяки ТЕНам під його днищем і гарячого повітря, яке поступає з насадки знімного електронагрівника. Завдяки упору торця насадки в відбиваючу пластину потік гарячого повітря виходить крізь прорізи в напрямку верхньої частини корпусу та його кришки, що забезпечує їх швидкий прогрів до температури початку стерилізації (120 °C). Потім відводять відбиваючу пластину від торця насадки і продовжують стерилізацію всього внутрішнього об'єму корпусу апарата і його технологічних патрубків підведенням теплової енергії як зовні так і з середини до досягнення температури стерилізаційної витримки.

При стерилізації ферментера після його розігріву до температури стерилізаційної витримки зволоження внутрішнього об'єму корпусу проводять дозованим (дисперсним або краплинним) подаванням води. При цьому в розігрітому об'ємі корпусу краплі води перетворюються у насичену, а потім перегріту пару, яка виходить крізь відкриті патрубки апарата. Таким чином, на відміну від прототипу, в якому для отримання пари використовують змійовик, в пропонуємому апараті водяну пару отримують безпосередньо в об'ємі корпусу. Це дозволяє значно спростити конструкцію апарата і підвищити безпеку його експлуатації.

Охолодження же пропонуємого апарата до температури ферментації здійснюють примусовим подаванням атмосферного повітря у простір між корпусом та оболонкою. Для підвищення ефективності процесу охолодження (скорочення його часу) повітря що подається у простір між корпусом та оболонкою звожують мілкодисперсним розпилюванням води.

Пропонується спосіб стерилізації проводиться на більш високому температурному рівні, що дає змогу скоротити час її проведення в порівнянні з прототипом. А процес охолодження апарата прискорюється завдяки використанню зволоженого повітря.

На фіг.1 зображений Пропонуємый тонкостінний ферментаційний апарат. Апарат складається з циліндрового корпусу 1, кришки 2, оболонки 3, простору між корпусом і оболонкою 4, барботера 5, пристрою підведення теплової енергії (ТЕНів) 6, технологічних патрубків з вентилями 7, 8, 9, 10, знімного електронагрівника повітря 11 з насадкою 12 із прорізами на торці, відбиваючої пластини 13, встановленої в об'ємі на рівні патрубків 7 і 10. Кришка корпусу облаштована технологічним отвором 14 та пристроєм дозованого подавання води 15. Оболонка облаштована електровентиляторами 16, які тангенціально приєднані до її зовнішньої поверхні через повітроводи

17 з шиберами 18. Розпилювачі води 19 розміщені, наприклад, в повітроводах 17. Днище оболонки 20, наприклад, виконане конусним. Кришка корпуса, бокова поверхня та днище оболонки покриті шаром теплоізоляції 21.

Стерилізацію пропонуємого тонкостінного ферментаційного апарата здійснюють таким чином.

Вмикають нагрівальні елементи (ТЕНи) 6, відкривають вентилялі 7, 8, 9, 10, отвір 14, в який вставляють трубчасту насадку 12 електронагрівника повітря 11 до упора з відбиваючою пластиною 13, яка розташована в горизонтальній площині навпроти отвору 14. Закривають шибери 18 на повітроводах 17 і вмикають знімний електронагрівник повітря 11. При цьому верхня частина корпуса 1 і кришка 2 інтенсивно прогріваються гарячим повітрям, що надходить з прорізів насадки 12, а днище корпуса одночасно нагрівається ТЕНами 6. Водночас з цим нагріваються і технологічні патрубки з вентилями 7, 8, 9, 10, крізь які виходить гаряче повітря з апарата.

При нагріванні корпуса здійснюють контроль температури на поверхні кришки 2 (контрольна точка). Після досягнення температури на кришці вище 120 °С пластину 13 повертають в горизонтальній площині від торця насадки 12. Внаслідок цього гаряче повітря поступає в об'єм корпуса в напрямку його днища, і продовжується прогрів його до досягнення необхідної температури стерилізаційної витримки. Після чого вимикають ТЕНи 6 і електронагрівник повітря 11; від пристрою 15 в об'єм корпуса дозовано (дисперсно або краплинно) подають воду, яка перетворюється там на пару, зволожує внутрішні поверхні і виходить крізь патрубки з вентилями 7, 8, 9, 10. Таким чином здійснюється стерилізаційна витримка продовж, наприклад, 15хв.

Після стерилізаційної витримки припиняють подавання води від пристрою 15, знімають електронагрівник 11 з насадкою 12, закривають отвір 14 та вентилялі 7, 8, 9, 10. Відкривають шибери 18 і вмикають електровентилятор 16 з одночасним подаванням води від розпилювачів 19. Апарат охолоджують до температури ферментації, після чого припиняють подавання води і вимикають вентилятор 16.

Був виготовлений та апробований пропонуємий ферментаційний апарат місткістю 180дм³ з загальною встановленою потужністю ТЕНів 4,0кВт та знімного електронагрівника повітря - 1,5кВт. Температура повітря на виході з насадки нагрівника дорівнює 300°С.

Після розігрівання апарата до 120°С і під час стерилізаційної витримки в об'єм дозовано подавали воду. Всього було подано 0,5дм³ дистильованої води. Тривалість стерилізаційної витримки при вимкнених електронагрівниках становила 15хв. За цей час температура зменшилась з 160 до 153°С, що суттєво не позначилось на якості стерилізації.

Контролювання температури стерилізації здійснювали термопарою, встановленою на поверхні кришки під шаром теплоізоляції.

В порівнянні з прототипом час стерилізації скорочується на 25 відсотків. Результати випробувань дослідного зразка пропонуємого апарата показали економічні та експлуатаційні переваги над прототипом.

Джерела інформації:

1. Косой С.М., Добров В.І., Бурденко Т.І. Науково-технічні напрямки розвитку малотоннажного виробництва мікробіологічних засобів захисту рослин. /Створення стійких сільськогосподарських систем на базі біологізації землеробства. Американсько-Українська робоча нарада. Збірник наукових праць. Одеса - 2002, С. 153 -159
2. Багаєв О.К., Багаєва О.Е., Беспалов І.М. та ін. Барботажний комплекс для малотоннажного виробництва мікробіопрепаратів./ Механізація та електрифікація сільського господарства. Вип. 85. Глеваха - 2001. -С.234-237
3. Патент України UA 56342 C2, Кл. 7A6122/06, С 12 M/I 2, 2003.
4. Патент України UA 52896 A, Кл. 7A6122/06.С12 M/12, 2003-прототип.

