

УДК 636.631.223.018

Мельник Вікторія Миколаївна

доктор технічних наук, професор,

завідувач кафедри біотехніки та інженерії

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Мельник Виктория Николаевна

доктор технических наук, профессор,

заведующий кафедрой биотехники и инженерии

Национальный технический университет Украины

"Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского"

Mel'nick Victoria

Doctor of Technical Sciences, Professor,

Head of the Department of Bioengineering and Biotechnics

National Technical University of Ukraine

"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

ІНТЕНСИФІКАЦІЯ РОСТУ КЛІТИН У ФЕРМЕНТЕРАХ
ИНТЕНСИФИКАЦИЯ РОСТА КЛЕТОК В ФЕРМЕНТЁРАХ
INTENSIFICATION OF GROWTH OF CELLS IN FERMENTS

Анотація. Вивчається можливість інтенсифікації росту клітин та ріст мікроорганізмів за допомогою пристроїв для аерації робочих рідинних середовищ у ферментерах

Ключові слова: пристрій для аерації рідини, мікроорганізми, клітини, ферментер.

Аннотация. *Изучается возможность интенсификации роста клеток и рост микроорганизмов с помощью устройств для аэрации рабочих жидкостных сред в ферментерах*

Ключевые слова: *устройство для аэрации жидкости, микроорганизмы, клетки, ферментер.*

Summary. *The possibility of intensifying cell growth and growth of microorganisms by means of devices for aeration of working fluids in fermenters is studied.*

Key words: *device for aeration of a liquid, microorganisms, cells, fermenter.*

Вступ. Пристрої і системи для аерації рідини, які використовуються на теперішній час, мають суттєві недоліки. Ці вади викликають деякі забруднення у експлуатації, монтажі і демонтажі конструкторів, потребують підвищених енергетичних витрат.

Таким чином, стало зрозуміло, що необхідні розробки нових технічних рішень, спрямованих на вдосконалення систем та пристроїв для аерації рідини та рідинних компонентів, які б забезпечували надійну роботу та високу ефективність біотехнологічних та мікробіологічних процесів. До того ж, вважається, що аерація є найбільш відповідальним процесом завдяки тому, що вміст розчиненого кисню в рідинних компонентах і ефективність змішування (циркуляції), в значній мірі, визначають ступінь окислення органічних забруднень.

Аналіз літературних даних та постановка проблеми. Пропонуємо технічне рішення відноситься до біотехніки, а саме до пристроїв для аерації робочих рідинних середовищ в ферментерах і може бути використана в мікробіологічній промисловості для культивування мікроорганізмів і клітин.

В праці [1] автори наводять класифікацію існуючих сьогодні аеруючих пристроїв, запропоновані основи теоретичної моделі, яка описує динаміку газорідних аераторів та здійснено розрахунок бульбашково-крапельного факела затопленого струменя, що виходить в очисні споруди або камеру флотаційного апарату.

Відомий також аератор, який містить опорну трубу з радіальними отворами та диспергувальне покриття. Труба виконана із поздовжніми ребрами на зовнішній поверхні, радіальні отвори розташовані між поздовжніми ребрами, диспергувальне покриття виконано двошаровим, внутрішній шар якого виконаний із волокнистого матеріалу, щільно навитого на опорну трубу, а зовнішній шар – у вигляді суцільного покриття із волокнистого матеріалу [2].

Відомий пристрій для аерації рідини (ПАР) в ферментаторах, який містить вертикальну трубу для подачі аеруючого газу і радіально приєднані до труби в її нижній частині барботажні трубки з отворами в стінках для виходу в рідину газу, а також похило розташовані над барботажними трубками в декілька ярусів пластини [3].

Недоліки цього ПАР полягають в складності конструкції внаслідок наявності в ній пластин з необхідним кріпленням та в схлопуванні (коалесценції) бульбашок газу при проходженні ними пластин, що знижує масообмін, а отже, і продуктивність ферментера.

Відомий також ПАР, який містить вертикальний трубопровід з колектором в нижній частині і радіально приєднані до колектора трубки з поздовжніми щілинами (прорізами) і заглушками на периферійних кінцях, а також розташовані над щілинами в трубках газорозподілюючі циліндричні вставки у вигляді стрижнів з кільцевими проточками [4].

У праці [5] автори аналізують можливість ефективної роботи ферментерів за допомогою перемішувачів та систем аерації.

Мета досліджень. За *мету* обрано пошук шляхів підвищення інтенсивності перемішування газу і рідини (диспергування) та можливості регулювання інтенсивності перемішування для підвищення продуктивності.

Опис конструкції. Поставлена задача вирішується тим, що в пристрої для аерації рідини шляхом зміни форми газорозподілюючих вставок та введення в конструкцію додаткових елементів забезпечується зростання інтенсивності перемішування та можливість його регулювання, а це прискорює ріст мікроорганізмів і приводить до зростання продуктивності.

Поставлена задача вирішується тим, що в ПАР, який містить вертикальний трубопровід з колектором в нижній частині і радіально приєднані до колектора трубки з поздовжніми щілинами і заглушками на периферійних кінцях, а також розташовані над щілинами в трубках газорозподілюючі циліндричні вставки, а вставки виконані в формі спіралей.

Виконання газорозподілюючих вставок у формі циліндричних спіралей збільшує число напрямків виходу газу з щілин трубок, що підвищує турбулізацію газу і культуральної рідини, внаслідок чого зростає масообмін, а отже і продуктивність.

Відрізняється ПАР і тим, що одні кінці спіралей приєднані до заглушок, а інші кінці з'єднані між собою гайкою (або шайбою з центральним різьбовим отвором), яка нагвинчена на передбачений для цієї мети пропущений через торцьову стінку колектора гвинт.

Вказані відмітні ознаки забезпечують можливість регулювання інтенсивності подрібнення газового струменя, що додатково приводить до зростання продуктивності, оскільки усуває необхідність заміни ПАР при зміні культуральної рідини або інших технологічних параметрів, наприклад, температури.

На рис. 1 схематично зображений пропонуємий апарат в розрізі; на рис. 2 – вигляд знизу; на рис. 3 – переріз А-А на рис. 1; на рис. 4 – варіант виконання ПАР по рис. 1.

ПАР містить вертикальний трубопровід 1 з колектором 2 в нижній частині і радіально приєднані до колектора трубки 3 з поздовжніми щілинами 4 і заглушками 5 на периферійних кінцях, а також розташовані над щілинами трубок в їх порожнині газорозподіляючі циліндричні вставки у вигляді спіралей 6 з зазором 7 між витками. Трубки 3 рівномірно розташовані по колу в горизонтальній площині, а вільно розміщені в них спіралі 6 притиснуті до щілин 4 гвинтами 8. Крім внутрішнього, спіралі 6 можуть мати зовнішнє розташування, що спрощує очистку ПАР. Величину зазорів 7 між витками спіралей 7 обирають в межах 0,1 – 0,2 від діаметра витків, а зовнішній діаметр спіралей може бути однаковим з внутрішнім діаметром трубок 3.

При внутрішньому розташуванні спіралі 6 можуть бути приєднані одними кінцями до заглушок 5 (рис. 4), а іншими кінцями – з'єднані між собою гайкою 9, яка нагвинчена на передбачений для цієї мети пропущений через дно колектора гвинт 10. Таке закріплення спіралей дозволяє шляхом загвинчування гвинта 10 змінювати зазор 7 між витками спіралей 6 і налагоджувати ПАР на оптимальний режим роботи при необхідності зміни параметрів аерування.

Працює ПАР наступним чином.

Стиснений газ (повітря) подають по трубопроводу 1, звідки він через колектор 2 надходить в трубки 3 та спіралі 6 і через щілини 4, подрібнюючись, витісняється в аеруєму рідину, турбулізує її і насичує, наприклад, необхідним для життєдіяльності мікроорганізмів, киснем.

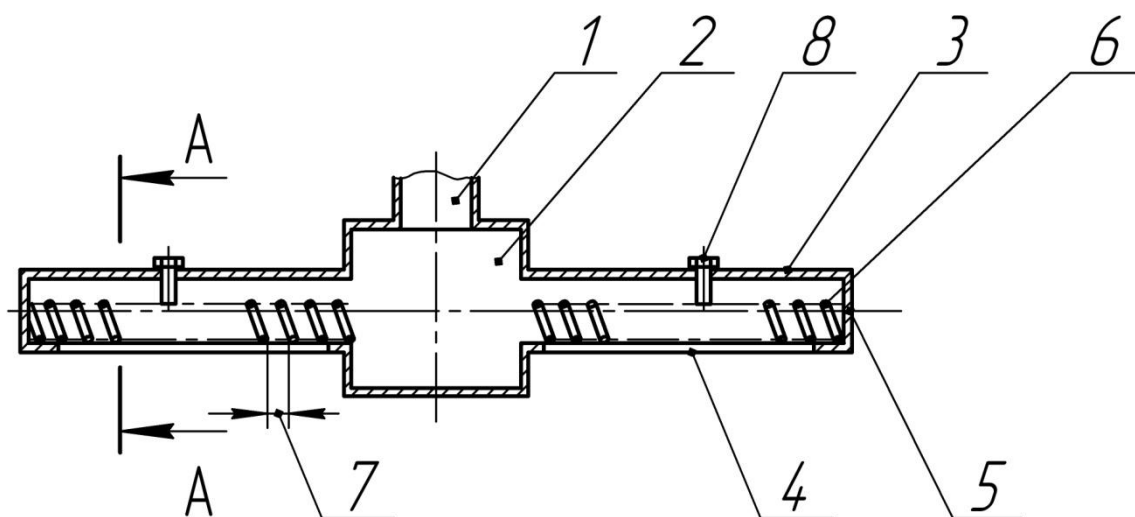


Рис. 1

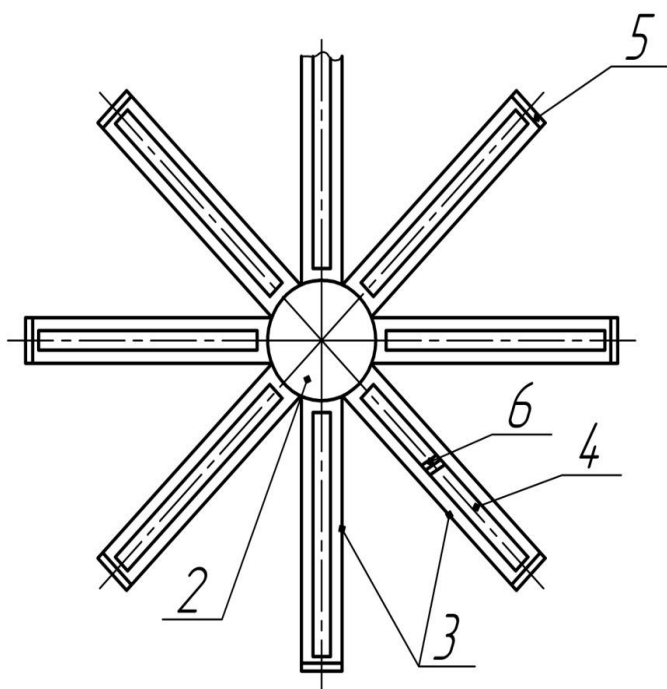


Рис. 2

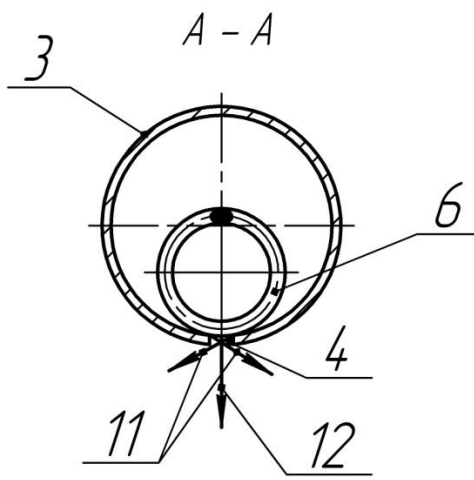


Рис. 3

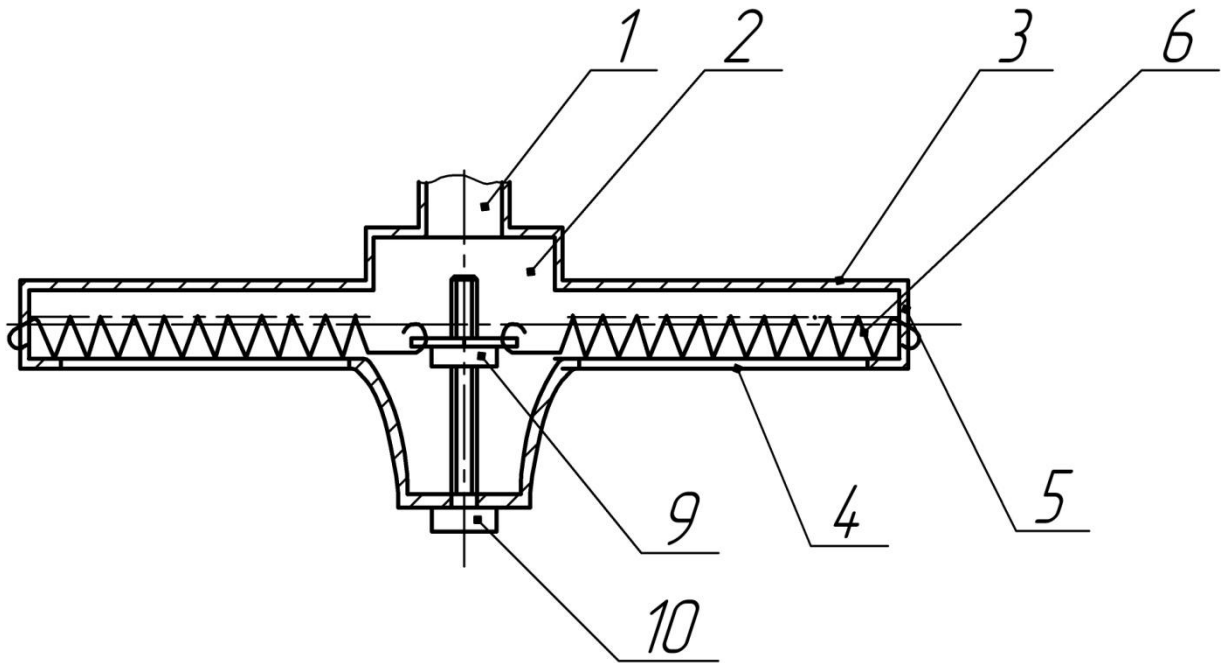


Рис. 4

При цьому, розташований зовні спіралей 6 газ, як і в найближчому аналозі, витісняється через щілини 4 в дотичних до витків спіралей напрямках 11 (рис. 3), а з порожнини спіралей – в радіальному напрямку 12, що відсутнє в найближчому аналозі. Утворюваний спіралями 6 додатковий напрямок 12 витікання газу підвищує інтенсивність його подрібнення і час контакту з аеруємою рідиною та збільшує міжфазову поверхню, що підвищує масообмін в газорідному середовищі і приводить до зростання продуктивності. Підвищенню продуктивності сприяє і забезпечення можливості регулювання перемішування, яке здійснюється зміною зазорів 7 між витками спіралей, шляхом загвинчування (відгвинчування) гвинта 10 (рис. 4).

Література

1. Воронов В.Ю. Струйная аэрация. Научное издание. [Текст] / В.Ю. Воронов, В.Д. Казаков, М.Ю. Толстой. — Москва : Издательство Ассоциации строительных вузов, 2007. — 216 с.

2. Галіч Р.А., Кармазін О.М., Мешенгіссер Ю.М., Смірнов М.С., Савінова Н. К., Коннов В.М., Остроущенко М.Г., Назаров Ю. В. Трубчастий аератор // Патент № 5390 Україна. МПК C02F 3/20 (2006.01). Заявл. 09.07.1990, номер заявки 4876923/SU, опубл. 28.12.1994 р., бюл. № 7-I/1994.
3. Шишацкий Ю.И., Протопопов М.А. Устройство для аэрации среды к ферментерам // А. с. СССР № 1735354, МПК С 12 М 1/04. Заявл. 22.08.1989, номер заявки 4740050/13. Опубл. 23.05.1992. Бюл. № 19.
4. Копылов Н.Н., Фатюнин Б.Н. Устройство для разлива жидкостей // А. с. СССР № 1712400, МПК С 12 М 1/04. Заявл. 30.05.91, номер заявки 4940040/13. Опубл. 07.09.1993 г., бюл. № 33-36
5. Karachun V.V., Trivailo M.S., Mel'nick V.N. Mass-Exchange and Aeration in Bioreactors. — К.: "ПП Корнійчук", 2012. — 128 р.