

Міністерство аграрної політики та продовольства України
Міністерство освіти і науки України
Національний університет харчових технологій
Інститут продовольчих ресурсів Національної академії
аграрних наук України

11-а Міжнародна спеціалізована науково- практична конференція

Тренди Lean-виробництва та пакування харчової продукції

Назва конференції у 2012–20 р.:
Ресурсо- та енергоощадні технології виробництва і пакування харчової
продукції – основні засади її конкурентоздатності

25 жовтня 2022 р
Київ, Україна

Trends in LEAN food production and packaging: Proceedings of the 11th International Specialized Scientific and Practical Conference, October 25, 2022. Kyiv, National University of Food Technologies, 2022.

ISBN 978-966-612-288-2

The Conference "Trends in Lean Production and Food Packaging" is held annually within the frames of the International Specialized Exhibitions “Equipment and Technologies for the Food Industry” and “Packaging Technologies and Equipment”. From 2011 to 2020 the Conference was held under the title "Resource and Energy Saving Technologies of Production and Packing of Food Products as the Main Fundamentals of Their Competitiveness". Since 2021, taking into account trends in the food, biotechnology and pharmaceutical industries, packaging and related industries, the Conference changed its name and expanded the scope of scientific problems.

The Conference traditionally brings together scientists, manufacturers, business and government officials.

© NUFT, 2022

Тренди Леан-виробництва та пакування харчової продукції: матеріали 11-ї Міжнародної спеціалізованої науково-практичної конференції, 25 жовтня 2022 р., м. Київ. – Київ, НУХТ, 2022. – 120 с.

ISBN 978-966-612-288-2

Конференція “Тренди Леан-виробництва та пакування харчової продукції” зазвичай проходила щороку в рамках Міжнародних спеціалізованих виставок “Inprod mash” і “Упаковка”. З 2011 по 2020 рік Конференція проходила під назвою “Ресурсо- та енергоощадні технології виробництва і пакування харчової продукції – основні засади її конкурентоздатності”. З 2021 року, враховуючи тенденції у харчовій, біотехнологічній, фармацевтичній промисловості, пакувальній індустрії та суміжних галузях, Конференція змінила назву та розширила сферу охоплення наукових проблем.

Конференція традиційно збирає науковців, виробників, представників бізнесу та державного управління.

ISBN 978-966-612-288-2

© НУХТ, 2022

Тенденції розвитку обладнання для надтонкого подрібнення компонентів лікарських, косметичних засобів та клітинної біомаси

Костянтин Омеляненко, Катерина Грінінг, Олексій Губеня
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Бісерні млини застосовуються для над тонкого подрібнення продукту, зокрема, компонентів лікарських, косметичних засобів та клітинної біомаси, фарбувальних речовин, деяких продуктів у харчовій галузі. Сучасні конструкції бісерних млинів оптимізуються для досягнення повного подрібнення з використанням найменшої кількості енергії. Все це обумовлено специфічною конструкцією таких млинів, та розміщенням їх робочих органів які перемішують продукт для подрібнення. Конструктивні особливості робочих органів мають унеможливити утворення застійних зон в середині робочої камери.

Метою даного огляду є визначення переваг та недоліків сучасних конструкцій бісерних млинів та формулювання завдань на подальші експериментальні та аналітичні дослідження процесу надтонкого подрібнення компонентів лікарських, косметичних засобів та клітинної біомаси.

Матеріали і методи. Розглядаються конструкції бісерних млинів провідних виробників подрібнювального обладнання.

Результати і обговорення.



Рисунок 1. Занурювальний бісерний млин MILL-ENNIUM
[<https://tecsa.com.ua>]

Занурювальний бісерний млин.

Високоєфективний млин занурювального типу (рисунок 1), призначений для перетирання продуктів, що важко піддаються диспергуванню у випадках, коли високий ступінь перетирання, а потрібний колір необхідно отримати швидко.

Трансмісійний вузол, змонтований на головці, що приводить в дію систему ротор-статор в середині робочої камери. Вал виготовлений із пружної, стійкої до робочого середовища сталі з твердим хромовим покриттям. На валу жорстко закріпленні пальці, які виконані з тієї самої сталі, що і сам

вал. Ці ж самі пальці розміщені на стінках робочої камери, що дозволяє збільшити ступінь подрібнення продукту.

Переваги млинів занурювального типу:

- Невелике співвідношення об'єму робочої камери до об'єму продукту;
- Короткий час подрібнення;
- Широкий ряд допустимих в'язкостей;
- Використання однієї робочої камери при диспергуванні та подрібненні;
- Швидке і легке очищення
- Відсутність насосів, шлангів, переносних посудин тощо
- Гідропневматична система підйому колонки.

Недоліки:

- Млин періодичної дії;

- Відсутність плавного пуску мішалки;
- Висока вартість деталей і вузлів млина;
- Використання в якості основної передачі пасову передачу.

Бісерний млин барабанного типу. Бісерний млин Turbo Type кошикового типу (рисунок 2) призначений для подрібнення продукту до надтонких частинок за допомогою крильчаток, на одній насадці розміщено два ряди по 11 крильчаток на одну сторону. На робочому валу знаходиться три насадки для більш ефективного подрібнення. Така конструкція дозволяє збільшити площу контакту з робочою масою, та за рахунок кута нахилу крильчатки з’являється можливість циркуляції продукту в середині робочої камери та відповідно до сепаратора відділювача.

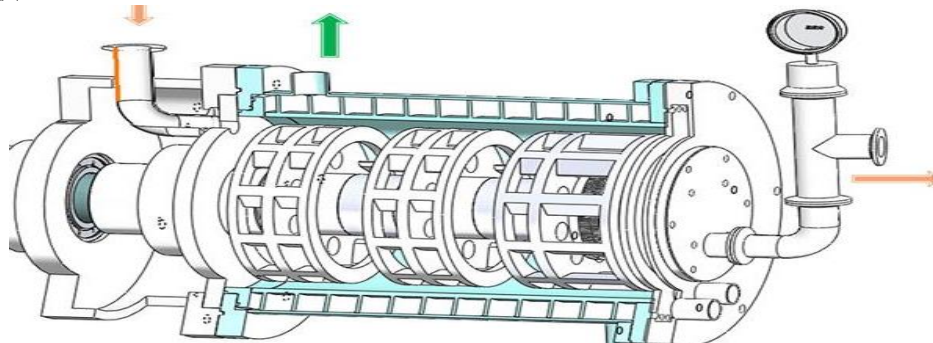


Рисунок 2. Бісерний млин барабанного типу Turbo Type
[<https://ua.ele-beadmill.com>]

Процес охолодження проходить за рахунок робочої камери, між стінками якої спеціальними секціями спірального типу циркулює охолоджувальна вода. Переваги:

- Млин подрібнює продукт безперервно;
 - Охолодження робочої камери проходить по всій площі;
 - Висока ефективність подрібнення продукту за рахунок високих обертів ротора та великої площі подрібнювальних насадок;
- Недоліки:
- Складність процесу очищення робочих органів та камери млина;
 - Обов’язковий контроль в’язкості подрібнювального продукту перед завантаженням до робочої камери.

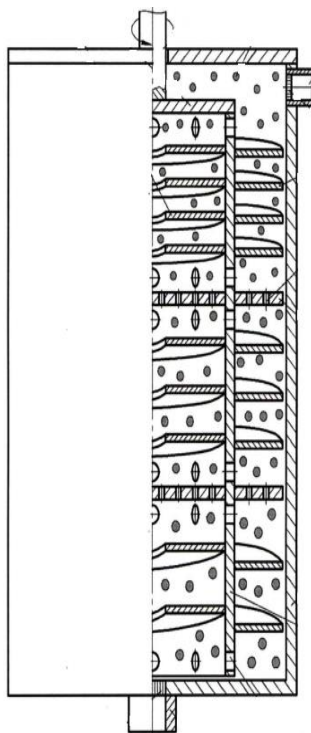


Рисунок 3. Бісерний млин вертикального типу

Бісерний млин вертикального типу (Патент UA 148281, 2021). Вертикальний бісерний млин (рисунок 3) складається з циліндричної камери із засобами для завантаження матеріалів і вивантаження готового продукту, заповнену бісером. У камері розміщена в обичайка, виконана із зовнішньою і внутрішньою гвинтовими спіралями з протилежно спрямованими витками, і з’єднана за допомогою диска з приводним валом. Водночас, обичайка обладнана горизонтальними перфорованими перегородками, що розділяють камеру на секції, і виконана з вікнами у верхній і нижній частинах кожної секції. Крок спіралей в межах однієї секції виконаний постійним, а по секціях в напрямку знизу вгору – зменшується, що надає процесу подрібнення більшої ефективності.

Переваги:

- Обичайка обладнана горизонтальними перфорованими перегородками, що розділяють камеру на секції це дозволить збільшити інтенсивність подрібнення;
- Можливість регулювати ступінь подрібнення продукту за рахунок зміни робочих органів мішалки робочої камери.

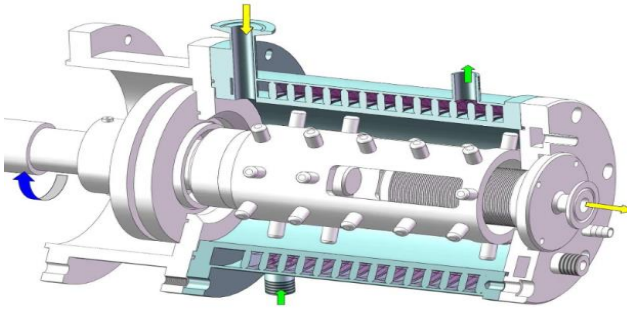


Рисунок 4. Бісерний млин пальцевого типу
[<https://ua.ele-beadmill.com>]

Бісерний млин пальцевого типу. Даний млин безперервної дії (рисунок 4). В якості зрошувального пристрою застосовується напівтрубовал, з закріпленими на ньому жорстко подрібнювальними пальцями. В середині трубовалу розміщується циліндричне сито, яке відділяє бісер від продукту. Відцентровий сепаратор має велику площу, відцентрове колесо відштовхує бісер від розвантажувального сита. Інтенсивний процес охолодження проходить за рахунок

робочої камери, між стінками якої по секціях спірального типу циркулює охолоджувальна вода.

Бісерний млин дискового типу (горизонтальний). Даний млин (рисунок 5), безперервної дії. Зрошувальним органом є диски, які чергуються між собою за різновидністю своєї форми, між якими обов’язково знаходяться проміжні втулки. Сито циліндричне відділює бісер від подрібненого продукту. Робоча камера охолоджується за допомогою охолоджувальної води, яка циркулює спіральною охолоджувальною сорочкою.

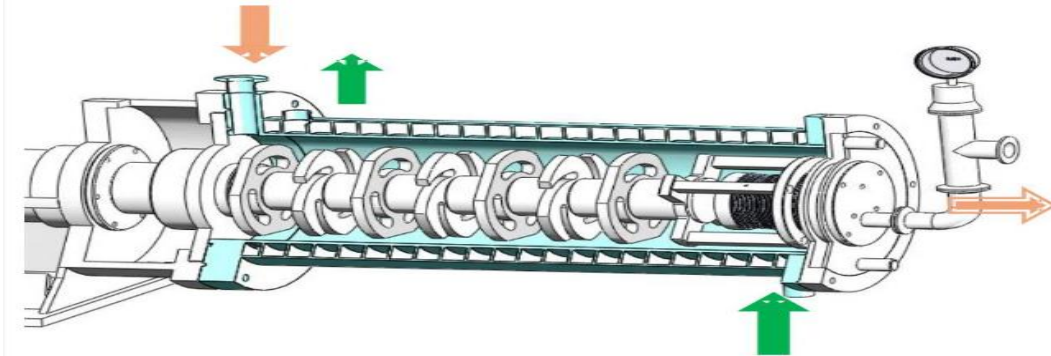


Рисунок 5. Бісерний млин дискового типу (горизонтальний).
[<https://ua.ele-beadmill.com>]

Переваги:

- Робоча камера та усі її складові виконані з надтвердої сталі, твердість досягає HRC62;
- Безперервна дія млина,



Рисунок 6. Бісерний млин горизонтальний DYNO [https://www.zto.com.ua]

Бісерний млин горизонтальний DYNO. Дана конструкція млина (рисунок 6) має повністю закритий зовнішній контур і унікальну поверхневу структуру з бісерними каналами.

Бісерні канали, що закриті зсередини та радіально виходять із центру диска, прискорюють змішування бісеру і продукту. Стінка каналу чинить

імпульс на бісеринки перпендикулярно осі машини. У поєднанні з полем потоку сусіднього диска між кожною парою дисків утворюється подрібнювальна камера з прискореними контурами бісеринки. Оскільки диски повністю закриті, за винятком невеликих отворів біля осі, бісеринки залишаються на місці між двома дисками, утворюючи окремі комірки для подрібнення.

Переваги:

- Висока продуктивність та зносостійкість матеріалу;
- Охолоджувальна вода тече по спіралі навколо подрібнювального циліндра;
- Бісерні канали закриті зсередини та радіально виходять із центру диска.

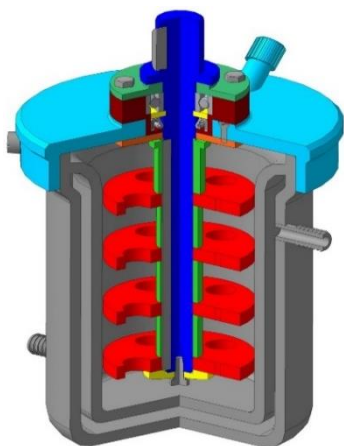


Рисунок 7. Бісерний млин вертикальний ЗТО

Недоліки

- Мала продуктивність;
- Відсутність плавного пуску;
- Млин періодичної дії.

Бісерний млин вертикальний Discus Intensive Rotor. Рециркуляційний бісерний млин (рисунок 7) призначений для всіх типів суспензій з низькою і середньою в'язкістю, де потрібний високий ступінь подрібнення (пігментних паст, емалей, спеціальних фарб). Принцип дії – великий потік і багаторазове проходження матеріалу через камеру розмелювання. За такої умови, енергія, необхідна для руйнування агломератів пігментів і наповнювачів, передається безліччю маленьких порцій із кожним черговим проходженням.

Перевагами рециркуляційних млинів:

- Висока продуктивність в порівнянні з іншими конструкціями;
- Зниження температури продукту в процесі подрібнення;
- Безперервний процес роботи.



Рисунок 7. Бісерний млин вертикальний Discus Intensive Rotor
[<https://6825-ua.all.biz/uk>]

Висновок. Подрібнення продукту за допомогою бісеру – складний процес, який вимагає спеціальних умов – параметрів обертання ротора, циркуляції бісеру і продукту, взаємодії бісеру з продуктом, охолодження робочої камери тощо.

Найбільш вдалим та доцільним з точки зору якості подрібнення продукту є млини горизонтального типу. Завдяки безперервній роботі вони мають найбільший ККД, а особливості конструкції знижують застійні зони.

Бісерні млини вертикального типу мають застійні зони, яких складно уникнути зміною конструкції насадок ротора, в яких рух бісеру з продуктом практично не спостерігається. Внаслідок чого на виході продукт має нерівномірний гранулометричний склад. Для вирішення цієї проблеми варто додатково дослідити конфігурацію ротора зі зменшеним кільцевим зазором, що забезпечить зменшення часу на подрібнення твердих матеріалів у суспензії, за меншого об’єму робочої камери.

Література

- Loh Z.H., Samanta A.K., Heng P.W.S. (2015), Overview of milling techniques for improving the solubility of poorly water-soluble drugs, *Asian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 10, pp. 255–274, <https://doi.org/10.1016/j.ajps.2014.12.006>
- NETZSCH – світовий лідер-виробник машино- та приладобудування: аналіз та тестування, подрібнення та диспергування, насоси та інші системи. Режим доступу: <https://www.netzsch-grinding.com> (25.02.2021)
- Patravale V.B., Date A.A., Kulkarni R.M. (2004), Nanosuspensions: a promising drug delivery strategy, *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 56(7), pp. 827–840, <https://doi.org/10.1211/0022357023691>
- Sigmund Lindner GmbH – виробник та дистриб’ютор технічного скла та керамічного бісеру з 1854 року. Режим доступу: <https://www.sigmund-lindner.com> (13.03.2021).
- Weber U., Langlois D. (2010), The effect of grinding media performance on milling and operational behaviour, *The Journal of The Southern African Institute of Mining and Metallurgy*, 110, pp. 147–152.
- Патент UA 148281 (2021), Бісерний млин; МПК В02С 17/18; Винахідник – Алтухов В.М., Опубліковано 21.07.2021, Бюл.№ 29.