

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

13-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

17 вересня 2024 р
Виставковий центр «АССО International»
Київ, Україна

Імітаційне моделювання процесу тонкого подрібнення м'ясної сировини

Новицький В.С., Чепелюк О.М., Чепелюк О.О.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Ефективне перероблення м'ясної сировини при приготуванні фаршу передбачає якісне її подрібнення. При цьому зменшуються лінійні розміри сировини, змінюється форма часточок, збільшується їх сумарна поверхня, беручи активну участь у наступних масо-обмінних процесах. Подрібнення супроводжується не лише збільшенням сумарної поверхні продукту, але й перемішуванням, зміною його структурно-механічних властивостей та тертям. Важливим питанням є енергоефективність процесу. Для тонкого подрібнення м'яса і м'ясопродуктів використовується цілий ряд різноманітного обладнання: кутери, подрібнювачі, мікрокутери, емульсатори тощо. Використання машин безперервної дії для тонкого подрібнення м'ясної сировини дозволяє скоротити час оброблення, підвищити якість продукту та забезпечити потоковість виробництва. На якість проведення процесу впливають як конструктивні особливості обладнання, так і режими його роботи. Визначення раціональних конструктивних параметрів і режимів роботи обладнання для тонкого подрібнення м'ясної сировини є актуальним завданням.

Матеріали та методи. Для створення раціональної конструкції обладнання для тонкого подрібнення м'ясної сировини, обґрунтування доцільних режимів його роботи проведено імітаційне моделювання процесу її оброблення в програмі Solid Works Flow Simulation. Для визначення доцільних видів подрібнюючих пристроїв та раціонального режиму їх роботи було промодельовано процес при різних типах ріжучого механізму при частоті обертання ножів у діапазоні 2000...2200 об/хв.

Результати дослідження. Використання машин безперервної дії для тонкого подрібнення м'ясної сировини дає можливість скоротити час оброблення, підвищити якість продукту та забезпечити поточність виробництва. Тонке подрібнення передбачає інтенсивний вплив ріжучого механізму на продукт, внаслідок чого швидкості руху сировини, в тому числі кутова швидкість, набувають великих значень.

Для моделювання процесу були створені геометричні моделі корпусу та елементів ріжучого механізму – решітки та ножі (рисунок 1).

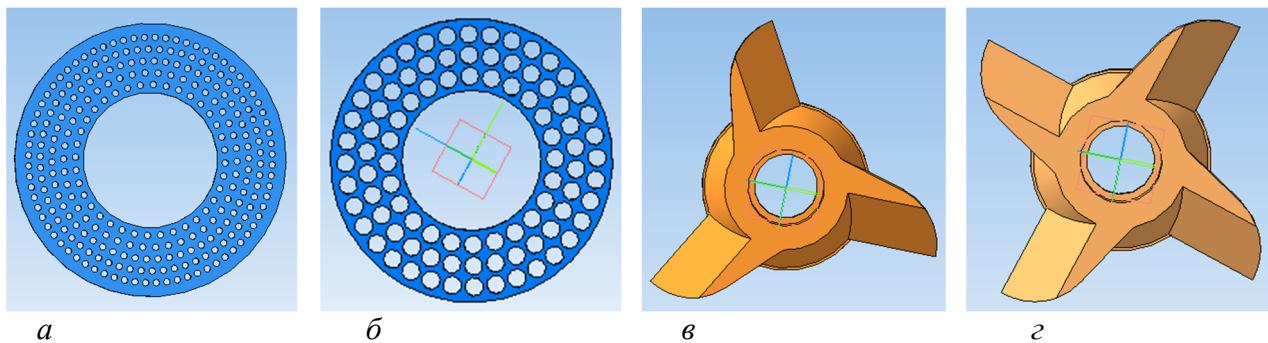


Рисунок 1. Геометричні моделі решіток та ножів ріжучого механізму мікрокутера:

а – решітка з отворами 3 мм; б – решітка з отворами 6 мм;

в – ніж з трьома лезами; г – ніж з чотирма лезами

Моделювання проводили з різними варіантами комплектації ріжучого механізму, до складу якого входили: дві решітки з діаметрами отворів 3 мм і два ножа з чотирма лезами та дві решітки з діаметрами отворів 3 мм і 6 мм та два різних ножі (з трьома лезами та чотирма лезами).

Ріжучий механізм в зібраному вигляді в програмі Solid Works Flow Simulation наведено на рисунку 2.

Попередній аналіз показав, що використання двох решіток з отворами 6 мм не забезпечує достатньої інтенсивності оброблення, також частота обертання ножів менше 2000 об/хв. не є доцільною. Тому подальші дослідження проводились при використанні комбінації ножів і решіток з отворами 6 і 3 мм.

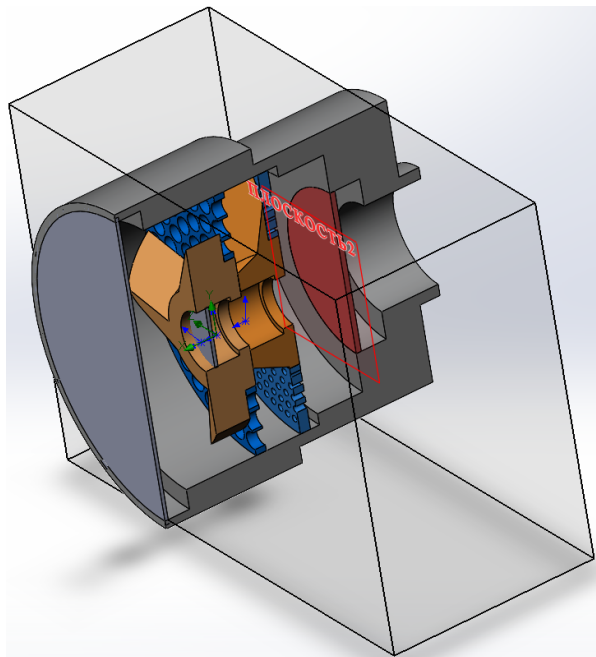


Рисунок 2. Ріжучий механізм подрібнювача в зібраному вигляді

Розподіл швидкостей руху продукту в подрібнюючому механізмі мікрокутера за частоти обертання ножів відповідно: 2000, 2120 і 2200 об/хв. при використанні комбінованого механізму наведено на рисунку 3.

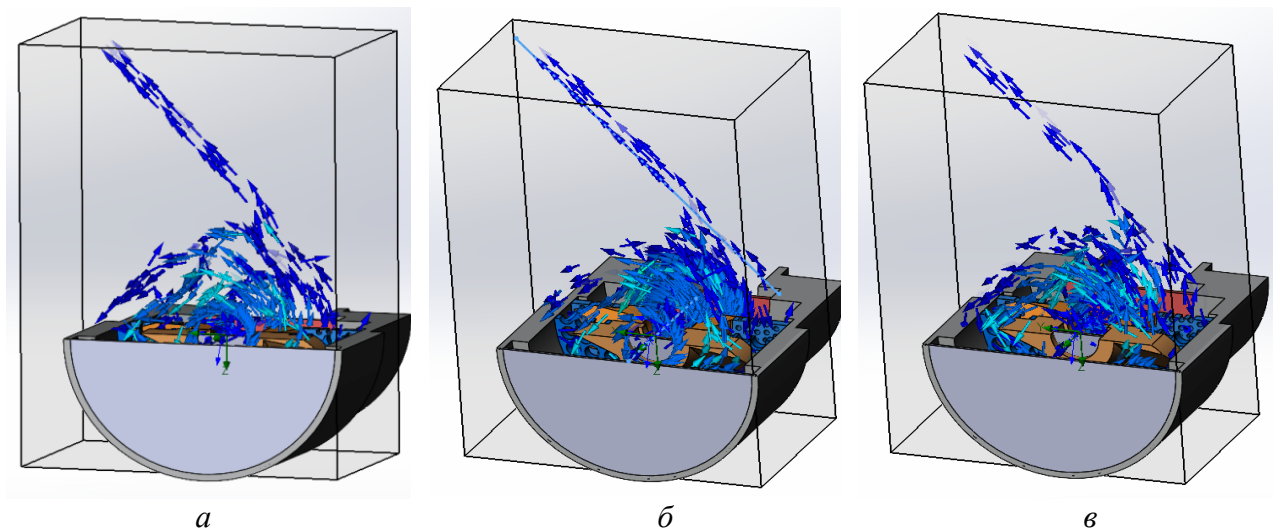


Рисунок 3. Розподіл швидкостей руху продукту в подрібнюючому механізмі мікрокутера за частоти обертання ножів відповідно:

а – 2000, б – 2120, в – 2200 об/хв.

(при використанні комбінованого механізму – решітки з діаметром отворів 3 мм, ніж з трьома лезами і ніж з чотирма лезами)

Узагальнення значень завихреності продукту по довжині ріжучого механізму мікрокутера дало можливість побудувати відповідні залежності (рисунок 4).

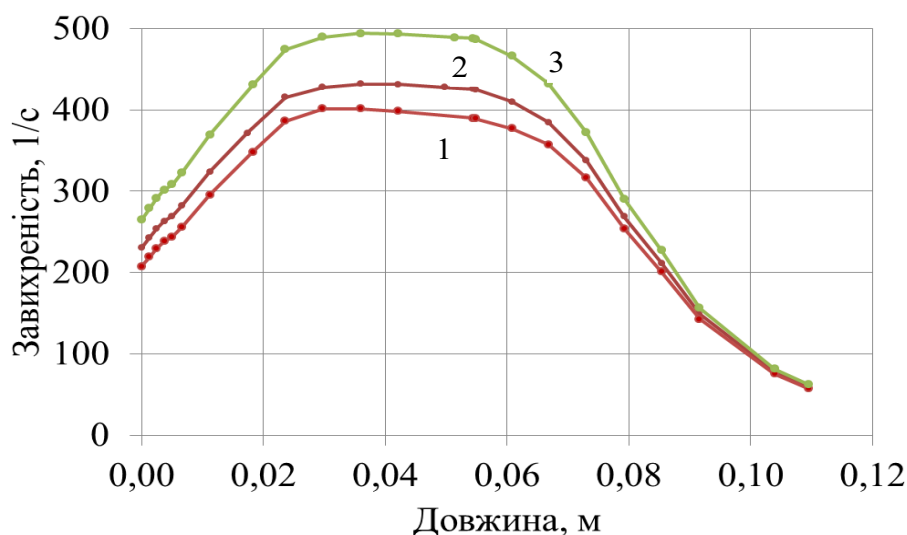


Рисунок 4. Залежність завихреності продукту по довжині ріжучого механізму мікрокутера при частоті обертання ножів: 1 – 2000 об/хв.; 2 – 2120 об/хв.; 3 – 2200 об/хв.

Найбільше значення завихреності спостерігається при частоті обертання ножів 2200 об/хв. Високі швидкості забезпечують якісне подрібнення, але призводять до значних витрат енергії. При зниженні частоти обертання завихреність знижується, причому темпи її зменшення падають. Тому доцільно використовувати частоту обертання ножів на рівні 2120 об/хв., що забезпечить достатню якість продукту.

Висновок. Визначено раціональні конструктивні та режимні параметри обладнання для якісного проведення процесу подрібнення. Доцільно використовувати ріжучий механізм, що складається з решіток з діаметром отворів 3 мм і 6 мм та двома різними ножами (з трьома лезами та чотирма лезами). Раціональним є значення частоти обертання ножів 2120 об/хв.

Література

- Schilling, Wes. (2019). Emulsifier Applications in Meat Products. 10.1007/978-3-030-29187-7_12.
- Dhanasekar, Shanthi & Kalaikannan, A & S Dr, Sureshkumar. (2015). Factors Influencing Meat Emulsion Properties and Product Texture: A Review. *Critical reviews in food science and nutrition*. 57. 10.1080/10408398.2013.858027.
- FEINSTZERKLEINERER - Maschinenfabrik LASKA Gesellschaft m.b.H. - PDF Katalog | technische Unterlagen | Prospekt. *Kataloge Directindustry*. URL: <https://pdf.directindustry.de/pdf/maschinenfabrik-laska-gesellschaft-mbh/feinstzerkleinerer/175588-658036.html> (date of access: 11.08.2024).
- Verbytskyi, Sergii & Kuts, Oleksandr & Kozachenko, Olha & Patsera, Nataliia. (2023). Flow cutters for raw meats: technical / technological features and feasibility of normalization. *Indonesian Journal of Science and Education*. 612-620.
- KS Feinstzerkleinerer PDF – KARL SCHNELL. *KARL SCHNELL – Partner to the food industry*. URL: <https://www.karlschnell.de/ks-feinstzerkleinerer-pdf/> (date of access: 21.09.2024).
- Verbytskyi S., Batrachenko O., Filimonova N. Upgrading the Mathematical Model of Raw Meat Comminuting Process in Flow Cutter. *Central Ukrainian Scientific Bulletin. Technical Sciences*. 2019. No. 1(32). P. 25–35. URL: [https://doi.org/10.32515/2664-262x.2019.1\(32\).25-35](https://doi.org/10.32515/2664-262x.2019.1(32).25-35) (date of access: 11.10.2024).