

О.О. Губеня

O. Gubenyа

В.І. Теличкун

V. Telichkun

Ю.С. Теличкун

U. Telichkun

В.М. Таран

V. Taran

**ВИЗНАЧЕННЯ РЕЖИМІВ РІЗАННЯ ХЛІБА ТА РОЗРОБКА  
ПЕРСПЕКТИВНИХ КОНСТРУКЦІЙ ХЛІБОРІЗАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ  
RESEARCHING OF BREAD CUTTING REGIME AND DESIGN  
CONTEMPORARY CONSTRUCTION OR BREAD CUTTING MACHINES**

*Проведені теоретичні та експериментальні дослідження процесу різання хліба. Встановлено вплив швидкості леза на енерговитрати та якість поверхні зрізу. Результати застосовано при визначенні режимів різання та розробці конструкцій обладнання для нарізання свіжого хліба в потоці.*

**Ключові слова:** хліб, різання, зусилля різання, якість зрізу, хліборізальне обладнання.

*There are lead theoretical and experimental researches of bread cutting process. Influencing of movement of an edge in a layer of a product at force of bread cutting was researched. The result is applied at design contemporary construction or bread cutting machines.*

**Key words:** bread, cutting, force of cutting, quality of cutting, bread cutting machines.

Різання як один з технологічних процесів обробки харчових матеріалів широко застосовується в різних галузях харчової промисловості. В хлібопекарській промисловості процес різання до недавнього часу застосовувався в основному при виробництві сухарних виробів. Для нарізання сухарних шпал використовують хліборізальні машини рамного типу. Сухарні шпали нарізаються після витримання від 6 до 48 год, в залежності від рецептури та розмірів виробів. Більш свіжі вироби заминаються і викришуються між ножами, втрачаючи споживчу якість. Крім того, не забезпечена поточність виробництва сухарних виробів. Їх виробництво вимагає великої кількості допоміжного обладнання, значних виробничих площ; передбачає значний відсоток ручної праці. Останнім часом збільшився асортимент сухарних виробів. Поширеними стають сухарики невеликого розміру. Процес їх нарізання мало відрізняється від описаного вище. При невеликих розмірах виробу нарізання на машинах рамного типу стало нераціональним через значну деформацію між ножами рамки, та неможливість виготовлення і застосування ножа меншої товщини. Тому нарізання сухарної шпали проводять серповидними ножами, по черзі відрізаючи від шпали скибочки. При необхідності отримати сухарик у вигляді соломки нарізані на скибочки шпали розрізають в іншій площині. Але даний метод все одно передбачає витримання виробів перед нарізанням до 2 діб. Удосконаленню конструкцій обладнання для нарізання сухарних виробів з метою усунення вказаних недоліків приділялося мало уваги.

Асортимент хлібобулочних виробів постійно збільшується. Зростає споживання нарізаного і запакованого хліба. В Україні на хлібопекарських підприємствах нарізається 5 -10 % виробленого хліба, а в деяких регіонах, через вимоги споживача, нарізається до 100% хлібопекарської продукції масового споживання.

Для нарізання хліба використовуються хліборізальні машини, які по принципу роботи мало відрізняються від машин для нарізання сухарних шпал. Найчастіше це машини рамного типу, в яких рамки з ножами здійснюють зворотно-поступальний рух. Випечений хліб перед нарізанням на таких машинах витримується 4 – 6 год, втрачаючи свіжість та споживчу якість. Об'єми виробництва хліба високі, і для його витримання перед нарізанням використовується обладнання, яке вимагає великих виробничих площ підприємства. Різні заходи для зменшення часу витримання хліба перед нарізанням (наприклад, змащення робочих поверхонь ножів або їх покриття антиадгезійними матеріалами) не дають позитивних результатів. Тому виникла необхідність удосконалення конструкцій хліборізального обладнання.

На сучасному етапі розвитку хлібопекарської промисловості до хліборізального обладнання ставляться такі вимоги:

- нарізання свіжого хліба без його деформування
- забезпечення високої якості поверхні зрізу
- забезпечення потоковості виробництва
- низькі енерговитрати при роботі
- довговічність роботи різальних органів
- простота конструкції, надійність в експлуатації та доступна вартість.

Виробнику хліборізального обладнання при його проектуванні необхідно мати дані щодо умов проведення процесу. В літературних джерелах недостатньо відомостей про процеси, які відбуваються при різанні хліба. Завдання одержання нарізаних хлібобулочних виробів вирішується шляхом емпіричного підбору умов і режимів різання. Це пояснюється насамперед складністю урахування факторів, що впливають на процес, а також недостатністю даних про значення структурно-механічних характеристик хліба. Тому виробництво нарізаної хлібопекарської продукції та вдосконалення хліборізального

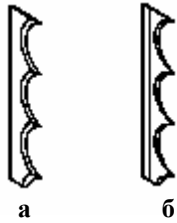
устаткування вимагає поглибленого подальшого дослідження процесів, що відбуваються при нарізанні харчових продуктів.

В наукових дослідженнях процесу різання хліба в даний час робота ведеться по таким напрямкам:

- визначення геометричних параметрів робочих органів хліборізального обладнання, а саме, виду ножа, форми його різальної кромки, кута заточки
- визначення режимних параметрів роботи різального інструменту, а саме, виду різання (рубачуче, під кутом, ковзаюче), швидкостей різання і подачі, їх співвідношення
- визначення структурно-механічних властивостей хліба, таких як модуль і межа пружності, руйнуючі контактні напруження та інші параметри, а також напруження тертя хліба по контактній поверхні з ножом
- визначення енерговитрат процесу різання (питомої роботи і зусиль різання)
- зносостійкість різального інструменту

Досвід експлуатації хліборізального обладнання показав, що при різанні більшості видів хліба доцільно використовувати ножі з зубчастою ріжучою кромкою (рис.1,а). Якщо скоринка тверда, наприклад, як у батона нарізного, ніж необхідно виготовляти двофасковим (рис. 1,б). Ножі мають просту конструкцію, невисоку вартість і достатню зносостійкість леза.

Невирішеним залишається питання вибору швидкостей різального інструменту. Нами досліджено дане питання. Проведені експериментальні дослідження, при яких встановлено, як впливають швидкості різального інструменту на зусилля різання та якість поверхні зрізу. Для встановлення зусиль різання розроблено методику визначення зусиль різання [1], а також додатково досліджено вплив часу витримання та інших параметрів процесу на структурно-механічні



властивості хліба [2]. Отримані експериментальним шляхом залежності питомого зусилля різання від швидкості леза в продукті при різному часі витримування хліба перед різанням

показані на рис.2; від часу витримування хліба при різному часі витримування хліба перед різанням (а) та двосторонньою різних швидкостях - на рис.3. Результати (б) заточкою. встановлені в діапазоні швидкостей леза 1 - 8 м/с.

При збільшенні швидкості руху леза в продукті питоме зусилля різання збільшується. Найбільш інтенсивне збільшення – при швидкостях різання 1-4 м/с. При швидкостях близько 6 м/с зусилля різання максимальні (екстремуми на діаграмах зусиль різання), при подальшому підвищенні швидкості – спадають.

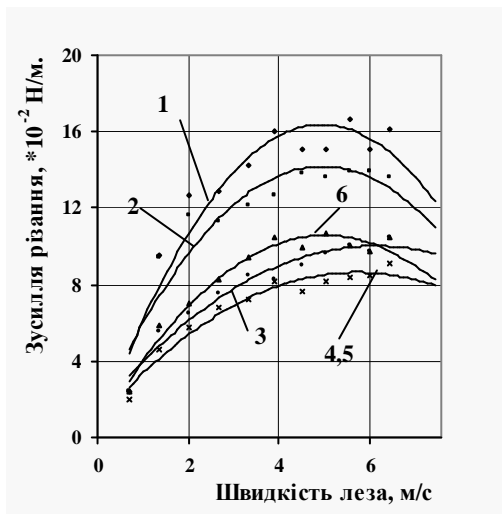


Рис. 2. Вплив швидкості леза на зусилля різання м'якуша при часі витримування хліба, год: 1 - 0; 2 - 1; 3 - 6; 4 - 12; 5 - 24; 6 - 48.

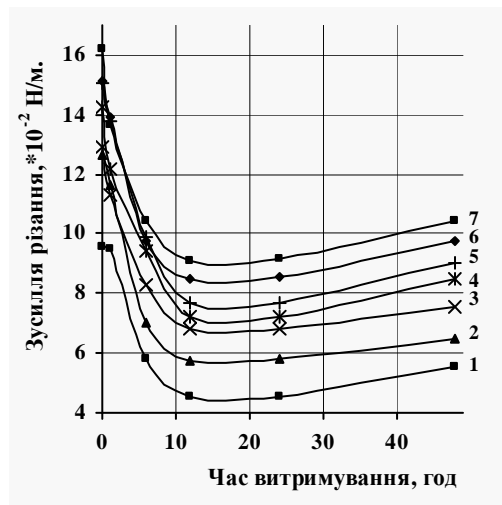


Рис.3. Вплив часу витримування хліба на зусилля різання м'якуша. Швидкості леза, м/с: 1- 1.4; 2 - 2.0; 3 - 2.7; 4 - 3.3; 5 - 3.9; 6 - 4.5; 7 - 5.6.

Це пояснюється таким чином [3]: зусилля різання складається з зусилля на розрив структурних зв'язків продукту, зусилля на деформацію продукту під кромкою ножа і зусилля тертя по боковим поверхням ножа.

Під час різання продукту під кромкою ножа виникають пружні, а потім пластичні деформації. Пластичні деформації, на відміну від пружних, розвиваються з меншою швидкістю. При великих швидкостях деформування граничне напруження зрізу і руйнування продукту досягається без значних пластичних деформацій. За рахунок цього знижується частка зусилля на деформування продукту при різанні, і загальне зусилля різання зменшується.

Найвищі зусилля різання – для щойноспеченого хліба (рис.3). При витримуванні до 6 год вони інтенсивно зменшуються в 2-3 рази, при часі витримування 12-18 год – приймають найнижчі значення. При подальшому витримуванні повільно зростають – хліб починає черствіти.

Для скоринки питомі зусилля різання порівняно з м'якушем більші в 10-15 разів. На відміну від м'якуша, зусилля різання в межах швидкостей леза 1-8 м/с не досягає екстремуму, а постійно збільшується. Час витримування хліба мало впливає на зусилля різання скоринки. При різанні батону вищого ґатунку на різання скоринки витрачається до 40 відсотків загального зусилля різання

Рекомендовано нарізати хліб при швидкостях різального інструменту понад 7 м/с; при цьому знижуються зусилля різання і зменшується пластична деформація м'якуша під кромкою ножа, продукт не заминається і не руйнується при різанні.

Під час різання хліба при перевищенні певних швидкостей ковзання ножа по поверхні м'якуша виникає такий вид браку, як його викришування. Для свіжого хліба більшість крихт мають розміри 3-5 мм, при витримуванні понад 24 год - у вигляді пилу, до 0.5 мм.

Встановлено, що швидкості ножа, при перевищенні яких хліб буде викришуватись, залежать від часу витримування хліба перед нарізанням і від питомого навантаження на поверхню контакту з ножем (рис.4).

Значення швидкості ковзання ножа по поверхні хліба, при якій почне викришуватись м'якуш, знижується при підвищенні питомого

навантаження і зменшенні часу витримування. Викришування виникає, тому що при підвищенні швидкості ковзання та питомого навантаження зростають зусилля тертя. Коли вони перевищать зусилля когезії - відбудеться руйнування структурних зв'язків продукту, а саме, його

викришування.

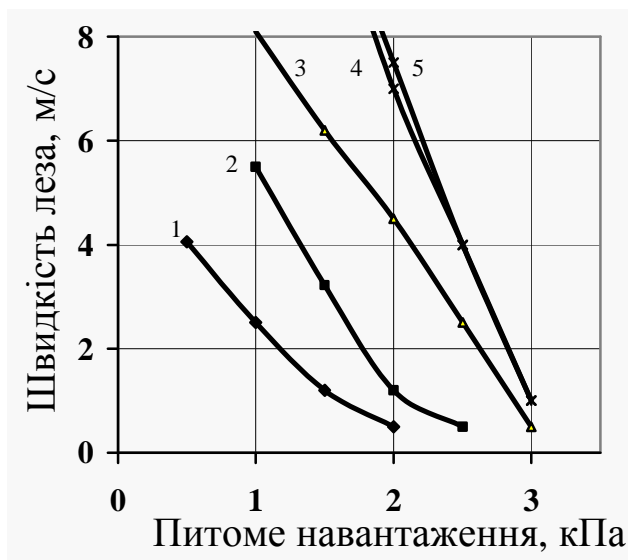


Рис.4. Швидкості леза, при перевищенні яких викришується м'якуш.

Час витримування, год:

1-0; 2-1; 3-3; 4-6; 5-24.

Для недопущення викришування необхідно зменшувати швидкості різання, але при цьому зменшується продуктивність процесу.

Значно підвищити швидкість та продуктивність різання можна за рахунок зменшення питомого навантаження від

продукту на бокову поверхню ножа (рис.4). Для цього при нарізанні хліба на машинах рамного типу збільшуємо відстані між ножами рамки, або встановлюємо декількох пар рамок, в яких відстань між ножами більша. Збільшити швидкості різання понад 7 м/с можливо за рахунок використання з'єднаних за кінці стрічкових ножів, які рухаються між двома шківками (рис.5). В такій конструкції для збільшення відстані між ножами запропоновано встановлювати додаткові ролики.

Запропоновано конструкцію машини для нарізання хліба та сухарних виробів невеликого діаметру, яка відрізняється тим, що вироби з поду печі подаються на стіл, який здійснює коливальні рухи. Під час руху стола від виробів одним стрічковим ножом відрізається скибка. Конструкція машини показана на рис.6. Перевагою конструкції є відсутність ножової рамки. Як наслідок, продукт не заминається між

ножами; питоме навантаження і зусилля тертя між продуктом і боковою поверхнею ножа мінімальне, завдяки чому ножу надаємо значних швидкостей понад 7 м/с, при яких знижуються зусилля різання і зменшуються пластичні, незворотні деформації в хліба, які проявлялись у вигляді його заминання. При низьких питомих навантаженнях відсутнє викришування продукту при високих швидкостях леза. За таких умов можливо нарізати свіжий хліб в потоці, без попереднього витримування.

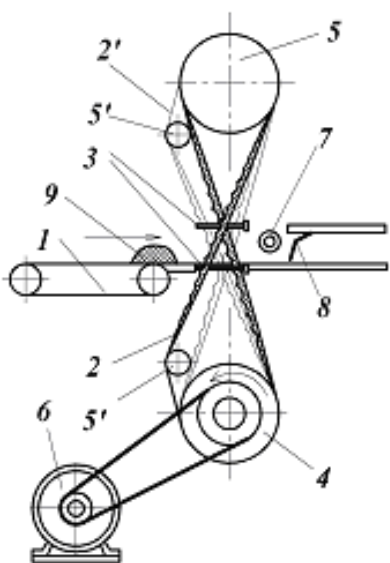


Рис. 5. Хліборізальна машина з пакетом стрічкових ножів:  
1 – транспортер подачі; 2, 2' – пара стрічкових ножів; 3 – направляючі ролики; 4 – приводний барабан; 5 – натяжний барабан; 5' – додаткові ролики; 6 – привод; 7 – фотодатчик; 8 – механізм переміщення нарізаного хліба.

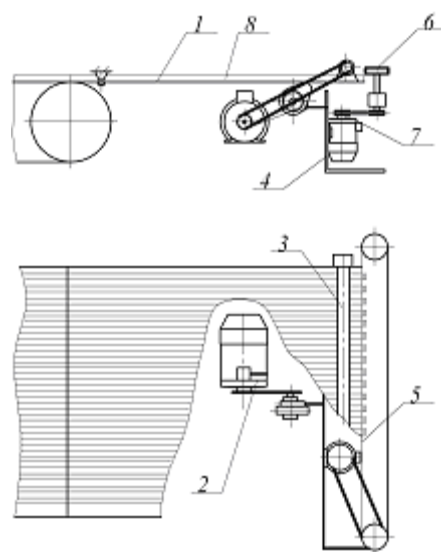


Рис. 6. Хліборізальна машина для різання хліба і сухарних виробів невеликого діаметру:  
1 - стіл; 2 - приводу стола; 3 - прижимні ролики, 4 - траверса, 5-стрічковий ніж, 6- шків, 7 - привід стрічкового ножа.

Використання результатів проведених нами досліджень відкриває значні можливості в розвитку хліборізального обладнання, а саме, забезпечення потоковості виробництва нарізної хлібопекарської продукції, та нарізання свіжого хліба, без попереднього витримування.



Додаткового дослідження потребує питання зносостійкості ножів для нарізання хліба: зменшити товщину ножа, тим самим зменшити навантаження і тертя між ним і продуктом, на даний час неможливо через обмежені характеристики міцності матеріалів ножа і зварних з'єднань стрічкових ножів.

**Висновок.** На зусилля різання хліба і якість поверхні зрізу значний вплив має швидкість ріжучого інструменту в продукті. Визначено швидкості леза, при яких знижуються енерговитрати процесу, і максимальні швидкості, при яких буде забезпечено високу якість зрізу. Результати застосовано при визначенні режимів різання та розробці конструкцій обладнання для нарізання свіжого хліба в потоці.

#### Використана література

1. Губеня О.О. Гуць В.С. Моделювання руху леза в шарі продукту. - Товари і ринки. №2, 2007 р. с. 45-49.
2. Даурский А.Н., Мачихин С.А. Резание пищевых продуктов. – М.: Пищевая промышленность, 1983.-240с.
3. Теличкун В.І., Губеня О.О. Вплив структурно-механічних властивостей хліба на процес його різання // IX Міжнар. наук.-техн. конф. „Нові технології та технічні рішення в харчовій та переробній промисловості: сьогодення і перспективи” : Тези доп. – К.: НУХТ. – 2005. – с.27 – 28.