

## **25. Аналіз впливу форми робочих органів тістомісильних машин на ефективність процесу замісу**

**Ольга Горбач, Олена Чепелюк, Максим Шпак**  
*Національний університет харчових технологій*

**Вступ.** Проблема оцінювання ступеня змішування матеріалів з високою в'язкістю, до яких належить хлібопекарське дріжджове тісто, пов'язана з визначенням необхідної тривалості процесу замісу. В літературі ступінь змішування зазвичай вимірюють по загальній роботі, яка витрачається на змішування компонентів тіста. Під час замішування тістова маса, що утворюється з різних

компонентів, зазнає певної механічної дії, тобто обробляється з певною інтенсивністю. Інтенсивність механічної обробки тіста характеризується питомою енергією, що витрачається під час процесу замішування. Механічний вплив на тісто залежить від форми робочих органів. Він має забезпечити структурно-механічні властивості тіста, оптимальні для подальших процесів його дозрівання, оброблення і випікання.

**Матеріали і методи.** Об'єктами дослідження є форма місильних органів і витрати енергії на заміс пшеничного дріжджового тіста. Дослідження проведені методами математичного і фізичного моделювання. Математичне моделювання здійснено з використанням пакету програм Flow Vision, засобами якого можливо врахувати неньютонівську поведінку тіста. В якості факторів розглянуто частоту обертання робочих органів, а також їх форму, безпосередньо пов'язану з площею поверхні контакту робочого органу з тістом, яке замішується. Адекватність математичної моделі підтверджена порівнянням результатів математичного і фізичного моделювання.

**Результати.** В широкому діапазоні конструкцій мішалок кожний тип останніх розсіював енергію з різними швидкостями і потребував надходження різної загальної енергії і тривалості замісу для отримання оптимальної якості тіста.

З'ясовано, що із розглянутих конструкцій робочих органів (лопатеві, рамні, спіральні, штифтові) процес замісу відбувається найбільш ефективно при використанні спіральних перемішувачів, які мають найбільшу поверхню контакту з тістом. На першій стадії – змішування сипких і рідких компонентів – позитивний вплив обумовлений тим, що при обертанні спіралі за нею інтенсивніше утворюються завихрення рідкої фази. На наступних стадіях, особливо пластифікації, такий робочий орган обумовлює невеликі питомі витрати енергії на подолання опору сировини. Використання спірального місильного органу викликає більше зміщення шарів тіста один відносно одного, з чим безпосередньо пов'язане зменшення в'язкості тіста при замісі. Ще однією перевагою спірального місильного органу є переміщення сировини також у вертикальному напрямку, і, відповідно, найбільш рівномірний розподіл компонентів в об'ємі тістомісильної машини, що простежується на полях розподілу концентрацій.

Слід відзначити, що в сучасних конструкціях тістомісильних машин найчастіше використовується саме спіральний робочий орган [1].

Збільшення частоти обертання робочих органів призводить до збільшення енергоспоживання.

Програма Flow Vision не дозволяє отримувати безпосередні показники роботи або енергії, витраченої на заміс. Ці величини були отримані непрямым шляхом, зокрема, підстановкою значень в'язкості, отриманих в результаті розрахунку, у відомі залежності для обчислення складових роботи, що витрачається на заміс.

При фізичному моделюванні значення потужності вимірювалося з допомогою ватметра. З урахуванням тривалості замісу була отримана величина роботи, витраченої на заміс. Розузгодження результатів фізичного і математичного моделювання становить 5,6%.

Аналіз літературних джерел показав, що існує взаємозв'язок між потужністю двигуна, встановленого в тістомісильній машині, і масою суміші, яка перемішується. Для лопатевих тістомісів це співвідношення дорівнює приблизно 0,035 кВт/кг; для машин з однією спіраллю – 0,04 кВт/кг, з двома спіралями – 0,05 кВт/кг, для машин з горизонтальним валом – від 0,065 до 0,08 кВт/кг.

**Висновки.** Для утворення структури тіста потрібна фіксована кількість енергії, тому недостатня інтенсивність обробки, обумовлена не досить раціональною конструкцією робочих органів, зменшення частоти обертання і крутного моменту на валах тістомісильних машин призводить до тривалішого замісу.

### **Література**

1. Energetical and rheological approaches of wheat flour dough mixing with a spiral mixer / Shehzada, b, H. Chirona, G. Della Vallea, B. Lamrnic, D. Lourdina // Journal of Food Engineering. – Volume 110, Issue 1, May 2012. – P. 60–70.
2. Hydrodynamics of a planetary mixer used for dough process: Influence of impeller speeds ratio on the power dissipated for Newtonian fluids / Frederic Auger, Guillaume Delaplace, Laurent Bouvier, Andreas Redl, Christophe André, Marie-Hélène Morel // Journal of Food Engineering. – Volume 118, Issue 4, October 2013. – P. 350–357.