

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ ПРОЦЕСУ ЗАМІСУ РІДКИХ ОПАР

Вступ. Наведено результати моделювання процесу змішування компонентів під час приготування рідких опар, який здійснюється з використанням енергії потоків повітря і води під тиском. Визначено раціональні значення швидкостей подачі компонентів, досліджено дисипацію енергії в апараті.

Актуальність теми. При розробці нових технологій і обладнання доцільно створювати відповідні математичні моделі і використовувати можливості обчислювальної техніки. Розрахунки, проведені з їх допомогою, забезпечують скорочення витрат часу і матеріальних ресурсів, які були б потрібні для проведення експериментів на фізичній моделі. В той же час отримані результати слід порівнювати з даними фізичного моделювання і при необхідності вносити корективи до математичної моделі, оскільки всі особливості реальних процесів, що відбуваються у таких складних системах як харчові продукти і напівфабрикати, врахувати неможливо.

Матеріали і методи. Основою способу приготування опар, що розглядається, є зволоження пиловидних часточок борошна, які перебувають у завислому стані, струменем рідини під тиском. Об'єкт досліджень – процес змішування компонентів під час приготування рідких опар, предмет досліджень – режими замісу. Дослідження виконано методом математичного моделювання з використанням програмного комплексу FlowVision, який заснований на кінцево-об'ємному методі вирішення рівнянь гідродинаміки й використовує прямокутну адаптивну сітку з локальним подібненням. При цьому виконується дискретизація записаних в інтегродиференційній формі законів збереження маси, імпульсу, енергії по поверхні контрольного об'єму.

Результати і обговорення. Серед традиційних двофазних способів приготування пшеничного тіста на сьогодні найчастіше в якості першої фази використовують густі опари. Схеми з використанням рідких опар не знайшли широкого впровадження у промисловості України через ряд притаманних їм недоліків [1]. В Європі запатентовано і впроваджено у виробництво агрегати для приготування рідких опар, суттєвою особливістю яких є перехід від традиційних місильних органів тістомісильних машин до використання енергії стисненого повітря і води під тиском [2]. Однак вартість такого устаткування неприйнятна для хлібопекарських підприємств України, тому існує потреба розробити аналогічні вітчизняні конструкції і обґрунтувати раціональні режими їх роботи.

Геометрична модель установки для приготування рідкої опари (рис.1) створена в програмі Компас – 3D V14.

Борошно в камеру змішування подається зверху ємності і завдяки подачі повітря переходить в

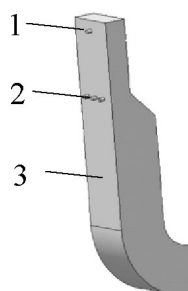


Рисунок 1 - Геометрична модель установки для приготування рідкої опари :

- 1 - патрубок для подачі повітря;
- 2 - патрубок для подачі рідких компонентів;
- 3 - камера змішування

завислий стан. Через патрубки для подачі рідких компонентів 2 подаються під тиском вода і рідкі дріжджі. Замішана опара відводиться з нижньої частини ємності.

В якості крайових умов задано структурно-механічні властивості борошна і рідких компонентів, швидкість їх подачі, характеристика потоків початкової сировини і кінцевого продукту – опари – на вході і виході з ємності відповідно та шорсткість поверхні стінок ємності.

При моделюванні процесу приготування рідких опар в якості керованих факторів, які впливають на отримання якісного напівфабрикату, розглянуто швидкості подачі борошна та рідких компонентів, які змінювались в межах 2 – 8 м/с і 41,5 – 83,5 м/с відповідно.

В результаті моделювання проаналізовано зміну концентрації початкової речовини – борошна – по об'єму ємності (це є основним показником якості замісу опари при математичному моделюванні) (рис.2, 3) з метою визначення раціональних значень швидкостей подачі початкових компонентів і дисипацію енергії в апараті.

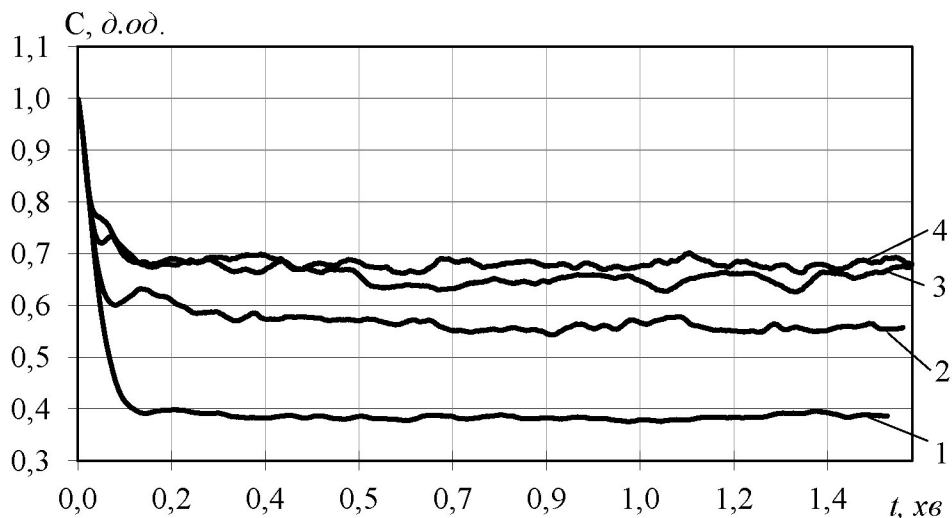


Рисунок 2 - Зміна концентрації борошна в часі при швидкостях його подачі:

1 – 2 м/с; 2 – 4 м/с; 3 – 6 м/с; 4 – 8 м/с.

Як видно з рис.2, варіювання швидкості подачі борошна суттєво впливає на його концентрацію в кінцевому продукті – опарі. Найбільш прийнятним варіантом швидкості подачі борошна є 2 м/с (див. рис.2 крива1), при якій два компоненти – борошно і рідина – найбільш повно (на 60%) змішані, утворивши новий продукт. Збільшення швидкості подачі сипких компонентів до 4 м/с і вище призводить до наявності від 55 до 70 % часточок сипких компонентів, які не провзаємодіяли з рідиною, внаслідок чого якість отриманого напівфабрикату буде гіршою.

Слід відмітити, що в усіх розглянутих випадках досягнення усталеного значення концентрації сипких компонентів спостерігається за 0,1 – 0,2 хв (6 – 12 с).

Результати дослідів, проведених для з'ясування впливу швидкості подачі рідких компонентів на хід процесу (рис.3) свідчать, що швидкості подачі рідини 41,5 і 55 м/с (див. рис. 3. криві 1, 2) забезпечують майже однаковий результат і помітно відрізняються з-поміж інших результатів, оскільки за них концентрація сипких компонентів, які не провзаємодіяли з рідиною, в кінцевому продукті буде найменшою.

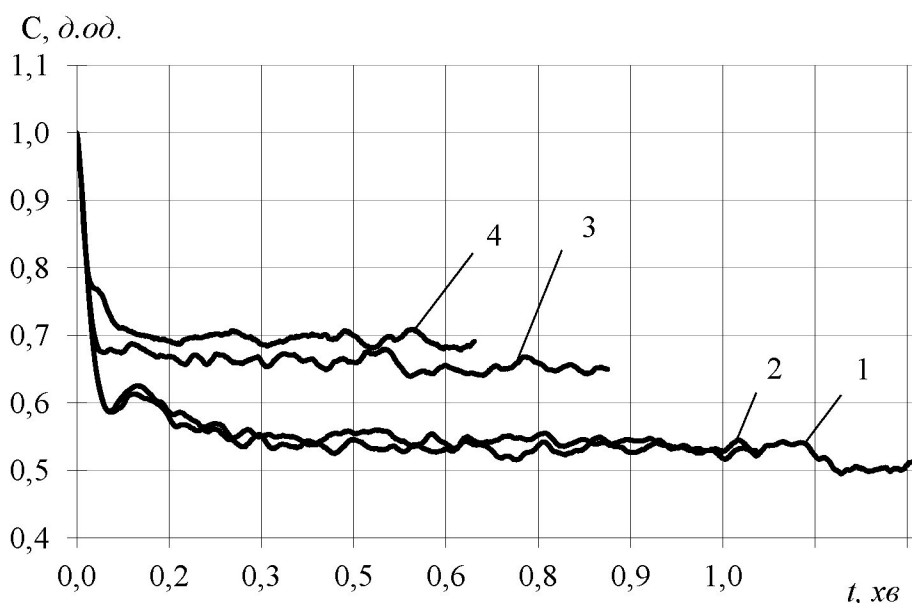


Рисунок 3 - Зміна концентрації сипких компонентів в часі при швидкостях подачі води: 1 – 41,5 м/с; 2 – 55 м/с; 3 – 69,5 м/с; 4 – 83,5 м/с

Для визначення оптимальних значень швидкостей подачі компонентів використано метод повного факторного експерименту. В якості цільової функції обрано концентрацію борошна C (долі од.), яке не провзаємодіяло з рідиною. В якості керованих параметрів розглянуто швидкості подачі борошна v_b і рідких компонентів v_p , причому за їх основний рівень прийнято найкращі результати, отримані при проведенні попередніх обчислювальних експериментів: $v_{b0} = 2$ м/с і $v_{p0} = 55$ м/с. При перевірці статистичної значущості коефіцієнтів рівняння регресії встановлено, що всі коефіцієнти при керованих факторах є незначущими. Це свідчить, що величини, прийняті за основний рівень, є оптимальними значеннями керованих факторів.

На рис. 4 наведено кращі з отриманих результатів розподілу концентрації початкових компонентів в кінцевому продукті, отримані при швидкості подачі борошна 2 м/с і швидкості подачі рідини 55 м/с.

Висновки. Функції, які повинна виконувати установка, насамперед полягають в рівномірному розподілі складових (борошна, дріжджів, води) і створенні сприятливих умов для утворення структури опари. Для досягнення необхідного результату – гомогенної опари – в розглянутій конструкції апарата швидкість подачі борошна повинна становити 2 м/с, швидкість подачі рідини – 55 м/с.

Література

1. Ауэрман Л.Я. Технология хлебопекарного производства / Л.Я. Ауэрман. – СПб.: Профессия, 2002. – 416 с.
2. Електронний ресурс. Опис агрегату «РапідДжет» // Сайт фірми «Diosna». – Режим доступу: http://www.diosna.de/data/media/documents/pr_image.pdf