

ШЛЯХИ УДОСКОНАЛЕННЯ ВУЗЛА ЗАМІШУВАННЯ ТІСТА У МАКАРОННИХ ПРЕСАХ

M.V. Metsan

WAYS TO IMPROVE THE DOUGH MIXING UNIT IN PASTA PRESSES

Вузол замішування тіста є одним із найважливіших елементів макаронного преса, що безпосередньо впливає на якість готової продукції. Від ефективності процесу замішування залежать реологічні властивості тіста, однорідність його структури, вологість та міцність макаронних виробів. Сучасні вимоги до продуктивності обладнання та якості продукції зумовлюють необхідність постійного вдосконалення конструкції замішувальних пристроїв.

У класичних макаронних пресах вузол замішування часто характеризується недостатньою інтенсивністю перемішування, нерівномірним розподілом вологи, утворенням комків та перегріванням тіста внаслідок тривалого механічного впливу. Ці недоліки призводять до погіршення пластичності тіста, збільшення кількості браку та зниження продуктивності устаткування. Крім того, традиційні конструкції мають високе питоме енергоспоживання та складні в обслуговуванні.

Одним із найперспективніших напрямків удосконалення змішувального обладнання є кардинальна зміна форми та просторового розташування замішувальних лопатей. Традиційні прямолінійні або прості геометриї лопаті поступово замінюються складнопрофільними конструкціями, розробленими на основі комп'ютерного моделювання потоків та експериментальних досліджень динаміки тістових мас.

S-подібні лопаті змінної кривизни представляють собою якісно новий підхід до організації процесу замішування. Їх геометрія характеризується плавною зміною радіуса кривизни вздовж робочої поверхні, що створює складний тривимірний профіль. При обертанні такі лопаті генерують багаторівневі потоки матеріалу: основний потік уздовж напрямку руху лопаті поєднується з вторинними вихровими потоками, що виникають завдяки змінній кривизні поверхні. Це забезпечує більш інтенсивне переміщення компонентів не тільки в горизонтальній, але й у вертикальній площині, що критично важливо для досягнення максимальної однорідності тістової маси.

Спіральні лопаті з оптимізованим кутом нахилу реалізують принцип безперервного осьового транспортування матеріалу одночасно з його інтенсивним перемішуванням. Оптимальний кут нахилу спіралі, який знаходиться в діапазоні 35-45° залежно від реологічних властивостей тіста, дозволяє досягти ідеального балансу між швидкістю переміщення маси та ефективністю її гомогенізації.

Перспективним та інноваційним підходом є використання комбінованих робочих органів, що поєднують елементи різної конфігурації в межах однієї змішувальної системи. Така концепція базується на розумінні того, що оптимальні умови замішування змінюються на різних стадіях процесу, і жоден універсальний тип лопатей не може забезпечити максимальну ефективність впродовж усього циклу.

Імпульсний режим роботи, що передбачає чергування періодів інтенсивного перемішування та пауз, сприяє кращому набухання борошна та формуванню клейковинного каркасу без надмірного механічного навантаження.

Удосконалення системи зволоження є критичним фактором покращення якості тіста. Застосування форсунок розпилювачів замість простого зливу води забезпечує утворення дрібнодисперсного аерозолу, що рівномірно розподіляється по всьому об'єму борошна. Це дозволяє скоротити час змочування та уникнути утворення крупних згустків.

Перспективним є впровадження систем з багатоточковим подаванням рідини через декілька розпилювачів, розташованих по периметру змішувальної камери. Автоматичне регулювання температури води (40-45°C) прискорює процеси гідратації та покращує реологічні властивості тіста.

Модернізація форми змішувальної камери з урахуванням аеродинамічних та гідродинамічних властивостей відіграє ключову роль у забезпеченні ефективного процесу змішування. Рационально спроектована геометрія камери дозволяє уникнути утворення застійних зон, де матеріал залишається нерухомим або недостатньо перемішаним, що призводить до нерівномірності структури готового продукту.

Облицювання внутрішніх поверхонь камери матеріалами з низьким коефіцієнтом тертя та високою зносостійкістю (нержавіюча сталь, спеціальні полімерні покриття) зменшує налипання тіста та полегшує очищення обладнання.

Встановлення датчиків контролю консистенції тіста, що працюють за принципом вимірювання крутного моменту на валу приводу, дозволяє в реальному часі коригувати кількість води або тривалість замішування. Це забезпечує стабільність якості тіста незалежно від коливань властивостей сировини.

Впровадження програмованих логічних контролерів (ПЛК) з можливістю збереження рецептур для різних типів макаронних виробів дозволяє швидко переналагоджувати обладнання та мінімізувати вплив людського фактора.

Оснащення змішувальної камери системою охолодження (водяна сорочка або повітряне обдування) запобігає перегріванню тіста вище критичної температури 40°C, що призводить до часткової денатурації білків та погіршення пластичності маси. Підтримання температури в діапазоні 30-35°C забезпечує оптимальні умови для формування структури тіста.

Впровадження запропонованих удосконалень дозволяє досягти значних економічних переваг. Зниження часу замішування на 20-25% підвищує продуктивність лінії. Покращення якості тіста зменшує кількість браку на 10-15% та підвищує міцність готових виробів. Оптимізація енергоспоживання забезпечує економію електроенергії до 18%. Автоматизація процесу знижує вимоги до кваліфікації персоналу та зменшує операційні витрати.

Удосконалення вузла замішування тіста у макаронних пресах є комплексним завданням, що вимагає системного підходу. Найбільший ефект досягається при одночасному впровадженні декількох напрямків модернізації: оптимізації геометрії робочих органів, вдосконалення системи дозування води, автоматизації процесу та забезпечення термостабілізації. Правильно спроектований та модернізований вузол замішування є запорукою високої якості продукції, підвищення продуктивності та зниження собівартості макаронних виробів.

Подальший розвиток конструкцій замішувальних вузлів пов'язаний з впровадженням інтелектуальних систем керування на базі штучного інтелекту, що здатні самостійно оптимізувати параметри процесу залежно від властивостей конкретної партії сировини та аналізувати тренди для прогнозування якості продукції.

Література

1. Ворошук В., Вітенько М. Інжиніринг та 3D моделювання в середовищі SolidWorks : навч. посіб. Тернопіль : ФОП Паляниця В. А., 2023. 164 с.
2. Вітенько Ю., Ворошук В. Особливості удосконалення робочих органів обладнання із застосуванням Solidworks // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті : матеріали 91-ї Міжнар. наук. конф. молодих учених, аспірантів і студентів (Київ, 7–11 квіт. 2025 р.). Київ : НУХТ, 2025. Ч. 2. С. 24.