

можливим на даному класі пристроїв. Проведені дослідження підтвердили зміни структури поверхневих і приповерхневих наночарів оброблюваного хліба при багаторазовому зниженні споживаної енергії і металоємності машин.

#### Список використаних джерел

1. Бурдо О.Г., Гринь Д.С. Пищевые нанотехнологии: науч. пособие. Херсон: 2013. 303 с.
2. Дейниченко Г.В., Афукова Н.О., Постнов Г.М. та ін. Устаткування підприємств харчування: навч. посібн. Київ: Фірма «Інкос», 2016. 308 с.
3. Саранчук І.В. Торгівельно-технологічне обладнання: навч. посібн. Чернівці: ЧДТК. 2006. 172 с.

УДК 664.723.047

### СУШАРКА З РЕГУЛЬОВАНИМ ЗАКРУЧЕНИМ ПОТОКОМ ТЕПЛОНОСІЯ

Лапенко Т.Г., доцент

Василенко Я.А., здобувач СВО «Магістр»  
(Полтавська державна аграрна академія)

В результаті проведення експериментальних досліджень процесу сушки гречки були виявлені деякі особливості, аналіз яких показав доцільність використання такого виду сушки, при якому кожна частинка продукту отримувала б необхідну кількість енергії для фазового перетворення вологи, що в ній міститься, без утворення великих з'єднань частинок. На підставі цього пропонується сушарка з регульованим закрученим потоком теплоносія (рис.1) [1].

Сушарка (рис.1) складається з циліндроконічної сушильної камери 1 з вікном 2 і патрубком 3 для виведення суміші сушеного продукту і відпрацьованого теплоносія та кришкою 5, патрубком 4 для введення вихідного вологого дисперсного матеріалу, патрубка 6 для подачі осьового потоку теплоносія, в якому в нижній частині концентрично розташований завихрювач 7, а в його верхній частині тангенціально встановлений патрубок 8 для підведення додаткового потоку теплоносія. Утримуюча решітка 9 призначена для запобігання попадання частинок матеріалу в повітропровід, в разі екстреної зупинки сушильної установки.



Рисунок 1 – Сушарка з регульованим закрученим потоком теплоносія

Траєкторії закручених потоків теплоносія, утворені підведенням осьового і тангенціального потоків, показані лініями 10.

Сушарка з регульованим закрученим потоком теплоносія працює наступним чином.

Через патрубок 6 для підведення осьового потоку теплоносія в сушильну камеру 1 подається гарячий теплоносій, який проходить через завихрювач 7 і закручується. Через тангенціальний патрубок 8 подається додатковий потік гарячого теплоносія, який докручує основний потік теплоносія до необхідної інтенсивності закрутки. Після цього вихідний вологий дисперсний матеріал подається в сушильну камеру 1 через патрубок 4, де інтенсивно відбувається процес сушіння у виважено-закрученому шарі, при цьому ядро фонтану дисперсного матеріалу обертається навколо вертикальної осі сушарки, збігаючись з напрямком руху потоку, що закручується, і цим самим досягається рівномірне тангенціальне закручування у виважено-закрученому шарі. Теплоносій разом з частинками матеріалу робить складний циркуляційний рух уздовж окружності апарату, збільшуючи при цьому свою швидкість. Тангенціальна швидкість частинок обумовлює виникнення відцентрової сили, яка відкидає частинки від центру сушильної камери до її стінок, утворюючи виважено-закручений шар – кільце, що обертається. При цьому процес сушіння протікає в невідновленому режимі при високих відносних швидкостях частинок матеріалу і теплоносія. Осьова складова швидкості закрученого потоку по висоті сушильної камери падає, швидкість витання продукту в міру його висихання зменшується. За рахунок цього продукт у міру його висихання фонтанує в закрученому потоці теплоносія і піднімається на велику висоту по осі сушильної камери. Сумарна витрата теплоносія підбирається таким чином, що, досягнувши необхідної вологості, продукт видаляється з сушильної камери, захоплений відпрацьованим потоком теплоносія через вивідне вікно 2 і патрубок 3 для виведення суміші сушеного продукту і відпрацьованого теплоносія сушильної камери 1.

Кінцева вологість готового продукту регулюється швидкістю осьового і тангенціальних потоків теплоносія. За рахунок зміни тангенціальної складової потоку теплоносія можна домогтися максимальної рівномірності закручування потоку матеріалу і теплоносія, а змінюючи осьову складову потоку теплоносія, можна регулювати час перебування продукту в сушильній камері, тим самим значно інтенсифікувати тепломасообмінні процеси при інших рівних параметрах сушіння.

У разі екстреної зупинки сушарки продукт затримується на решітці 9 і не провалюється в повітропровід.

Таким чином, пропонується сушарка з регульованим закрученим потоком теплоносія має такі переваги:

- дозволяє отримати готовий продукт більш високої якості, за рахунок організації рівномірного закручування потоків матеріалу та теплоносія і за

рахунок виключення його контакту з поверхнею тангенціальних повітропроводів;

- завдяки установці завихрювача знижуються енергетичні витрати на закручування потоку теплоносія;

- організація вивантаження готового продукту через вікно в патрубок полегшує процес вивантаження і збору готового продукту;

- спрощує процеси виготовлення і монтажу сушарки, а також дозволяє знизити металоємність конструкції;

- завдяки можливості регулювання закрученості потоку теплоносія і часу перебування матеріалу в сушильній камері, сушарка може налаштовуватися на різні режими сушіння різного роду дисперсних матеріалів;

- пропонована сушарка з регульованим потоком теплоносія є універсальною, тобто вона може використовуватися у всіх галузях промисловості, де необхідна сушка дисперсних матеріалів [2].

#### Список використаних джерел

1. Антипов С.Т., Кретов Н.Т. Машини и аппараты пищевых производств: учебн.пособ. Москва: «Высшая школа», 2001. 231 с.

2. Гулий І.С., Пушанко М.М. Обладнання підприємств переробної і харчової промисловості: навч.посібн. Вінниця: Нова книга, 2001. 576 с.

УДК 664.65.05

### УДОСКОНАЛЕННЯ ХЛІБОПЕКАРСЬКОЇ ПЕЧІ

**Костенко О.М., професор Гилюн  
А.О., здобувач СВО «Магістр»**  
(Полтавська державна аграрна академія)

В сучасних хлібопекарських печах для випічки 1 кг хліба необхідно затратити з мережі 0,23-0,35 кВт-год. енергії. Через пористість структури м'якушу і скоринки, що мають властивості теплоізоляторів, і недосконалість теплообміну з нагріваючим середовищем в пекарній камері, цей процес досить тривалий і енерговитратний [1].

Запропонована піч для випікання хлібобулочних виробів містить корпус, що складається з двох камер: пекарної, з розташованими в ній сітчастими листами - подами, і нагрівальної з джерелом нагрівання, які сполучені між собою, повітряного ультразвукового генератора, встановленого в нагрівальній камері та поєднаного з пневмосистемою підприємства, і системи терморегулювання по входу з датчиком температури, встановленим в пекарній камері, а по виходу з джерелом нагрівання. Дана сукупність ознак дозволяє підвищити продуктивність печі, сприяє економії енергоресурсів за рахунок

використання ефектів ультразвуку, які інтенсифікують швидкість випічки з відповідними наслідками [2].

На рисунку 1 зображена загальна схема установки ультразвукового випромінювача у пекарній камері. 1 - об'єкт дослідження - хлібобулочні вироби; 2 - пекарна камера; 3 - решітка; 4 - блок управління; 5 - ультразвуковий повітряний генератор; 6 - компресор; 7 - ресивер; 8 - пневмосистема підприємства; 9 - редуктор

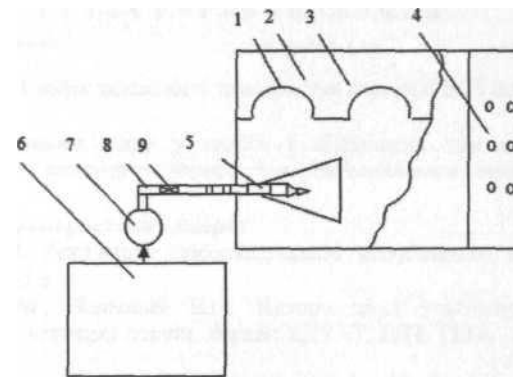


Рисунок 1 - Загальна схема установки ультразвукового випромінювача у пекарній камері

Піч для випічки хліба і кондитерських виробів включає в себе пекарню камеру 2 з трубчастими ТЕНами і розташованими в ній сітчастими листами - подами 3, повітряний ультразвуковий генератор 5, встановлений в нагрівальній камері та з'єднаний з пневмосистемою підприємства 8, і систему терморегулювання з блоком управління 4, з'єднану по входу з датчиком температури, встановленим в пекарній камері, а по виходу з джерелом нагрівання. Пневмосистема підприємства включає компресор 6, ресивер 7 і редуктор 9. Цей пристрій працює наступним чином: встановлений повітряний ультразвуковий генератор 5 випромінює УЗВ коливання, які в пекарній камері 2 рівномірно за рахунок відображення від стінок діють на поверхневий шар повітря у виробів [1].

Така конструкція хлібопекарської печі, де основним генератором тепла є раніше відоме джерело нагріву в комплексі з встановленим повітряним ультразвуковим генератором більш економічна із-за зниження часу випічки, ніж існуючі типи печей.

В установці для теплової обробки виробів, переважно випічки, з метою забезпечення можливості випічки широкого асортименту хліба, хлібобулочних і кондитерських виробів з різними тепловими режимами випічки шляхом