

**В.М. Михайлов**, д-р техн. наук, проф. (*ХДУХТ, Харків*)

**І.В. Бабкіна**, канд. техн. наук, проф. (*ХДУХТ, Харків*)

**А.О. Шевченко**, канд. техн. наук, доц. (*ХДУХТ, Харків*)

## **РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ КОМБІНОВАНОГО СПОСОБУ ВИРОБНИЦТВА М'ЯСНИХ ХЛІБІВ**

Актуальною проблемою для харчової промисловості є зниження витрат енергетичних і матеріальних ресурсів під час виробництва кулінарної продукції, зокрема м'ясних хлібів. Подальший розвиток потребує підвищення технічного рівня підприємств шляхом упровадження результатів наукових досліджень, проведених за напрямом енерго- та ресурсозбереження.

Із метою усунення недоліків технологічного та апаратурного оформлення виробництва м'ясних хлібів, отримання кулінарних виробів високої якості з притаманними властивостями, зменшення тривалості теплової обробки та енерговитрат виконано роботу з розробки комбінованого способу теплової обробки. Комбінований спосіб виробництва м'ясних хлібів може використовуватись на підприємствах ресторанного господарства та харчової промисловості для теплової обробки напівфабрикатів на основі фаршеподібної маси. Передбачається, що нагрівання внутрішніх шарів виробу забезпечується переважно електроконтактним нагріванням (ЕКН), а нагрівання поверхневих шарів з формуванням скоринки – за рахунок теплоти від нагрівальної поверхні та ІЧ-променів. Для реалізації способу електродні секції розміщують перпендикулярно до нагрівальної поверхні. Нагрівальну поверхню розігрівають до робочої температури, яка автоматично підтримується на встановленому рівні, а між електродними секціями розміщують напівфабрикати. Одночасно вмикають ІЧ-нагрівачі, попередньо встановивши потрібну потужність, а до електродів подають електричний струм. За рахунок теплоти від нагрівальної поверхні та ІЧ-променів нагріваються переважно поверхневі шари виробу та формується скоринка, а електроконтактним методом здійснюється рівномірне нагрівання внутрішніх шарів виробу за всім об'ємом. Тривалість термообробки зумовлюється видом продукту та його лінійним розміром.

До основних переваг запропонованого комбінованого способу виробництва м'ясних хлібів слід віднести скорочення тривалості технологічних процесів та зниження витрат енергії за рахунок комбінації різних способів нагрівання, зокрема поверхневого, електроконтактного, інфрачервоного; забезпечення рівномірного прогрівання усіх шарів виробу за об'ємом.

За умов задавання напруги змінного електричного струму прямокутної форми з'являється можливість регульованого підведення в необхідній кількості теплової енергії від ЕКН, що забезпечує прогрівання внутрішніх шарів до температури кулінарної готовності протягом часу, необхідного для формування скоринки на поверхні виробу. Прямокутна форма змінного електричного струму при заданих параметрах амплітудної напруги дозволяє підвищити потужність ЕКН на відмінно від нагрівання синусоїдальним струмом.

Метою експериментальних досліджень було підтвердження теорії щодо інтенсифікації комбінованого способу за рахунок ЕКН. Предметом досліджень обрано напівфабрикати м'ясних хлібів. В якості контрольних використовували зразки продукції, що підлягали двобічному нагріванню з потужністю нагрівання 0,2 кВт. В якості дослідних використовували зразки продукції, що підлягали обробці комбінованим способом, описаним вище, за наступних параметрів комбінованого процесу: потужність поверхневого нагрівання – 0,07 кВт; ЕКН змінним електричним струмом прямокутної форми з частотою 50 Гц.

Аналіз отриманих у ході досліджень кінетичних залежностей температури в центрі зразків свідчить про більш інтенсивне нагрівання комбінованим способом з ЕКН. Так, у контрольного зразка на першій хвилині процесу відбувається незначне підвищення температури, що пов'язано з нерівномірним розподілом теплової енергії за об'ємом зразка (температура є більшою в поверхневих шарах, ніж у центральних). Далі зміна температури здійснюється за лінійним законом практично до завершення процесу. У дослідного зразка спостерігається рівномірне прогрівання всіх шарів виробу, процес термообробки скорочується майже у два рази. Характер зміни подібний до тих, що отримували під час вивчення ЕКН як самостійного процесу. Висока швидкість нагрівання спостерігається протягом наступних 1–2 хв процесу, а надалі дещо зменшується внаслідок зміни електропровідних властивостей досліджуваного зразка. У результаті зразок досягає температури 90 °С в центрі приблизно через 180 с. При цьому на поверхні м'ясного хлібу формується притаманна скоринка, що підтверджує ефективність запропонованого комбінованого способу.

Вихід продукції за умов двобічної теплової обробки складає 69,9%, а за умов комбінованої з ЕКН збільшується на 12–14%. Вочевидь це пояснюється скороченням тривалості нагрівання і, як наслідок, зменшенням кількості втраченої вологи.