

ІННОВАЦІЙНЕ РІШЕННЯ ДЛЯ ЯКІСНОЇ ТЕРМООБРОБКИ ПЛОДОВО-ЯГІДНОЇ СИРОВИНИ

Загорулько О.Є., к.т.н., доцент, Загорулько А.М., к.т.н., доцент,

Громов О.Є. аспірант

(ДБТУ, м. Харків, Україна)

An improved design of a scraped heat exchanger for heat treatment of fruit and berry puree is considered. The uniformity of heating and the dependence of the thickness of the liquid layer on the shaft rotation frequency are investigated. It is established that the modernized device reduces specific energy consumption by 1.5 times (172.4 kJ/kg) compared to traditional heaters. A structural scheme is proposed to increase the efficiency of the process.

На сучасних харчових підприємствах, що займаються переробкою плодово-ягідної сировини, одним із важливих етапів виробництва є підігрів в'язких пастоподібних мас. Для цієї мети активно використовуються скребкові теплообмінники, які забезпечують ефективну теплопередачу та рівномірний розподіл температури в продукті.

Конструктивною особливістю цих пристроїв є наявність рухомих скребків, які постійно очищують нагріту поверхню від залишків маси. Це запобігає її перегріванню, пригорянню та утворенню відкладень, що дозволяє зберегти однорідність структури і стабільність якості кінцевої продукції.

Застосування скребкових теплообмінників сприяє збереженню цінних біологічних компонентів сировини, таких як вітаміни, мікроелементи та антиоксиданти. Завдяки цьому готова продукція, зокрема фруктові пюре, джеми, соуси та концентровані суміші, зберігає свій природний смак, аромат і поживну цінність.

Окрім того, ці пристрої дозволяють оптимізувати виробничий процес за рахунок високої швидкості теплопередачі та енергоефективності. Вони забезпечують рівномірний розподіл тепла навіть у випадку обробки густих, неоднорідних чи чутливих до температури мас. Це особливо важливо для виробництва продукції преміум-класу, де збереження натуральних властивостей сировини є ключовим фактором якості.

Таким чином, впровадження скребкових теплообмінників у виробничі процеси харчових підприємств не лише підвищує продуктивність, а й гарантує високу якість готової продукції, що відповідає сучасним вимогам до харчової безпеки та органолептичних характеристик.

Проте, більшість з теплообмінників мають проблеми з стабільністю регулювання, оскільки тиск пари та температура можуть варіюватися, що призводить до погіршення якості сировини, а також до значних витрат енергії та металу. Щоб усунути ці недоліки, пропонується використовувати вдосконалений скребковий теплообмінник з температуро-стабільним гнучким плівковим резистивним електронагрівачем випромінювального типу в якості нагрівача. Для забезпечення рівномірного розподілу товщини шару продукту на робочій поверхні рекомендується застосування шарнірної лопати зі зрізаючою

кромкою в якості перемішуючого елемента. Теплообмінник має можливість встановлення охолоджуючої оболонки з кільцевими каналами для проходження холодоагенту, яку розміщено на зовнішній поверхні гнучкого електронагрівача. Таке рішення забезпечує можливість охолодження та одночасно виступає в якості додаткової повітряної теплоізоляції при відсутності носія в ній.

Проведені дослідження підтвердили рівномірний розподіл теплового потоку на нагрівальній поверхні вдосконаленого апарата (60,1...60,7 °C) та на відбивальній поверхні шарнірної лопаті зі зрізаючою крайкою (60,1...60,8 °C).

Встановлено залежність сумарної товщини шару рідини від частоти обертання валу вдосконаленої шарнірної лопаті. При 48 хв⁻¹ товщина шару становить 2,68 мм, а при 350 хв⁻¹ – 1,52 мм, що є покращеним показником у порівнянні зі стандартною шарнірною лопаттю (5,1 мм – 1,6 мм) за однакової витрати продукту (W = 52 л/год).

Експериментальні дослідження підтвердили, що вдосконалений скребковий теплообмінник при термообробці плодово-ягідного пюре дозволяє зменшити питомі енерговитрати в 1,5 рази. Витрати енергії на нагрівання одиниці об'єму продукту становлять 172,4 кДж/кг, що значно менше у порівнянні з традиційним підігрівачем із паровою оболонкою (254,5 кДж/кг).

Отримані результати підтверджують ефективність запропонованої конструкції вдосконаленого скребкового теплообмінника, що дозволяє підвищити енергоефективність та якість термообробки продуктів. На основі досліджень розроблено його оптимальну конструкційну схему.

Список використаних джерел

1. Zagorulko, A., Kasabova, K., Zahorulko, A., Shydakova-Kameniuka, O., Ponomarenko, N., Bereza, O., Gromov, A., & Kholobtseva, I. (2024). Improving the production technique of pat based on multicomponent fruit and berry paste. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2(11 (128)), 46–55. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.301651>

2. Kasabova, K., Samokhvalova, O., Zagorulko, A., Zahorulko, A., Babaiev, S., Bereza, O., Ponomarenko, N., Tesliuk, H., & Yukhno, V. (2022). Improvement of Turkish delight production technology using a developed multi-component fruit and vegetable paste. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6(11 (120)), 51–59. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.269393>

3. Design of a universal low-temperature rotary apparatus for making meat and vegetable products considering the integrated adaptive mechanism [Electronic resource] / A. Zahorulko, N. Penkina, T. Zhelieva, H. Chmil, M. Prykhodko, O. Kobets, S. Need // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. - 2024. - Vol. 3, Issue 11 (129). - P. 14-24. - DOI 10.15587/1729-4061.2024.305550

4. Михайлов В. М., Загорулько О. Є., Загорулько А. М., Касабова К. Р., Шидакова-Каменюка О. Г., Дмитревський Д. В. (2024). Апаратурно-технологічні аспекти виробництва функціональних плодово-ягідних паст для пастильно-мармеладних виробів. *Наукові праці НУХТ*, 30(6), 99—109. DOI: 10.24263/2225-2924-2024-30-6-10