

УДК 637.133.3

ПАСТЕРИЗАЦІЯ МОЛОКА З ВИКОРИСТАННЯМ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Єрмоєнко Д.О., к.т.н.,

Лебедєв І.М., к.т.н.,

Кіріченко В.О., к.т.н.

Донецький національний університет економіки і торгівлі імені Михайла Туган-Барановського

Тел. (062) 304-50-46

Анотація – запропоновано конструкцію пастеризатора молока з використанням повітряного теплового насосу продуктивністю 100 кг/год, яка дозволить відмовитися від дорогого обладнання для отримання водяної пари та холодної води, а також суттєво знизити витрати на енергопостачання процесу пастеризації.

Ключові слова – пастеризація, молоко, повітряний тепловий насос, спіральний пастеризатор, енергозбереження, фермерські господарства.

Постановка проблеми. В умовах планової економіки відносно низький рівень внутрішніх цін на енергетичну сировину й продукти її переробки сприяв незацікавленості населення й підприємств у забезпеченні раціонального використання й ощадливої витрати палива й енергії. У результаті підвищення цін на енергоносії змінилося відношення до енергозбереження.

На рішення таких ключових проблем енергетики, як раціональне й стабільне забезпечення країни паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР) і на зменшення впливу цієї галузі на навколишнє середовище, було спрямоване розпорядження Президента України від 27.02.2001 р. «Про розробку Енергетичної стратегії України на період до 2030 року й подальшу перспективу». У числі головних пріоритетів цієї політики (підвищення ефективності використання ПЕР і створення необхідних умов для переведення економіки країни на енергозберігаючий шлях розвитку. За рахунок активного енерго- і ресурсозбереження можна вирішити економічні, екологічні, науково-технічні й соціальні проблеми нашої країни.

Використання енерго- і ресурсозберігаючих технологій теплової пастеризації найбільш значимо для фермерських господарств, коли

необхідно знизити обсемінність молока мікроорганізмами і тим самим збільшити термін збереження без втрати товарних характеристик. У цей же час сучасні пастеризаційно-охолоджувальні установки, у яких високотемпературними теплоносіями є гаряча вода і пара, характеризуються значними енерговитратами на одиницю продукції, великою металоємністю, що обумовлює непридатність таких установок для застосування в фермерських господарствах України. Тому, актуальною задачею стає створення достатньо дешевих і простих в експлуатації малогабаритних установок для пастеризації молока з малою продуктивністю.

Підвищення ефективності технології пастеризації пов'язано зі зниженням тривалості обробки продукту, зменшенням часу протікання фізико-хімічних і біохімічних процесів, що приводять до небажаних необоротних змін поживних речовин продуктів і їхніх органолептичних властивостей.

Використання повітря як теплоносія для пастеризації молока і застосування повітряного теплового насоса дає можливість знизити енерговитрати за рахунок відмовлення від таких дорогих теплоносіїв як вода і пара, і роблять цю установку природною для використання в фермерських господарствах України.

Аналіз останніх досліджень. Пастеризація дозволяє знищити хвороботворні мікроорганізми, у число яких входять і такі особливо небезпечні, як: туберкульоз, тиф і інші, котрі приводять до важких захворювань людей. Температура і тривалість пастеризації залежать від багатьох факторів: хімічних і фізичних властивостей продукту, роду середовища, що гріє, швидкості руху продукту і теплоносія, площі теплообміну. При цьому температура пастеризації не повинна бути нижче 50 °С (це пов'язано з загибеллю туберкульозної палички) [1].

Максимальна температура пастеризації знаходиться нижче температури зміни властивостей продукту, що дозволяє розробляти режими пастеризації, що не впливають на якість продукту. Таким чином, крива, що відображає оптимальний режим пастеризації повинна знаходитися нижче кривої руйнування продукту і вище кривої патогенного середовища, що відображає загибель особливо хвороботворних мікроорганізмів.

З цього випливає, що при збільшенні часу пастеризації можна понизити температуру, і навпаки. Це дозволяє розробити режими пастеризації в широкому діапазоні.

У залежності від ступеня і тривалості нагрівання сировини пастеризації в харчовій промисловості підрозділяється на наступні режими:

- тривала пастеризація при температурі 63...65 °С, з витримкою сировини протягом 30 секунд;

- короткочасна пастеризація сировини при температурі $75\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ з витримкою 20 секунд;
- моментальна пастеризація сировини при температурі $80\text{...}87\text{ }^{\circ}\text{C}$ або $90\text{...}95\text{ }^{\circ}\text{C}$ без витримки.

У переважній більшості випадків пастеризацію варто проводити по короткочасному або миттєвому режимі, тому що в сировині, обробленому при високотемпературних режимах пастеризації, зменшується можливість розвитку кліток термофільних рас.

При пастеризації необхідно застосовувати регенератори, що дозволяють використовувати до $85\text{...}90\%$ тепла, витраченого на пастеризацію, для нагрівання сировини. Після теплової обробки продукт необхідно охолодити до температури не менш $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ – це необхідно для запобігання розвитку бактерій, що попадають у продукт з навколишнього середовища. Причому, потрібно прагнути до зменшення часу охолодження, тому що при тривалому охолодженні в зоні температур $35\text{...}15\text{ }^{\circ}\text{C}$ спостерігається швидке розмноження мікроорганізмів.

Пастеризацію можна проводити також нетепловими засобами: ультрафіолетовим опроміненням, ультразвуковим, механічним засобом. У промисловості ці засоби не знайшли застосування в силу їхньої складності і малої результативності.

Найбільш широке поширення в теперішній час одержали пластинчасті пастеризатори і пастеризаційно-охолоджувальні установки, у яких поверхні, які передають тепло, виконані у виді рифлених пластин для збільшення поверхні теплообміну й інтенсифікації процесу. Кожна пластина має чотири отвори: два для входу і виходу теплоносія. Продукт рухається по одній стороні пластини, а теплоносій по іншій. Робоча частина пластини окантована гумовими прокладками, що при зборі пластин у пакети дозволяють утворити герметично ізольовані плоскі простори, по яких рухається продукт або теплоносій [2].

Недоліком даної конструкції є те, що для санітарно-гігієнічної обробки пластин їх необхідно цілком розбирати і збирати з точною установкою прокладок, а це довгий і трудомісткий процес.

Теплові насоси – це єдині установки, що роблять у 3-7 разів більше теплової енергії, чим споживають електричної енергії на привод компресора, і тому є найбільш ефективними джерелами високопотенційного тепла [3].

Перевагами використання повітряних теплових насосів є: екологічно чиста технологія; відсутність викидів в атмосферу шкідливих речовин і вуглекислоти; невикористання озонобезпечних видів фреону; надійна автоматична робота установки, не потребуючої постійної присутності людини; мінімальні експлуатаційні витрати; тривалий термін служби без капітального ремонту (10-20 років: 45 тис. годин для

теплових насосів із поршневим компресором; 60 тис. годин для теплових насосів із гвинтовим компресором); малі габарити і вага.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Цілю та завданням дослідження є спроба створення достатньо дешевої і простої в експлуатації малогабаритної установки для пастеризації молока із застосуванням повітряного теплового насосу.

Основна частина. Пропонована установка відповідно до рисунка 1, продуктивністю 100 кг/год. складається з повітряного насоса подачі сирого молока 1, охолоджувача 2, пастеризатора 3, рекуператора 4, теплового насоса 5, і монтується на звареній рамі 6, виготовленої зі швелерів і куточків.

На підставу рами болтовими з'єднаннями кріпиться повітряний тепловий насос. Приводом для насоса служить електродвигун 4А132S8У3 потужністю 2,8 кВт. На раму встановлюється охолоджувач, що являє собою спіральний теплообмінник.

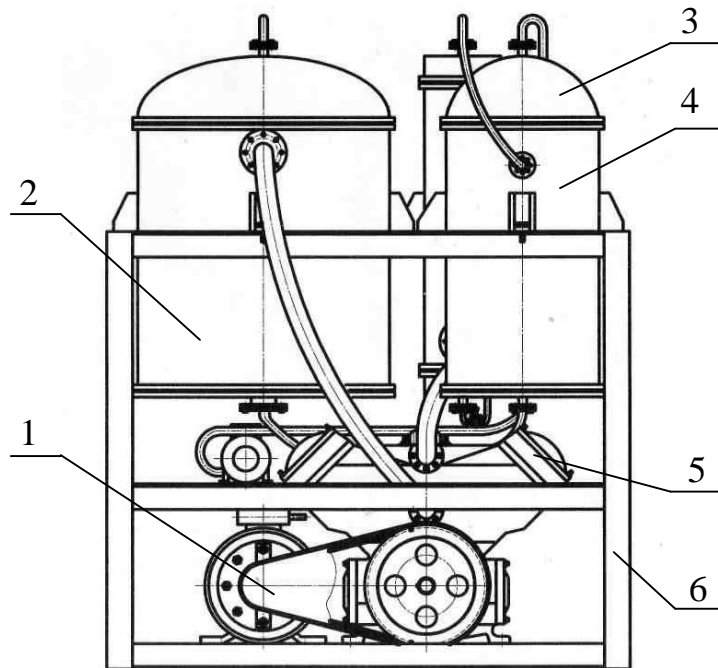


Рис. 1. Пастеризатор молока із застосуванням повітряного теплового насосу: 1 – насос подачі сирого молока; 2 – охолоджувач; 3 – пастеризатор; 4 – рекуператор; 5 – повітряний тепловий насос; 6 – рама зварена.

Пастеризація молока проводиться в кожухотрубному теплообміннику, де в якості гарячого теплоносія використовується повітря. Рекуперація проводиться в спіральному теплообміннику, що являє собою металевий тонкий лист, закручений по спіралі й поміщений у ко-

рпус. З однієї сторони листа по спіралі рухається пастеризоване молоко, а з іншої сторони назустріч рухається сире молоко за рахунок чого відбувається теплообмін. Охолодження молока відбувається також у спіральному теплообміннику, де як у охолоджувачі використовується повітря. Даний тип теплообмінників характеризується високим коефіцієнтом теплопередачі, відносно малими габаритними розмірами й малою металоемністю, що робить його придатним для роботи в малих пастеризаційних установках.

Пастеризатор молока працює таким чином. За допомогою насоса молоко надходить у секцію рекуперації, у якій обмінюється теплою з пастеризованим молоком до температури 45 °С. Після рекуперації, сире молоко надходить у секцію пастеризації, де нагрівається за допомогою гарячого повітря до температури 85 °С. Із секції пастеризації молоко надходить у секцію рекуперації, де воно обмінюється теплою із зустрічним потоком сирого молока, і температуру пастеризованого молока вдається знизити до температури 35 °С. Після рекуперації пастеризоване молоко надходить у секцію охолодження, у якій за рахунок холодного повітря проохолоджується до температури 4 °С. Охоложене пастеризоване молоко із секції охолодження розливається в герметичну тару.

Повітряний тепловий насос стискає атмосферне повітря до тиску 0,3 МПа, за рахунок стиску температура повітря підвищується до температури 128 °С. Гаряче повітря надходить у кожухотрубний пастеризатор і нагріває молоко до температури 85 °С.

При русі поршня повітряного теплового насоса у нижню мертву точку – повітря в циліндрі проохолоджується до температури –45 °С, відкриваються продувні отвори й атмосферне повітря, що нагнітається за допомогою осьового вентилятора продувається через циліндр. Холодне повітря надходить у секцію охолодження – у спіральний теплообмінник, де обмінюється теплою з молоком, тим самим проохолоджуючи його до температури 4 °С. Після чого при русі поршня верх – цикл повторюється.

Висновки. Таким чином, використання гарячого повітря як теплоносія для пастеризації молока, а холодного повітря – для його охолодження, дозволяє не тільки відмовитися від коштовного обладнання для одержання водяної пари і холодної води, але і значно знизити витрати на одержання енергії, якщо врахувати, що витрати на одержання одиниці теплової енергії в повітряному тепловому насосі в 4-5 разів менше традиційного. Пропонована установка може знайти широке використання в фермерських господарствах України і Європи.

Перспективи подальших досліджень у даному напрямі є виготовлення експериментального зразка пастеризатора молока та дослідження його експлуатаційних характеристик.

Література

1. *Липатов Н.Н.* Процессы и аппараты пищевых производств. / *Н.Н. Липатов.* – М.: Экономика, 1987. – 258 с.
2. *Кук Г.А.* Процессы и аппараты молочной промышленности. / *Г.А. Кук.* – М.: Пищевая промышленность, 1973. – 345 с.
3. *Єрьоменко Д.О.* Пастеризація фруктових соків із застосуванням повітряного теплового насосу. / *Д.О. Єрьоменко, С.О. Чернишов, І.М. Лебедев.* // Обладнання та технології харчових виробництв. Темат. зб. наук. пр. – Вип. 20. – Донецьк: ДонНУЕТ, 2009. – С.76–80.

ПАСТЕРИЗАЦИЯ МОЛОКА С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ

Еременко Д.О., Лебедев И.Н., Кириченко В.А.

Аннотация

Предложено конструкцию пастеризатора молока с применением воздушного теплового насоса производительностью 100 кг/ч, которая позволит отказаться от дорогостоящего оборудования для получения водяного пара и холодной воды, а также существенно снизить расходы на энергообеспечение процесса пастеризации.

THE PASTEURIZATION OF MILK WITH APPLICATION OF THE AIR THERMAL PUMP

D. Eremenko, I. Lebedev, V. Kirichenko

Summary

The design of a pasteurizer of milk with application of the air thermal pump by productivity of 100 kg per hour, which will allow to refuse expensive equipment for reception water pair and cold water is offered, and also it is essential to cut expenses on power supply of process of pasteurization.