

УДК 637.134

## СУЧАСНИЙ СТАН СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ВИРОБНИЦТВА МОЛОКА

Лубенець Р. А., Сіренко Ю. В.

Сумського національного аграрного університету

Постановка проблеми. Аналіз систем автоматизації процесу пастеризації молока молочних цехів фермерських господарств України.

Пастеризація молока та молочних продуктів набула широкого поширення у всіх країнах світу. Вона дозволяє значно підвищити термін зберігання та реалізації продукції. Процес пастеризації завжди вважався енергоємним з позиції використання різних видів енергії. В умовах енергетичного дефіциту актуальним питанням для промислових підприємств молокопереробної галузі стає питання економного використання енергії процесу пастеризації [1].

### Аналіз останніх досліджень.

| Основні технічні характеристики ванн тривалої пастеризації типу ВТП                                      |                              |                |                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|----------------|----------------|
| Показники                                                                                                | Об'єм ванни, дм <sup>3</sup> |                |                |
|                                                                                                          | 300                          | 600            | 1000           |
| Температура пастеризації молока, °C                                                                      | 63-95                        |                |                |
| Тиск пару, кПа                                                                                           | 10-30                        |                |                |
| Частота обертання мішалки, с <sup>-1</sup>                                                               | 2,7-3,0                      |                |                |
| Діаметр, мм зливної труби                                                                                | 32                           |                |                |
| трубопроводів подачі води                                                                                | 25                           |                |                |
| трубопроводів подачі пару                                                                                | 25                           |                |                |
| Витрата пару на нагрів кг/год                                                                            | 40                           | 80             | 100            |
| Теплообмінна поверхня, м <sup>2</sup>                                                                    | 2,0                          | 3,5            | 5,1            |
| Місткість водяної сорочки, дм <sup>3</sup>                                                               | 100                          | 120            | 107            |
| Встановлена потужність електродвигуна мішалки, кВт                                                       | 0,6                          | 0,75           | 0,75           |
| Габаритні розміри, мм                                                                                    | 1290/925/1370                | 1880/1410/1660 | 1880/1410/2015 |
| Маса, кг                                                                                                 | 165                          | 535            | 625            |
| призначені для нагріву, пастеризації і охолодження молока, кисломолочних напоїв і інших молочних сумішей |                              |                |                |

| Технічна характеристика пластинчастих пастеризаційно-охолоджувальних установок для молока марки ПТ                     |               |               |                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------|----------------|
| Показник                                                                                                               | ПТ-500        | ПТ-1000       | ПТ-3000        |
| Витрата, л/год                                                                                                         | 500           | 1000          | 3000           |
| Температура молока, °C                                                                                                 |               |               |                |
| на вході                                                                                                               | 5-10          | 5-10          | 5-10           |
| нагріву(пастеризації)                                                                                                  | 76-80         | 76-80         | 76-80          |
| охолодження                                                                                                            | 2-6           | 2-6           | 2-6            |
| Коефіцієнт регенерації, не менше                                                                                       | 0,85          | 0,9           | 0,9            |
| Час витримки молока при температурі пастеризації, с                                                                    | 25            | 25            | 25             |
| Температура холодоносія, °C                                                                                            | 0-1           | 0-1           | 0-1            |
| Кратність холодоносія                                                                                                  | 4             | 3             | 2              |
| Тиск підводу, кПа, не менше                                                                                            | 150           | 150           | 150            |
| Встановлена потужність, кВт                                                                                            | 18            | 24            | 50             |
| Потужність, споживча установкою під час пастеризації, кВт                                                              | 9             | 15            | 30             |
| Габаритні розміри, мм                                                                                                  | 2150/900/1845 | 2150/900/1845 | 2715/1225/2215 |
| Площа, м <sup>2</sup>                                                                                                  | 1,7           | 1,7           | 3,3            |
| Маса установки, кг                                                                                                     | 500           | 550           | 1050           |
| використовується для пастеризації і наступного охолодження рідких харчових продуктів в закритому безперервному потоці, |               |               |                |

Рис. 1. Порівняння характеристика пастеризаторів пастеризаційно-охолоджувальних установок та ванн тривалої пастеризації [1], [3].

| Технічна характеристика пастеризаторів з роторним нагрівачем                                                                                      |                         |                        |                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| Показник                                                                                                                                          | ПМР-0,2                 | ПМР-0,2-1              | ПМР-0,2-2              |
| Витрати, л/год                                                                                                                                    | 500                     | 1000                   | 1800                   |
| Температура молока, поступаючого на обробку, °C                                                                                                   | 10-30                   | 10-30                  | 10-30                  |
| Температура пастеризації молока, °C                                                                                                               | 74-96                   | 74-96                  | 74-96                  |
| Тривалість витримки молока при температурі пастеризації, с                                                                                        | 15-20                   | 15-20                  | 15-20                  |
| Температура охолодженого молока (при температурі холодоносія 1-3 °C та інтенсивності подачі не менше 1,5 м³/год), °C                              | 6-10                    | 6-10                   | 6-10                   |
| Тривалість прогріву установки                                                                                                                     | 10                      | 10                     | 10                     |
| Тип фільтру                                                                                                                                       | Некратний або сітчастий |                        |                        |
| Клас чистоти молока                                                                                                                               | І                       |                        |                        |
| Встановлена потужність, кВт                                                                                                                       | 6,5                     | 11,7                   | 15,0                   |
| Габаритні розміри, мм                                                                                                                             | 1100/<br>750/<br>1500   | 1100/<br>1000/<br>1500 | 1200/<br>1100/<br>1500 |
| Маса установки, кг                                                                                                                                | 250                     | 300                    | 400                    |
| Призначений для пастеризації, витримки, фільтрації і охолодження молока. При необхідності пастеризатор налаштовують на режим стерилізації молока. |                         |                        |                        |

| Технічна характеристика пастеризаторів трубчастих                                                                                                                       |              |                |               |         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------|---------------|---------|
| Показник                                                                                                                                                                |              | Одиниця виміру | Модельний ряд |         |
|                                                                                                                                                                         |              |                | ПТУ-5         | ПТУ-10  |
| Продуктивність                                                                                                                                                          |              | л/год          | 5 000         | 10 000  |
| Кількість робочих секцій                                                                                                                                                |              | шт             | 2             | 2       |
| Температура продукту                                                                                                                                                    | початкова    | °C             | 10            | 10      |
|                                                                                                                                                                         | пастеризації | °C             | 85-90         | 85-90   |
| Витрати теплоносія на 1 тонну продукції                                                                                                                                 | пари         | кг/год         | 55            | 98      |
|                                                                                                                                                                         | гарячої води | куб.м/год      | 10            | 20      |
| Площа теплообміну                                                                                                                                                       |              | кв.м           | 4,5           | 9,0     |
| Тиск пари                                                                                                                                                               |              | МПа            | 0,1-0,3       | 0,1-0,3 |
| Габаритні розміри                                                                                                                                                       |              | мм             | 1400х         | 1400х   |
|                                                                                                                                                                         |              |                | 1100х         | 1200х1  |
|                                                                                                                                                                         |              |                | 1700          | 950     |
| Призначення                                                                                                                                                             |              |                |               |         |
| Установка ефективно використовується у випадках, коли подальший процес обробки молока відбувається при температурі, яка мало відрізняється від температури пастеризації |              |                |               |         |

Рис. 2. Порівняння характеристика пастеризаторів з роторним нагрівачем та трубчастих пастеризаторів [2], [4].

Мета досліджень. Удосконалення системи автоматизації процесу пастеризація молока. Покращення рівня автоматизації процесів для отримання вимог, що можуть забезпечити необхідну кількість відповідної якості кінцевого продукту.

Результати досліджень. Пастеризація здійснюється для знищення хвороботворних мікроорганізмів, ефективність її залежить від температури і тривалості нагрівання продукту. Для різних видів молочних продуктів режими пастеризації різняться і обумовлені знищенням мікрофлори і технологічними властивостями, які необхідно надати молочним продуктам.

У вітчизняній промисловості для пастеризації молока часто використовують трубчасті пастеризатори. Тому, що вони є прості і надійні в роботі, також забезпечують теплову обробку продукту при високих температурах. Але вони мають ряд суттєвих недоліків

Беручи до уваги порівняння пастеризаторів різних типів раціонально буде використовувати пластинчасті пастеризатори так як вони мають ряд таких переваг над іншими агрегатами:

- мала робоча місткість, що дозволяє приладам автоматики точніше відстежувати хід технологічного процесу;
- здатність працювати досить ефективно за мінімального теплового натиску мінімальні теплопритоки та втрати теплоти та холоду;

- суттєва економія (80...90 %) теплоти в секціях регенерації (питома витрата пари в пластинчастих установках у 2-3 рази менша, ніж у трубчастих, і в 4-5 разів, ніж у ємнісних теплообмінниках);
- мала установча площа (пластинчаста установка займає приблизно 4 рази меншу поверхню, ніж трубчаста аналогічної продуктивності);
- можливість змінювати кількість пластин у кожній секції, що дозволяє адаптувати теплообмінний апарат до конкретного технологічного процесу
- можливість безрозбірного циркуляційного миття апаратури;
- невисокі показники енергоспоживання;
- повернення продукту на перепастеризацію, у випадку пониження температури пастеризації можливість підключення до СІР-станції [4].

Висновок. Результати порівняння показали, що при пастеризації молока раціонально використовувати у системах автоматизації процесу пастеризації молока молочних цехів фермерських господарств України саме пластинчасті пастеризатори у зв'язку з тим, що вони мають вагомий ряд переваг над іншими.

#### Список використаних джерел

1. Бондаренко Р. М. Обробка молока гідродинамічною кавітацією [Електронний ресурс] / Р. М. Бондаренко, Н. В. Семінська // Магістерська робота. 2019. Режим доступу до ресурсу: <https://pgm.kpi.ua/downloads/magistry/2018/Bondarenko.pdf>.
2. Пастеризатори трубчасті, підігрівачі [Електронний ресурс] // ТХЛ Палладіум. 2018. Режим доступу до ресурсу: <https://www.palladium-milk.com.ua/ukr/catalog/trubchatye-pasterizatory/>.
3. Пастеризаційна охолоджувальна установка для молока. Пристрій та принцип роботи пластинчастої пастеризаційно-охолоджувальної установки. Опис технологічного процесу [Електронний ресурс] // santorpack. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://santorpack.ru/uk/school-of-design/pasterizacionnaya-ohladitelnaya-ustanovka-dlya-moloka-ustroistvo-i-princip.html>.
4. Пастеризаційно-охолоджувальна установка для приймальної ділянки молока [Електронний ресурс] // Калинівський машинобудівний завод. 2022. Режим доступу до ресурсу: <https://kmbp.com.ua/produksiya/rishennia-dlia-molochnoi-promyslovosti/pasterizatori-ta-okholodzhuvachi/pasteryzatsiino-okholodzhuvalna-ustanovka-dlia-pryimalnoi-dilnytsi-moloka>.