

Задание №5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОЩАДИ ПОВЕРХНОСТИ ПРОТИВОТОЧНОГО ТЕПЛООБМЕННИКА ДЛЯ ПАСТЕРИЗАЦИИ МОЛОКА

5.1. Общие сведения

Молочные продукты, в частности молоко, являются хорошей питательной средой для микроорганизмов. Микроорганизмы, размножаясь, могут значительно ускорить процесс порчи молочной продукции. Кроме того, микроорганизмы могут вызвать опасные заболевания людей. Поэтому важнейшая задача при выпуске молочных продуктов – уничтожить содержащиеся в них микроорганизмы.

Одним из способов уничтожения микроорганизмов является кипячение. Однако кипячение сильно изменяет свойства молочных продуктов, вкус, запах и т.д. Установлено, что для уничтожения активных форм микроорганизмов нет необходимости нагревать продукты до кипячения. Жизнедеятельность микроорганизмов при соблюдении некоторых условий может быть подавлено при нагревании до 85–95 °С. Впервые установил губительное действие на микроорганизмы высоких температур и применил их для обработки продуктов с целью их сохранения французский ученый Л. Пастер. По имени этого ученого такая обработка называется пастеризацией.

Пастеризация может быть длительной, кратковременной и мгновенной. При длительной пастеризации молоко нагревают до 63–65 °С и выдерживают при этой температуре 30 минут, при кратковременной молоко нагревают до 72–76 °С с выдержкой 15...20 секунд, при мгновенной пастеризации молоко нагревают до 85–95 °С без выдержки.

Выбор режимов пастеризации определяется технологическими условиями и свойствами продукта. При содержании в продукте компонентов, отличающихся низкой термоустойчивостью, следует применять длительную пастеризацию. Процесс длительной пастеризации хотя и

обеспечивает надежное уничтожение патогенных микробов и наименьшее изменение физико-химических свойств молока, однако требует больших затрат, связанных с использованием малопроизводительного оборудования.

Наиболее распространенный способ в производстве пастеризованного молока, кисломолочных продуктов и мороженого – кратковременная пастеризация. Этот способ также надежен для инактивации микробов и максимального сохранения исходных свойств молока. Моментальная пастеризация по воздействию на микробы и свойства молока аналогична кратковременной. Она рекомендуется для пастеризации сливок, из которых вырабатывают масло, и при производстве молочных консервов. Таким образом, все способы пастеризации позволяют получить продукт, безвредный для непосредственного употребления в пищу, но имеющий ограниченный срок хранения.

В молочной промышленности для пастеризации молока и молочных продуктов применяют пастеризационные установки. Наибольшее применение получили четыре типа пастеризационных аппаратов: ванны длительной пастеризации, паровые пастеризаторы с вытеснительными барабанами, пластинчатые пастеризаторы и трубчатые пастеризаторы.

На рис. 7 представлена технологическая схема пастеризационно-охладительной установки ОПФ-1, предназначенной для центробежной очистки, пастеризации и охлаждения молока. Выпускается в двух модификациях: ОПФ-1-20 - для пастеризации молока здоровых коров при температуре 74–78 °С и выдержкой при этой температуре 20 с; ОПФ-1-300 - для пастеризации молока больных коров при температуре 90–94 °С и выдержкой в течение 300 с.

Пастеризация молока в секции пастеризации осуществляется теплом горячей воды (для ОПФ-1-20) или насыщенного пара из бойлера 8 (для ОПФ-1-30). Секции регенерации I и II служат для теплообмена молока поступающего в секции пастеризации и из секции пастеризации в секции охлаждения IV и V.

Процесс осуществляется следующим образом. Молоко подлежащее пастеризации поступает в бак 4, откуда насосом 3 прокачивается через секцию регенерации I, где подогревается до 40–45 °С с целью снижения вязкости для улучшения качества очистки в очистителе 2, откуда очищенное молоко поступает в секцию регенерации II и далее в секцию пастеризации III.

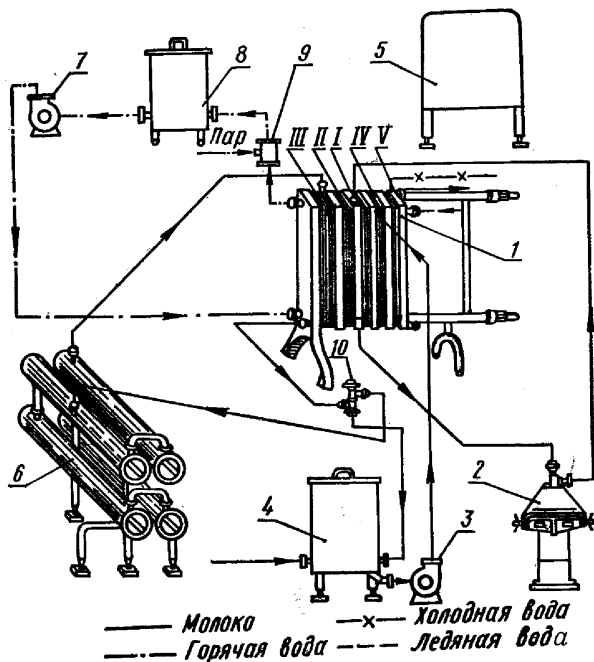


Рис. 7. Технологическая схема пластинчатой пастеризационно-охладительной установки ОПФ-1:

I – первая секция регенерации; II – вторая секция регенерации; III – секция пастеризации; IV – секция водяного охлаждения; V – секция рассольного охлаждения; 1 – пластинчатый теплообменник; 2 – сепаратор-молокоочиститель; 3 – насос молочный; 4 – бак уравнильный; 5 – пульт управления; 6 – выдерживатели; 7 – насос водяной; 8 – бойлер; 9 – инжектор; 10 – клапан перепускной

Из секции пастеризации молоко проходит через перепускной клапан 10, где определяется достигнутая в секции пастеризации температура. При достижении заданных

показателей молоко поступает в трубчатый выдерживатель 6. В случае недостижения заданной температуры в секции пастеризации молоко перепускным клапаном 10 направляется в бак 4, для прохождения повторного цикла.

Молоко из выдерживателя поступает последовательно в секции II, I, IV, V, где последовательно охлаждается до температуры хранения. В секции IV охлаждение проводится холодом водопроводной воды, а в секции V доохлаждается до заданной температуры ледяной водой, выработанной специальным водоохлаждающими установками [3].

На рисунке 8 представлен график распределения температур вдоль поверхности теплообмена противоточного теплообменного аппарата пастеризатора.

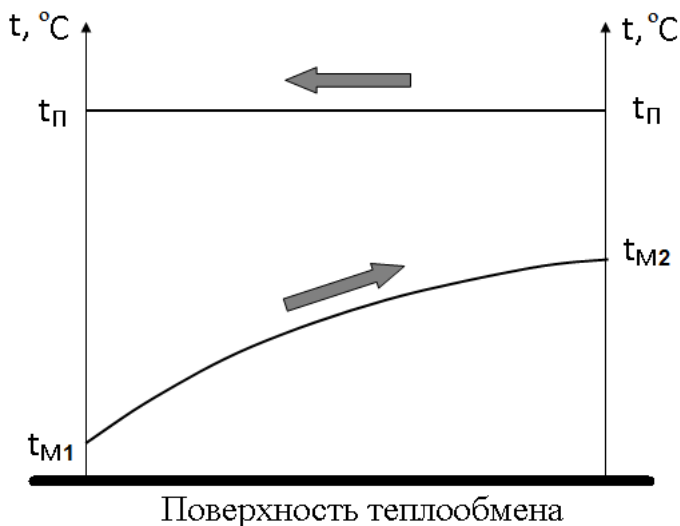


Рис. 8. График распределения температур вдоль поверхности теплообмена противоточного теплообменника

5.2. Порядок выполнения задания

Пастеризация молока производится паром в противоточном теплообменнике

Известными величинами являются следующие (см. приложение 1 и 2):

1. Давление пара $P_H = \underline{\hspace{2cm}}$ МПа.
2. Производительность пастеризатора по молоку
 $m = \underline{\hspace{2cm}}$ кг/с
3. Начальная и конечная температуры молока
 $t_{M1} = \underline{\hspace{2cm}}$ °С
 $t_{M2} = \underline{\hspace{2cm}}$ °С
4. Коэффициент теплопередачи теплообменника
 $K = \underline{\hspace{2cm}}$ Вт/м²·К
5. Теплоемкость молока $C_M = 3,8$ кДж/кг·К

Определить:

- 1) Количество пара, необходимое для пастеризации;
- 2) Площадь поверхности нагрева теплообменника;
- 3) Построить график распределения температур вдоль поверхности теплообмена.

Решение

1. Определяем энергию, которую пар передает молоку:

$$Q_{\Pi} = m \cdot C_M \cdot (t_{M1} - t_{M2}), \text{ кДж/с} \quad (5.1)$$

2. Определим количество пара, необходимое для пастеризации D_{Π} из выражения:

$$Q_{\Pi} = D_{\Pi} \cdot (i_2 - i_1) \quad (5.2)$$

Отсюда получим:

$$D_{\Pi} = \frac{Q_{\Pi}}{i_2 - i_1}, \text{ кг/с} \quad (5.3)$$

где i_1 и i_2 - соответственно энтальпии конденсата и пара при заданном давлении пара, кДж/кг (см. приложение 5).

3. Определим удельный объем пара:

$$v'' = \frac{1}{\rho_{\Pi}}, \text{ м}^3/\text{кг} \quad (5.4)$$

где ρ_{Π} – плотность пара при заданном давлении пара, кг/м^3 (см. приложение 5).

4. Определим объемный расход пара:

$$V_{\Pi} = D_{\Pi} \cdot v'', \text{ м}^3/\text{с} \quad (5.5)$$

5. Найдем температурный напор:

$$\Delta t_{CP} = \frac{\Delta t_B - \Delta t_M}{2,3 \cdot \lg \frac{\Delta t_B}{\Delta t_M}}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (5.6)$$

где $\Delta t_B = t_{\Pi} - t_{M1}$, $^\circ\text{C}$ – наибольшая разность температур;
 $\Delta t_M = t_{\Pi} - t_{M2}$, $^\circ\text{C}$ – наименьшая разность температур;
 t_{Π} – температура пара при заданном давлении пара, $^\circ\text{C}$ (см. приложение 5).

6. Определим поверхность нагрева теплообменника F из выражения:

$$Q = k \cdot F \cdot \Delta t_{CP} \quad (5.7)$$

Тогда получим:

$$F = \frac{Q_{\Pi} \cdot 10^3}{k \cdot \Delta t_{CP}}, \text{ м}^2 \quad (5.8)$$

7. Построить график распределения температур вдоль поверхности теплообмена со своими значениями параметров (см. рис. 8)