

МОДЕРНИЗАЦИЯ ХОЛОДИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ МТКО DIAN

Ф.И. Назаров, Ф.Д. Сапожников, к.т.н., доцент,
Г.Ф. Назарова, А.Л. Евдонка

*Белорусский государственный аграрный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь*

Введение

Оборудование для охлаждения молока типа *МТКО DIAN 2500/2* предназначено для охлаждения молока на животноводческих фермах, пунктах приема и сбора молока с целью его хранения до перевозки к месту дальнейшей переработки. Оборудование предназначено для охлаждения молока в объеме двух доений.

Охлаждение молока производится орошением наружных боковых стенок молочной емкости ледяной водой насосом через систему трубопроводов. Молочная емкость установлена в водяную ванну и находится выше уровня ледяной воды. Охлаждение воды происходит за счет таяния льда, который образуется на змеевиковом испарителе системы охлаждения.

Применение системы предварительного охлаждения молока позволяет смешивать молоко нескольких доений, что гарантирует высокое качество сырья и значительно сокращает время охлаждения молока до критической температуры 10 °С (в течение 15 минут от начала доения) [1].

Основная часть

С целью экономии средств и энергоресурсов нами предлагается устанавливать теплообменник непосредственно в водяной ванне под днищем молочного танка. Это позволило устранить из старой схемы наличие водяного насоса с электродвигателем для забора воды из молочного танка.

Проведем расчет теплообменника. Из основного уравнения теплопередачи

$$F = \frac{Q}{k_t \cdot \Delta t_{cp}},$$

где F – площадь поверхности теплопередачи, м^2 ; Q – тепловая нагрузка, Вт; k_t – коэффициент теплопередачи, $\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}$; Δt_{cp} – средняя разность температур между теплоносителями, $^\circ\text{С}$.

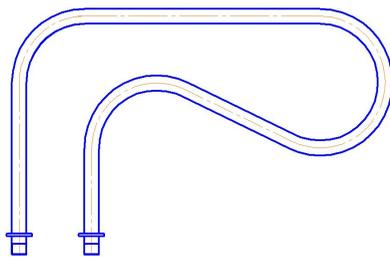


Рисунок 1. – Теплообменник

Коэффициент теплопередачи зависит от многих факторов (температуры теплообменных жидкостей, конструкции теплообменника, условий течения жидкостей и т.п.) и в каждом отдельном случае определяется экспериментально или рассчитывается по имеющимся экспериментальным зависимостям. Нами принято $k_t = 2203 \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}$. Это значение взято из книги [2], где произведен расчет для условий, аналогичным нашим.

Средняя разность температур между теплоносителями определяется по формуле

$$\Delta t_{cp} = \frac{\Delta t_{max} - \Delta t_{min}}{\ln \frac{\Delta t_{max}}{\Delta t_{min}}},$$

где Δt_{max} и Δt_{min} – соответственно максимальная и минимальная разность температур между водой и молоком.

Разрабатываемый теплообменник находится в ванне с водой температурой 1°С , температура поступающего на охлаждение молока равна 32°С , а после охлаждения – 15°С .

Тогда $\Delta t_{max} = 32 - 1 = 31^\circ\text{С}$, $\Delta t_{min} = 15 - 1 = 14^\circ\text{С}$, $\Delta t_{cp} = 21,5^\circ\text{С}$.

Тепловую нагрузку определяем исходя из одновременного доения 10 коров. Годовой удой от коровы равен 6000 л. молока. Корова доится в среднем 5 мин. = 300 сек. Одноразовый надой от коровы максимальный 15 л. молока. Следовательно, в теплообменник будет постоянно поступать в секунду $M_c = 0,5 \text{ кг}/\text{с}$.

Тепловая нагрузка на теплообменник определяется по формуле

$$Q = M_c \cdot C_m \cdot (t_n - t_{кп}),$$

где M_c – секундный расход молока, кг; C_m – удельная теплоемкость молока, $C_m = 3900$ Дж/кг·С; t_n и $t_{кп}$ – начальная и конечная после предохлаждения температура молока

$$Q = 0,5 \cdot 3900 \cdot 17 = 33150 \text{ Вт.}$$

Из формулы (1) определяем площадь поверхности теплоотдачи

$$F = \frac{33150}{2203 \cdot 21,5} = 0,7 \text{ м}^2.$$

Габариты холодильника *МТКО DIAN 2500/2* позволяют разместить под ванной теплообменник длиной 4 м.

Диаметр молокопроводной трубы определяем из выражения

$$d = \frac{F}{\pi \cdot L},$$

где L – длина теплообменника, $L = 4$ м.

$$d = \frac{0,7}{3,14 \cdot 4} = 0,056 \text{ м.}$$

В соответствии со стандартом на круглые трубы принимаем условный диаметр равный 56 мм. Толщина стенки 3,5 мм. Проведенный тепловой расчет показывает, что молоко после доения проходя через теплообменник, будет охлаждаться до температуры 15 °С.

Заключение

Проведенная модернизация холодильной установки *МТКО DIAN* позволит значительно сократить время охлаждения молока при высоком его качестве.

Список использованной литературы

1. Сапожников Ф.Д. Охлаждение молока и техническое обслуживание установок: практикум / Ф.Д. Сапожников, В.М. Колончук, Ф.И. Назаров. – Минск: БГАТУ, 2006. – 88 с.
2. Остриков А.Н. Расчет и проектирование теплообменников: учебник / А.Н. Остриков, А.В. Логинов, А.С. Попов, И.Н. Болгова; Воронеж. гос. технол. акад. – Воронеж: ВГТА, 2011. – 427 с.