

УДК 637.132(088.8)

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ КОМБИНИРОВАННАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ОХЛАЖДЕНИЯ МОЛОКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВТОРИЧНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

*С.Н. Бруздаева, кандидат технических наук, доцент,
+79050356125, bruzdaeva@mail.ru,*

*Т.Ю. Гудкова, студентка колледжа агротехнологий и бизнеса
ФГБОУ ВО Ульяновская ГСХА*

Ключевые слова: *естественное охлаждение, искусственное охлаждение, первичная обработка молока, холодильная машина, преохладитель, комбинированная система охлаждения молока.*

Предложена комбинированная технологическая схема энергосберегающей установки для первичного охлаждения молока на ферме с использованием природного холода. Основным элементом установки является предварительный охладитель.

Молоко после доения охлаждают с использованием искусственного холода, вырабатываемого холодильными машинами. Более 90 % холодильных машин, применяемых в сельском хозяйстве, это компрессорные холодильные машины холодопроизводительностью до 40 кВт. Холодильные машины требуют специализированного технического обслуживания, высоки энергозатраты при их эксплуатации. Производство холода стоит дорого: охлаждение 1 тонны молока на ферме обходится до 29 кВт/ч электроэнергии.

Известно, что доля потребления электроэнергии холодильным оборудованием в общем энергобалансе развитых стран оценивается в 15–20 %. Остаются актуальными вопросы сокращения потребления электроэнергии на производство холода, использование вторичных источников энергии. Расход электроэнергии при охлаждении молока с годовым удоем 3000 кг/г (поголовье 200 голов) составляет 2280 кВт/ч.

В предлагаемой установке в качестве вторичного источника энергии принят холодный наружный воздух, температура которого в холодное время года достигает от +2°С до -31°С.

Анализ климатических условий показал, что большая часть Российской Федерации находится в области отрицательных значений температур наружного воздуха до 150 суток в году. Продолжительность холодного периода года для Ульяновской области при среднесуточной температуре воздуха: -8,2 °С составляет 152 суток, -4,8°С 211 суток и -3,9°С- 226 суток [1]. Таким образом 150 дней в году при рациональном

решении вопроса можно экономить электроэнергию на выработку искусственного холода, получаемого холодильной машиной.

Проблемами эффективного использования естественного холода занимались такие ученые, как Марьяхин Ф.Г., Мусин А.М., Учеваткин А.И., Коршунов Б.П. и др. [2]

Несмотря на большое разнообразие установок для охлаждения молока на фермах с использованием естественного холода практического применения они не получили. К недостаткам данных установок относятся: конструктивная сложность установок, низкий коэффициент унификации, ненадежность работы при сильных морозах и т.д.

Для обеспечения функционирования технологической схемы охлаждения молока при его первичной обработке необходимо соблюдение требований и технологических параметров к охлажденному молоку. Логистическая цепь комбинированной системы охлаждения с использованием машинного охлаждения и использования вторичных источников энергии должна включать следующие элементы:

I:ХМ→ТА→Р→МОЛОКО ОХЛАЖДЕННОЕ←ТА→Р:II

I,II- первый, второй контуры; ХМ- холодильная машина; ТА- теплообменный аппарат; Р- резервуар

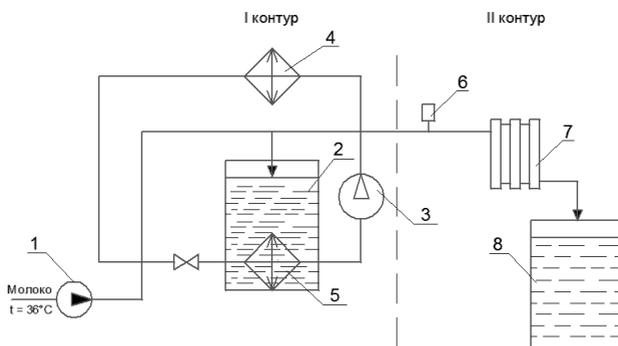
Предлагаемая система охлаждения работает следующим образом: I контур обеспечивает холодом, вырабатываемым холодильной машиной 215 дней в году; II контур охлаждает молоко 150 дней в году при естественном охлаждении.

Для снижения высокочрезвычайно затратного машинного охлаждения, на основе изученных технологических схем охлаждения молока на ферме в работе предлагается использование естественного холода: холодного наружного воздуха для охлаждения свежесвыдоенного молока и хранения в охлажденном виде.

Технологическая схема включает в себя предварительный охладитель (ПО), резервуар, насос молочный и средства автоматики.

При достижении температуры наружного воздуха 0...2°C термореле переключает молочный насос, обеспечивающий подачу молока по II контуру технологической системы охлаждения: молоко поступает в предварительный охладитель и затем в резервуар для хранения, расположенные снаружи здания молочного отделения[3].

Основным элементом системы охлаждения молока наружным холодным воздухом является предварительный охладитель плиточного типа, расположенный секциями. Отличается предлагаемая система от известных установок такого типа нестандартной конструкцией тепло-



1-насос; 2-резервуар; 3-компрессор; 4-конденсатор; 5-испаритель; 6- термореле; 7- предварительный охладитель; 8-резервуар

Рисунок 1- Технологическая схема установки для охлаждения молока с использованием наружного холодного воздуха

обменника - предварительного охладителя, который позволит отводить тепло от парного молока при его контакте с холодной поверхностью плиты, охлажденной в свою очередь наружным холодным воздухом [4].

Охлаждение молока проводят как при непосредственном охлаждении так и с помощью промежуточного хладоносителя [5, 6].

Известно, что экономичность и быстрое охлаждение молока достигается при работе с теплообменниками проточного типа. К таким теплообменникам относится предварительный охладитель плиточный, секционный. Теплопередающая поверхность плит предохладителя может быть выполнена из экструдированного нержавеющей металла. Секции расположены вертикально относительно опорной рамы. Последовательное расположение секций предохладителя предусмотрено для свободной конвекции наружного воздуха без вспомогательных средств. Молоко последовательно проходит через холодную секцию, пока отепленная секция остывает и т.д.

Первый контур базовый представлен холодильной машиной, которая охлаждает молоко при температуре наружного воздуха выше 0°C (215 дней в году). Второй контур (предлагаемый) обеспечивает охлаждение молока наружным холодным воздухом в течение 150 дней в году.

Уравнение теплового баланса с учетом теплоемкости стенки плиты предохладителя:

$$S_1 \cdot \rho_1 \cdot c_p \cdot \frac{\partial T}{\partial t} = -\nu_1 \cdot \rho_1 \quad (1)$$

где S – площадь поперечного сечения потока, m^2 ; L – длина зоны идеального вытеснения, m ; L - пространственная координата, изменяющаяся от 0 до L ; $T = T(l, t)$ – функция распределения температуры потока теплоносителя по пространственной координате во времени.

Предлагаемая комбинированная система охлаждения молока на ферме позволит снизить энергозатраты на производство холода на 30-40 % вследствие использования наружного холодного воздуха.

Преимущество данной установки заключается в несложной конструкции, обслуживании и ремонте, в надежном использовании доступного и бесплатного хладоносителя в виде холодного воздуха, экономии электроэнергии, снижении себестоимости холода.

Библиографический список

1. Строительные нормы и правила Российской Федерации Строительная климатология СНиП 23-01-99 Строительная климатология. Москва.- 2003. URL: [http://www.tgi-roup.ru/upload/information_system_\(Дата обращения 28. 10. 2016 г.\)](http://www.tgi-roup.ru/upload/information_system_(Дата обращения 28. 10. 2016 г.))
2. Патент РФ N231468 Энергосберегающая установка для охлаждения молока на фермах с использованием природного холода / Ф.Г. Марьяхин, Б.П. Коршунов, А.Б. Коршунов, Ю.Б. Пржетишевский, Ю.В.Челнищев.–БИ N 36.–2008.
3. Бруздаева С.Н., Гришин О.М. Охладитель творога.- Патент RU № 15055. Оpubл.20.02.2015г. Бюл. № 5.
4. Бруздаева С.Н. Разработка испарительного охладителя творога.VI Международная практическая конференция « Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения» – Ульяновск, УГСХА им. П.А.Столыпина, 2015.- С. 14-17.
5. Бруздаева С.Н. Повышение качества сыпучих материалов путем совершенствования конструктивных и технологических параметров охладителя. VII Международная научно-практическая конференция «Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути решения»-Ульяновск, УГСХА им. П.А.Столыпина, 2016.- С. 21-25.
6. Бруздаева С.Н. Разработка способа получения творожного крема при низких температурах. Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Аграрный потенциал в системе продовольственного обеспечения: теория и практика» –Ульяновск: Ульяновская ГСХА, 2016.–Ч. II – С.30-33.

ENERGY-SAVING COMBINATION UNIT FOR COOLING OF MILK WITH THE USE OF SECONDARY ENERGY SOURCES

Bruzdaeva S.N., Gudkova T.Y.

Keywords: *natural cooling, refrigeration, primary processing of milk, chiller, pre-cooler, the combined cooling of milk.*