

СИСТЕМА ЭФФЕКТИВНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ МОЛОКА НА ФЕРМАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ХЛАДОНОСИТЕЛЕЙ С НИЗКОЙ ТЕМПЕРАТУРОЙ ЗАМЕРЗАНИЯ

***А.Б. Коршунов, кандидат технических наук
ГНУ ВИЭСХ РОССЕЛЬХОЗАКАДЕМИИ, г. Москва***

Проведены исследования по выбору хладоносителей с низкой температурой замерзания для охлаждения молока на фермах. Предложено в качестве хладоносителя в охлаждающих установках использовать Экосол-40. Разработана и исследована система охлаждения молока на фермах, позволяющая снизить эксплуатационные расходы и повысить надежность работы оборудования.

Система охлаждения, молоко, хладоноситель, охладитель молока.

В связи с вступлением в ВТО современная технология предъявляет все более жесткие требования к поддержанию режимов не только к охлаждению молока на фермах, но и на всех стадиях холодильной обработки при производстве молочных продуктов на молокозаводах.

Цель исследований – разработка системы с использованием хладоносителей с низкой температурой замерзания, обеспечивающую эффективное охлаждение молока на фермах.

Материалы и методика исследований. Из анализа существующих технологий можно выделить четыре варианта систем охлаждения с использованием танков-охладителей [1].

Первый, один из самых простых и дешевых по сравнению с другими вариант, когда используется резервуар-охладитель с непосредственным охлаждением. Однако в такой схеме возможно примерзание молока к внутренней поверхности резервуара, что недопустимо.

Второй вариант – парокомпрессионные холодильные машины (ПКХМ) с аккумуляторами льда. Охлаждение стенок резервуара с молоком производится ледяной водой. В этом случае исключается примерзание молока к стенкам, охлаждение происходит быстрее, т.к. ПКХМ включается сразу в момент поступления молока в резервуар-охладитель. Кроме того, применение аккумуляторов холода позволит значительно снизить затраты электроэнергии, т.к. намораживать лед можно в ночное время, при минимальных нагрузках в электросетях, когда стоимость электроэнергии в 3-4 раза ниже, чем днем. Однако при вторичном заполнении резервуара возникает проблема, связанная с изменением свойств молока при смешивании теплого и холодного молока, как и в первом варианте, что снижает его качество.

При третьем варианте резервуар-охладитель с аккумулятором холода комплектуется проточным охладителем. В этом случае обеспечивается быстрое охлаждение молока и снимается проблема изменения его свойств при смешивании теплого и холодного молока.

Четвертый вариант отличается от систем с намораживанием льда (2-й и 3-й варианты) тем, что с целью энергосбережения в проточных охладителях, где осуществляется первая ступень охлаждения молока, используется проточная вода (грунтовая или водопроводная), которая в дальнейшем может использоваться для поения животных или на технологические нужды. Однако в этом случае надо учитывать, что пластинчатые охладители очень чувствительны к качеству воды.

С целью быстрого охлаждения молока и сохранения его качества проводятся исследования по замене ледяной воды альтернативными хладоносителями. Так, в институте холода и биотехнологий Санкт-Петербургского национального университета проводятся исследования электролитных водно-пропиленгликолевых хладоносителей с температурой – 3...+2 °С. Как утверждают авторы, применение таких хладоносителей позволит увеличить срок службы холодильного оборудования, будет способствовать улучшению качества молока благодаря его более быстрому охлаждению и предотвращению развития в нем микроорганизмов [2].

Результаты исследований. В ВИЭСХ совместно с МГУИЭ проводились исследования по выбору хладоносителей с низкой температурой замерзания. Учитывая относительно низкую стоимость и теплофизические свойства в качестве хладоносителя в охлаждающих установках был выбран Экосол-40. Он обладает относительно малой вязкостью, в том числе и при низких температурах, что улучшает его циркуляцию и теплопроводимость в применяемых системах. Удельная теплоемкость экосола такая же, как у молока (3,8–3,9 кДж/кг·°С). Кроме того, при понижении температуры экосол уменьшается в объеме и, в связи с этим, разрыв труб исключен. В гигиеническом сертификате, выданном центром Госсанэпиднадзора, указано, что по степени воздействия на человека экосол относится к веществам безопасным. Его также отличает низкое коррозионное воздействие на различные металлы (в десятки раз меньше, чем у известных антифризов), нетоксичность, взрывобезопасность, плохая горючесть.

Для оценки эффективности в ВИЭСХ были проведены лабораторные испытания. Проверялись две схемы быстрого охлаждения молока с использованием экосола. В первом варианте дополнительно к традиционной системе с аккумулятором льда, где процесс намораживания льда происходит на поверхности испарителей (трубчатых или пластинчатых) ПКХМ, опущенных в резервуар с водой, была установлена теплоизолированная емкость с водой, с установленной в ней теплообменником, по которому циркулировал экосол, охлаждавшийся наружным воздухом.

При проведении лабораторных испытаний установки контролировалась температура воды и масса замороженного льда в аккумуляторе холода, температура экосола на входе и выходе из теплообменника, а

также температура наружного воздуха. При температуре наружного воздуха $-9...-11$ °С время охлаждения воды до $+2$ °С составило около 3 ч.

Во втором варианте, к традиционной охлаждающей системе с аккумуляторами льда, был добавлен еще один проточный охладитель молока, установленный перед существующим в начале потока теплого молока, в котором в качестве хладоносителя циркулировал экосол, охлаждавшийся наружным воздухом.

Известно, что отличительной особенностью работы пластинчатого охладителя молока доильных установок является импульсный режим подачи молока из молокоприемника, регулируемый объем которого обычно меняется ступенчато, например на отечественных установках АДМ-8, УДМ-100, УДМ-200 в диапазоне 5, 10, 15 л, или устанавливается только одна величина, например у доильной установки «Unicala» фирмы De Laval.

Во время паузы между включениями молочного насоса молоко охлаждается при вынужденном движении хладоносителя и неподвижном состоянии молока в межпластинной полости. Это не приводит к подмораживанию молока, т.к. хладоносителем в основном проточном охладителе является ледяная вода с температурой $+0,5...2$ °С. В дополнительном проточном охладителе в качестве хладоносителя использовался Экосол-40, температура которого зависела от температуры окружающего наружного воздуха и в зимний период достигала отрицательных значений.

Проведенные расчеты и предварительные лабораторные испытания показали, что для исключения подмораживания молока в межпластинной полости дополнительного охладителя включение и выключение насоса экосола должно быть согласовано с импульсным включением молочного насоса доильной установки при температуре наружного воздуха не выше -5 °С. При температуре наружного воздуха выше -5 °С управлением насоса хладоносителя осуществляется по другому алгоритму.

В этом варианте система охлаждения работает следующим образом. В ночное время, когда стоимость электроэнергии в 3–4 раза ниже, включается холодильный агрегат, который намораживает на испарителе лед и охлаждает находящуюся в баке льдоаккумулятора воду до температуры 0 °С... $+2$ °С. При достижении необходимого количества льда, толщину намерзания которого контролирует специальный датчик, холодильный агрегат автоматически прекращает свою работу – льдоаккумулятор полностью готов к работе.

С началом дойки включается насос ледяной воды, который обеспечивает циркуляцию ее через основной проточный охладитель. При температуре окружающего воздуха ниже температуры охлаждаемого молока автоматически включается насос хладоносителя (Экосол-40) другого контура, который обеспечивает предварительное охлаждение молока в дополнительном проточном охладителе.

Выводы

Проведенные исследования показали, что применение предложенной системы охлаждения позволяет повысить надежность, и уменьшить

эксплуатационные затраты. При этом расходы на электроэнергию уменьшаются в 1,5–3 раза в зависимости от региона, где устанавливается оборудование для быстрого охлаждения молока.

Список литературы

1. Цой Ю.А. Процессы и оборудование доильно-молочных отделений животноводческих ферм / Ю.А. Цой. – М.: ГНУ ВИЭСХ, 2010. – 424 с.
2. Эглит А.Я. Проблемы холодоснабжения молокозаводов / А.Я. Эглит, В.В. Кириллов, А.А. Брусенцев. // Холодильная техника. – 2012. – №12. – С. 26–27.

Проведено дослідження з вибору холодоносія з низькою температурою замерзання для охолодження молока на фермах. Запропоновано як холодоносій в охолоджуючих установках використовувати Екосол-40. Розроблено і досліджено систему охолодження молока на фермах, що дозволяє знизити експлуатаційні витрати і підвищити надійність роботи обладнання.

Система охолодження, молоко, холодоносій, охолоджувач молока.

The researches on the choice of refrigerants with a low freezing point for cooling milk on the farm are carried out. Proposed as a coolant in the cooling units use Ecosol-40. Developed and investigated cooling of milk on farms, reduce operating costs and improve the reliability of the equipment.

The cooling system, milk, refrigerant, milk cooler.

УДК 530(075.8)

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ТЕХНОГЕННЫХ ПРИМЕСЕЙ ПОД ДЕЙСТВИЕМ СИЛЫ ВЕТРА

***Р.А. Амерханов, доктор технических наук
К.А. Гарькавый, кандидат технических наук
Кубанский государственный аграрный университет, Россия***

Приведена математическая модель трехмерного турбулентного потока. Изложен метод анализа распространения в атмосфере техногенных примесей под действием ветра.

Турбулентный поток, межфазовый поток, метод Галеркина, распространение примесей, распространение облаков.

Одна из актуальных проблем, волнующая человечество и требующая свое решение, – это загрязнение окружающей среды. Существенный отрицательный экологический эффект вызван выбросом в атмосферу аэрозолей, содержащих твердые частицы. Для решения этой проблемы необходимо, в числе других способов, изучить закономерности распростра-