

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ СИСТЕМ
ОХЛАЖДЕНИЯ МОЛОКА НА ФЕРМАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ПРИРОДНОГО ХОЛОДА И ХЛАДОНОСИТЕЛЕЙ
С НИЗКОЙ ТЕМПЕРАТУРОЙ ЗАМЕРЗАНИЯ**

А. Б. Коршунов, кандидат технических наук

В. В. Иванов, аспирант*

ФГБНУ «Всероссийский институт электрификации

сельского хозяйства», г. Москва, Россия

e-mail: koral314@yandex.ru

Аннотация. *Подчеркнута актуальность улучшения энергоэффективности охлаждения молока, использования энергосберегающих систем на основе применения природного холода и хладоносителей с низкой температурой заморзания.*

Ключевые слова: *оборудование для охлаждения молока, первичная обработка молока, энергосбережение, энергоэффективность, природный холод, пластинчатый теплообменник, хладоноситель с низкой температурой заморзания, экосол*

Существующие в настоящее время и используемые на фермерских хозяйствах системы для охлаждения молока являются достаточно энергозатратными и малоэффективными [1, 2, 3]. Поэтому разработка и внедрение энергосберегающих систем охлаждения молока является перспективным решением данной проблемы.

Особый интерес представляет собой энергосберегающие системы охлаждения молока с использованием природного холода и хладоносителей с низкой температурой заморзания [4], которые позволяют решить ряд задач в области первичной обработки молока.

Цель исследований – на основании изученной литературы [5...8] и патентной базы [9...11] произвести анализ представленных систем охлаждения молока с использованием природного холода и хладоносителей с низкой температурой заморзания.

Материалы и методика исследований. В качестве метода исследования был выбран теоретический анализ.

Результаты исследований. Для проведения анализа энергосберегающих систем охлаждения молока на фермах с использованием природного холода и хладоносителей с низкой температурой заморзания с целью определения преимуществ рассмотрим несколько примеров, представленных ниже технологических схем.

*Научный руководитель – кандидат технических наук А. Б. Коршунов

© А. Б. Коршунов, В. В. Иванов, 2016

Первый вариант

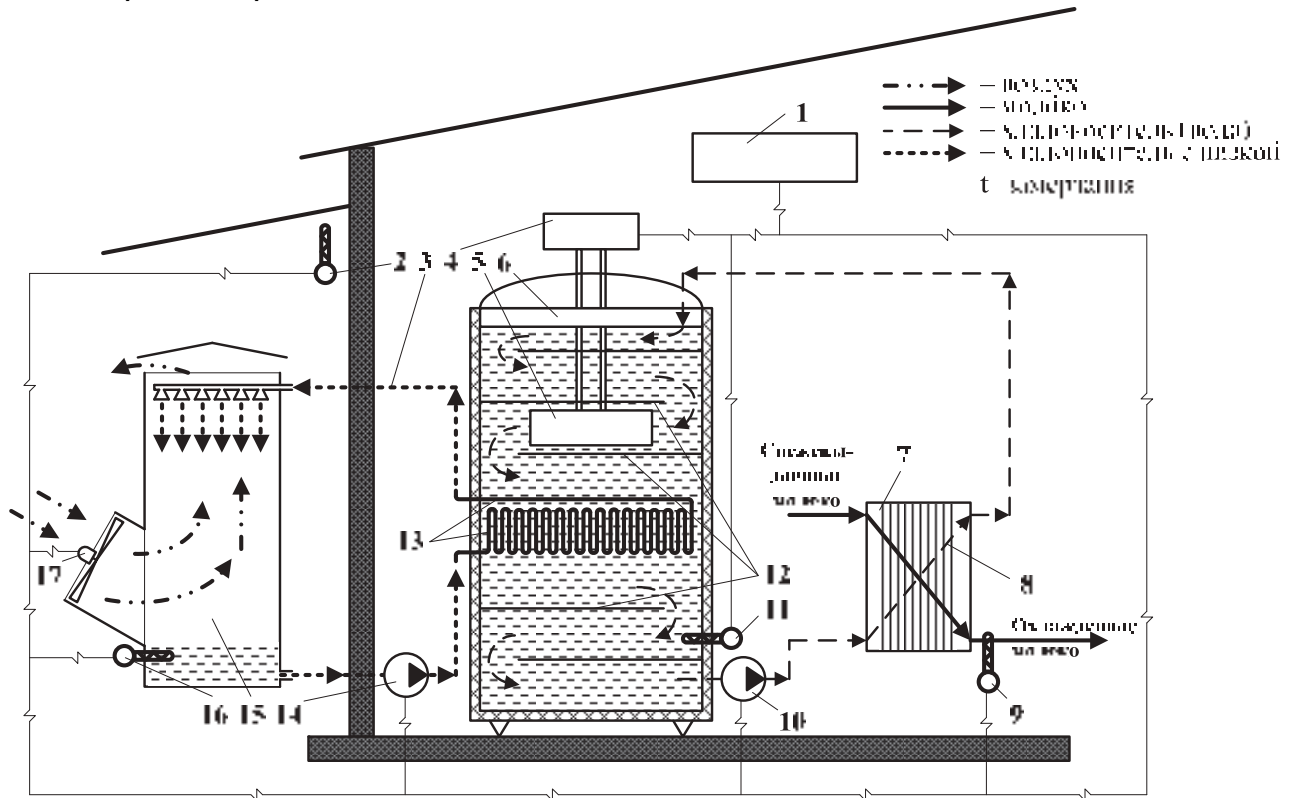


Рис. 1. Энергосберегающая система охлаждения молока с использованием искусственного и природного холода и хладоносителей с низкой температурой заморозания, вариант 1

Представленная на рис. 1 энергосберегающая система охлаждения молока круглогодочного действия функционирует следующим образом.

Во внутренний объем теплоизолированного аккумулирующего резервуара заливается хладоноситель – вода, которая протекает между перегородками, а замкнутый контур с приемником природного холода (градирня) и теплообменником приемника природного холода (трубки, на которых намораживается лед) заполняется экологически безопасным хладоносителем с низкой температурой заморозания, например, экосолом (далее по тексту – экосол).

В холодное время года экосол в приемнике природного холода остывает и, попадая в теплообменник приемника природного холода, замораживает хладоноситель – воду, и дополнительно аккумулирует холод.

В теплое время года, когда температура наружного воздуха такова, что использование приемника природного холода неэффективно, аккумуляция холода в теплоизолированном резервуаре будет продолжаться только от источника искусственного холода. Плановая зарядка аккумуляторов холода преимущественно осуществляется от источников искусственного и природного холода во время действия

льготного ночного тарифа на электроэнергию, что обеспечивает значительное сокращение на нее затрат.

При поступлении молока на охлаждение на пластинчатый теплообменник для молока во время дойки, с блока управления поступает сигнал на включение насоса хладоносителя и охлажденный хладоноситель подается в теплообменник для молока, охлаждает молоко и возвращается в верхнюю часть теплоизолированного резервуара, где вновь охлаждается. Затем цикл повторяется.

Преимуществами данной схемы являются:

- круглогодичная аккумуляция ледяной воды за счет использования низкотемпературного наружного воздуха, что, в том числе, позволяет уменьшить затраты энергии на аккумуляцию холода от источника искусственного холода;

- применение хладоносителей с низкой температурой замерзания в контуре приемника природного холода позволяет уменьшить эксплуатационные издержки и повысить надежность такой системы;

К недостаткам схемы можно отнести следующие моменты:

- высокая металлоемкость и габаритные размеры;
- испарение хладоносителя с низкой температурой замерзания в процессе кругооборота – необходимость периодической доливки данного хладоносителя;

- возможность смешивания хладоносителя с низкой температурой замерзания с парами наружного воздуха в приемнике природного холода, что может привести к выходу из строя контура приемника природного холода при отрицательных температурах наружного воздуха, т. е. уменьшение надежности системы.

Второй вариант

Представленная на рис. 2 энергосберегающая система охлаждения молока круглогодичного действия функционирует следующим образом.

В данном варианте схемы природный холод используется для предварительного охлаждения молока.

В холодное время года экосола, находящийся в приемнике природного холода, остывает и аккумулирует холод круглосуточно. Для увеличения эффективности охлаждения экосола по показаниям датчика температуры наружного воздуха в приемнике природного холода включается вентилятор, а для предотвращения примерзания молока к стенкам пластинчатого теплообменника при предварительном охлаждении, регулируется поток охлажденного хладоносителя с низкой температурой замерзания с помощью электромагнитного вентиля и электромагнитного вентиля байпаса, а также меняется и режим подачи молока и экосола – производится согласованная подача.

В теплое время года, когда использование приемника природного холода неэффективно, охлаждение молока производится только за счет искусственного холода.

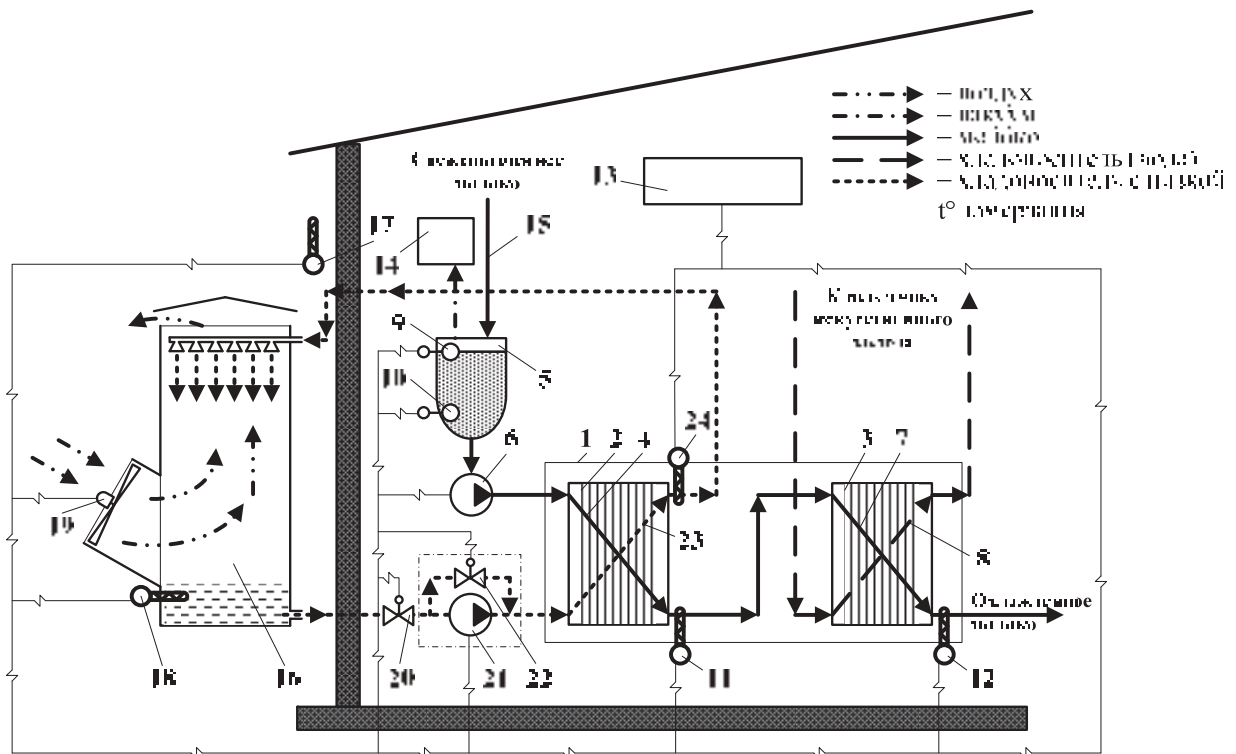


Рис. 2. Энергосберегающая система охлаждения молока с использованием искусственного и природного холода и хладоносителей с низкой температурой заморозки, вариант 2

Преимущества данной схемы:

- круглогодичная аккумуляция ледяной воды за счет использования низкотемпературного наружного воздуха, что, в том числе, позволяет уменьшить затраты энергии на аккумуляцию холода от источника искусственного холода;

- применение хладоносителей с низкой температурой заморозки в контуре приемника природного холода позволяет уменьшить эксплуатационные издержки и повысить надежность такой системы;

в том числе, по сравнению со схемой варианта 1, следующие:

- уменьшение металлоемкости и габаритных размеров;
- универсальность подключения контура приемника природного холода к существующим на фермах установкам охлаждения молока – не требуется изменение конструкции уже существующего на месте оборудования – одна точка подключения;

Недостатки:

- высокая металлоемкость;
- испарение хладоносителя с низкой температурой заморозки в процессе кругооборота – необходимость периодической доливки данного хладоносителя;

- возможность смешивания хладоносителя с низкой температурой заморозки с парами наружного воздуха в приемнике природного холода, что может привести к выходу из строя контура приемника природного

холода при отрицательных температурах наружного воздуха, т. е. уменьшение надежности системы;

в том числе, по сравнению со схемой варианта 1, следующие:

– некоторое усложнение программы регулирования автоматики для предотвращения примерзания молока к стенкам теплообменника при низких температурах наружного воздуха.

Третий вариант

Представленная на рис. 3 технологическая схема охлаждения молока круглогодичного действия функционирует аналогично установке охлаждения молока, представленной на рис. 1 (вариант 1), в данном случае, в качестве приемника природного холода вместо открытой градирни (рис. 1) используется воздушный конденсатор (рис. 3).

Преимущества схемы варианта 3 те же, что и у схем вариантов 1 и 2, но, по сравнению с ними, следующие:

– еще большее уменьшение металлоемкости и габаритных размеров;

– устраняется возможность испарения и смешивания хладоносителя с низкой температурой замерзания с парами наружного воздуха в приемнике природного холода.

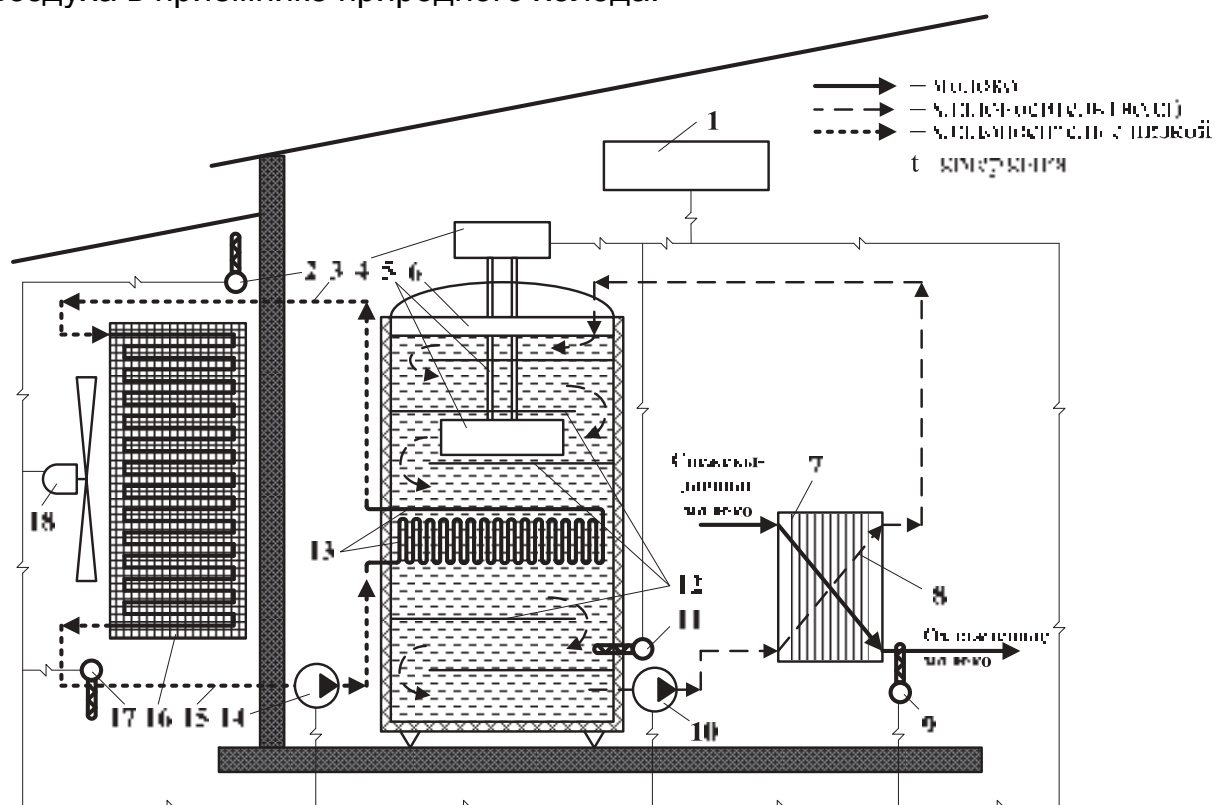


Рис. 3. Энергосберегающая система охлаждения молока с использованием искусственного и природного холода и хладоносителей с низкой температурой замерзания, вариант 3

Недостатки схемы варианта 3 те же, что и у схемы варианта 2, но, по сравнению с ней, следующие:

- увеличение нагрузки на вал двигателя насоса хладоносителя с низкой температурой замерзания в связи с заменой открытой градирни (рис. 1, 2) на воздушный конденсатор (рис. 3), т. е. увеличение сопротивления прохождения жидкости в трубах.

Четвертый вариант

Представленная на рис. 4 энергосберегающая система охлаждения молока круглогодочного действия функционирует аналогично установке охлаждения молока, представленной на рис. 2 (вариант 2), в данном случае в качестве приемника природного холода вместо открытой градирни (рис. 2) используется воздушный конденсатор (рис. 4).

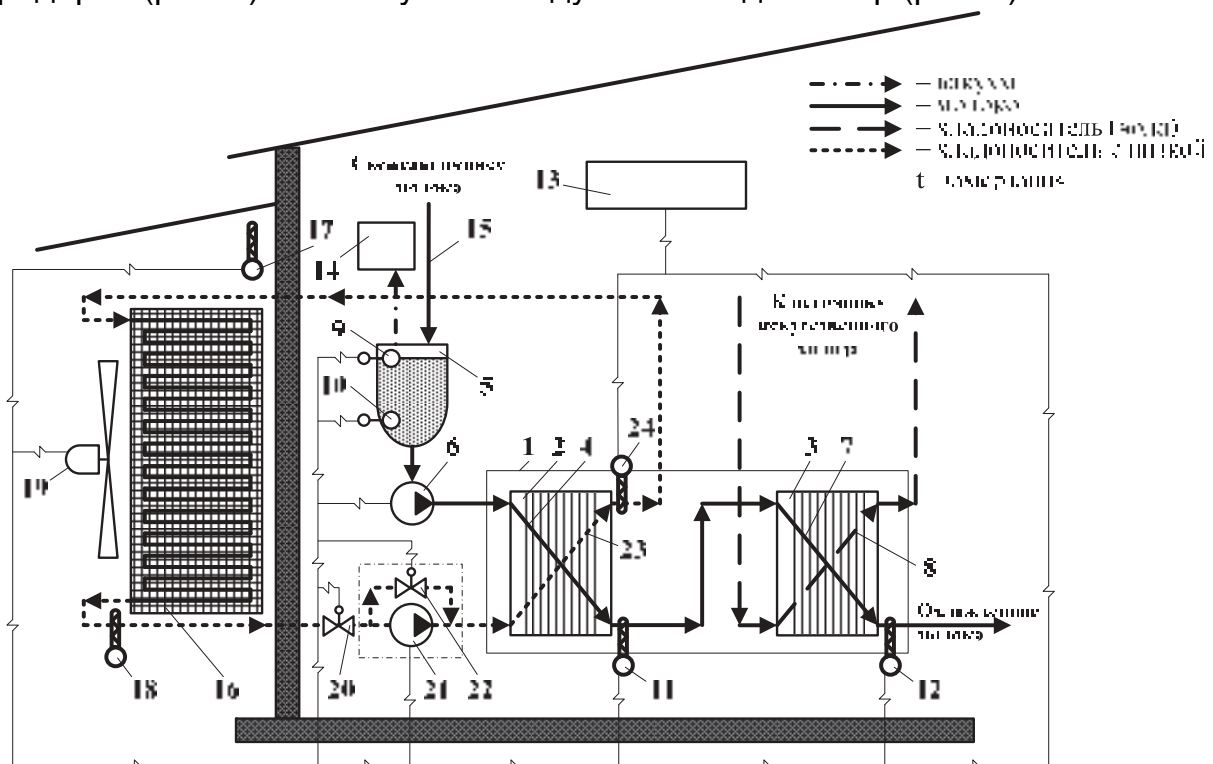


Рис. 4. Энергосберегающая система охлаждения молока с использованием искусственного и природного холода и хладоносителей с низкой температурой замерзания, вариант 4

Преимущества схемы варианта 4 те же, что и у схем вариантов, представленных выше, но, по сравнению с ними, следующие:

- еще большее уменьшение металлоемкости и габаритных размеров;

Пятый вариант

Представленная на рис. 5 энергосберегающая система охлаждения молока круглогодочного действия функционирует аналогично схеме охлаждения молока, представленной на рис. 4 (вариант 4). Однако же, для увеличения эффективности охлаждения молока данная установка

дополнена системами труб и трехходовыми вентилями, где предусматривается противоточная схема движения рабочих жидкостей (молоко, хладоноситель с низкой температурой замерзания) в каналах первой секции теплообменника. В схемах охлаждения молока (варианты 2, 4) при предварительном охлаждении молока схема движения молока – прямоточная (для предотвращения примерзания молока при отрицательных температурах хладоносителя, поступающего в каналы первой секции теплообменника молока).

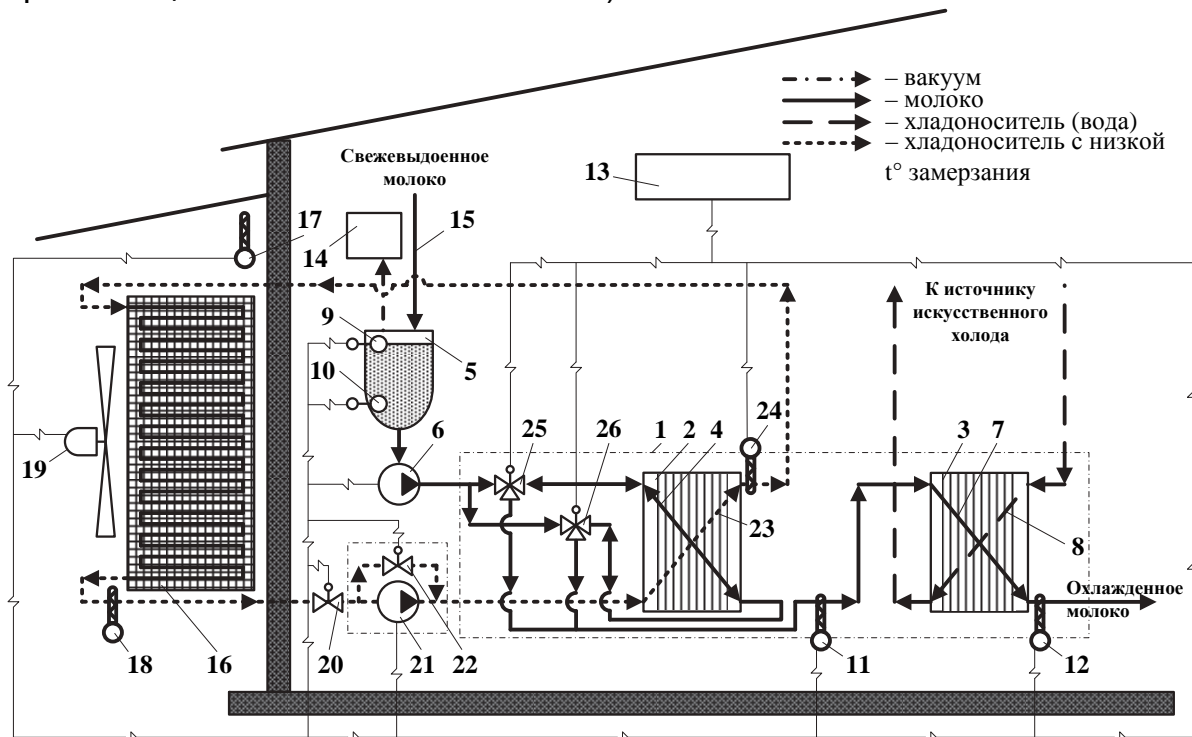


Рис. 5. Энергосберегающая система охлаждения молока с использованием искусственного и природного холода и хладоносителей с низкой температурой замерзания, вариант 5

Особенности работы системы охлаждения молока (вариант 5) в части дополнительных труб и трехходовых вентиляей, следующие:

- в теплое время года, когда экосол от приемника природного холода поступает с температурой только выше 0°C , молоко насосом 6 подается на выход канала для молока 4 первой секции 2 теплообменника 1 через открытый трехходовой вентиль 26, а затем из входа канала для молока 4 первой секции 2 теплообменника 1 через открытый трехходовой вентиль 25 в канал для молока 7 второй секции 3 теплообменника 1 (противоточная схема движения рабочих жидкостей);

- в холодное время года, когда хладоноситель с низкой температурой замерзания от приемника природного холода поступает с температурой ниже 0°C , молоко насосом 6 подается на вход канала для молока 4 первой секции 2 теплообменника 1 через открытый трехходовой вентиль 26, а затем из выхода канала для молока 4 первой секции 2 теплообменника 1 через открытый трехходовой вентиль 26 в канал для

молока 7 второй секции 3 теплообменника 1 (прямоточная схема движения рабочих жидкостей);

Так как данная схема является модификацией схемы варианта 4, то, по сравнению с ней, имеет следующие преимущества:

- увеличение эффективности охлаждения молока при температуре хладоносителя с низкой температурой замерзания от приемника природного холода поступает выше 0°C,

и недостатки:

- увеличение металлоемкости;
- необходимость установки дополнительных узлов, что влечет за собой увеличение эксплуатационных издержек;
- усложнение программы регулирования автоматики.

Выводы

Перспективные энергосберегающие системы охлаждения молока с использованием искусственного и природного холода и хладоносителей с низкой температурой замерзания для внедрения в фермерские хозяйства и другие области сельского хозяйства должны обладать рядом преимуществ перед уже существующими системами:

- повышенная энергоэффективность;
- минимальные капитальные затраты и эксплуатационные издержки;
- максимальный уровень автоматизации;
- простота конструкции;
- малые габаритные размеры и металлоемкость.

В связи с вышеперечисленными необходимыми требованиями для систем охлаждения молока, наиболее подходящей из представленных технологических схем является схема варианта 4.

Существуют и другие варианты схем для систем охлаждения молока с использованием природного холода, например, с использованием грунтовых вод, основными недостатками которых является необходимость наличия подобных источников, перерасход воды и т. д.

Список литературы

1. Босин И. Н. Охлаждение молока на комплексах и фермах / И. Н. Босин. – М. : Колос, 1993. – 46 с.
2. Севернев М. Н. Использование естественного холода на фермах / М. Н. Севернев, О. Н. Буляк // Техника в сельском хозяйстве. – 1999. – № 4. – С. 35.
3. Иванов Ю. А. Качество молока и эффективность его производства / Ю. А. Иванов // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2012. – № 2. – С. 22–24.
4. Коршунов А. Б. Оборудование для охлаждения молока на фермах / А. Б. Коршунов, В. В. Иванов // Труды 9-й МНТК. – Ч. 3. – М. : ГНУ ВИЭСХ, 2014.
5. Мусин А. М. Использование естественного холода в автоматизированных системах охлаждения молока / А. М. Мусин, Ф. Г. Марьяхин, А. В. Павлов // Холодильная техника. – 1989. – № 1. – С. 22–25.

6. Перспективы применения естественного холода в различных агроклиматических зонах России / Ф. Г. Марьяхин, А. И. Учеваткин, Б. П. Коршунов [и др.] // Энергосбережение в сельском хозяйстве. Труды 2-й Международной научно-технической конференции. – Ч. 2. – М. : ВИЭСХ, 2000. – С. 100–110.

7. Барановский Н. В. Пластинчатые и спиральные теплообменники / Барановский Н. В., Коваленко Л. М., Ястребенецкий А. Р. – М. : Машиностроение, 1973. – 288 с.

8. Теплообменные аппараты холодильных установок / [Данилова Г. Н., Богданов С. Н., Иванов О. П. и др.]. – 2-е изд., перераб. и дополн. – Л. : Машиностроение, Ленинградское отделение. – 1986. – 303 с.

9. Патент № 2147716 РФ. Приемник-аккумулятор естественного холода для сельхозобъектов / Ф. Г. Марьяхин, А. И. Учеваткин, Б. П. Коршунов и др. – № 99117379/13 ; заявл. 16.08.1999 ; опубл. 20.04.2000, Бюл. № 11.

10. Патент № 2153134 РФ. Приемник естественного холода с водозежекторным распылителем / Ф. Г. Марьяхин, А. И. Учеваткин, Б. П. Коршунов и др. – № 99124833/13 ; заявл. 30.11.1999 ; опубл. 20.07.2000, Бюл. № 20.

11. Патент № 2185055 РФ. Холодильная установка с использованием естественного холода для ферм / А. Б. Коршунов, Ф. Г. Марьяхин, А. И. Учеваткин и др. – № 2000118112/13 ; заявл. 11.07.2000 ; опубл. 20.07.2002, Бюл. № 20.

ТЕХНОЛОГІЧНІ СХЕМИ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ СИСТЕМ ОХОЛОДЖЕННЯ МОЛОКА НА ФЕРМАХ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ПРИРОДНОГО ХОЛОДУ ТА ХОЛОДОНОСІЇВ ІЗ НИЗЬКОЮ ТЕМПЕРАТУРОЮ ЗАМЕРЗАННЯ

О. Б. Коршунов, В. В. Иванов

Анотація. Підкреслено актуальність поліпшення енерго-ефективності охолодження молока, використання енерго-зберігаючих систем на основі застосування природного холоду і холодоносіїв з низькою температурою замерзання.

Ключові слова: обладнання для охолодження молока, первинна обробка молока, енергозбереження, енергоефективність, природний холод, пластинчастий теплообмінник, холодоносій з низькою температурою замерзання, ecosol

TECHNOLOGICAL SCHEMES OF ENERGY SAVING SYSTEMS FOR MILK COOLING USING FREE COOLING AND LOW FREEZING POINT REFRIGERANTS

A. Korshunov, V. Ivanov

Annotation. In the article relevance of energy efficiency improvement formilkcooling, using energy saving systems for milk cooling with application of free cooling and low freezing point refrigerant are given.

Key words: equipment for milk cooling, primary processing of milk, energy saving, energy efficiency, free cooling, lamellar heat exchanger, refrigerant, ecosol