

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ ОХЛАЖДАЮЩАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ФЕРМ

Б.П. Коршунов, кандидат технических наук

А.И. Учеваткин, доктор технических наук

Ф.Г. Марьяхин, А.Б. Коршунов, кандидаты технических наук

**ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
электрификации сельского хозяйства»**

e-mail: koral314@yandex.ru

Представлено разработанное ресурсосберегающее оборудование для комбинированных блочно-модульных систем охлаждения с роторными распылительными устройствами, использующих как естественный (природный) холод, так и искусственный. Предложенное оборудование целесообразно применять для охлаждения молока и другой сельскохозяйственной продукции.

Ключевые слова: комбинированная блочно-модульная система охлаждения, природный холод, холодильная установка, аккумулятор

Анализ тенденций развития холодильных установок для хозяйств всех форм собственности показал, что весьма перспективным является создание комбинированных холодильных установок с высокоэффективными роторными аэродинамическими распылителями и аккумуляторами холода с использованием льда в качестве аккумулирующего тела. Такие системы, устанавливаемые на открытом воздухе, обладают преимуществами, которые не имеют существующие холодильные машины. Предварительные испытания показали, что расход электроэнергии в зимний период снижается до 10 раз за счет использования естественного (природного) холода, наличие аккумулятора холода позволяет в 2...3 раза снизить установленную мощность подзарядных холодильных установок, при этом повышается надежность охлаждающих систем, уменьшаются потери молока и сохраняется его качество [1, 3–5].

Цель исследований – разработка энергосберегающей охлаждающей системы для животноводческих ферм.

Материалы и методика исследований. Аккумулятор естественного холода представляет собой резервуар с охлажденной водой или льдом, которые обеспечивают накопление и аккумулирование естественного или искусственного холода. Конструкция аккумулятора обеспечивает его работу во всем диапазоне температур наружного воздуха в течение круглого года. Предлагаемая установка комбинированного действия, работающая по энергосберегающей технологии, может работать в течение круглого года

практически во всех районах страны. Она способна вырабатывать холод и для хранилищ сельскохозяйственной продукции: фруктов, овощей, цветов и другой продукции растениеводства. При этом существенно экономится производственная площадь, т.к. установка размещается на открытом воздухе. Она значительно более экологически чистая, чем ее аналоги, работающие по традиционной технологии.

При охлаждении молока установка может работать с теплообменниками как проточного, так и емкостного типа. Большая экономичность и мгновенное охлаждение достигается при работе с теплообменниками проточного типа, поэтому технология, построенная с использованием этих теплообменников значительно более эффективна.

Результаты исследований. ФГБНУ ВИЭСХ совместно с Московским специализированным комбинатом холодильного оборудования (МСКХО) разработан новый тип комбинированных блочно-модульных систем охлаждения с роторными распылительными устройствами, использующих как естественный холод, так и искусственный.

Энергосберегающая аккумулялирующая холодильная установка для блочно-модульной технологии охлаждения продукции животноводства представлена на рисунке.

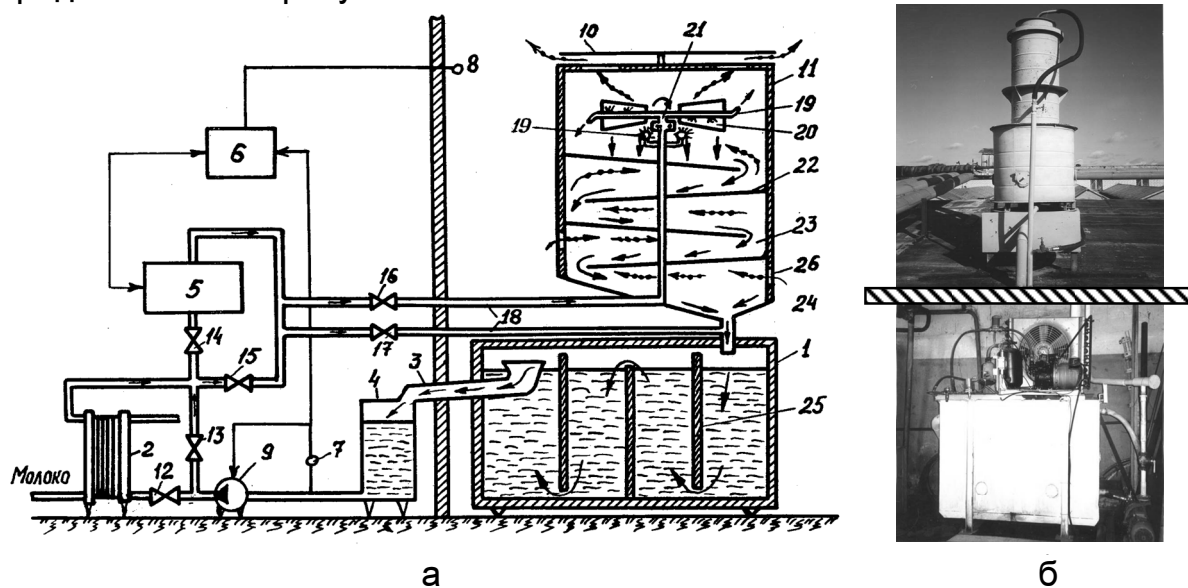


Рис. Аккумулялирующая холодильная установка для блочно-модульной технологии охлаждения продукции животноводства:
 а – функционально-структурная схема; б – общий вид установки;
 1 – теплоизолированный резервуар; 2 – проточный теплообменник;
 3 – наклонная труба; 4 – промежуточный резервуар (НРЕ); 5 – подзарядная холодильная машина; 6 – блок управления; 7 – датчик температуры воды;
 8 – датчик температуры наружного воздуха; 9 – водяной насос; 10 – экран;
 11 – полый цилиндр; 12-17 – управляемые вентили; 18 – подающая труба;
 19 – вращающийся распылитель; 20 – аэродинамические пластины; 21 – полое подшипниковое устройство; 22 – наклонные поверхности; 23 – щелевые отверстия; 24 – сливной поддон; 25 – перегородки

Установка используется для охлаждения круглый год.

В зависимости от температуры окружающей среды возможны следующие режимы работы. При температуре окружающей среды выше 2 °С установка работает в режиме аккумуляции и использования искусственного холода, а при температуре ниже 2 °С – в режиме аккумуляции и использовании естественного холода. Режимы работы установки выбираются блоком управления 6 по показанию датчика температуры воздуха 8, установленного вне теплоизолированного помещения.

В режиме аккумуляции искусственного холода вода из промежуточного резервуара 4 водяным насосом 9 подается через управляемые вентили 13 и 14 в холодильную машину 5, где охлаждается до установленной температуры (ниже 2 °С), затем по трубопроводу через вентиль 17 поступает в крайнюю секцию теплоизолированного резервуара 1. Вода, вытесняясь через нижние и верхние участки перегородок 25, по наклонной трубе попадает в промежуточный резервуар 4 и цикл повторяется. Теплоизоляция позволяет поддерживать на время одного цикла постоянную температуру воды на выходе из резервуара 1. Искусственный холод аккумулируется в промежутках между дойками и в ночное время. В отдельных конструкциях установок возможна установка испарителей подзарядных холодильных установок в резервуаре 1.

В режиме использования аккумулялированного искусственного холода вода из промежуточного резервуара 4 подается водяным насосом 9 через управляемый вентиль 12 в проточный теплообменник 2, где отбирает тепло от молока, далее через управляемые вентили 15 и 17 по трубопроводу поступает в крайнюю секцию резервуара 1. При этом часть оборотной воды подается через управляемый вентиль 14 в подзарядную холодильную машину 5, далее эти потоки соединяются в трубопроводной системе и через управляемый 17 (16 закрыт) поступает в резервуар 1. В этом случае температура воды на выходе резервуар 1 будет ниже, чем температура оборотной воды на выходе проточного теплообменника 2. Это позволяет в 3..4 раза уменьшить установленную мощность подзарядной холодильной машины.

В режиме использования аккумулялированного естественного холода оборотная вода после теплообменника 2 подается через управляемые вентили 15, 16, подающую трубу 18 и полые подшипниковые устройства 21 в роторный распылитель 19. При подаче оборотной воды на распылитель 19 за счет реактивной силы воды он приводится во вращательное движение вокруг полого цилиндра 21. Для увеличения теплоотдачи внутри полого цилиндра 11 установлены наклонные поверхности 22, которые позволяют увеличивать путь прохождения воды и распылительной площади. Распыленная вода, попадая на верхнюю наклонную поверхность 22, сливается через щелевое отверстие 23 между наклонной поверхностью и внутренней стороной полого цилиндра на вторую наклонную поверхность и т.д. Таким образом, вода проходит все наклонные поверхности 22 и попадает через сливной поддон 24 в крайнюю секцию резервуара 1. На распылителе 19 установлены аэродинамические пластины 20, которые при вращении распылителя забирают (засасывают) воздух с нижних щелевых отверстий 26

и подают его навстречу распыленной воде, интенсивно ее охлаждая. Таким образом, воздух подается через наклонные поверхностные пространства навстречу распыленной воде, далее через отверстия между полым цилиндром 11 и экраном 10 в окружающую среду. Тем самым усиливается теплоотдача от распыляемой воды, а также увеличивается скорость вращения распылителя 19.

В режиме аккумуляции естественного холода по сигналу датчика температуры наружного воздуха 8 вода из промежуточного резервуара 4 водяным насосом 9 подается через вентили 13, 15, 16 в распылитель 19, где интенсивно охлаждается и далее поступает в крайнюю секцию резервуара 1, затем, вытесняя оставшуюся часть отепленной воды, через нижние и верхние участки перегородок 25 и наклонную трубу 3 поступает в промежуточный резервуар 4. Далее цикл повторяется. Температура воды в резервуаре 1 при охлаждении молока и аккумуляции искусственного и естественного холода контролируется датчиком 7.

В случае, если вращающиеся части распылителей примерзают и теряют возможность вращения из-за сильных морозов, то отепленная вода (обратный хладоноситель после охлаждения молока) протекает в отверстия распылителей и "размораживает" их. В этом случае, аэродинамические поверхности до размораживания отверстий распылителя незначительное время не функционируют. Таким образом, достигается естественное регулирование установки и сохраняется ее работоспособность во всех режимах работы.

Энергосберегающая аккумулирующая холодильная установка для блочно-модульной технологии охлаждения продукции животноводства унифицирована с установками сезонного действия. Коэффициент унификации достигает 85 %.

Установлено, что установки такого типа более эффективны в технологических линиях обработки молока. Вместимость аккумулятора для хладоносителя определяется из расчета $3 \text{ м}^3 / \text{т}$ охлаждаемого молока при его предварительном охлаждении водопроводной водой до $12...15 \text{ }^\circ\text{C}$. Опыт эксплуатации экспериментальных систем показывает, что такая установка обеспечивает охлаждение молока с высокой надежностью до температуры $4...6 \text{ }^\circ\text{C}$ при температуре наружного воздуха не выше $+ 2 \text{ }^\circ\text{C}$. При более низкой температуре наружного воздуха и образовании ледяной корки и льда охлаждающая способность (хладопроизводительность) существенно возрастает.

Производительность насоса хладоносителя, а следовательно, и время охлаждения, регулируется вентилями, расположенными на байпасе насоса хладоносителя.

Вместимость промежуточного резервуара накопительно-регулирующей емкости (НРЕ) 4 определяется из условия, что после остановки насоса хладоносителя 9 НРЕ должна вместить воду, оставшуюся в трубах после процесса охлаждения. Кроме того, в НРЕ 4 должно быть достаточно хладоносителя для того, чтобы следующий пуск происходил при залитом насосе 9. Исходя из этого условия, можно использовать НРЕ

емкостью примерно 200 л, достаточной для заполнения системы хладоносителем. В аккумулирующей холодильной установке для блочно-модульной технологии охлаждения требуемая мощность холодильной установки 5 зависит от режима его работы совместно с аккумулятором холода. Цикл работы установки состоит из трех этапов. На первом этапе производится охлаждение молока за счет запаса холода в аккумуляторе холода. При этом хладоноситель в системе «нагревается» и запас холода в аккумуляторе снижается. Поэтому сразу после этапа охлаждения молока должна включаться подзарядная холодильная машина 5 и доохладить хладоноситель до требуемой температуры. Хладопроизводительность подзарядной холодильной машины 5 должна обеспечивать охлаждение хладоносителя до требуемой температуры в промежутках между дойками. Время работы подзарядной холодильной машины 5 устанавливается в зависимости от распорядка работы на ферме (двухразовое или трехразовое доение).

Если допустить перемешивание теплой и холодной воды в аккумуляторе холода в процессе охлаждения, то при температуре воды в конце цикла охлаждения близкой к 6 °С, резко возрастает требуемый объем аккумулятора (данные экспериментальных исследований). Этого можно избежать, если резервуар аккумулятора расчленить специальными перегородками на секции и использовать принцип вытеснения хладоносителя из аккумулятора и распыливать обратный хладоноситель, используя при этом принудительное его охлаждение встречным потоком холодного воздуха.

В таблице представлены результаты расчета и экспериментальных значений температуры, до которой можно охладить молока.

Температура охлаждаемого молока при поочерёдном подключении секций АХ

Температура окружающей среды t_0 , °С	Количество перегородок, n			
	2	3	4	5
0	2,40	1,88	1,60	1,43
2	4,02	3,62	3,38	3,23
4	5,76	5,28	5,12	5,03

Предварительные экспериментальные исследования показали, что использование роторного аэродинамического распылительного блока позволяет повысить эффективность установки на 15...20 % за счет интенсивного выброса тепла в атмосферу с поступающего отепленного хладоносителя после процесса охлаждения молока. При низких температурах наружного воздуха хладопроизводительность установки существенно возрастает.

Использование встроенного испарителя подзарядной холодильной установки в аккумуляторе позволяет получить в процессе аккумуляции

водо-ледяную смесь и тем самым повысить дополнительно хладопроизводительность установки и ее надежность.

Достоинством установок такого типа является:

- сравнительно более низкая металлоемкость вследствие улучшения распыления и увеличения эффективности роторных аэродинамических распылителей, улучшения конструкции корпуса аккумулятора холода;
- увеличенная хладопроизводительность за счет увеличения площади распыления в 10...15 раз.

Выводы

1. Для охлаждения сельскохозяйственной продукции в хозяйствах всех форм собственности перспективны комбинированные холодильные установки блочно-модульного типа, использующие естественный (природный) холод. Установки снабжены высокоэффективными аэродинамическими распылителями роторного типа, аккумуляторами холода, использующими в качестве аккумулирующего тела лед и ледяную воду.

2. Использование естественного холода для охлаждения молока и аккумулятирование искусственного холода позволяет снизить потребность сельского хозяйства в дефицитных водоохлаждающих холодильных установках, перейти на экологически чистую технологию и получить значительную экономию электроэнергии.

Список литературы

1. Иванов Ю.А. Качество молока и эффективность его производства / Ю.А. Иванов // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2012. – №2. – С. 22–24.
2. Математическая модель и метод расчета параметров энергосберегающей теплохолодильной системы для животноводческих ферм / Б.П. Коршунов, А.И. Учеваткин, Ф.Г. Марьяхин, А.Б. Коршунов // Вестник ВИЭСХ. – 2012. – №4. – С. 34–38.
3. Цой Ю.А. Процессы и оборудование доильно-молочных отделений животноводческих ферм / Ю.А. Цой. – М.: ГНУ ВИЭСХ, 2010. – 424 с.
4. Эглит А.Я. Проблемы холодоснабжения молокозаводов / А.Я. Эглит, В.В. Кириллов, А.А. Брусенцев // Холодильная техника. – 2012. – №12. – С. 26–27.
5. http://www.attis.com.ua/site/equipment/momentary_milk_cooling.html?lang=ru

ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧА ОХОЛОДЖУВАЛЬНА СИСТЕМА ДЛЯ ТВАРИННИЦЬКИХ ФЕРМ

Б.П. Коршунов, О.І. Учеваткін, Ф.Г. Мар'яхін, О.Б. Коршунов

Наведено розроблене ресурсозберігаюче обладнання для комбінованих блочно-модульних систем охолодження з роторними розпилювальними пристроями, що використовують як природний холод, так і штучний. Запропоноване обладнання доцільно

застосовувати для охолодження молока та іншої сільськогосподарської продукції.

Ключові слова: комбінована блочно-модульна система охолодження, природний холод, холодильна установка, акумулятор

ENERGY-SAVING COOLING SYSTEM FOR LIVESTOCK FARMS

B. Korshunov, A. Uchevatkin, F. Maryahin, A. Korshunov

The developed energy-saving equipment for combined modular cooling systems with rotary spray devices that use either natural cold and artificial in the article are presents. The proposed equipment can be used for cooling milk and other agricultural products. Long-term tests have shown that the energy consumption during the winter period is reduced to 10 times through the use of natural cold, the presence of the cold battery allows in 2...3 times to reduce the installed power recharging of refrigeration systems, to improve the reliability of cooling systems, to reduce the loss of milk and to maintain its quality.

Keywords: *combined block-modular cooling system, natural cold, refrigeration unit, battery*

УДК 536.24

ВЛИЯНИЕ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕЧЕНИЯ СТЕПЕНИ ЗАГРОМОЖДЕНИЯ ЭШЕЛОНИРОВАННЫМИ СТАБИЛИЗАТОРАМИ КАНАЛОВ ГОРЕЛОЧНЫХ УСТРОЙСТВ

Н.М. Фиалко, доктор технических наук, чл.-корр. НАН Украины

Ю.В. Шеренковский, кандидат технических наук

В.Г. Прокопов, доктор технических наук

Н.П. Полозенко, научный сотрудник

Н.О. Меранова, С.А. Алешко, кандидаты технических наук

Е.И. Милко, старший научный сотрудник

А.А. Озеров, научный сотрудник

О.Н. Кутняк, Л.А. Швецова, младшие научные сотрудники

Институт технической теплофизики НАН Украины

М. З. Абдулин, кандидат технических наук

Национальный технический университет Украины «КПИ»

e-mail: nmfialko@ukr.net

Представлены результаты исследований закономерностей течения топлива и окислителя при варьировании величины коэффициента

© Н.М. Фиалко, Ю.В. Шеренковский, В.Г. Прокопов,
Н.П. Полозенко, Н.О. Меранова, С.А. Алешко, Е.И. Милко,
А.А. Озеров, О.Н. Кутняк, Л.А. Швецова, М. З. Абдулин, 2015