

УДК 637.133.1  
ГРНТИ 65.63.01

<http://doi.org/10.24411/1999-6837-2020-14062>

**Шишлов С.А.**, д-р техн. наук, проф.;  
**Демешко А.А.**, аспирант;  
**Шишлов А.Н.**, канд. техн. наук, доц.;  
**Чугаева Н.А.**, канд. биол. наук, доц.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕНЕРАТОРА ЛЕДЯНОЙ ВОДЫ ДЛЯ МГНОВЕННОГО ОХЛАЖДЕНИЯ МОЛОКА

© Шишлов С.А., Демешко А.А., Шишлов А.Н., Чугаева Н.А., 2020

**Резюме.** В технологии первичной обработки молока важное место занимает процесс его охлаждения, который может быть произведен при помощи различных технических средств. В статье рассмотрено устройство, принцип работы и технологический процесс генератора ледяной воды оригинальной конструкции, применяемого для мгновенного охлаждения молока. Представлены некоторые результаты исследований конструктивных параметров испарителей панельного типа, используемых в генераторе ледяной воды с импульсным режимом работы.

**Ключевые слова:** генератор ледяной воды, молоко, испаритель, компрессорно-конденсаторный агрегат, хладагент.

UDC 637.133.1

<http://doi.org/10.24411/1999-6837-2020-14062>

**S.A. Shishlov**, Dr Tech. Sci., Professor;  
**A.A. Demeshko**, Graduate Student;  
**A.N. Shishlov**, Cand. Tech. Sci., Associate Professor;  
**N.A. Chugaeva**, Cand. Biol. Sci., Associate Professor

## USING ICE WATER GENERATOR FOR INSTANT COOLING OF MILK

**Abstract.** In the technology of primary processing of milk, the process of cooling it takes an important place, which can be performed using various technical means. The article discusses the device, operating principle and technological process of the ice water generator of the original design used for instant cooling of milk. The article presents some results of the research carried out into the design parameters of panel-type evaporators used in an ice water generator with a pulse mode.

**Key words:** ice water generator, milk, evaporator, compressor-condensing unit, refrigerant.

**Введение.** Ежедневно на животноводческих комплексах, занимающихся производством молока, остро стоит вопрос о соблюдении норм его хранения [2, 4]. В связи с этим охлаждение молока является важной составляющей в технологии его производства. Основными задачами при совершенствовании процесса охлаждения молока являются сокращение времени охлаждения и снижение энергозатрат.

Цель работы – разработка конструкции устройства, позволяющего эффективно производить мгновенное охлаждение молока.

**Условия и методы исследования.** Объект исследования – разрабатываемая конструкция генератора ледяной воды. Методика исследова-

ний базировалась на требованиях к испытаниям холодильных установок, регламентируемых ГОСТ 25005-94 «Оборудование холодильное. Общие требования к назначению давления», ГОСТ 12.2.233-2012 «Системы холодильные холодопроизводительностью свыше 3,0 кВт» и ГОСТ Р 50803-95 «Резервуары-охладители молока. Общие технические требования».

**Результаты исследований.** Для охлаждения молока используются танки-охладители, проточные теплообменники, чиллеры, генераторы ледяной воды [1,3]. Последние все чаще применяются на производстве ввиду ряда преимуществ: высокой скорости охлаждения; отсутствия примерзания продукции при охла-

ждении; сравнительно низкой мощности компрессора; возможности использования установки для получения ледяной воды в ночное время при меньшей нагрузке электросетей и использовании ночных тарифов.

Мгновенное охлаждение молока происходит следующим образом: генератор ледяной воды охлаждает воду, при этом намораживает лед, ледяная вода подается циркуляционным насосом в теплообменник и проходя через него в противоток молоку, охлаждает его [4]. Важным условием применения данной технологии является корректный подбор генератора ледяной воды, поскольку стабильное снижение температуры молока на выходе из теплообменника возможно при подаче хладоносителя и молока в соотношении 4:1.

Для повышения эффективности процесса охлаждения молока нами разработана конструкция генератора ледяной воды панельного

типа с импульсным режимом намораживания льда. Техническая новизна конструкции подтверждена патентом №197873 [5]. Основным фактором повышения эффективности процесса охлаждения молока с использованием предлагаемой конструкции является возможность ускорения получения льда за счет режима попеременной наморозки и отсоединения льда от охлаждаемой поверхности, а также получение льда в виде пластин, а не монолита, что обеспечивает большую поверхность теплообмена с теплоносителем, ускорит процесс охлаждения и снизит его энергоемкость.

Генератор ледяной воды включает два основных узла – теплоизолированную емкость и компрессорно-конденсаторный агрегат (рисунок 1 а, б).



а



б

**Рис.1. Общий вид основных узлов генератора ледяной воды:**  
а - теплоизолированная емкость; б - компрессорно-конденсаторный агрегат

Теплоизолированная емкость состоит из панельных испарителей, изготовленных точечной сваркой двух листов нержавеющей стали и имеющих внутренние полости. Точки сварки расположены на одинаковых расстояниях, четыре соседние точки представляют вершины квадрата.

В процессе работы генератора ледяной воды в испарителе резко изменяется давление паров хладагента. С целью проверки прочности и надежности конструкции были проведены сравнительные исследования трех вариантов панельных испарителей, отличающихся расстоянием между точками сварки пластин (25 мм,

40 мм и 50 мм) и изготовленных из пищевой нержавеющей стали с толщиной верхней пластины 2 мм, нижней - 1,5 мм (рисунок 2). Давление варьировалось в диапазоне от 5 до 35 кг/см<sup>2</sup>.

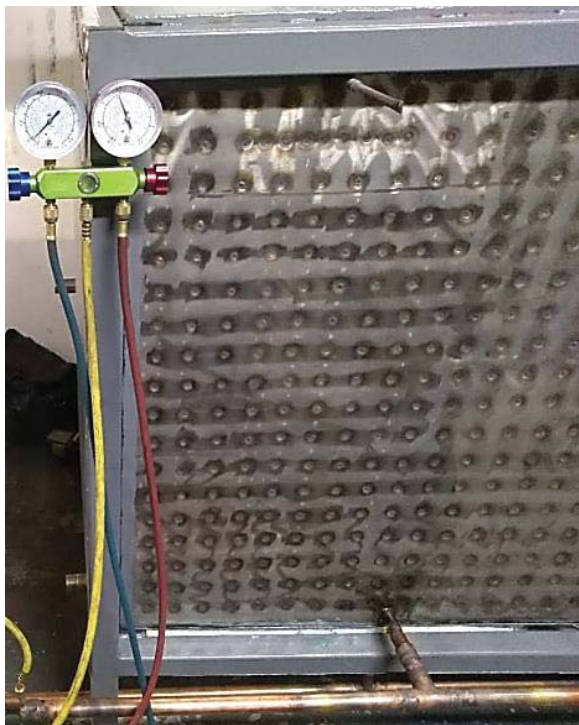


Рис.2. Исследование панельного испарителя

По итогам проведенных исследований лучшие результаты показал образец с интервалом расположения точек сварки 40 мм и более чем двукратным запасом прочности. Такая конструкция может быть использована не только при статических, но и при динамических режимах работы, допускающих резкое колебание давления в холодильном контуре.

Функционирование генератора ледяной воды предусматривает два основных технологических процесса – охлаждение и намораживание. Эффективное охлаждение должно обеспечивать максимально возможный теплосъем панельными испарителями от жидкости в диапазоне температур от 30°С до 4°С. Для этого холодильный компрессор подает жидкий хладагент в панельные испарители. Хладагент отбирает тепло через стенки испарителей от жидкости. При охлаждении используются нижний и боковые испарители, жидкость в емкости интенсивно перемешивается циркуляционным насосом.

Процесс намораживания начинается при температуре 4°С. Циркуляционный насос выключается, прекращается подача хладагента на боковые панельные испарители. Процесс намораживания состоит из двух циклов: наморозки слоя льда толщиной не более 5 мм на нижнем испарителе и отделения намороженного слоя льда от поверхности нижнего испарителя посредством кратковременной подачи газа температурой 45°С во внутренние полости испарителя. При этом лед всплывает, и теплоизолированная емкость равномерно наполняется его пластинами, то есть образуется смесь воды со льдом (рис.3.), которая используется для охлаждения продукции.

Получение льда с помощью предлагаемой конструкции генератора ледяной воды происходит более интенсивно по сравнению с традиционными способами. Опытный образец генератора ледяной воды успешно проходит производственную проверку в ИП Демешко А.А.



Рис.3. Теплоизолированная емкость со смесью пластов льда и охлажденной воды

**Вывод.** В результате проведенных исследований разработана конструкция генератора ледяной воды панельного типа с импульсным режимом намораживания льда (патент №197873) и изготовлен ее опытный образец, с которым проводятся дальнейшие экспериментальные исследования и производственная апробация.

## Список литературы

1. Демешко, А. А. Обзор конструкций испарителей в системах охлаждения жидкостей / А. А. Демешко, С. А. Шишлов, А. Н. Шишлов // Молодые ученые - агропромышленному комплексу Дальнего Востока: матер. XIX межвуз. науч.-практ. конф. молодых ученых, аспирантов, специалистов (Уссурийск, 02-03 апр. 2019 г.) / Примор. гос. с.-х. акад. ; отв. ред. С. В. Иншаков. – Уссурийск: ПГСХА, 2019. – С. 12-18.
2. Демешко, А. А. Молоко: факторы, влияющие на его сохранность / А. А. Демешко, С. А. Шишлов, А. Н. Шишлов // Молодые ученые - агропромышленному комплексу Дальнего Востока: матер. XX межвуз. науч.-практ. конф. молодых ученых, аспирантов, специалистов (Уссурийск, 30-31 марта 2020 г.) / Примор. гос. с.-х. акад. ; отв. ред. С. В. Иншаков. – Уссурийск: ПГСХА, 2020. – С. 14–21.
3. Степанова, Л.И. Справочник технолога молочного производства / Л.И. Степанова. – Санкт-Петербург : ГИОРД, 1999. – Т 1. – 384 с.
4. Харитонов, В.Д. Приемка и первичная обработка молока / В.Д. Харитонов, Е.В. Шепелева. – Москва: Молочная промышленность, 1997. – 54 с.
5. Патент № 197873. Устройство для получения ледяной воды : № 2020100747 : заявл. 09.01.2017 : опубл. 03.06.2020 / Демешко А. А.; заявитель, патентообладатель А. А. Демешко. – Бюл. №16. – 7 с. : ил.

## Reference

1. Demeshko, A. A., Shishlov, S.A., Shishlov, A.N. Obzor konstruktсии isparitelei v sistemakh okhlazhdeniya zhidkosti (Overview of Vaporizer Designs in Liquid Cooling Systems), Molodye uchenye - agropromyshlennomu kompleksu Dal'nego Vostoka: mater. XIX mezhvuz. nauch.-prakt. konf. molodykh uchenykh, aspirantov, spetsialistov (Ussuriisk, 02-03 apr. 2019 g.), Primor. gos. s.-kh. akad., otv. red. S. V. Inshakov, Ussuriisk, PGSKhA, 2019, PP. 12-18.
2. Demeshko, A.A., Shishlov, S.A., Shishlov, A.N. Moloko: faktory, vliyayushchie na ego sokhrannost' (Milk: Factors Affecting Its Safety), Molodye uchenye - agropromyshlennomu kompleksu Dal'nego Vostoka: mater. XX mezhvuz. nauch.-prakt. konf. molodykh uchenykh, aspirantov, spetsialistov (Ussuriisk, 30-31 marta 2020 g.), Primor. gos. s.-kh. akad., otv. red. S. V. Inshakov, Ussuriisk: PGSKhA, 2020, PP. 14–21.
3. Stepanova, L.I. Spravochnik tekhnologa molochnogo proizvodstva (Handbook for Dairy Production Technologist), Sankt-Peterburg, GIORД, 1999, T. 1, 384 p.
4. Kharitonov, V.D., Shepeleva, E.V. Priemka i pervichnaya obrabotka moloka (Acceptance and Primary Processing of Milk), Moskva, Molochnaya promyshlennost', 1997, 54 p.
5. Patent № 197873. Ustroistvo dlya polucheniya ledyanoi vody (Pat. 197873. Device for Ice Water Production), № 2020100747, zayavl. 09.01.2017, opubl. 03.06.2020, Demeshko A. A., zayavitel', patentoobladatel' A. A. Demeshko, Byul. №16, 7 s. : il.

## Информация об авторах

**Шишлов Сергей Александрович**, д-р техн. наук, профессор, завкафедрой проектирования и механизации технологических процессов; ФГБОУ ВО «Приморская государственная сельскохозяйственная академия»; пр-т Блюхера, 44, г. Уссурийск, Приморский край, Россия; тел. 89146705133, sergey\_a\_shishlov@mail.ru;

**Демешко Андрей Александрович**, аспирант; ФГБОУ ВО «Приморская государственная сельскохозяйственная академия»; пр-т Блюхера, 44, г. Уссурийск, Приморский край, Россия;

**Шишлов Александр Николаевич**, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры проектирования и механизации технологических процессов; ФГБОУ ВО «Приморская государственная сельскохозяйственная академия»; пр-т Блюхера, 44, г. Уссурийск, Приморский край, Россия;

**Чугаева Наталья Александровна**, канд. биол. наук, доцент, декан института животноводства и ветеринарной медицины, ФГБОУ ВО «Приморская государственная сельскохозяйственная академия»; пр-т Блюхера, 44, г. Уссурийск, Приморский край, Россия.

## Information about the authors

**Sergey A. Shishlov**, Doctor Technical Science, Professor, Primorskaya State Academy of Agriculture; 44 Bluhera st., Ussuriisk, Russia; e-mail: sergey\_a\_shishlov@mail.ru;

**Andrey A. Demeshko**, Postgraduate Student Primorskaya State Academy of Agriculture; 44 Bluhera st., Ussuriisk, Russia;

**Aleksandr N. Shishlov**, Cand. Tech. Sci., Associate Professor; Primorskaya State Academy of Agriculture; 44 Bluhera st., Ussuriisk, Russia;

**Natalya A. Chugaeva**, Candidate of Biological Science, Primorskaya State Academy of Agriculture; 44 Bluhera st., Ussuriisk, Russia.