

УДК 621.565

В. К. Клыбик¹, кандидат технических наук,
Ю. А. Ракевич²

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства», ул. Кнорина, 1, 220049 Минск, Республика Беларусь,
+375 (17) 272 02 91, ¹labts@mail.ru, ²rakevich.1991@mail.ru

К ВОПРОСУ РАЦИОНАЛЬНОГО ВЫБОРА РАСПЫЛИТЕЛЬНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОЙ ПРОМЫВКИ МОЛОКООХЛАДИТЕЛЕЙ

В статье проведен обзор существующих распылительных устройств для эффективной промывки молокоохладителей. Предложено распылительное устройство вращающегося типа на 360° с механическим воздействием струи для быстрого и высокого качества мойки молочных танков при минимальном расходе воды. Вращающаяся головка распылителя обеспечивает увеличенное интенсивное ударное воздействие струи на загрязнения и равномерно распределяет моющий раствор по внутренним поверхностям стенок емкостей современных крупногабаритных молокоохладителей.

Качество молока, молочных продуктов и их бактериологическая безопасность в значительной степени зависят от санитарного состояния технологического оборудования. Эффективное нанесение раствора на внутреннюю поверхность емкости для охлаждения молока повышает качество удаления загрязнений, сокращает время мойки и, как следствие, обеспечивает экономию электроэнергии, воды и поверхностно-активных препаратов.

Ключевые слова: распылитель; молокоохладитель; мойка; молоко; качество; раствор; жидкость.

Рис. 2. Библиогр.: 14 назв.

V. C. Klybik¹, PhD in Technical Sciences,
Y. A. Rakevich²

Republican Unitary Enterprise “The Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus on agricultural mechanization”, 1 Knorina Str., 220049 Minsk, the Republic of Belarus,
+375 (17) 272 02 91, ¹labts@mail.ru, ²rakevich.1991@mail.ru

TO THE QUESTION OF THE RATIONAL CHOICE OF A SPRAY DEVICE FOR MILK COOLERS EFFECTIVE WASHING

The article provides a review of existing spray devices for milk coolers efficient washing. A 360° rotating type-spraying device with a mechanical action of the jet for fast and milk tanks high quality washing with minimal water consumption is proposed. The rotating head of the atomizer provides an increased intense impact of the jet on impurities and distributes evenly the washing solution over the inner surfaces of the tanks walls of modern large-sized milk coolers.

The quality of milk and dairy products and their bacteriological safety largely depend on the sanitary condition of the technological equipment. Efficient application of the solution to the inside surface of the milk cooling container increases the quality of soil removal, reduces washing time and, as a result, saves energy, water and surfactants.

Key words: spray; milk cooler; washing; milk; quality; solution; liquid.

Fig. 2. Ref.: 14 titles.

Введение. Выполнение мероприятий Государственной программы развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016—2020 годы в 2020 году обеспечило прирост производства молока в сельскохозяйственных организациях на 105,6 % в сравнении с 2019 годом при общем объеме производства в сельскохозяйственных организациях 7,503 млн тонн молока [1].

По прогнозам Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь экспортный потенциал молочной промышленности может достичь 3 млрд долларов уже к 2025 году. Для этих целей необходимо поднять уровень валового производства молока до

9,2 млн тонн. Для достижения данного показателя решается ряд задач по совершенствованию кормовой базы, технического оснащения производства и переработки молока [2].

Качество молока и молочных продуктов, а также их бактериологическая безопасность в значительной степени зависят от санитарного состояния технологического оборудования. Для того, чтобы не происходило бактериального обсеменения и загрязнения молочных продуктов, молокоохладители необходимо тщательно мыть и дезинфицировать. На поверхности оборудования загрязнения откладываются в виде остатков сырья, молочных продуктов и осадка (пригара), состоящих из белков, жиров, фосфатидов, комплексов денатурированных сывороточных белков с минеральными составляющими (молочного камня и др.). Обязательным условием эффективности дезинфекции должно быть полное удаление органических и неорганических загрязнений и остатков моющих средств с поверхности молокоохладителя после мойки [3].

Материалы и методы исследования. Наряду с увеличением производства молока необходимо предусматривать повышение его качества. Повышение его чистоты, в том числе снижение бактериальной загрязненности, не может не сказаться на состоянии здоровья потребителя. Кроме того, в условиях рыночной экономики фактор качества является одним из основных в сбыте молока. Это обусловлено, прежде всего, более высокими закупочными ценами на молоко сорта экстра. При производстве молока решающим фактором, который влияет на его качественные показатели, является санитарное состояние доильного оборудования. В процессе эксплуатации доильных установок на внутренних поверхностях их трубопроводов образуются разнообразные по составу, свойствам, толщине, прочности сцепления отложения, которые приводят к загрязнению молока, в результате чего происходит снижение его сортности и цены за реализацию. Согласно проведенным исследованиям, до 80 % первичной микрофлоры молока формируется за счет микрофлоры доильных аппаратов. Поэтому разработка технологических подходов, которые обеспечат эффективную очистку поверхностей от загрязнения, является первоочередной задачей, решение которой обеспечит получение высокосортного молока [4; 5].

Главная задача промывания — должным образом очистить доильное оборудование. Время циркуляционного промывания определяется в зависимости от типа моющего средства, дозирования, степени загрязненности и эффективности механического влияния. Как правило, это время составляет около 10 мин, если используется комбинированное (моющее и дезинфицирующее) средство, 7...8 мин для циркуляционного промывания моющим средством и 5 мин дезинфекции [6; 7].

Температура моющего раствора на начальном этапе циркуляционного промывания должна составлять 70...90 °С (чем выше, тем лучше) и быть не ниже 40 °С в конце циркуляционного промывания. Поддержание температуры раствора выше 40 °С необходимо для того, чтобы грязь, а особенно жир, оставались растворенными в воде и опять не оседали на стенки трубопроводов.

Механическое влияние для удаления остатков молока из внутренней поверхности молокопровода осуществляется потоком жидкости и воздуха, которые разгоняются в направлении молокоприемника за счет действия вакуума [8; 9].

Важным фактором, который влияет на эффективность дезинфекции, является концентрация и температура дезинфицирующего раствора. При низкой концентрации развитие микроорганизмов задерживается, но не происходит их уничтожение. Высокая концентрация может привести к коррозии технологического оборудования или выделению ядовитых веществ, опасных для здоровья человека. Кроме того, увеличивается расход дезинфицирующих средств. Вместе с тем концентрация должна быть выбрана с таким условием, чтобы обеспечивалось уничтожение микрофлоры на поверхности оборудования [10].

Выбор концентрации дезинфицирующих растворов связан с температурой и длительностью их влияния на поверхность оборудования. При низкой температуре уменьшается

диссоциация растворов, которая обуславливает снижение скорости диффузии химического вещества в микробную клетку. Например, при температуре 0 °С многие дезинфицирующие средства теряют свои свойства. С повышением температуры на 10 °С скорость химических реакций возрастает в 2...3 раза. Почти в такой же пропорции усиливается дезинфицирующее действие растворов. При 0 °С только хлорсодержащие растворы выявляют бактериальное действие. Температура дезинфицирующих растворов, которые не содержат хлор, должна быть в пределах 20...40 °С. Длительность дезинфекции — от 7 до 10 мин [11—13].

Для распылительной мойки внутренних поверхностей молокоохладителей применяют три типа оборудования для СІР-мойки (рисунок 1): стационарные распылительные; вращающиеся распылительные; вращающиеся струйные [14].

Применяют два подхода к мойке молокоохладителей: высокий расход и низкое давление; низкий расход и высокое давление.

Стационарные распылители — это жестко закрепленные опрыскивающие спрейболы, которые не вращаются, поэтому требуют значительно большего количества моющей жидкости для производства турбулентного потока. Прежде всего используются для простой промывки небольших емкостей. Мойка емкости достигается за счет стекания по стенкам емкости большого потока моющего раствора. Все распылители данного типа работают при низком и среднем давлении с использованием центробежного насоса. В соответствии с зоной действия статистический распылитель устанавливают в горизонтальные молокоохладители в центральной части.

Вращающиеся распылители свободно вращаются вокруг своей оси со щелевыми отверстиями в рабочей зоне; используются для очистки молокоохладителей малых и больших габаритов; работают при высоком давлении, что позволяет использовать меньшее количество дезинфицирующего средства для мойки молочного танка.

Вращающиеся струйные распылители — мощные струйные механизмы, которые обеспечивают интенсивную подачу моющего раствора через два и четыре цельноструйных сопла; используются для больших молочных танков до 24 м³; работают при высоком давлении с температурой моющей жидкости до 95 °С. Работает распылитель в двух плоскостях: горизонтальной и вертикальной. Благодаря высокому давлению моющая струя имеет максимальную дальность полета.

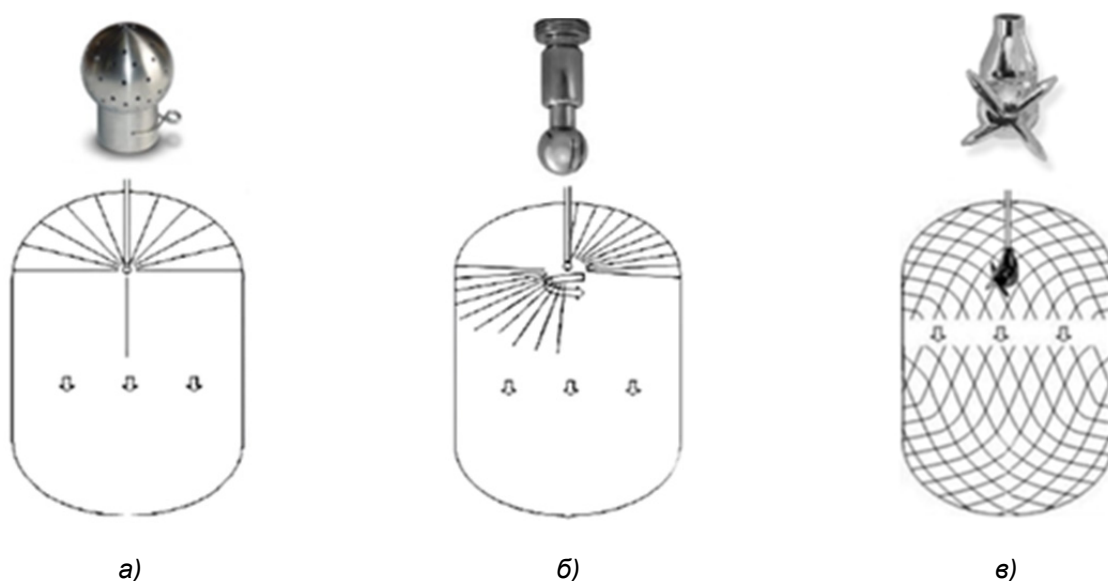


Рисунок 1. — Схема работы распылителя: а — стационарного; б — вращающегося; в — вращающегося струйного

Результаты исследования и их обсуждение. Обработка внутренних поверхностей закрытых молокоохладителей заключается в нанесении раствора моющего средства в виде напорных струй. При этом они не только вращаются в двух плоскостях, но еще и двигаются по сложным траекториям в пространстве. Поток падает на боковую поверхность как сверху вниз, так и снизу вверх. Его удар о стенку цистерны несколько ослабляется из-за того, что по поверхности стекает жидкость, нанесенная ранее. Из-за этого снижается гидродинамический эффект, загрязняется участок, который был уже очищен. Равномерность нанесения раствора не соблюдается.

Чтобы моющее средство падало на загрязненную поверхность равномерно, а кинетическая энергия струи использовалась в полной мере, жидкость перемещают «винтовым» способом: струя двигается по внутренней поверхности танка охладителя закрытого типа по винтовой линии сверху вниз, при этом шаг винта равен ширине полосы размыва. При такой технологии границы полос совпадают с минимальным перекрытием.

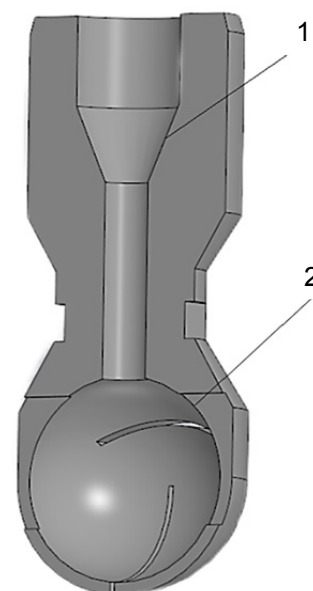
Скорость снижения струи по вертикальной линии должна быть значительно меньше, чем скорость стекания вниз жидкости, нанесенной ранее. Тогда в месте падения капель не окажется слоя раствора с грязью, т. е. ничто не будет ослаблять кинетическую энергию потока моющего средства.

Эффективное нанесение раствора на внутреннюю поверхность емкости для охлаждения молока повышает качество удаления загрязнений, сокращает время мойки и, как следствие, обеспечивает экономию электроэнергии, воды и поверхностно-активных препаратов.

Вращающаяся головка распылителя на 360° обеспечивает увеличенное интенсивное ударное воздействие струи на загрязнения и равномерно распределяет моющий раствор по внутренним поверхностям стенок емкостей современных крупногабаритных молокоохладителей (рисунок 2).

Данное конструктивное исполнение позволит соплам свободно вращаться в двух плоскостях вокруг вертикальной и горизонтальной осей от реактивных сил, возникающих в результате выброса струи из отверстий форсунки. Такое техническое решение обеспечивает подачу моющей жидкости на верхнюю часть внутренних стенок емкости и свободное стекание по поверхности на дно молокоохладителя, откуда затем снова в подающий насос и распылительную головку. Данный процесс многократно повторяется в течение всего времени промывки. Вариантом указанного механизма является модель, в которой трубчатые дуги разведены на угол 30° в горизонтальной плоскости. По отношению к оси вращения системы их верхние участки расположены под углом 60° . Такое изменение сделано в целях повышения эффективности удаления грязи, а также более удобной очистки самой моющей головки. При поступлении раствора под давлением $0,2 \dots 0,3$ МПа частота вращения механизма составляет $60 \dots 80$ об/мин. Это позволяет создать сферический поток моющего средства, который интенсивно омывает стенки танков охладителей закрытого типа.

Заключение. Эффективность санитарной обработки молокоохладителя будет зависеть от степени их загрязненности, свойств моющих и дезинфицирующих средств, концентрации и температуры применяемых растворов, режима ополаскивания и выбора распылительного устройства. Использование поверхностно-активных веществ в моющих растворах в сочетании с механическим воздействием струи жидкости вращающегося распылителя на 360° ускоряет процесс и обеспечивает высокое качество очистки при минимальном расходе воды.



1 — вал; 2 — распылитель

Рисунок 2. — 3D-модель распылителя вращающегося типа

Список цитированных источников

1. *Клыбик, В. К.* Пути совершенствования процесса мойки емкостей молокоохладителей / В. К. Клыбик, В. В. Никончук // *Механизация и электрификация сельского хозяйства : межвед. темат. сб. / Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по механизации сел. хоз-ва. — Минск, 2022. — Вып. 55. — С. 117—120.*
2. *Новости экономики Беларуси [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.belta.by>. — Дата доступа: 16.03.2023.*
3. *Санитарная обработка технологического оборудования на предприятиях молочной отрасли : учеб.-метод. пособие / Л. А. Силантьева. — СПб. : Университет ИТМО, 2017. — 4 с.*
4. *Палий, А. П.* Перспективные направления развития молочного скотоводства в Украине / А. П. Палий // *Изв. Великолук. гос. с.-х. акад. — Великие Луки, 2014. — № 2. — С. 10—15.*
5. *Ушаков, Ю. А.* Качество молока в зависимости от санитарного состояния доильного оборудования / Ю. А. Ушаков, А. А. Панин // *Изв. Оренбург. гос. аграр. ун-та. — 2009. — № 1 (21). — С. 99—101.*
6. *Палий, А. П.* Дослідження процесу очищення доїльних установок різного типу після доїння / А. П. Палий // *Наук.-техн. бюл. — 2014. — № 112. — С. 109—114.*
7. *Жмырко, А. М.* Закономерности изменения температурного режима мойки молокопровода / А. М. Жмырко, В. И. Березуцкий // *Совершенствование процессов и техн. средств в АПК. — 2001. — Вып. 3. — С. 27—32.*
8. *Палий, А. П.* Дослідження процесу промивання доїльних установок / А. П. Палий // *Наук. вісн. Львів. нац. ун-ту ветеринар. медицини та біотехнологій ім. С. З. Гжицького. Сер. «Сільськогосподарські науки». — 2015. — Т. 16, № 2 (59), ч. 3. — С. 156—161.*
9. *Молочников, В. В.* Влияние санитарной обработки оборудования на качество молочных продуктов / В. В. Молочников // *Улучшение качества молока и молочных продуктов. — М., 1980. — С. 184—190.*
10. *Цой, Ю. А.* Параметры пробкового режима течения жидкости в молокопроводе при промывке / Ю. А. Цой, Р. А. Мамедова // *Техника в сел. хоз-ве. — 2007. — № 2. — С. 3—4.*
11. *Палий, А. П.* Аналіз вимог щодо режимів промивання молокопроводів доїльних установок / А. П. Палий // *Вісн. Харків. нац. техн. ун-ту сіл. господарства ім. П. Василенка. — 2015. — Вип. 157 : Технічні системи і технології тваринництва. — С. 28—32.*
12. *Paliy, A. P.* Innovations in the study of us properties linersmilking machine / A. P. Paliy // *Вісн. Сум. нац. аграр. ун-ту. Сер. «Тваринництво». — 2015. — Вип. 6 (28). — С. 129—132.*
13. *Baines, J.* Clean machines a must for low bacteria counts / J. Baines // *Farmers Weekly. — 1992. — № 1290. — P. 4—6.*
14. *Палий, А. П.* Инновационный подход в определении чистоты доильно-молочного оборудования / А. П. Палий // *Вестн. Новосиб. гос. аграр. ун-та. — 2015. — № 4 (37). — С. 161—166.*

Поступила в редакцию 21.03.2023.