

СТРУКТУРНО-ЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ САНИТАРНОЙ ОБРАБОТКИ ДОИЛЬНЫХ УСТАНОВОК С МОЛОКОПРОВОДОМ И АВТОМАТОМ ПРОМЫВКИ

МАТВЕЕВ Владимир Юрьевич, Нижегородский государственный инженерно-экономический университет

МАСЛОВ Максим Михайлович, Нижегородский государственный инженерно-экономический университет

ЗАЙКИН Вильямс Павлович, Нижегородский государственный инженерно-экономический университет

ФИЛИППОВ Дмитрий Владимирович, Нижегородский государственный инженерно-экономический университет

В статье проведен анализ технологических схем систем санитарной обработки, проанализированы технологические решения по усовершенствованию существующих систем. Целью работы является разработка эффективной конструктивно-технологической схемы системы санитарной обработки доильной установки. При составлении структурных схем технологических линий использовался анализ существующих технологий. Для определения рациональной рабочей схемы санитарной обработки необходим системный подход с проведением тщательного анализа существующих конструкций, параметров, определяющих эффективность ее функционирования. Структурные схемы представляют собой цепочку последовательно расположенных друг за другом операций.

Введение. Молоко и молочные продукты по их количеству находятся на первом месте в потребительской корзине на 2020 год [11]. Российская Федерация импортировала в 2018 г. 3 441 000 т молока [10]. Таким образом, производство молока в стране находится не на должном уровне. Молоко является скоропортящимся продуктом, поэтому после доения его необходимо быстро охладить и переработать. При несвоевременной переработке молоко теряет свои свойства, в нем начинается микробиологический процесс, ведущий к повышению молочнокислых бактерий и бактерий группы кишечной палочки. Процесс нарастания микроорганизмов зависит от общего микробного числа в КОЕ/см³, оказавшихся в молоке непосредственно после доения, что в свою очередь зависит от состояния здоровья животного, соблюдения технологии доения и чистоты доильного оборудования.

С целью предотвращения попадания в молоко бактерий и микроорганизмов операторами машинного доения проводится комплекс мер – предварительное подмывания вымени, поддержание соответствующих условий в коровнике и санитарная обработка доильного оборудования, которые регламентируют «Санитарные правила по уходу за доильными установками и молочной посудой, контролю их санитарного состояния и санитарного качества молока», утвержденные 29.09.1986 г.

В зависимости от вида доильного оборудования, а также от оснащённости техническими средствами санитарную обработку проводят вручную, полуавтоматически или автоматичес-

ки. При ручном способе санитарной обработки промывка осуществляется непосредственно оператором (переключение линий, регулировка режимов, подготовка раствора и т.д.). При полуавтоматическом способе санитарной обработки вышеперечисленные операции осуществляются по средством механизмов, но управляются так же оператором. Автомат же промывки позволяет свести действия оператора к минимуму (включение, контроль за процессом и выключение).

Однако, использование таких доильных установок сопровождается большой нагрузкой на дояров из-за низкой механизации процесса. На большинстве товарных ферм применяются доильные установки с молокопроводом, позволяющие транспортировать выдоенное молоко по средствам вакуумной трубопроводной линии, применение которых позволяет снизить физическую нагрузку на оператора и защитить молоко от контакта с воздухом.

Санитарную обработку вручную и полуавтоматически проводят на доильных установках типа АД-100Б, ДАС-2Б, УДС-В, которые предназначены для доения коров в переносные ведра и типа АДМ-8А, которая предназначена для доения коров в молокопровод. Подобных доильных установок, используемых для доения коров в стране, осталось менее 5 % [8].

Все современные установки, как правило, снабжены автоматами промывки, которые обладают определенными преимуществами: относительно легки в управлении, снижают количество ручного труда при промывке и влияние челове-





ческого фактора на конечный результат промывки и другие.

Однако, несмотря на все усилия, санитарная обработка доильной установки является самой энергозатратной операцией доения. Кроме того, от правильности ее проведения зависит не только качество произведенного молока, но и его безопасность.

Поэтому актуальной задачей научных исследований на первом этапе является разработка конструкционно-технологических схем, позволяющих снизить энергопотребление и повысить качество санитарной обработки доильных установок.

Целью работы является выявление путей повышения эффективности системы санитарной обработки доильной установки.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Провести анализ технологических схем систем санитарной обработки.

2. Проанализировать технологические решения по усовершенствованию существующей системы.

3. Составить структурно-логическую схему функционирования системы санитарной обработки доильных установок с молокопроводом и автоматом промывки, и на основании ее анализа предложить рациональные решения по улучшению ее эффективности.

Методика исследований. При составлении структурных схем технологических линий системы санитарной обработки доильной установки использовался анализ существующих технологий. Структурно-логическая схема функционирования данной системы составлена на основании анализа конструкций существующих, а также использованы результаты исследований по данной тематике, позволяющие определить основные параметры, влияющие на рабочий процесс и критерии их работы.

Результаты исследований. Для определения оптимальных параметров рабочей схемы системы санитарной обработки доильной установки (ССОДУ) необходим системный подход с проведением тщательного анализа существующих конструкций, параметров, определяющих ее эффективное функционирование. Анализ следует начать с составления общих структурных схем функционирования ССОДУ (рис. 1). Структурные схемы представляют собой цепочку последовательно выполняемых циклов (на схемах представлены их условные обозначения), состоящих из определенных операций (заполнение молокопровода, циркуляция и т.д.). Чистота доильного оборудования регламентируется санитарными правилами по уходу за доильными установками и молочной посудой, контролю их санитарного состояния и санитарного качества молока [12].

Согласно правилам, санитарную обработку доильного оборудования необходимо проводить сразу после окончания его использования, а режимы промывки молочных линий предусматривают три основных операции:

1) ополаскивание линии проточным пропуском теплой воды до визуального полного удаления остатков молока;

2) циркуляцию горячей жидкости для полного удаления липидопотеиновых отложений со стенок молокопровода;

3) ополаскивание линии проточным пропуском водопроводной воды до полного удаления остатков моюще-дезинфицирующего средства.

При проведении операции 1 возможно использование поролонового пыжа, как интенсификатора удаления основного количества белково-жировых отложений.

Операцию 2 проводят со скоростью не менее 20 л/мин с 0,25%-м раствором моюще-дезинфицирующего средства в течение 20 мин. В качестве моюще-дезинфицирующего средства используют щелочные растворы. Щелочные средства применяют при каждой промывке, а кислотные по мере появления «молочного камня» в виде видимых следов минерализованных остатков на поверхности молочного оборудования. Причем при комбинированной промывке сначала проводят циркуляцию 1%-м раствором (соляной, серной, фосфорной, азотной или уксусной) кислоты в течение 15 мин, затем оборудование ополаскивают горячей водой и промывают щелочным средством при параметрах, описанных выше.

Полнота удаления моюще-дезинфицирующих средств при операции 3 контролируется по полоске универсальной индикаторной бумаги, цвет которой при отсутствии следов дезинфектанта должен оставаться белым.

В зависимости от вида загрязнений и условий функционирования доильной установки можно выделить несколько структурных схем (рис. 1) [12].

Рабочий процесс ССОДУ можно разделить на три последовательных стадии – ополаскивание с целью удаления остатков молока, циркуляцию моюще-дезинфицирующего раствора и ополаскивание для удаления остатков моюще-дезинфицирующих средств. На большинстве товарных ферм используется комбинация щелочных и кислотных моюще-дезинфицирующих средств (см. рис. 1). Основная задача циркуляционной мойки щелочными моюще-дезинфицирующими средствами – удаление белково-жировых отложений с внутренней поверхности доильного оборудования. Данная схема применяется после каждого использования доильной установки. Однако щелочные средства позволяют удалить непрочно связанные белково-жировые части. Для удаления твердых кальцинированных за-

грязней применяются моюще-дезинфицирующие составы на основе кислот. Данная схема санитарной обработки, в зависимости от параметров доильной установки и качества используемой воды, применяется раз в 3-7 дней.

Из анализа структурных схем можно сделать вывод, что при разработке ССОДУ необходимо учитывать тип и конструкционные параметры доильной установки, а также время циркуляции моюще-дезинфицирующего раствора.

Анализ научных работ, посвященных проблеме санитарной обработки доильных установок, показал, что на параметры ССОДУ влияют их технологические, конструкционные параметры, а также свойства применяемых моюще-дезинфицирующих средств [2, 7, 13]. При этом качество очистки в большей степени зависит от скорости движения раствора, интенсивности его турбулентности и температуры [6, 9].

Анализ способов санитарной обработки показал, что наиболее распространенным является циркуляционная промывка молокопроводом управляемая автоматом промывки [10]. В некоторых системах для интенсификации очистки применяются эжекторы, завихрители потока и механические очистители [1, 4, 5, 14].

В условиях ГБОУ ВО НГИЭУ разработаны несколько вариантов механических очистителей с активным рабочим органом и устройство для их подачи.

На рабочий процесс системы санитарной обработки доильной установки влияют параметры моющего раствора $X_{\text{мр}}$, параметры инжектора $X_{\text{и}}$, параметры подачи механических очистителей $X_{\text{мо}}$ и параметры доильной установки $X_{\text{ду}}$ (рис. 2).

К параметрам доильной установки, характеризующим условия работы ССОДУ, относятся длина, диаметр и материал молокопровода, а также ее техническое состояние. С целью сокращения материалоемкости и площади взаимодействия с молоком длину и диаметр доильной установки стараются минимизировать. Примером таких тенденций являются доильные ус-

тановки типа «Карусель», «Елочка», «Тандем», длина молокопровода которых составляет до 70 м. Однако применение доильных установок данного типа ограничено беспривязным способом содержанием животных. При привязном содержании применяются доильные установки линейного типа с длиной молокопровода 100 м и более. Диаметр применяемого молокопровода зависит от числа одновременно выдаиваемых голов. Наибольшее распространение получили молокопроводы диаметром 40, 52 и 63 мм. В качестве материала изготовления молокопровода могут выступать нержавеющая сталь и стекло. Однако из-за большого количества стыков и хрупкости стеклянные молокопроводы практически перестали применяться. С увеличением длины и диаметра молокопровода прямо пропорционально увеличивается площадь контакта молока с поверхностью оборудования, а следовательно, возрастает нагрузка на ССОДУ. Кроме того, на таких доильных установках увеличиваются тепловые потери, в результате чего температура моющего раствора снижается, что в свою очередь приводит к ухудшению качества очистки. Не малую роль на качество санитарной обработки оказывает и ее техническое состояние. В результате эксплуатации возможно снижение рабочего давления, увеличение шероховатости и частичное нарушение герметичности молокопровода, что так же приводит к увеличению нагрузки на ССОДУ. Однако изменение параметров доильной установки практически невозможно.

Следующей группой параметров, оказывающих влияние на ССОДУ, являются параметры моющего раствора, к которым относятся его концентрация, температура, скорость движения, объем и тип применяемого моюще-дезинфицирующего средства. Однако, варьирование данных параметров ограничено безопасностью моющего раствора для оборудования и необоснованными энергетическими затратами.

Кроме вышперечисленных групп параметров влияние на ССОДУ оказывают параметры

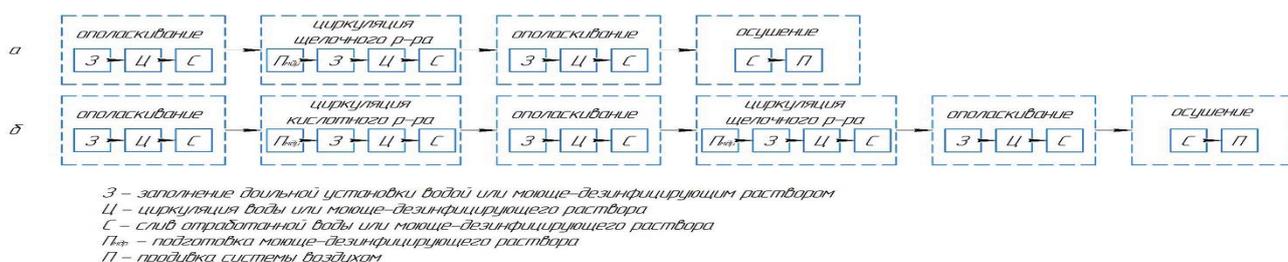


Рис. 1. Структурные схемы системы санитарной обработки доильной установки:
 а – схема санитарной обработки доильной установки с использованием щелочных моюще-дезинфицирующих средств; б – схема санитарной обработки доильной установки с использованием кислотных моюще-дезинфицирующих средств; З – заполнение доильной установки водой или моюще-дезинфицирующим раствором; Ц – циркуляция воды или моюще-дезинфицирующего раствора; С – слив загрязненной воды или моюще-дезинфицирующего раствора; П_{мдк} – подготовка моюще-дезинфицирующего раствора; П – продувка системы воздухом



СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андреев В.Б., Демидова Л.Д., Ивановцев В.В. Некоторые моменты обеспечения санитарного качества молока. – Тверь: Триада, 2007. – 56 с.
2. Горлов И.Ф., Каренгина Т.В., Митрофанов А.З. Способ санитарной обработки доильного оборудования и молокопроводов (варианты). Патент на изобретение RU 2238001, 20.10.2004. Заявка № 2003119900/13 от 30.06.2003.
3. Дегтерев Г.П., Рекин А.М. Качество молока в зависимости от санитарного состояния доильного оборудования // Молочная промышленность. – 2000. – № 5, – С. 23.
4. Кирсанов В.В., Матвеев В.Ю., Маслов М.М. Устройство для подачи механических очистителей в молокопровод. Патент на изобретение RU 2688830, 22.05.2019. Заявка № 2018116186 от 28.04.2018.
5. Кирсанов В.В., Матвеев В.Ю., Маслов М.М. Перспективный механический очиститель молокопроводов // Сельский механизатор. – 2018. – № 9. – С. 26–27.
6. Королева Л.Г. Совершенствование ветеринарно-санитарного контроля молока на перерабатывающих предприятиях: дис. ... канд. вет. наук: 06.02.05. – М., 2018. – 149 с.
7. Кравченко В.Н., Мазаев Ю.В. Способ санитарной обработки молочного оборудования. Патент на изобретение RU 2648147, 22.03.2018. Заявка № 2016127600 от 08.07.2016.
8. Матвеев В.Ю. Повышение эффективности промывки доильных установок на основе пневмомеханического интенсификатора с активными рабочими органами: дис. ... канд. техн. наук. – М., 2011. – 141 с.
9. Остроухов А.И. Повышение эффективности очистки доильно-молочного оборудования щелочными моющими растворами в воде различной жесткости: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.03 / Остроухов Андрей Иванович. – М., 2013. – 120 с.
10. Потребительская корзина [Электронный ре-

сурс]. – Режим доступа https://zen.yandex.ru/media/show_me_world/ (дата обращения 03.11.2018).

11. Федеральный закон «О потребительской корзине в целом по Российской Федерации» от 03.12.2012 № 227-ФЗ // СПС «Гарант».

12. Copyright is jointly held by dairy farmers of Canada and the national farm animal care council. For the care and handling of dairy cattle. Dairy farmers of Canada, 2009. 65 p.

13. de Koning K., van der Vost Y., Meijering A. Automatic milking experience and development in Europe. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, the Netherlands, 2002, P. 1–11.

14. Pezzuolo A., Cillis D., Marinello F., Sartori L. Estimating efficiency in automatic milking systems / Engineering for rural development. Jelgava, 24-26.05.2017. P. 736–741.

Матвеев Владимир Юрьевич, канд. техн. наук, доцент кафедры «Технический сервис», Нижегородский государственный инженерно-экономический университет, Россия.

Маслов Максим Михайлович, аспирант, ст. преподаватель кафедры «Технический сервис», Нижегородский государственный инженерно-экономический университет, Россия.

Заикин Вильямс Павлович, д-р с.-х. наук, проф. кафедры «Технический сервис», Нижегородский государственный инженерно-экономический университет, Россия.

Филиппов Дмитрий Владимирович, аспирант кафедры «Технический сервис», Нижегородский государственный инженерно-экономический университет, Россия.

606340, Нижегородская обл., Княгинино, ул. Октябрьская, 22 А.

Тел.: (831) 664-15-47.

Ключевые слова: доильная установка; молоко; молокопровод; санитарная обработка; структурно-логическая схема.

STRUCTURAL-LOGICAL SCHEME OF SANITARY PROCESSING OF MILKING MACHINES WITH MILK PIPELINE AND WASHING MACHINE

Matveev Vladimir Yuryevich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the chair “Technical Service”, Nizhny Novgorod State Engineering and Economic University, Russia.

Maslov Maxim Mikhailovich, Post-graduate Student of the chair “Technical Service”, Nizhny Novgorod State Engineering and Economic University, Russia.

Zaikin Williams Pavlovich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the chair “Technical Service”, Nizhny Novgorod State Engineering and Economic University, Russia.

Filippov Dmitry Vladimirovich, Post-graduate Student of the chair “Technical Service”, Nizhny Novgorod State Engineering and Economic University, Russia.

Keywords: milking machine; milk; milk pipeline; sanitary processing; structural and logical scheme.

The article analyzes the technological schemes of sanitation systems, analyzes the technological solutions to improve existing systems. The aim of the work is to develop an effective structural and technological scheme of the sanitary treatment system of the milking unit. When drawing up the structural diagrams of technological lines, an analysis of existing technologies was used. To determine the rational working scheme of sanitation, a systematic approach is needed with a thorough analysis of existing structures, parameters that determine the effectiveness of its functioning. Structural diagrams are a chain of successively arranged operations.

