

Е. Л. Жилич, Д. И. Комлач, Ю. Н. Рогальская, В. В. Никончук, Д. В. Бернацкая

*РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»
г. Минск, Республика Беларусь
E-mail: npc_mol@mail.ru*

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ДОЕНИЕ: ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ

Аннотация. Приведены основные конструктивные особенности доильных роботов различных компаний-производителей.

Ключевые слова: роботизированное доение, молочная продуктивность, автоматизация доения, рука-манипулятор, поворотная платформа, сосок, стакан, дойное стадо.

E. L. Zhilich, D. I. Komlach, Yu. N. Rogalskaya, V. V. Nikonchuk, D. V. Bernatskaya

*RUE "SPC NAS of Belarus for Agricultural Mechanization"
Minsk, Republic of Belarus
E-mail: npc_mol@mail.ru*

AUTOMATED MILKING: USE AND PROSPECTIVE DIRECTIONS OF DEVELOPMENT

Abstract. The main design features of milking robots from various manufacturing companies are presented.

Keywords: robotic milking, milk productivity, milking automation, robotic arm, rotating platform, teat, cup, milking herd.

Введение

В Беларуси автоматизация процесса доения внедряется и на молочно-товарных фермах, и на крупных сельскохозяйственных комплексах. Использование таких систем способствует максимальному раскрытию генетического потенциала животных. Это достигается благодаря управлению всеми динамическими процессами, включая доение и кормление концентратами, с помощью специализированного программного обеспечения. Такой подход позволяет не только снизить затраты на производство молока и увеличить его объемы, но и обеспечить более заботливое отношение к животным [1, 2, 3].

Основная часть

В роботизированном доении реализован ряд физиологически оправданных решений:

- почетвертное доение с отключением отдельных долей по окончании доения;
- обеспечение комфортных условий с выработкой набора стандартных действий и закреплением условных рефлексов;
- бережное отношение к соскам и вымени, что выражается в отключении вакуума при снятии аппарата, своевременности прекращения доения.

Компании-разработчики автоматизированных систем отмечают, что животные при свободном доступе в среднем выдаиваются 3–4 раза в сутки, что дает прибавку молочной продуктивности около 10–14 % уже на первой лактации, а при любой другой лактации – в диапазоне 9–12 %.

При использовании доильных роботов предъявляются более серьезные требования по отбору коров, пригодных к обслуживанию.

Основными требованиями по отбору коров являются:

- молочная продуктивность не менее 6 500 кг молока;
- расположение сосков не ниже 45 см от пола, вымя плотно прилегает к брюху;

- расстояние между сосками: задними – от 6 до 20 см, передними – от 12,5 до 25 см, передними и задними – от 6 до 14 см;
- диаметр сосков – 1,5–3,5 см (в средние часы между дойками);
- спокойный нрав коровы, высокая активность животного.

Система роботизированного доения реализует следующие концепции в своей работе (рисунок 1). Требования к коровам, пригодным к роботизированному доению, должны выдерживаться более строго, чем при обычном автоматизированном доении. Так, например, при неправильном расположении сосков робот может испытывать затруднения с подключением отдельной доли, делая многочисленные попытки. Некоторые системы распознавания сосков лучше работают с выменем, свободным от волосяного покрова.

Вспомогательными результатами автоматизации доения являются: стимулирование молокообразования, снижение заболеваемости маститом, снижение вероятности возникновения стрессов у коров. Одновременно автоматизируются многие ручные операции, а характер труда оператора машинного доения значительно видоизменяется. В большей степени уделяется внимание наблюдению за коровами, своевременному реагированию на изменение физиологического состояния, обеспечению всех потребностей животного [4–7].

Стоит отметить, что получение ожидаемых высоких результатов будет возможным при соблюдении ряда условий:

- постоянный надзор за работой оборудования, своевременное реагирование на возможные отклонения;
- своевременное техническое обслуживание доильного оборудования, обеспечение расходными материалами – моющие и дезинфицирующие растворы, горячая вода, сосковая резина;
- постоянный контроль здоровья животных;
- высокий уровень квалификации работников по обслуживанию оборудования, выполнения анализа данных компьютерных программ.

На сегодняшний день активному развитию роботизированного доения препятствует чрезмерно высокая стоимость установок. В зависимости от комплектации и компании-изготовителя, цена на однокоробочный роботизированный агрегат может достигать до 150 тыс. евро.

Притом, что предельная нагрузка на однокоробочный агрегат по числу обслуживаемых коров в течение суток не превышает 50–55 голов. А значит для обеспечения доения на небольшом комплексе с поголовьем дойного стада в 400 коров потребуется не менее 6–8 роботизированных станков.

Конструктивные и функциональные особенности доильных роботов при обслуживании коров во время доения. Выпуском автоматизированных систем доения (доильных роботов) занимается целый ряд производителей (таблица 1). Анализ конструктивных и функциональных особенностей позволяет выделить некоторые принципиальные различия и основные тенденции в развитии таких систем. Анализ предлагаемых на рынке роботов показывает, что компании, выпускающие доильных роботов, имеют разный подход к обслуживанию коров во время доения:

- наиболее полно и качественно выполняют подготовительные операции роботы VMS (DeLaval) и Astrea 20 20 (Insentec);



Рисунок 1 – Концепция автоматизированной системы доения

Таблица 1 – Основные конструктивные особенности доильных роботов различных компаний-производителей

Функциональные возможности, преимущества	Преддоильная обработка, надевание стаканов	Последоильная обработка, снятие стаканов	Система распознавания положения сосков
Lely, Astronaut A3, Голландия			
Одновременное скормливание концентратов; оптические датчики контроля качества и количества молока, система определения соматических клеток; последоильная обработка стаканов горячей водой	Очистка сосков вращающимися щетками; поочередное надевание рукой-манипулятором, которая остается под коровой	Разбрызгивание раствора направленной струей; стягивание стаканов без участия манипулятора	Сенсорный датчик
DeLaval, VMS, Швеция			
Одновременное скормливание концентратов; система выравнивания молочных шлангов; оптические датчики контроля качества и количества молока, отдельный счетчик соматических клеток; последоильная обработка стаканов горячей водой снаружи и внутри; мойка пола после каждой коровы	Обмывание теплой водой и воздухом; сдаивание первых струек в отдельный стакан; высушивание соска; поочередное надевание рукой-манипулятором, которая затем отводится в сторону	Разбрызгивание раствора направленной струей; стягивание стаканов без участия манипулятора	Два лазера
Fullwood Ltd., Merlin, Англия			
Возможность одновременного скормливания концентратов и дополнительно жидких и минеральных добавок; низкий расход воды и электроэнергии, низкий уровень шума; последоильная обработка стаканов кислотным раствором; оптические датчики контроля качества и количества молока, включая диагностику мастита	Очистка сосков вращающимися щетками; поочередное надевание рукой-манипулятором, которая остается под коровой	Разбрызгивание раствора направленной струей	Сенсорный датчик
GEA Farm Technologies, ML one, Германия			
Последоильная обработка стаканов горячей водой снаружи и внутри; одновременное скормливание концентратов; низкий расход воды, электроэнергии	Поочередное надевание рукой-манипулятором, использование двух рук в работе		
S. A. Christensen RDS Futureline MAX, Дания			
Использование одной руки-манипулятора; последоильная обработка стаканов паром; сканирование молока по цвету (IMAC/IM); низкий расход воды и электроэнергии	Сдаивание первых струек в отдельный доильный стакан; преддоильная обработка раствором; поочередное надевание рукой-манипулятором	Разбрызгивание раствора направленной струей; стягивание стаканов без участия манипулятора	Лазер; видеодатчик
Insentec, Astrea 20 20, Австрия			
Одновременное скормливание концентратов; система выравнивания молочных шлангов; оптические датчики контроля качества и количества молока; одна рука на два бокса; последоильная обработка стаканов паром	Обмывание теплой водой и воздухом; сдаивание первых струек в отдельный стакан; высушивание соска; поочередное надевание рукой-манипулятором, которая затем отводится в сторону	Разбрызгивание раствора направленной струей; стягивание стаканов без участия манипулятора	Два лазера

– доильный робот немецкой компании GEA Farm Technologies является, по сути, автоматизированным рабочим боксом и выполняет только операции доения;

– наиболее технологичным является датский робот RDS Futureline MAX и близкий к нему Astrea 20 20;

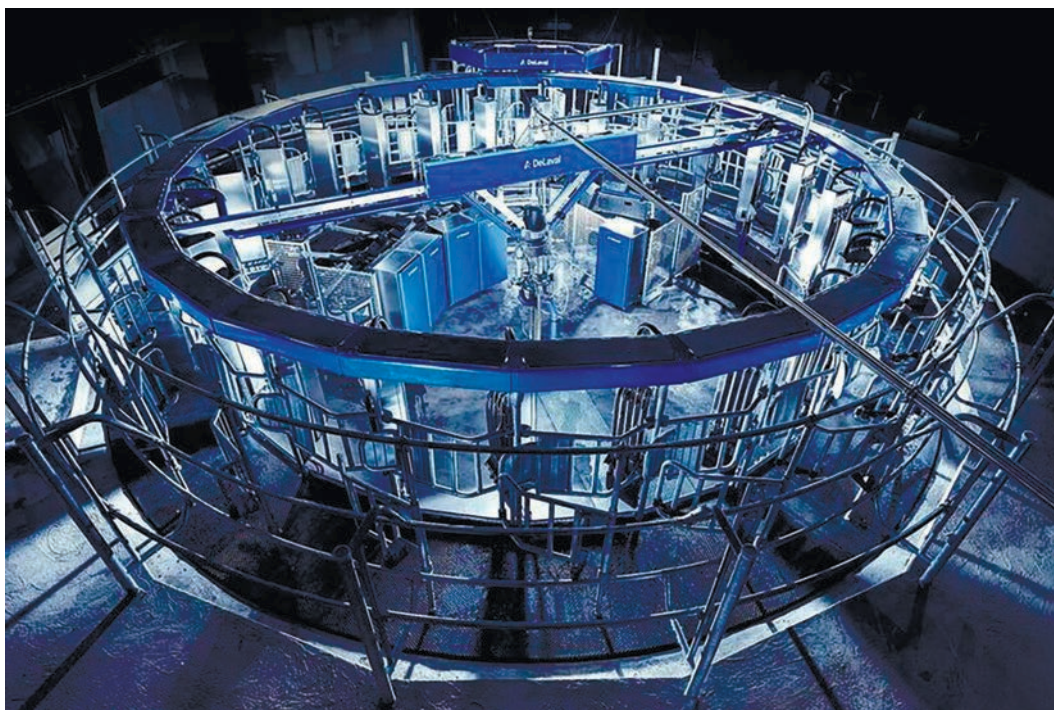


Рисунок 2 – Автоматизированная роторная установка DeLaval AMR

– разработчики предлагают инновационные решения для доильных роботов: использование одной руки на два бокса, функцию выравнивания доильных шлангов, одновременное скормливание многокомпонентных кормов и др.

Одно-, двухбоксовые доильные роботы с учетом ценового вопроса не совсем удовлетворяют потребности крупных комплексов по производству молока. В этом случае робот компании GEA «ML one» выглядит как узкоспециализированный агрегат. Такой подход нашел свое развитие в дальнейшем поиске решений для крупнотоварных комплексов. С целью обеспечения автоматизированного доения, компании разработчики современного оборудования переходят на принципиально новые формы организации доения [8–9].

Лидер мирового производства доильного оборудования – шведская компания DeLaval разработала принципиально новую схему организации доения. Установка носит название DeLaval AMR (рисунок 2). Схематично платформа спроектирована по роторной схеме и в целом напоминает гибрид доильных залов типа «Карусель» и «Параллель».

Установка представляет собой поворотную платформу на 24 доильных места. Каждая корова обслуживается последовательно одним из пяти гидравлических однозадачных роботов. Автоматизированная роторная установка позволяет проводить доение по одной из применяемых схем: групповое доение, частичное добровольное или полностью добровольное доение. Такой подход позволяет внедрить установку под любую из существующих технологий. Основные характеристики DeLaval AMR представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Основные характеристики роторной автоматизированной доильной установки DeLaval AMR

Показатель	Характеристика показателя
Обслуживаемое поголовье, максимально гол/сут	1 600
Количество используемых роботов, шт.	5
Роботы 1 и 2	Очистка сосков, обработка и высушивание, сдаивание первых струек
Робот 3 и 4	Подключение доильных стаканов на соски, проверка правильности подключения
Робот 5	Последоильная обработка сосков

Доильная установка имеет также некоторые инновационные формы, обеспечивающие соблюдение операций доения с целью получения молока высокого качества, сохранения здоровья коровы:

- организация почетвертного доения. Эта возможность обеспечивается использованием индивидуального счетчика для каждой четверти вымени;

- индивидуальное отключение стаканов. Каждое доильное место оборудовано контролером доения, который отслеживает процесс доения и принимает участие в отключении отдельной четверти от доения;

- система управления фермой «DeLaval DelPro farm management» определяет допуск к доению, принимает решение о прекращении доения, определяет сброс доильного аппарата;

- последоильная обработка проводится для сосков вымени за счет работы 3D-камер, а также обрабатывается каждый доильный стакан между доением коров. Для обеспечения гигиены доения после схода коровы с площадки проводится мойка каждого доильного места.

Таким образом, автоматизированная доильная установка DeLaval AMR способна обеспечить автоматическое доение на крупных комплексах с размером дойного стада до 800 голов [10].

Заключение

Использование роботизированных систем доения является перспективным направлением в молочном скотоводстве Беларуси. Основным достоинством роботизированных комплексов доения является существенная экономия затрат труда. При этом достигается высокий уровень физиологичности доения вследствие строгого соблюдения технологии. Эффективность использования роботизированных систем доения коров заключается не только в преимуществах автоматизации промышленного производства, но и в достижении технологического эффекта путем создания физиологически более благоприятных условий для коров. Роботизированное доение гарантирует наивысшее качество молока, а его уникальные функции управления обеспечивают полный контроль над стадом.

Список использованных источников

1. О современных технологиях в животноводстве : офиц. сайт Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. – Мн., 2007–2026. – URL: <http://www.minagro.gov.by/technologies/livestock/> (дата обращения: 01.10.2025).
2. Автоматизация доения: опыт белорусских хозяйств : инф. портал «Агробизнес Беларуси». – Мн., 2010–2026. – URL: <https://agrobeltarus.by/news/avtomatizatsiya-doeniya-opyt-belorusskin-hozyaystv> (дата обращения: 01.10.2025).
3. Шевченко, В. А. Внедрение роботизированных систем доения на молочно-товарных фермах Беларуси: опыт и перспективы / В. А. Шевченко, А. М. Ковалев // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 12(2). – С. 78–85.
4. Организационно-технологические требования при производстве молока на молочных комплексах промышленного типа: республиканский регламент / И. В. Брыло [и др.] ; ред. Л. Е. Крапивина. – Мн., 2014. – 105 с.
5. Тихомиров, И. А. Технологические особенности использования доильных роботов в молочном скотоводстве / И. А. Тихомиров, В. К. Скоркин // Техника и технологии в животноводстве. – 2020. – № 1 (37). – С. 32–37.
6. Тимошенко, В. Н. Технологическая концепция и конструктивно-технические решения молочно-товарного комплекса нового поколения / В. Н. Тимошенко, А. А. Музыка, М. В. Барановский [и др.] // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. – 2020. – Ч. 2. – С. 83–93.
7. Сельское хозяйство Республики Беларусь : стат. сб. – Мн. : Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2017. – С. 50–100.
8. Ерошенко, Е. Лучшие белорусские производители молока в прицеле статистики / Е. Ерошенко // Белорусское сельское хозяйство. – 2023. – № 2 (250). – С. 18–19.
9. Портной, А. И. Прогрессивные технологии в молочном скотоводстве – путь к производству конкурентной по качеству продукции / А. И. Портной // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства : сб. науч. тр. / гл. ред. М. В. Шалак, Бел. гос. с.-х. акад. – Горки, 2007. – Вып. 10. – Ч. 2. – С. 120–126.
10. Цифровые технологии в животноводстве. Скотоводство. Курс Ц75 лекций : учеб.-метод. пособие / Ю. В. Истранин [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2021. – 64 с.