

РОБОТИЗИРОВАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДОЕНИЯ ОТ LELY И FESTO: ИЗ ФАНТАСТИКИ В РЕАЛЬНОСТЬ ПОВСЕДНЕВНОЙ ПРАКТИКИ

ВЛАДИМИР РЕНТЮК
Rvk.modul@gmail.com

Для того чтобы сделать жизнь фермеров и буренок максимально легкой, а фермы продуктивными — необходима автоматизация всех рабочих этапов, выполняемых в коровнике, от процесса кормления, доения и до уборки самого помещения.

СКОЛЬКО ДОИЛЬНЫХ РОБОТОВ РАБОТАЕТ В МИРЕ



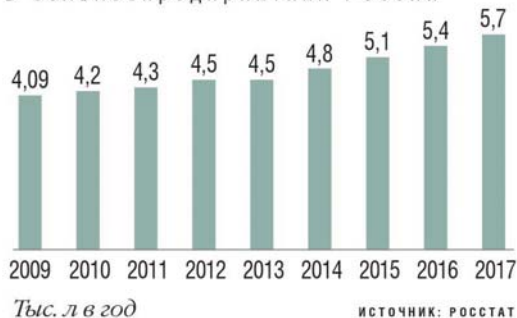
РИС. 1. ▲
Мировой рост использования доильных роботов

Автоматизация помогает избежать тяжелой, монотонной работы и увеличивает производительность труда не только в индустриальной области, но и в молочном животноводстве, что позволяет удовлетворить все более растущий спрос на молочные продукты. Первыми здесь были доильные аппараты, но уже к 1990-м наметился переход на новую ступень. и в 1992–1994 годах начался выпуск коммерчески доступных роботов для доения.

Даже несмотря на довольно высокую начальную цену, их внедрение

РИС. 2. ▼
Рост надоев молока на одну корову (по данным Росстата)

СРЕДНЯЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРОВ В сельхозпредприятиях России



в мире шло достаточно быстрыми темпами. Общие мировые тенденции внедрения показаны на рис. 1. По состоянию на 2012–2013 годы, в Германии свыше 50% проданных доильных установок — это роботы, в Дании и Швеции эта доля составляет около 60%, в Финляндии — 80%. Несколько отставали США: к началу 2018-го доильными роботами было оснащено не менее 5% молочных ферм, но уже в течение года число роботизированных ферм превысило 20%, а в период 2016–2019 годов суммарные продажи доильных роботов достигли 28300 штук. И эта тенденция только нарастает, по прогнозам аналитиков, рынок систем роботизации молочных ферм в 2023 году достигнет \$8 млрд (здесь и далее статистические данные по использованию робототехники применительно к молочному животноводству приведены с сайта [1]).

Что касается Российской Федерации, то первые робототехнические доильные аппараты начали использовать только в 2007 году, это был робот-дояр VMS DeLaval (Вологодская область, племзавод «Родина»). На конец 2016 года [1] в России действовало порядка 500 роботизированных доильных систем примерно на 100 молочных фермах.

Несмотря на все большую популярность экологичной сельскохозяйственной продукции, общая ситуация с оттоком населения в города и существенным дефицитом рабочей силы на селе остается неизменной, и даже усугубляется.

Проблемы имеются не только с персоналом ферм, но и с достижением высокой производительности. Согласно данным Росстата (рис. 2),

рост производительности на одну корову вроде весьма внушительен — 40%, однако простой расчет показывает, что надой на одну корову всего составляет 15,6 л. Таким образом, мы видим, что путь один — современная автоматизация на уровне роботизации, поскольку старые доильные системы достигли своих пределов по производительности.

Избежать тяжелой и монотонной работы, при этом увеличить производительность товарного молока — именно такую задачу поставила для себя компания Lely, международный активный производитель и поставщик высокотехнологичных, инновационных продуктов для сельскохозяйственного бизнеса. Она единственная компания в мире, которая специализируется именно на робототехническом оборудовании и предоставляет сельскохозяйственному сектору полный спектр продуктов и услуг, начиная от уборки кормов и заканчивая автоматизированными системами кормления, уборщиками коровников и доильными роботами [5]. Компания Lely также работает над бизнес-концепциями для обеспечения энергетически нейтральных операций в молочном секторе. На протяжении многих лет компания остается лидером на рынке продаж и обслуживания автоматизированных доильных систем. Доля роботизированного оборудования Lely на мировом рынке достигает 50–60% в количественном выражении.

Одна из главных причин успеха компании Lely — стратегический выбор партнеров. Вот уже почти 20 лет Lely сотрудничает с компанией Festo — лидером в сфере автоматизации производства в области

пневматики, электроавтоматизации и управления процессами. Многолетнее сотрудничество Festo и Lely очень ярко иллюстрирует, как стандартная форма работы «поставщик/покупатель» переросла в синергию знаний и компетенций при разработке новых продуктов в области сельскохозяйственных технологий со стороны Lely и в области пневматики, электропривода и автоматизации со стороны Festo. Сейчас Festo все больше вовлекается в процесс разработки Astronaut Milking Robot. Гибридная робототехническая рука — это плод сотрудничества Festo и Lely.

Компанию объединяет многое, и главное, как отмечает Мартейн Боленс (Martijn Boelens), вице-президент по решениям для клиентов в компании Lely в том, что «как и компания Lely, компания Festo является международной семейной компанией, ориентированной на долгосрочную ответственность, а не на краткосрочную прибыль. Когда дело доходит до разработки продукта, у нас аналогичный подход». Что касается животноводства, то компания Festo является лидером мирового рынка в части автоматизации молочных ферм.

Как уже было сказано, автоматизация позволяет устанавливать круглосуточные операции, позволяет фермеру сосредоточиться на реальных изменениях и обеспечивает максимальную свободу для животных. Доильный робот компании Lely, Astronaut A5 («Астронавт А5») (рис. 3) [7], выпущенный на рынок в апреле 2018 года, был специально разработан с учетом этих целей.

Модель Astronaut A5 — результат постоянного развития более ранних моделей А3 и А4. Именно разные поколения доильных роботов показывают путь Festo — от поставщика компонентов до стратегического делового партнера компании Lely. Примером взаимовыгодной кооперации компаний Lely и Festo является участие последней в проекте Astronaut Milking Robot. Итогом совместной, гибкой командной работы над этим проектом стало создание гибридной руки доильного робота (рис. 4). Начиная с первой поставки сервопневматических компонентов для Astronaut А3, компании Lely и Festo продолжили сотрудничество и разработали современное решение для манипулятора доильного робота



РИС. 3. ◀ Новый доильный робот компании Lely Astronaut A5 — совместный продукт компаний Festo и Lely, разработанный в рамках проекта Astronaut Milking Robot

Astronaut A5 с электрическими приводами и программным обеспечением от Festo.

Но вернемся к самому процессу доения: когда корова входит в доильную стойку, она идентифицируется и программное обеспечение для управления решает, готова ли корова к дойке. Если это так, начинается процесс доения. Каждая корова имеет небольшой чип, на котором сохраняются такие данные, как размер, вес, рекомендуемое количество корма и время последнего доения. Здесь должен быть учтен тот факт, что коровник для любого оборудования является чрезвычайно неблагоприятной, агрессивной средой. Кроме того, о чем нельзя также забывать, коровы время от времени бьют по доильному роботу.

Гибридный рычаг в Astronaut A5 приводится в движение двумя электрическими цилиндрами ESBF (рис. 5) от Festo и специальной горизонтальной осью с зубчатым ремнем. Благодаря особой конструкции с гладкими поверхностями ESBF легко очищается, что делает его менее подверженным загрязнению. Приводы активируются двигателями EMCA с интегрированным контроллером (рис. 6). Комплексное решение EMCA для позиционирования электромеханических приводов и управления сменой формата состоит из не требующего обслуживания и не имеющего износа бесколлекторного двигателя, а также контроллера двигателя, включая силовую электронику. Это позволяет избежать применения длинных кабелей для подключения двигателя и системы управления, улучшает электромагнитную совместимость,



РИС. 4. ◀ Гибридная рука доильного робота компании Lely Astronaut A5 — совместная разработка компаний Festo и Lely



РИС. 5. ◀ Электрические цилиндры ESBF компании Festo



РИС. 6. ◀ Двигатели с интегрированным контроллером EMCA компании Festo



снижает трудозатраты на монтаж и экономно использует доступное пространство. Технологическими клапанами процесса доения управляет пневмоостров VTUB-12 (рис. 7).

По сравнению с сервопневматическими и гибридными предшественниками, такими как Astronaut A3 и A4, роботизированный манипулятор с электроприводом имеет явные преимущества: его движение более плавное и, соответственно, меньше пугает животное, он также более энергоэффективен и быстр, поскольку для его размещения на соски коровы требуется на 30% меньше времени. Период установки также сокращается благодаря удобным электрическим разъемам быстрым пневматическим соединителям. При этом затраты на эксплуатацию и техническое обслуживание, а значит, и общая стоимость владения оказываются ниже.

Естественно, такое мехатронное решение, созданное компаниями Lely и Festo, не работает без программного обеспечения. Здесь сотрудничество компаний также принесло свои плоды. Для программного обеспечения было использовано ноу-хау компании Festo, а компания Lely смогла сконцентрироваться на ее основных задачах и применить свои знания для разработки общей системы в рамках проекта Astronaut Milking Robot.

В результате компания Festo подготовила программное обеспечение для автоматизации перемещений руки доильного робота. Прикладное программное обеспечение реализовано с использованием функциональных блоков, библиотек и примеров программ. Программное обеспечение было создано в среде CODESYS, которое соответствует стандарту IEC61131-3, и является стандартом для систем управления Festo. Имитация функции

программного обеспечения выполнена с помощью Matlab Simulink.

Опыт, полученный в сложной задаче движения доильного робота, например, с использованием SoftMotion — набора встроенных алгоритмов для выполнения высокоточных и сложных синхронизированных траекторий движения, нашел применение и при разработке и других библиотек программного обеспечения. Преимущество для пользователей заключается в том, что последовательности движения можно легко настроить посредством интуитивно понятного интерфейса клиента без каких-либо знаний в области программирования.

Сотрудничество между компаниями Lely и Festo, выверенное годами, будет продолжено. Будущие тенденции, такие как Farm 4.0 («Ферма 4.0») и Farm of the Future («Ферма будущего»), основаны на системе управления компании Lely T4C (Time for Cows — «Время для коров»), которая предоставляет конкретную информацию о здоровье и фертильности, а также количестве и качестве производства молока для поставщиков кормов и ветеринаров. Новые темы, которые обсуждаются сегодня и включают мониторинг состояния и предупредительное техническое обслуживание, связаны с тем, что компания Lely намерена кардинально снизить свои расходы на обслуживание с помощью этих прогрессивных концепций.

Однако вернемся к экономике и ситуации на российском рынке. По имеющимся оценкам, доля компании Lely на этом рынке уже превышает 30%. Крупнейшими проектами компании в Российской Федерации являются СХП «Новомарковское» и хозяйство «Туктар» в Татарстане, которое вскоре станет самым значимым по числу доильных роботов компании Lely Astronaut, а в Башкирии открыто сборочное производство доильных роботов этой компании. Поскольку внедрение прогрессивных технологий доения и обслуживания в молочном животноводстве России набирает темп, можно надеяться, что скоро на фермах появится и такой передовой роботизированный комплекс, как совместное детище компаний Lely и Festo — Astronaut A5. А буренок все же будут кормить вкусно, разнообразно и досыта, а не одной соломой, и доиться они будут не до изнеможения, подвешенные

на пожарных шлангах, а по своему коровьему желанию, после того как робот им еще и спинку почешет.

Именно роботизированная ферма дает возможность комплексной работы над улучшением здоровья животного — у него меньше стрессов, оптимальное питание, доение не по принуждению и расписанию (застой молока приводит к маститам), своевременно поступает информации о снижении аппетита, уменьшении наdoa и заболевании животного. Это отвечает современным трендам роста ориентации на сохранение и улучшения здоровья стада. Средняя продолжительность «эксплуатации» коровы после перехода на роботизированное доение до выхода на «пенсию», по некоторым отзывам, вырастает до 4–5 лет. Этот фактор также необходимо учитывать в расчетах окупаемости фермы.

Как показывают результаты, при роботизации корова может пойти на дойку до семи раз, вместо обычных плановых трех (по расписанию), а результатом являются не «рекордные» силой выдоенные 15 л молока, а обычные 32, а для некоторых пород и все 50. Но тут нужен и подбор стада, и персонализированный подход, подразумевающий, что в центре внимания фермера должна быть каждая корова с ее потребностями, а это возможно только с комплексной роботизацией. ●

ЛИТЕРАТУРА

1. Бойко А. Доильные роботы. Животноводство и роботы. Сельское хозяйство и роботы. www.robottrends.ru/robotpedia/doilnye-roboty
2. Мартынович А. «Молочные войны»: почему белорусское молоко России поперек горла. www.navyiny.by/article/20180223/1519384130-molochnye-voyny-pochemu-beloruskoe-moloko-rossii-poperek-gorla
3. Сухорукова Е. Импорт молочных продуктов достиг максимума за все годы продэмбарго. www.rbc.ru/business/19/06/2019/5d08b9d49a7947b03307d6e2
4. www.lely.com
5. Рентюк В. Человек + робот + искусственный интеллект: BionicWorkplace от компании Festo // Control Engineering Россия IIQT. 2018. № 3.
6. Рентюк В. Рука об руку с человеком: бионический манипулятор от Festo // Control Engineering Россия. 2019. № 2.
7. Francis S. Festo and Lely unveil new version of milking robot. www.roboticsandautomationnews.com/2019/01/23/festo-and-lely-unveil-new-version-of-milking-robot/20672/
8. Lely Astronaut A5 — The art of milking. www.youtube.com/watch?v=xW66siD0s0E
9. Together at the forefront of robotic milking technology. www.festo.com/net/ru_ru/SupportPortal/Details/512230/PressArticle.aspx

РИС. 7. ▼
Пневмоостров VTUB-12
компании Festo

