

Д. И. Комлач<sup>1</sup>, Д. Н. Колоско<sup>2</sup>, Е. Л. Жилич<sup>1</sup>, Ю. Н. Рогальская<sup>1</sup>, С. А. Гецман<sup>3</sup>

<sup>1</sup>РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»

г. Минск, Республика Беларусь

E-mail: npc\_mol@mail.ru

<sup>2</sup>УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»

г. Минск, Республика Беларусь

<sup>3</sup>ООО «Полиэфир АГРО»

г. Минск, Республика Беларусь

E-mail: orgpr@mail.ru

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ РАЗВИТИЯ РОБОТИЗИРОВАННОГО ДОЕНИЯ

*Аннотация.* В статье рассмотрены технологические принципы развития роботизированного доения. Ошибкой в анализе эффективности применения роботизированных систем является их оценка с точки зрения экономии трудозатрат, особенно на предприятиях, где роботом пытаются заменить неквалифицированный и плохо мотивированный персонал. Однако за счет применения роботизированных систем невозможно уменьшить общий фонд заработной платы, поскольку для эксплуатации таких систем требуются специалисты с гораздо более высоким уровнем квалификации и соответствующим уровнем оплаты труда. Поэтому при разработке собственной концепции развития роботизированного доения необходимо принимать наиболее простые, недорогие, универсальные решения, которые могут применяться в рамках любой технологической концепции и конфигурации оборудования с высоким уровнем унификации, взаимозаменяемости, ремонтпригодности и эксплуатационной устойчивости.

*Ключевые слова:* молочное скотоводство, доильное оборудование, унификация, роботизированная система, трудозатраты, технология, монобокс, платформа, карусель, параллель.

D. I. Komlach<sup>1</sup>, D. N. Kolosko<sup>2</sup>, E. L. Zhilich<sup>1</sup>, Yu. N. Rogalskaya<sup>1</sup>, S. A. Getsman<sup>3</sup>

<sup>1</sup>RUE "SPC NAS of Belarus for Agriculture Mechanization"

Minsk, Republic of Belarus

E-mail: npc\_mol@mail.ru

<sup>2</sup>EI "Belarusian State Agrarian Technical University"

Minsk, Republic of Belarus

<sup>3</sup>LLC "Polyester AGRO"

Minsk, Republic of Belarus

E-mail: orgpr@mail.ru

## TECHNOLOGICAL PRINCIPLES OF THE DEVELOPMENT OF ROBOTIC MILKING

*Abstract.* The article discusses the technological principles of the development of robotic milking. An error in the analysis of the effectiveness of the use of robotic systems is their assessment from the point of view of saving labor costs, especially in enterprises where unskilled and poorly motivated personnel are trying to replace the robot. However, due to the use of robotic systems, it is impossible to reduce the total salary fund, since the operation of such systems requires specialists with a much higher level of qualification and an appropriate level of remuneration. Therefore, when developing its own concept for the development of robotic milking, it is necessary to take the simplest, inexpensive, universal solutions that can be applied within any technological concept and configuration of equipment with a high level of unification, interchangeability, maintainability and operational stability.

*Keywords:* dairy cattle breeding, milking equipment, unification, robotic system, labor costs, technology, monobox, platform, carousel, parallel.

## Введение

Мировой опыт молочного скотоводства сохраняет устойчивую тенденцию развития роботизированного доения как одного из перспективных направлений, обладающих целым рядом преимуществ. В то же время результаты, полученные на фермах и комплексах Беларуси, вынуждают задумываться над необходимостью выработки объективных критериев оценки эффективности и трансформации подходов, которые должны быть направлены на устойчивое развитие роботизированного доения, адаптированного к условиям Республики Беларусь. Для этого необходимо четко сформулировать технологические принципы инженерных решений, применяемые при разработке новых роботизированных систем доения.

## Основная часть

В практике молочного скотоводства при использовании роботизированных систем доения сформировались две противоположные тенденции. Первая тенденция заключается в том, что в успешных сельскохозяйственных предприятиях с высоким уровнем менеджмента молочного стада применение роботизированного доения оправдывает себя по технологической эффективности и результатам экономической деятельности. Вторая тенденция наблюдается на предприятиях с невысокими производственно-экономическими показателями, где не удается увеличить производительность труда пропорционально росту дополнительных затрат. В результате инвестиции, направленные на приобретение дорогостоящей техники и оборудования, не позволяют создавать добавленную стоимость и не возвращаются в виде дополнительной прибыли, достаточной для покрытия издержек, связанных с закупкой и эксплуатацией нового дорогостоящего оборудования [1].

Ошибкой в анализе эффективности применения роботизированных систем является их оценка с точки зрения экономии трудовых затрат, особенно на предприятиях, где роботом пытаются заменить неквалифицированный и плохо мотивированный персонал. При этом необходимо учитывать, что общий фонд заработной платы не может быть уменьшен, поскольку для эксплуатации таких систем требуются специалисты с гораздо более высоким уровнем квалификации и соответствующим уровнем оплаты труда. Основным преимуществом роботизированного доения является системный подход к организации технологии производства молока, обеспечивающий возможность существенного повышения продуктивности и срока хозяйственного использования животных за счет инновационных принципов доения в сочетании с новыми, отличными от традиционных, технологическими решениями, которые реализуются на базе комплексного использования автоматизированных систем измерения хозяйственно-биологических параметров животных, а также многофункциональных программ управления стадом и оборудованием.

Роботизированное доение может осуществляться по трем вариантам: первый предполагает доение в секции для беспривязного содержания коров, второй реализуется в специальном доильном зале, третий предполагает доение в помещении для привязного содержания коров [2].

Применение роботизированных доильных систем, размещенных в помещении с беспривязным содержанием коров, обуславливает особую организацию в содержании животных. Размер группы соответствует производительности робота. Необходимо правильно организовать условия для рационального трафика животных, включая систему ограждений для прохода коров на дойку и к кормовому столу, режим кормления и др. Для этого роботизированные системы доения снабжают различным периферийным оборудованием, таким как сортировочные ворота, которые позволяют распределять животных: «отправлять» их на пастбище, на лечение и т. д.

Технология применения монобоксов является одной из самых проработанных на рынке оборудования. Использование специализированных устройств для подготовки коровы к доению, подключения аппарата и обработки вымени после доения только для одного доильного места позволяет проводить данные операции максимально быстро и физиологично.

В то же время концепция монобокса является одним из самых технически сложных и дорогих вариантов реализации процесса доения. Функциональное наполнение монобокса в некоторых случаях выглядит избыточным, что в сочетании со сложностью организации трафика приводит

к тому, что один дорогостоящий робот доит одну корову, в лучшем случае, за семь минут [3]. Крупные размеры отечественных ферм требуют установки большого количества монобоксов, в результате стоимость доильного оборудования существенно увеличивается. Кроме того, каждый бокс, оборудованный собственным манипулятором, требует дорогостоящего, своевременного обслуживания и ремонта.

Альтернативой монобоксу служит сдвоенный бокс, который является более бюджетным решением вопроса реализации процесса доения. В то же время конфигурация по определению вымени менее функциональна и не обеспечивает удвоения производительности по сравнению с монобоксом. Зачастую одна корова, уже находясь в боксе, ожидает пока робот подключит другую корову, зашедшую в параллельный бокс чуть раньше.

Необходимо также отметить, что размещение боксов любой конфигурации в помещении для содержания животных обуславливает необходимость решения проблем, возникающих в холодное время года и связанных с микроклиматом.

Доение в зале с использованием манипуляторов, осуществляемое на роторных доильных установках, является одним из привлекательных технических решений. Производительность такой конфигурации позволяет обслуживать животных при различных вариантах посещения [4, 5]. В то же время использование данной конфигурации по определению ограничено на крупных комплексах с групповым доением. При этом возможность увеличения количества доильных мест ограничена производительностью манипуляторов.

Необходимость использования специализированных манипуляторов с высокой скоростью быстрогодействия и сложной системой динамической ориентации существенно усложняет и удорожает конструкцию, а достаточно длительные остановки роторной платформы, необходимые для подключения аппарата, не позволяют увеличивать производительность оборудования. Размещение и фиксация животных на платформе – также сложная инженерная задача. Для отечественных сельхозпредприятий немаловажным фактом является сложность ручного проведения операций в ограниченном пространстве, свободном от оборудования, размещенного внутри платформы.

Исходя из вышесказанного, роторный зал «Карусель» с расположением животных по типу «Параллель» более пригоден для группового роботизированного доения на крупных фермах и комплексах, в том числе и с поточно-цеховой системой технологии производства молока, что является перспективным решением для крупных предприятий Республики Беларусь и ближнего зарубежья. В существующей конфигурации роторная установка оборудована роботами-манипуляторами на каждом доильном месте, что позволяет добиться максимальной производительности, необходимой для крупных комплексов. Технические подходы и инженерные решения, отработанные в конструкции монобокса, легко переносятся на данную конфигурацию доильной установки, что формирует хорошие условия для взаимозаменяемости и ремонтпригодности. В то же время наличие роботизированных манипуляторов в количестве, соответствующем доильным местам, приводит к ощутимому удорожанию как самой установки, так и ее последующего сервиса. Стоимость доильного оборудования на одну корову в такой конфигурации зачастую превышает даже монобковое исполнение. При этом каждый манипулятор потенциально имеет риск поломки, оперативное устранение которой связано со значительными затратами. В настоящее время такие роторные залы с использованием небольшого числа свободных манипуляторов не предлагаются производителями доильного оборудования.

Доение в доильном зале предполагает необходимость устройства проходов и накопителей, оборудованных несколькими сортировочными воротами, что на практике представляется достаточно сложным решением.

Применяемые роторные доильные залы предполагают выдаивание коров в течение оборота платформы, что неэффективно даже в случае выровненного по скорости молокоотдачи стада. В реальности многие коровы не успевают выдоиться за оборот платформы, что приводит к ее остановке и, как следствие, к снижению производительности до уровня классических доильных залов. При этом увеличение периода оборота платформы еще больше снижает производительность, в связи с чем технологическая концепция роботизированных роторных доильных залов требует серьезной доработки.

Также в настоящее время зарубежными производителями выпускаются передвижные роботы, разработанные специально для ферм с привязным содержанием коров и выполненные в виде устройства, перемещаемого вдоль коровника. Такая конфигурация сформирована по принципу монобокса и имеет основные его недостатки. При этом существующая конструкция выглядит достаточно громоздкой по причине использования механизмов для перемещения бокса и фиксации животных во время доения. Фиксация осуществляется сзади коровы, когда робот находится в слепой зоне животного, что создает необходимость приучения к данной процедуре и вызывает стресс. Кроме того, использование данного типа роботов, как и в случае с монобоксом, требует поддержания определенного температурного режима в коровнике в зимний период.

### **Заключение**

В основу концепции инженерных решений, используемых в системах роботизированного доения, положена конфигурация оборудования, которая предполагает реализацию тех или иных подходов, в первую очередь к техническому обеспечению процессов подготовки коровы к доению, подключения аппарата (доильного стакана), собственно доения, а также финиша процесса, включая отключение аппарата (стаканов) и обработку вымени (сосков) после доения.

По результатам проведенного анализа необходимо отметить, что функциональность наиболее продвинутых систем роботизированного доения выглядит несколько избыточной для отечественного рынка, что влечет за собой необоснованное удорожание оборудования. Поэтому при разработке собственной концепции развития роботизированного доения необходимо принимать наиболее простые, недорогие, универсальные решения, которые могут применяться в рамках любой технологической концепции и конфигурации оборудования с высоким уровнем унификации (в том числе использования отдельных узлов для модернизации существующих доильных установок разного типа), взаимозаменяемости, ремонтпригодности и эксплуатационной устойчивости.

### **Список использованных источников**

1. Кухарь, В. С. Система менеджмента качества для экономической стабильности предприятий в условиях экономической интеграции / В. С. Кухарь, С. Б. Исмуратов, И. М. Донник // Аграрный вестник Урала. – 2016. – № 10. – С. 86–90.
2. Лоретц, О. Г. Управление затратами при производстве молока в хозяйстве / О. Г. Лоретц, Г. Ю. Симйонка, О. Е. Лиходеевская // Аграрный вестник Урала. – 2015. – № 2. – С. 88–90.
3. Скворцов, Е. А. Кадровый аспект внедрения роботехники в сельском хозяйстве / Е. А. Скворцов // Аграрный вестник Урала. – 2016. – № 2. – С. 99–105.
4. Цой, Ю. А. Функционально-стоимостной анализ роботизированных систем и выбор альтернативных вариантов добровольного доения коров / Ю. А. Цой, В. В. Кирсанов, А. П. Петренко // Техника и оборудование для села. – 2014. – № 8 (206). – С. 33.
5. Кирсанов, В. В. Направления совершенствования исполнительных механизмов доильных установок / В. В. Кирсанов, С. И. Щукин, В. Н. Легеза // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – № 1. – С. 64–65.