

4. Эффективный модельный ряд доильных установок для региона формируется исходя из условий пригодности поголовья коров к машинному доению с учетом уровня физиологичности рабочих органов и установленных режимов доения, а также уровня автоматизации процессов.

Литература

1. Государственная программа возрождения и развития села на 2005-2010 годы : утверждена Указом Президента Республики Беларусь 25.03.2005 № 150. // Белорусская Нива. – 2005. -28 янв. – С. 1-5.

2. Китиков В.О. Технологические тенденции и энергоэффективность в молочно-товарном производстве / Инженерный вестник. – 2008.- №1.- с. 35-37.

3. Карташов, Л.П. О проектировании физиологичной доильной техники с точки зрения открытых систем / Л.П. Карташов, З.В. Макаровская // Сб. науч. тр. / Россельхозакадемия. – Казань, 2002. - XI-й Международный симпозиум по машинному доению коров. – Казань, 2003. – С. 23-36.

4. Родов, Е.Г. Оптимизация системы машин для мелко-товарного производства в сельском хозяйстве: дис. канд. техн. наук: 05.20.01 / Е.Г. Родов. – Минск, 1994. – 110с.

5. Музыка А.А. Основные направления реконструкции молочных ферм и комплексов / Новые направления развития технологий и технических средств в молочном животноводстве: мат. 13-го Междунар. Симпозиума по вопросам машинного доения сельскохозяйственных животных. 27-29 июня 2006 г. - Гомель, 2006.-С. 79-84.

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ДОЕНИЯ (ДОИЛЬНЫХ РОБОТОВ) В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

*Казаровец Н.В., член-корр. НАН Беларуси, д.с.-х.н., проф.(БГАТУ),
Тимошенко В.Н., д.с.-х.н., проф., Музыка А.А., к.с.-х.н.
(РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству»)*

Развитие процесса доения привело к введению в доильную практику автоматизированного доения. В данном случае больше не нужен ручной труд во время доения. Поэтому разработка технологии содержания с применением роботизированных систем доения и управления кормлением, является одним из основных факторов повышения и эффективности молочного скотоводства в нашей республике. Такая технология должна будет, во-первых, обеспечивать животным пространство для комфортного отдыха и движения, возможность свободного потребления корма и проявления половых рефлексов; во-вторых, основывается на стабильном и качественном выполнении всех технологических процессов.

Существует несколько вариантов названия доильных роботов:

1. Роботизированное доильное оборудование (старый термин)
2. Автоматизированные доильные системы (современный термин)
3. Добровольные доильные системы (термин, применяемый в Великобритании).

Замена человека роботом позволяет интегрировать все приемы и операции технологической цепи «кормление дойным стадом» в зооветеринарный контроль совокупность, физиологически обоснованную для коров и практически исключающую затраты труда оператора.

Научные разработки роботов начали в конце 70-х гг. прошлого столетия практически одновременно такие известные производители доильного оборудования, как Lely Industries N . V . (Нидерланды), Gascoigne Melott (позже вошла в состав компании Vou-Matic , США), Insentec (Нидерланды) и др.

Первой компанией, начавшей промышленное производство доильных роботов, была голландская Lely NV. Автоматические доильные системы, или доильные роботы, впервые появились в Нидерландах в 1992 г. Сейчас их производят по лицензии Lely фирмы Fullwood и Bou-Matic. А компании AMC Liberty, DeLaval, Gaskon Melot, Meko, Prolion, SAC и Westfalia выпускают системы автоматического доения по собственным технологиям. Фирма Lely и сейчас остается мировым лидером по производству доильных роботов. В самой Голландии каждая четвертая доильная установка, покупаемая фермерами, – автоматическая.

В настоящее время основными игроками в данном сегменте рынка являются следующие компании:

- Lely Astronaut – первая и крупнейшая (60% рынка)
- Alfa Laval – самые высокие цены (30% рынка)
- Titan – Westfalia-Surge (бывшая Gascoigne-Melotte Liberty)
- SAC RDS-Futurline (бывшая Galaxy)
- Fullwood – Merlin (старая версия Lely)

Цена роботов хоть и медленно, но снижается. Первый робот производства Lely стоил \$1 млн. Еще несколько лет назад верхняя граница была на уровне 150 тыс. евро. Сегодня можно приобрести робот по цене от 100 до 120 тыс. евро в зависимости от комплектации, причем с каждым годом стоимость агрегата падает на 10%.

Применение роботизированных систем обеспечивает постоянное фиксированное выполнение комплекса технологических операций, повторяющихся в строго определенной последовательности. Причем здесь возникает уникальный синтез взаимодействия средств автоматизации с «механизмом» лактации коров, происходящий по желанию самого животного. Стереотип автоматического доения служит физиологической основой естественного извлечения молока из вымени, чем обеспечивается легкое, быстрое, многократное на протяжении суток выдаивание коров. Однако наряду с положительными сторонами рациональная эксплуатация роботов в коровниках выдвигает определенные требования. Так фактором, жестко обуславливающим эффективность их применение, является молочная продуктивность коров. Каждое автоматически выдаиваемое животное должно давать не менее 6500 кг молока за лактацию. При меньшей продуктивности обслуживаемых коров применение должно оборудованное экономически нецелесообразно.

Другим практическим аспектом успешного использования роботов является молочная железа коровы, как объект воздействия средств механизации. Подходящая форма вымени и нужное расположение сосков – переменное условие автоматического доения. Требуется подбирать высокопродуктивных животных с хорошо развитым выменем и одинаковыми по размеру сосками, нижняя точка которых должна быть не ниже 40 см и уровню пола. В противном случае автоматический поиск сосков и надевание доильных стаканов становятся затруднительными и требуют участие оператора.

Общие требования, которым должны отвечать животные при доении их роботом, следующие: высокая молочная продуктивность и уровень молокоотдачи; плотно прикрепленное вымя, одинаковые по размеру соски, нижняя точка которых не должна быть ниже 33 см от уровня пола; минимальное расстояние между задними сосками - в пределах 3 см, между передними сосками – 12,5-30 см; толщина сосков – в пределах 1,5-3,5 см; задние соски должны быть ниже нижней части вымени на 3 см; минимальное расстояние между передним и задним сосками вымени 7 см; угол отклонения сосков от вертикали не должен превышать 30°; диагональное расположение сосков не допускается; животное должно быть активным, со здоровыми копытами, в то же время нервные коровы подлежат выбраковке.

Доильные роботы условно можно разделить на 3 группы:

- доильный бокс с одной рукой робота, осуществляющей непосредственно процесс доения;

- модуль, состоящий из нескольких доильных боксов, соединенных друг с другом, боксов, обслуживаемых одним роботом с одной «рукой»;
- система, оснащенная двумя-тремя роботами, каждый из которых обслуживает несколько доильных боксов.

Сегодняшние системы автоматического доения различаются в основном по числу одновременно обслуживаемых коров. Главные части робота – это «рука», способная совершать трехмерные движения, система очистки сосков и вымени при помощи щеток и моющего раствора, устройство для надевания и снятия доильных стаканов, контрольные и сенсорные приборы, весы (для автоматического взвешивания коров, молока и концентратов), компьютер, интерфейс, программное обеспечение, система контроля качества молока (определяет его цвет, электропроводность, температуру, кислотность, скорость молокоотдачи, объем и т.п. по отдельным долям вымени, что позволяет отбраковывать продукцию нежелательного качества), система идентификации животных. Для обнаружения сосков, обработки вымени, надевания и снятия доильных стаканов используются лазерные, оптические, ультразвуковые или комбинированные системы. Некоторые фирмы выпускают системы контроля качества молока, определяющие и число соматических клеток (например, робот Astronaut A3 фирмы Lely).

При входе в доильный бокс происходит идентификация коровы, а компьютер определяет, необходимо ли ее доить сейчас или же немедленно выпустить из бокса. Если принято решение о необходимости доения, то в кормушку подается порция (1,5-2,5 кг) концентрированных кормов и, в зависимости от модели, движение коровы ограничивается сзади специальным манипулятором. Примерно через 10 с после позиционирования коровы рука робота подводит устройство для обмывания под вымя. После определения места расположения сосков начинается процесс их очистки вращающимися в разные стороны роликами. По окончании очистки вымени рука робота отводит из-под животного ролики в специальную выемку, где осуществляются их промывка водой и обеззараживание дезинфицирующими средствами.

Рука робота снова подводится под корову, но уже с доильным аппаратом, и начинается ее позиционирование, причем в качестве точки отсчета служат передние соски. По окончании позиционирования робот начинает последовательно надевать доильные стаканы на соски, начиная с задних четвертей вымени.

Одной из главных проблем, решение которой и обуславливает принципиальную возможность использования роботов для доения коров, является автоматическое подключение доильного аппарата на вымя животного. Для определения месторасположения сосков и установки на них доильных стаканов в конструкции роботов различных фирм используются разнообразные устройства: лазерные датчики, ультразвуковые устройства, оптические системы, сенсорные датчики и др.

При этом подвижная тестовая плата передает движение коровы с помощью ультразвукового датчика руке робота, которая тем самым повторяет движение коровы. Если надеть доильные стаканы сразу не удалось, то робот может сделать еще две дополнительные попытки. После третьей неудачной попытки он выпускает корову и выдает сообщение о неудачной попытке на дисплей компьютера, а также звуковой сигнал. Однако, как правило, робот успешно справляется с надеванием стаканов, после чего начинается доение. Первые струйки молока, содержащие большое количество бактериальной микрофлоры, отводятся в специальный резервуар. Поступающее из каждой четверти вымени по отдельному молокопроводу молоко проверяется (измеряется его электропроводность) и замеряется его количество. Доильные стаканы снимаются с каждого соска вымени отдельно по мере прекращения из него молокоотдачи.

Четкое выполнение всех необходимых операций с соблюдением санитарных норм в подготовительный период и во время дойки, отсутствие травм вымени и его воспалений позволяют сохранить качество молока практически на уровне естественной микрофлоры. На

фермах, где установлены роботы, обстановка более спокойная, там достигается самый высокий уровень комфорта для коров, что тоже способствует росту продуктивности.

Использование доильного робота подразумевает, как правило, беспривязное содержание коров. Заход коровы в доильный бокс происходит обычно добровольно (свободное передвижение). В этом случае коровник устроен так, что все животные в любое время имеют свободный доступ к кормовому столу и доильному месту и могут сами себе устанавливать частоту кормления и доения. В качестве альтернативы существует управляющая технология, согласно которой пройти к кормовому столу можно только после дойки в доильном боксе. Преимущество здесь в том, что коровы приходят на дойку, как бы, с удвоенным рвением.

Использование роботов для доения коров способствует возникновению практически новой технологии, основная суть которой заключается в самообслуживании животного, и которая оставляет корове право на свободу выбора срока и частоты посещения доильного бокса. Исследования показывают, что животные достаточно быстро привыкают к доению роботом и самостоятельно посещают доильный бокс. При этом увеличивается частота доений животных (у высокопродуктивных коров – до 4 раз и более в сутки), что благотворно сказывается на здоровье вымени животного и способствует повышению продуктивности до 15%. Однако не все коровы пригодны к роботизированному доению. При формировании стада приходится отбраковывать 5-15% коров, что ставит новые задачи перед специалистами, занимающимися племенной работой.

В отличие от традиционных животноводческих помещений применение доильных роботов требует иной организации технологического процесса производства молока с соответствующей планировкой коровника. При использовании автоматической системы доения проекты коровников должны учитывать, что в соответствии с индивидуальным суточным режимом дня и физиологическими потребностями животные совершают многократные перемещения по помещению (для доения – 3-5 раз в сутки, для кормления – в среднем 7 раз). Специалисты разработали три формы организации движения коров в помещении, обеспечивающие в той или иной степени самостоятельное посещение ими доильного робота: свободное движение; управляемое движение с возможностью последующего отбора животных (после доения), управляемое движение с предварительным (до доения) и последующим отбором.

При использовании систем автоматического доения возникла и проблема с охлаждением молока в связи со спорадическим 24-часовым характером доения (молоко должно быть охлаждено до 4 °С в течение трех часов после его получения). Для решения этой проблемы предложены два технических решения. Первое – моментальное охлаждение в теплообменнике в две стадии – до 13 и затем до 4 °С. Использование системы прямого охлаждения, то есть непосредственно в молочном танке, предусматривает охлаждение при заполнении на 10% его емкости. При автоматическом доении этот момент может наступить лишь через 10 часов, что негативно скажется на качестве продукции. Если же охлаждение начнется слишком рано, молоко может замерзнуть. Поэтому вторым решением стало использование дополнительного танка меньшего объема, где молоко также начинает охлаждаться при заполнении емкости на 10%. Проблемой также явилось повышенное содержание воды в молоке, куда она попадает из механизма очистки оборудования, которое часто промывается и недостаточно тщательно высушивается. Возрастают при автоматическом доении и кислотность молока, и количество микробных клеток. Вместе с тем применение доильных роботов позволяет оценивать состояние каждой из четвертей вымени и своевременно выявлять признаки мастита.

По оценке зарубежных специалистов, применение доильных роботов повышает удои на 5–15%. И если продуктивность коровы более 8 тыс. кг в год, то прибавка весьма ощутима. Кроме того, в значительной степени снижаются затраты труда. Доильные роботы, в основном, высвобождают рабочее время человека. Его экономия по сравнению с доильной

установкой типа «Елочка» составляет от 10 до 50 % и более. Даже по сравнению с самыми передовыми предприятиями робот позволяет сэкономить почти 10 часов рабочего времени на корову в год.

Ниже приведен предварительный ориентировочный сравнительный расчет затрат на строительство МТФ на 400 коров дойного стада с доением на роботизированных установках и в доильном зале.

Для моделирования затрат взяли объемно-планировочные и технологические решения МТФ «Соколовщина» Верхнедвинского района Витебской области и МТФ УП «Путчино» - 2 коровника из сборных полурамных железобетонных конструкций размером 21x78 м. Содержание животных беспривязно-боксовое. Для расчета принята продуктивность коров 6000 кг при доении в доильном зале и 6900 при доении на доильном роботе (+15% согласно литературным источникам). Для расчетов взяты примерные затраты только на возведение животноводческих зданий.

Показатели	Вариант строительства молочно-товарной фермы	
	С доением в доильном зале	С доением на роботизированных системах
<i>Затраты на строительно-монтажные работы</i>		
1. Стоимость строительства 2-х помещений для содержания коров дойного стада, в т.ч.:	1796523690 рублей	2339384065 рублей
Строительная часть	1087426540 рублей	1108020170 рублей
Водопровод и канализация	16147400 рублей	32722365 рублей
Электрооборудование и освещение	44256850 рублей	76953560 рублей
Отопление и вентиляция	-	17686490 рублей
Технологическое оборудование	648692900 рублей	1104001480 рублей
2. Стоимость строительства доильно-молочного блока, в т.ч.:	843992490 рублей	-
Строительная часть	514883470 рублей	-
Водопровод и канализация	16361180 рублей	-
Электрооборудование и освещение	37031770 рублей	-
Отопление и вентиляция	29492450 рублей	-
Технологическое оборудование (без доильной установки)	246223620 рублей	-
<i>Затраты на доильное оборудование</i>		
Доильная установка типа «Елочка» 2x12 автоматизированная (Германия) – 1 шт.	718226850 рублей	-
Доильный робот однобоксовый «Астронавт» - 4 шт.	-	1440000000 рублей
ИТОГО ЗАТРАТ	3358743030 рублей	3779384065 рублей
<i>Обслуживающий персонал, чел.</i>		
Заведующий фермой	1	1
Операторы машинного доения	3	-
Слесарь-наладчик	1	1
скотник	2	1
сторож	2	2
Ветфельдшер+осеменатор	1	1
тракторист	1	1
ИТОГО	11	7
<i>Примерные производственные показатели</i>		
Обслуживаемое поголовье, гол	384	280
Удой на корову, кг	6000	6900
Валовое производство молока, т	2304	1932
Товарное молоко, т.	2249,64	1888,76
Товарность молока, %	97,6	97,8
В т.ч. сорта «Экстра», %/т	50/1124,82	100/1888,76
Выручка от реализации молока, рублей	1957186800 рублей	1728215400 рублей
Уровень рентабельности, %	15	25
Срок окупаемости, лет	11,4	8,75

В связи с интенсивным развитием роботизации может оказаться, что придется ломать недавно построенные доильные залы и переоборудовать помещения под внедрение роботов доения как наиболее прогрессивной технологии. Не лучше ли приложить усилия и исследовать все достигнутое, освоить производство и внедрять технологии передовые, а не промежуточные. Кстати, западные фирмы не предлагают Беларуси прогрессивные технологии, а стараются сбыть устаревшее оборудование.

Доильные роботы для Европы, если и не вчерашний, то уж точно сегодняшний день. При этом автоматизация процесса производства молока стремительно развивается и уже давно не ограничивается системами добровольного доения. Сегодня автоматизация молочного производства – это интеграция интеллектуальных систем управления животноводческим хозяйством, объединяющих процессы кормления, доения, навозоудаления и управления стадом. Основная задача производителей молочного оборудования на ближайшее будущее – это создание Интеллектуальных ферм (SmartFarm), объединяющих эти процессы.

Технологии будущего уже разработаны и активно внедряются в молочном животноводстве Европы. Несмотря на мировой экономический кризис, производство молока в Европе интенсивно развивается, фермеры вкладывают средства в новые технологии, которые еще вчера казались фантастикой.

В настоящее время в Республике Беларусь во многих хозяйствах уже имеются технологические предпосылки для использования сложной, насыщенной электроникой техники. В них накоплен большой практический опыт беспривязного содержания скота с использованием современных доильных систем импортного производства, оснащенных системами автоматизации отдельных технологических операций, традиционно поддерживается высокий уровень технологической дисциплины. Все это свидетельствует о том, что в молочном скотоводстве нашей страны есть исходные предпосылки для использования, пусть и в небольших пока объемах, автоматизированных систем доения. Появление в Республике Беларусь роботов – это технический прорыв, выход отечественного животноводства на принципиально новый уровень. Основной проблемой на пути дальнейшего распространения роботизированных систем доения на ближайшую перспективу будет являться их высокая стоимость, хотя производители и пытаются оптимизировать соотношение цены и качества.

УДК 331.4

ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Гончаров В.А., к.т.н., доц. (БГЭУ)

Введение

Эргономику в настоящее время принято определять как комплексную научно-проектировочную дисциплину, направленную на изучение и решение проблем в системе «человек-техника-среда» с целью оптимизации трудовой деятельности оператора, создания для него комфортных и безопасных условий труда, повышения за счет этого производительности, сохранения здоровья и работоспособности. Первой, основной проблемой эргономики является возрастание травматизма людей, обусловленного их ошибочными действиями из-за недостатков в конструкции техники, средств отображения информации, органов управления машин и механизмов. Вторая проблема – недостаточная эффективность системы, которая часто оказывается ниже расчетной из-за несогласованности параметров оборудования и возможностей человека работать в условиях дефицита времени и информации, мощного воздействия внешних производственных факторов.