

3. Бенке, И. Производство молока при беспривязном содержании коров / И. Бенке, Дж. Чиффо, Ш. Ковач; пер. с венг. Ш. Эрдеса. – М.: ВО «Агропромиздат», 1990. – 144 с.
4. Карташов, Л.П. Машинное доение коров / Л.П. Карташов. – М.: Колос, 1972. – 301 с.

УДК 637.116:004.8

Э.П. Сорокин

*(РУП «НПЦ НАН Беларуси по
механизации сельского хозяйства»,
г. Минск, Республика Беларусь)*

АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ ДОИЛЬНЫХ АППАРАТОВ С УПРАВЛЯЕМЫМ РЕЖИМОМ РАБОТЫ

Введение

С увеличением удоев существующие доильные аппараты уже не в полной мере соответствуют требованиям нормального молоковыведения, скорости молоковыведения в зависимости от уровня молокоотдачи. Все больше уделяется внимания проблеме отключения доения не отдельного аппарата в целом, а отдельных сосков вымени, а также автоматизации процесса доения. В целом можно сформулировать три основных задачи в стратегии доения, соответствующих условиям комфортности животного, выполнение которых приведет к повышению качества молока и снижению трудоемкости:

- изменение режима работы доильного аппарата в зависимости от величины молокоотдачи;
- раздельное доение вымени по соскам;
- усовершенствование устройств управления доением (увеличение опций и более качественное их исполнение).

Основная часть

Современные доильные аппараты со скоростью доения 1,5–2,5 л/мин не могут полноценно и в ограниченное время выдоить корову с разовым удоем 12–15 л в течение 2–3 мин. Вот что говорит о влиянии фактора времени на полноту выдаивания известный и авторитетный физиолог-практик И.Г. Велиток: «В том случае если выдаивание молока из четвертей не производится в течение 2 минут с начала выведения молока из альвеол (т. е. с начала действия гормонального рефлекса молокоотдачи), то в четвертях задерживается 11,5–16 % молока в качестве остаточного от всего объема молока, накопленного в четвертях к началу доения».

Это обстоятельство осложняется еще и тем, что до начала доения значительная часть молока (от 30 до 50 %) находится в цистерне (нижнем накопительном отделе вымени), а альвеолярная порция не может выйти в цистерну, еще занятую молоком.

Упомянутые выше физиологические особенности коров диктуют необходимость создания доильных аппаратов, быстро реагирующих на интенсивность молокоотдачи изменением рабочих параметров.

Многие фирмы уже начали производить доильные аппараты с недетерминированными (изменяемыми) рабочими параметрами. Так, в доильных аппаратах СП «Унибокс» ООО при такте сосания вакуум под соском составляет 40–45 *кПа*, при сжатии – 30 *кПа*. Этим, по их мнению, обеспечивается более быстрое доение при такте сосания и более щадящее воздействие вакуума на кончик соска при такте сжатия, что важно с точки зрения состояния здоровья животного, предупреждения мастита и снижения количества соматических клеток.

Аппараты фирмы «Лели» обеспечивают повышенный уровень вакуума при молокоотдаче около 2 *кг/мин*. Это позволяет увеличить молокоотдачу на 7 %.

В доильном аппарате МС-200 израильского производства при образовании потока молока такт сосания удлиняется при постоянном такте сжатия. Это позволяет увеличить скорость доения при сохранении времени отдыха сосков вымени. На основании исследований, проведенных в Львовском государственном аграрном университете [1], обоснован способ доения и разработан доильный аппарат, который обеспечивает в начальной стадии доения, когда интенсивность молокоотдачи составляет 0,2–0,7 *л/мин*, и в конечной, когда интенсивность молокоотдачи снижается до 0,3–0,2 *л/мин*, величину вакуумметрического давления, равную 32–35 *кПа* при отношении длительности тактов сосания 1:2, а при условии интенсивного поступления молока – 49–53 *кПа* при отношении длительности тактов сосания к сжатию 2:1.

В системе Alfa-Matic Duovac (Швеция) в зависимости от интенсивности и фазы молоковыведения ступенчато изменяются число пульсаций (от 0,8 до 1,0 *Гц*), соотношение тактов (соответственно 2:1 или 3:1) и глубина вакуума (от 33 до 50 *кПа*).

Доильный аппарат «Сож», выпускаемый ОАО «Гомельагрокомплект», функционирует в режимах массажа и додаивания при низком вакууме (36 *кПа*) с частотой пульсаций 50 *пульсов/мин*, а в режиме основного доения – при номинальном вакууме 48 *кПа* и частоте пульсаций около 60 *пульсов/мин*.

Система «Физиоматик» фирмы «Импульса» (Германия) предусматривает ряд временных выдержек в начале доения. После подготовки вымени в течение 15–20 *с* система включается в работу и на соски вымени оператор надевает доильные стаканы. В межстенные камеры доильных стаканов в течение 60 *с* подается пульсирующий сжатый воздух для интенсивного массажа сосков. Затем происходит доение в обычном режиме, в конце доения снова подается избыточное давление, которое

сжимает сосковую резину и предохраняет сосок от вредного воздействия вакуума, и подается световой сигнал об окончании доения.

В описании изобретения SU 1291085 А 4АС1 J 7/00 рекомендуется при увеличении потока молока с $0,2 \text{ кг/мин}$ до $0,4 \text{ кг/мин}$ периодически изменять вакуум от $20\text{--}33 \text{ кПа}$ до $45\text{--}60 \text{ кПа}$ с частотой $0,5 \text{ Гц}$, при дальнейшем увеличении потока молока от $0,4 \text{ кг/мин}$ до $0,8 \text{ кг/мин}$ – обеспечивать вакуум более 60 кПа .

Создатели доильных аппаратов в большинстве своем для процесса доения изменяют величину вакуумметрического давления под соском, однако Н.К. Михайленко и В.А. Дриго [2] придерживаются другого мнения. Они утверждают, что это направление совершенствования доильных аппаратов ошибочное. Управление режимом работы доильного аппарата путем прямого изменения вакуума под соском, по их мнению, является бесполезным и даже вредным.

Пониженный вакуум под соском в начале доения снижает стимулирующее воздействие сосковой резины на сосок и приводит к замедлению рефлекса припуска молока, что удлиняет процесс доения.

Пониженный вакуум под соском в конце доения не может извлечь остаточное молоко из цистерны вымени в связи с незначительным в этой фазе доения внутривыменным давлением.

В результате изучения воздействия сосковой резины на сосок они предложили оптимизацию режимов работы доильного аппарата на основе регулировки вакуума в межстенном пространстве доильного стакана. Величина же вакуума в подсосковом пространстве в современных доильных аппаратах, утверждают они, установлена оптимальная и регулировки не требует. При этом вакуум в межстенном пространстве регулируется через изменение соотношения тактов и частоты работы пульсатора.

Так, в начале доения величина вакуума в межстенном пространстве меньше, чем в подсосковом. Сосковая резина раскрывается только частично, хорошо стимулирует сосок, одновременно защищает его от воздействия вакуума, пока не наступит полный припуск молока. Далее идет режим быстрого доения: величина вакуума в межстенном пространстве выше, чем в подсосковом, это обеспечивает быстрое раскрытие сосковой резины, даже при ее слабом предварительном натяжении, что обеспечивает высокую скорость доения. В конце доения повторяется режим начальной фазы, однако при измененных параметрах.

Управление режимом работы доильного аппарата проводится по гибкой программе индивидуально для каждой коровы на основе обратной связи по скорости осуществления рефлекса припуска молока и скорости потока молока.

Н.К. Михайленко и В.А. Дриго утверждают, что постоянную и одинаковую величину вакуума в подсосковом и межстенном пространствах устанавливать не следует.

В доильном аппарате ДДА-2М для доения кобыл начало доения, при незначительном потоке молока, происходит в щадящем режиме с тактом отдыха и минимальной длительностью такта сосания. При увеличении интенсивности молокоотдачи соотношение тактов изменяется и отсасывающая способность аппарата возрастает за счет увеличения длительности такта сосания. По мере роста интенсивности до определенной и заданной величины (1–1,5 л/мин) аппарат переходит в режим непрерывного отсоса. При этом величина рабочего вакуума под соском несколько снижается, а сосковая резина, постоянно и слегка облегая сосок, пульсирует.

Результаты анализа режимов работы доильных аппаратов различных производителей и исследователей в зависимости от интенсивности молокоотдачи показывают, что изменение режима работы доильного аппарата в начальный (конечный) и основной периоды доения производится путем изменения величины вакуума под соском и в межстенном пространстве, изменения соотношения тактов и частоты пульсаций.

Вакуумный режим. Неоптимальное значение величины вакуума в подсосковых камерах доильных стаканов является основной причиной массовых маститных заболеваний, характерных для машинного доения коров.

П.А. Клауфф, Ф.Х. Додд [3] установили, что повышение вакуума под соском с 48,3 до 64,5 $\kappa\Pa$ позволяет повысить скорость доения на 40–45 %. В то же время они отмечают, что в доильных аппаратах с фиксированными рабочими параметрами более приемлемо увеличивать скорость доения за счет изменения соотношения тактов, а не глубины вакуума под соском. Примерно такого мнения придерживались У.Г. Уиттстоун и В.Ф. Королев [4]. Они предупреждали, что превышение вакуума более 50 $\kappa\Pa$ в аппаратах с постоянными параметрами приносит больше вреда, чем пользы.

Н.Н. Викторовой и А.Н. Козловым [5] сделан вывод о том, что максимальная интенсивность молоковыведения достигается при разрежении 48–50 $\kappa\Pa$.

Обобщение выводов многих ученых позволяет заключить, что в подсосковых камерах доильных стаканов в процессе доения в зависимости от интенсивности молоковыведения величина вакуума должна изменяться хотя бы ступенчато [6]. Таким образом, большинство исследователей и изготовителей доильных машин считает, что величина вакуума под соском может изменяться в пределах 36–50 $\kappa\Pa$ [6], а нормальный уровень вакуума под соском составляет 42–48 $\kappa\Pa$.

Частота пульсаций. Исследованием влияния частоты пульсаций на процесс молоковыведения занимались многие ученые. Так, по данным В.Ф. Королева, С.Г. Аббасова и И.Н. Краснова, частота пульсаций не влияет на скорость молоковыведения. Они считают важным, чтобы ча-

стота пульсаций не превышала предельных значений, при которых режим работы сосковой резины еще не нарушается [7].

И.И. Грачев пришел к выводу о том, что оптимальной является частота пульсаций в пределах 1,4–2,2 Гц [8].

Исследования С.Я. Горма и В.А. Петровского также подтверждают стимулирующее воздействие частоты пульсаций при изменении ее в пределах 0,7–2,2 Гц пропорционально интенсивности молоковыведения.

В США большинство доильных аппаратов работает с частотой пульсаций 0,8–1,0 Гц.

Таким образом, в настоящее время у исследователей нет единых выводов об оптимальной частоте пульсаций. Однако большинство из них считает, что частота пульсаций в доильных аппаратах может составлять 0,7–2,2 Гц пропорционально интенсивности молоковыведения. На практике частоту пульсаций, в основном, принимают равной 60 пульсов в минуту.

Соотношение тактов. Наиболее значимым параметром доильного аппарата в процессе извлечения молока из вымени является соотношение тактов. Под соотношением тактов понимают отношение продолжительности такта сосания к такту массажа. В настоящее время известны доильные аппараты с соотношением тактов, в основном, от 60:40 до 70:30. Увеличение соотношения тактов положительно влияет на скорость доения. Например, изменение соотношения тактов от 1:1 до 4:1 при постоянной частоте пульсаций 0,835 Гц позволяет увеличить скорость доения на 40–45 %, при частоте 1,33 Гц – на 30–35 %, а при 1,83–2,83 Гц – на 20–25 % [7, 8].

Исследования доильного аппарата с автоматическим регулированием длительности такта сосания, проведенные С.Я. Гормом, показали, что изменение соотношения тактов от 1:1 до 5:1 по мере изменения интенсивности молоковыведения позволило увеличить скорость доения на 51 %, содержание жира в молоке – до 5–6 %, а время машинного додаивания сократить на 60 % по сравнению с трехтактным доильным аппаратом. В то же время в результате изучения рефлекса молокоотдачи у коров при различных параметрах работы двухтактного доильного аппарата К.И. Кавешникова отмечает, что работа доильного аппарата с постоянно увеличенным тактом сосания не оказывает положительного влияния на рефлекс молокоотдачи.

Таким образом, увеличение соотношения тактов от 1:1 до 4:1 позволяет увеличить скорость доения на 40–51 %, но такое увеличение соотношения тактов недопустимо в серийных аппаратах, работающих с постоянными режимами, оно допускается пропорционально интенсивности молокоотдачи.

Отсутствие единого мнения исследователей об оптимальных значениях параметров доильных аппаратов указывает на то, что закономерно-

сти связей и их влияние на качество процесса молоковыведения не раскрыты, исследования в этом направлении продолжаются.

Вторым стратегическим направлением в повышении качества доения является внедрение раздельного доения по четвертям вымени.

Доение является одной из основных операций в технологии получения молока. Оно же является и одной из основных операций, выполнение которой воздействует как на продуктивность животных, так и на их здоровье, в особенности при «сухом» доении. «Сухое» доение вымени в целом или отдельных его четвертей происходит в следующих случаях:

- при несвоевременном отключении доильного аппарата;
- при неравномерном развитии четвертей вымени животного;
- при неравномерной степени жесткости сосковой резины в одном доильном аппарате.

Несвоевременное отключение доильного аппарата у простых доильных установок предотвращается вручную, что возможно благодаря их укомплектованию прозрачными шлангами, конусами, коллекторами, у автоматизированных установок отключение контролирует автоматика, настроенная таким образом, чтобы доение прекращалось при потоке молока 200 г/мин. Но и этого оказывается недостаточно, так как в неотселекционированных стадах (а в нашей республике до 90 % коров – с неравномерно развитым выменем) такой поток создает молоко, поступающее из двух-трех сосков, а в остальных может происходить «сухое» доение. Это является одной из причин низких удоев (4,7 вместо 7–8 т для черно-пестрой породы), низкого процента выхода молока сорта экстра (всего лишь 30 %), высокого процента коров, выбывающих из молочно-товарного производства из-за мастита (до 40 % от общего поголовья).

Щадящего доения коров с неравномерно развитым выменем и устранения большинства вышеперечисленных недостатков можно добиться путем внедрения технологии почетвертного доения и его контроля.

Основной недостаток этого направления – сложность конструкции и высокая цена. Однако ряд фирм начал его внедрять в доении доильными роботами. Имеются попытки внедрения раздельного доения по четвертям вымени и в доильных установках для доения в залах.

Система почетвертного доения и контроля включает:

- ◇ контроллер-дисплей;
- ◇ четырехтактный пульсатор;
- ◇ датчики молока из каждой четверти вымени;
- ◇ датчики электропроводности молока из каждой четверти вымени;
- ◇ оптический сенсор, измеряющий поток молока;

- ◇ молочный коллектор с возможностью разделения потоков молока;
- ◇ устройства распознавания сигналов.

Основные функции и преимущества применения данной системы:

- независимая пульсация для каждой четверти вымени – сохранение здоровья животного;
- пульсация, управляемая интенсивностью молокоотдачи – повышение продуктивности, сокращение времени доения;
- выявление мастита на субклинической стадии для каждой четверти вымени – снижение затрат на ветеринарное обслуживание;
- остановка доения для каждой четверти вымени отдельно, без снятия доильного аппарата (отсутствие «сухого» доения) – сохранение здоровья животного;
- оповещение о низкой продуктивности животного – получение данных о продуктивности.

Аналогом данной разработки является доильный зал Milkline с системой Milpro P4C (Италия).

Доильный зал с этой системой внедрен в СПК «Озеры» Гродненского района.

По данным ООО «Юником плюс», внедрившего этот зал в СПК «Озеры», за первые 3 месяца работы получены следующие результаты:

- ◆ снижение маститов в стаде на 35 %;
- ◆ повышение качества молока (рост количества молока сорта экстра) – 12 %;
- ◆ увеличение валового производства молока – 10 %.

При таких экономических показателях годовой экономический эффект от внедрения одного доильного места с данной системой составит 65 млн рублей.

Усовершенствование устройств управления доением должно идти по пути увеличения опций, более качественного их исполнения, совмещения программы в доильном зале с компьютерной базой «плеждела», оценки качества молока, поступающего из каждой четверти вымени, определения момента окончания доения каждой четверти, выдачи сигналов об отключении доения каждого стакана в отдельности и о состоянии здоровья животного.

Выводы

Обобщая приведенные выше доводы, можно заключить:

1. Существующий доильный аппарат со скоростью доения 1,5–2,5 кг/мин и постоянным режимом работы не может обеспечить полноценного выдаивания коровы за ограниченное время (время действия окситоцина).
2. Для обеспечения полного, быстрого и безопасного доения необходимо применять доильные аппараты с изменяющимся режимом рабо-

ты: осуществлять щадящее доение в начале и конце процесса и увеличивать скорость доения в середине процесса (хотя бы ступенчато), таким образом поддерживая одинаковую скорость поступления молока из альвеол в цистерну вымени и скорость выведения из нее молока.

3. Наиболее эффективным является доильный аппарат с изменяющимся режимом работы в процессе доения и с почетвертным отключением доильных стаканов по мере выдаивания отдельных четвертей вымени.

4. Создание доильного аппарата с переменным режимом работы и принципом почетвертного доения является актуальной задачей, реализация которой позволит перейти к качественно новой и эффективной технологии доения.

10.07.2014

Литература

1. Кондур, С.М. О регулировании вакуумметрического давления во время доения коров / С.М. Кондур // Новые направления развития технологий и технических средств в молочном животноводстве: материалы XIII Междунар. симпозиума по вопросам машинного доения сельскохозяйственных животных, Гомель, 27–29 июня 2006 г. – Минск, 2006. – С. 171–174.
2. Михайленко, Н.К. Пути развития механизации и автоматизации доения коров / Н.К. Михайленко, В.А. Дриго // Материалы XII Международного (Украинского) симпозиума по вопросам машинного доения коров. – Глеваха, 2005.
3. Клауфф, П.А. Влияние частоты пульсаций, соотношения тактов в доильной машине на скорость выдаивания коров / П.А. Клауфф, А.Х. Додд // Сборник иностранной сельскохозяйственной информации. – 1957. – № 2. – С. 60.
4. Королев, В.Ф. Доильные машины / В.Ф. Королев. – М.: Машиностроение, 1969. – 279 с.
5. Викторова, Н.Н. Облегченный доильный аппарат с оптимальными параметрами / Н.Н. Викторова, А.Н. Козлов // Тезисы докладов VI Всесоюзного симпозиума по машинному доению сельскохозяйственных животных. – М., 1983. – Ч. II. – С. 9–11.
6. Винников, И.К. Технологии, системы и установки для комплексной механизации и автоматизации доения коров / И.К. Винников, О.Б. Забродина, Л.П. Кормановский. – зерноград, 2001. – 354 с.
7. Краснов, И.Н. Доильные аппараты / И.Н. Краснов. – Ростов-н/Д: Изд-во Ростовского ун-та, 1974. – 127 с.
8. Динамическое состояние соскового канала в процессе молоковыведения под действием вакуума и давления / И.И. Грачев [и др.] // Тезисы докладов VI Всесоюзного симпозиума по машинному доению сельскохозяйственных животных. – М., 1983. – Ч. I.