

КРИТЕРИИ ФИЗИОЛОГИЧНОГО РЕЖИМА РАБОТЫ ДОИЛЬНОГО АППАРАТА

Ю. А. КРУПЕНИН, ст. преподаватель
П. Ю. КРУПЕНИН, канд. техн. наук, доцент

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. В современных условиях отрасль животноводства функционирует на основе интенсивных технологий, предусматривающих высокие уровни механизации и автоматизации производственных процессов, в связи с чем ее техническое переснащение приобретает совершенно новое смысловое наполнение. В последние годы достаточно четко наметилось изменение вектора развития технических средств в животноводстве – от создания техники для обеспечения существующих технологий к разработке новых технологических решений на базе принципиально новых машин и оборудования [1, 2, 6].

Существенным резервом повышения эффективности машинного доения коров является формирование комплексного подхода к механизации данной операции при учете всех нюансов и тонкостей физиологии животного. Используемые на молочно-товарных фермах и комплексах технологические приемы и оборудование для доения должны быть пронизаны тонкими нитями взаимосвязей элементов триединой системы «человек – машина – животное», в которой даже малое отклонение от нормы может стать фактором негативного влияния как на качество получаемой продукции, так и на здоровье животного [3, 5].

Основная часть. Для диагностирования доильных установок применяют специализированное оборудование. Из отечественных образцов подобного оборудования следует отметить прибор проверки доильных установок ППДУ-01 [4].

Пульсации сосковой резины в доильных стаканах анализируются по таким показателям, как частота и фазовый портрет, под которым подразумевается длительность отдельных фаз в рабочем цикле доильного аппарата. Для модулей управления доением укомплектованных электромагнитными пульсаторами фактическая частота пульсаций должна находиться в пределах $\pm 5\%$ от рекомендованного производителем значения.

В соответствии со стандартом ISO 5707:2007 [7] рабочий цикл двухтактного доильного аппарата делится на четыре фазы, обозначаемых латинскими буквами *A*, *B*, *C* и *D* (рис. 1).

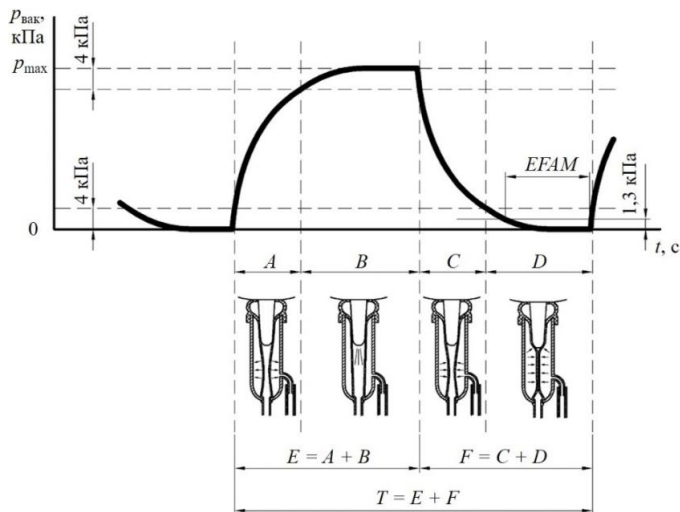


Рис. 1. Схема рабочего цикла двухтактного доильного аппарата

Фазой *A* называют часть рабочего цикла T доильного аппарата, в ходе которой разрежение в межстенной камере увеличивается с 4 кПа до уровня, расположенного на 4 кПа ниже максимального значения вакуумметрического давления p_{\max} . В этой фазе осуществляется переход сосковой резины из закрытого (сжатого) состояния в открытое.

В фазе *B* вакуумметрическое давление в межстенной камере доильного стакана находится в пределах от p_{\max} до $(p_{\max} - 4 \text{ кПа})$. Во время этой фазы сосковая резина полностью открыта и молоко выводится из соска. Очевидно, что продолжительность этой фазы оказывает непосредственное влияние на скорость доения: чем дольше длится фаза *B*, тем быстрее будет происходить выдаивание животного. Однако, кроме извлечения молока из вымени, в фазе *B* также происходит интенсивный отток внеклеточных жидкостей (кровь, лимфа и др.) к кончику соска. В нормально работающем доильном аппарате эти жидкости возвращаются обратно (выдавливаются к основанию соска) во время такта сжатия. Но если на фазу *B* будет отведено слишком много времени,

то длительности такта сжатия окажется недостаточно для полного размассирования скопившихся в кончике соска жидкостей. Как следствие, кончик твердеет, открытие сфинктера соска происходит неполноценно и поток молока закономерно снижается.

Стандартом ISO 5707:2007 «Установки доильные. Конструкция и рабочие характеристики» предписано, что фаза B должна занимать не менее 30 % времени рабочего цикла T доильного аппарата. В большинстве моделей современного доильного оборудования продолжительность этой фазы составляет 450–500 мс.

Фазы A и B вместе образуют такт сосания E , длительность которого определяется конструкцией и настройками пульсатора доильного аппарата. Поскольку $E = A + B$, то любое изменение в длительности любой из фаз влечет за собой обратное изменение другой фазы. Например, если фаза A увеличится на 50 мс, то фаза B неизбежно сократится на тех же 50 мс. Из этого следует, что фаза A не должна быть слишком долгой, поскольку в этом случае она будет автоматически укорачивать фазу извлечения молока B , что приведет к снижению производительности доильного аппарата. Производители доильного оборудования рекомендуют использовать значение в 140 мс в качестве верхней границы продолжительности фазы A .

С другой стороны, чрезмерно короткая фаза A также нежелательна. В этом случае сосковая резина раскрывается слишком быстро и объем подсосковой камеры резко увеличивается, что создает скачек вакуумметрического давления и разрежение в подсосковой камере становится больше, чем в коллекторе. Образование дополнительного разрежения нежелательно, поскольку при этом создаются условия для обратного движения (удара) молока из коллектора в доильный стакан. Для предотвращения обратного удара молока фаза A должна иметь продолжительность не менее 100 мс.

Во время фазы C вакуумметрическое давление в межстенной камере доильного стакана снижается с уровня ($p_{\max} - 4$ кПа) до 4 кПа и сосковая резина переходит из открытого состояния в закрытое. Фаза C должна составлять не менее 8 % времени рабочего цикла T . Производители доильного оборудования рекомендуют выдерживать продолжительность фазы C в пределах 100–130 мс. Более короткая фаза приводит к слишком быстрому закрытию сосковой резины с последующим резким ударом (хлопком) по соску, что вызывает у животных неприятные ощущения, выражающиеся в беспокойстве и попытках сбросить доильный аппарат с вымени.

Процесс закрытия сосковой резины в фазе *C* протекает аналогично ее открытию в фазе *A*. Продолжительность фаз *A* и *C* зависит не только от конструкции пульсатора, коллектора и длины вакуумных шлангов, но и от эластичности сосковой резины. Более жесткая сосковая резина быстрее переходит из закрытого (сжатого) состояния в открытое и медленнее в обратном направлении – из открытого в закрытое. Из этого следует, что при увеличении жесткости сосковой резины фаза *A* сокращается, а фаза *C* становится более продолжительной. Поскольку длительность тактов сосания $E = A + B$ и сжатия $F = C + D$ постоянна, то одновременно с коррекцией фаз *A* и *C* происходит симметричное увеличение фазы *B*, в ходе которой сосковая резина открыта, и сокращение фазы *D*, во время которой стенки сосковой резины сжимают сосок. Таким образом, увеличение жесткости сосковой резины приводит к более «агрессивному» воздействию доильного аппарата: длительность периода извлечения молока увеличивается, а длительность периода отдыха, напротив, сокращается.

В фазе *D* сосковая резина остается закрытой и оказывает массирующее действие на сосок. Для более точного учета интервала времени, на протяжении которого сосковая резина оказывает полноценное давление на сосок, в пределах фазы *D* выделяют период *EFAM*. Под периодом *EFAM* понимают время, в течение которого вакуумметрическое давление в межстенной камере доильного стакана не превышает 1,3 кПа. Согласно современным представлениям о физиологичности машинного доения считается, что фаза *D* должна составлять не менее 15 % от времени рабочего цикла *T* или не менее 150–170 мс, при этом длительность периода полного давления *EFAM* должна быть не менее 150 мс.

Верхняя граница варьирования оптимальной продолжительности фазы *D* составляет 280 мс. Более длительная фаза *D* часто является причиной бескровных и поэтому слишком вялых кончиков сосков. В этом случае требуется больше времени на то, чтобы при наступлении фазы *B* сфинктер соска смог полноценно открыться, а, следовательно, доение животного будет происходить медленнее.

Особое внимание при диагностировании доильной установки должно уделяться обеспечению одинакового режима работы для всех ее доильных аппаратов. Существенная разница частоты пульсаций или фазового портрета между доильными аппаратами приводит к маститу и снижению продуктивности коров.

Заключение. Условием физиологичного доения является минимизация воздействий на соски, приводящих к изменениям их формы или состояния. Только при его соблюдении операторы машинного доения могут быть уверены, что корова воспринимает доение как приятную процедуру. В противном случае, когда доильный аппарат оказывает негативный эффект на состояние сосков, молокоотдача снижается, а риск возникновения мастита повышается. Анализ фазового портрета доильного аппарата позволяет детально оценить физиологичность процесса машинного доения, на ранней стадии выявить и устранить возможные отклонения в работе пульсатора, а также определить ухудшение упругих свойств сосковой резины.

ЛИТЕРАТУРА

1. Китун, А. В. Основы формирования поточных технологических линий на животноводческой ферме / А. В. Китун, П. Ю. Крупенин // Вестник БГСХА. – 2021. – № 2. – С. 160–164.
2. Крупенин, П. Ю. Диагностирование доильной установки в переходных режимах работы / П. Ю. Крупенин, Ю. А. Крупенин // Вестник Барановичского государственного университета. Серия: Технические науки. – 2022. – № 2 (12). – С. 94–99.
3. Крупенин, П. Ю. Анализ фазового портрета пульсаций доильного аппарата / П. Ю. Крупенин // Вестник Барановичского государственного университета. Серия: Технические науки. – 2021. – № 2 (10). – С. 102–107.
4. Крупенин, Ю. А. Использование прибора проверки доильных установок ППДУ-01 для диагностирования вакуумных насосных станций / Ю. А. Крупенин, П. Ю. Крупенин // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2022. – Вып. 7. – С. 130–135.
5. Оптимизация линии машинного доения коров / А. В. Китун [и др.] // Вестник БГСХА. – 2022. – № 2. – С. 176–180.
6. Рошка, Т. Б. Производственные технологии / Т. Б. Рошка, В. Н. Босак, О. В. Нилова. – Пинск: ПолесГУ, 2009. – 102 с.
7. Установки доильные. Конструкция и рабочие характеристики: ISO 5707:2007. – Введ. 15.02.2007. – Женева: Международная организация по стандартизации, 2007. – 60 с.

Аннотация. Рассмотрен современный подход к делению рабочего цикла доильного аппарата на отдельные такты и фазы. Проведен анализ влияния длительности отдельных фаз на физиологичность процесса машинного доения коров.

Ключевые слова: доильный аппарат; пульсация; сосковая резина; диагностирование; физиология машинного доения.