

УДК 631.17: 637.112

## ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО МЕХАНИЗМА ЗВЕНА «МАШИНА-ЖИВОТНОЕ» ПРОЦЕССА ДОЕНИЯ КОРОВ

Фененко А.И., д.т.н.

ННЦ «ИМЭСХ», Украина

Тел.: (04571) 3-26-44

**Аннотация** – определены закономерности изменения давления в подсосковом и межстенных пространствах и режимные характеристики исполнительных механизмов доильных аппаратов. Указано, что выведение молока из вымени коров современными двухтактными аппаратами сопровождается нарушением рефлекторных функций молоковыведения в результате неадекватного изменения величины усилий, которые действуют на стенку сосковой резины исполнительного механизма – стакана при изменении скорости молокоотдачи, а соответственно молоковыведения.

**Ключевые слова** – изменение давления, вымя, двухтактный аппарат, полнота выдаивания, показатели эффективности машинного доения, жирность и качество молока.

**Постановка проблемы.** В молочном животноводстве на ферме по производству молока средством производства является животное – корова, состояние которой регулируется биологическими законами и индивидуальными особенностями. В условиях механизированного производства каждый признак существенно влияет на эффективность процесса и должен учитываться на всех стадиях реализации проекта производства молока, основу которого составляет процесс дойки коров [4-7].

При стандартной технологии доения коров, например, в стойлах или доильном зале согласованность выполнения операций и влияние их на организм животных проявляется особо остро и является основной причиной возникновения стрессов, снижающих продуктивность, вызывающих раздражение вымени, ухудшающих показатели качества молока.

Повышение уровня механизации, создание автоматизированных систем управления процессом дойки коров на ферме требует усовершенствования биотехнического звена «машина-животное», основу которого составляют выравнивание и оптимизация величины усилий, действующих на стенку сосковой резины со стороны межстенного пространства, поверхность и сфинктер соска вымени в тактах выведения молока, то есть тактах сосания.

После каждого такта сосания наступает такт сжатия-разгрузки, продолжительность которого должна быть такой, чтобы молоко успело освободить молокоборную камеру коллектора.

*Анализ последних исследований.* В 1889 году шотландец Марчленд создал первую модель доильного аппарата. В 1891 году англичане Николсон и Грей изобрели однокамерный стакан. В 1895 году доктор Шилдс получил патент на пульсатор. В 1903 году Джилье в Австралии запатентовал двухкамерный стакан. Таким образом, был создан первый двухтактный доильный аппарат с двухкамерным исполнительным механизмом-стаканом, совершенствование которого продолжается до нашего времени, так как существует проблема оптимизации давления в межстенном и подсосковом пространствах исполнительных механизмов, которые взаимодействуют с молочной железой животного, выводя молоко из вымени [1, 4-8] В 1937 году был поставлен на производство трехтактный доильный аппарат ДА-3 (модернизация – ДА-3М «Волга»), который в бывшем СССР разработали ученые под руководством В.Ф. Королева. В режим работы аппарата введен такт отдыха (режим атмосферного давления одновременно в подсосковом и в межстенном пространствах доильного стакана).

Закономерности изменения давлений в межстенном и подсосковом пространствах доильного стакана нами исследовались, начиная с 1964 года, когда в Украине работало более 600 доильных установок ММД-100 и ММД-100Б. Исследовались установки с трехтактными доильными аппаратами, а так же варианты переоборудования на двухтактные. В ННЦ «ИМЭСХ» (УНИИМЭСХ) была создана экспериментальная лаборатория с записывающими приборами в начале одноканальными сильфонными ВС-610, переоборудованными с учетом скорости вращения круговой диаграммы 1 оборот за 20 минут, а затем двухканальными, которые по просьбе института изготовил завод «Теплоконтроль» (г. Казань).

Поиск путей выравнивания величин давления, действующих на стенку соскового чулка при изменении скорости молокоотдачи, привел к созданию конструктивно-технологической схемы доильного аппарата, в котором источником вакуумметрического давления служил коллектор, через функциональную камеру вакуумметрического давления которого к нему подключался пульсатор. Таким образом, в Украине были разработаны и изготовлены первые макетные образцы пульсоколлекторов для комплектации установок ММД-100Б. Выполняются конструкторско-технологические разработки в России [1, 6].

Подобную конструкторско-технологическую схему предлагает фирма Лангвер и К<sup>о</sup> (Германия), а Новая Зеландия поставляет на рынок пульсоколлекторы «Ну-Палс» доктора Бодмина. После проведения сравнительных испытаний, правительство Украины принимает решение о подготовке и организации производства отечественных пульсоколлекторов ДА50.00.000 на промышленных предприятиях. Заводы : «Штампов и

прессформ», «Укрпластик» (г. Харьков); «Станков-Автоматов» им. Горького, «Реле и автоматики», «Красный резинщик» (г. Киев); «Укрпластик» (г. Симферополь). Изготавливают элементную базу, Броварская «Сельхозтехника» Киевской области осуществляет сборку, стендовые испытания и реализацию пульсоколлекторов. В 80-х годах было выпущено и реализовано более 20 тысяч пульсоколлекторов ДА50.00.000. Отдельные районы в зоне деятельности Киево-Святошинской, Васильковской, Броварской, Яготинской сельхозтехник модернизировали все доильные установки и осуществляли их обслуживание. Пульсоколлекторы ДА 50.00.000 завод «Буревесник» поставляет в Вологодскую область Российской Федерации.

Серийное производство пульсоколлекторов ДА50.00.000 и комплектных доильных аппаратов ДА-Ф-50 (марка утверждена ВНИИКОМЖ в 1987 г.) было подготовлено на заводах «Буревестник» и Государственной акционерной холдинговой компании «Артем» (г. Киев). В России производство пульсоколлекторов освоил Уральский электромеханический завод (г. Екатеринбург), а затем Кировский завод «Маяк» (г. Киров), где нержавеющей корпус изготавливают из ударопрочного пластика.

По результатам исследований и широкой производственной эксплуатации в ННЦ «ИМЭСХ» разработаны предложения по созданию новой модели доильного аппарата с совмещенным пульсоколлектором ДА-Ф-66, который положен в основу комплектации доильной установки МВС-12-1 с однотрубной совмещенной молоковоздушной системой. Установка прошла государственные приемочные испытания и рекомендована производству (Протокол государственных приемочных испытаний №01-117-97 (1180197); техническое задание ТЗ 46.16.25.34-95, дополнение ТЗ 46.16.25.36-97). Модель установки МВС-12-2 с двухтрубной молоковоздушной системой комплектуется доильными аппаратами ДА-Ф-70. В лаборатории института создается комплекс стендового оборудования, для комплектации которого применены новые быстродействующие записывающие 3-х, 4-х и 9-ти канальные приборы типа Н-320. Стенд и измерительная аппаратура аттестованы Госстандартом (аттестат № 967.29).

*Задачи исследований.* Исследовать закономерности изменения давлений в подсосковом и межстенном пространствах однотрубной и двухтрубной молокопроводной и воздухопроводной линии доильного аппарата и изыскать пути их адекватной стабилизации при изменениях потока молока в подсосковые пространства исполнительных механизмов-стаканов.

Обосновать параметры исполнительного механизма-стакана для доильной техники нового поколения.

*Результаты исследований.* В двухтрубной системе выведения молока из вымени на сфинктер соска действует усилие, создаваемое разностью давлений в полости соска и в подсосковом пространстве исполнительного механизма-стакана в такте сосания, которое создает условия выведения молока и усилие,

которое действует на поверхность соска, обеспечивая фиксированное положение исполнительного механизма-стакана на соске вымени.

В звене «машина-животное» выведения молока из вымени исследованы конструкторско-технологические схемы доильных аппаратов с типовой двухтрубной и однострубною молокопроводной линией (Рис. 1).

В процессе исследований определена разность давлений, которые оказывают воздействие на стенку сосковой резины и сосок в режиме выведения молока. В существующих конструкциях доильных аппаратов, которыми комплектуются установки с двухтрубными системами, имеет место дестимулирующий фактор  $D_{\phi}$ , который регламентирует разность давлений в подсосковом и межстенном пространствах доильного стакана в тактах сосания.

Величина фактора  $D_{\phi}$  зависит от потока молока (рис. 2). При отсутствии потока фактор  $D_{\phi}$  отсутствует, и его незначительное проявление характеризуется упругостью стенки сосковой резины. При наличии потока молока, действующая на стенку сосковой резины, сила, создаваемая разностью давлений в подсосковом и межстенном пространствах, увеличивает объем подсоскового пространства. Трение между поверхностью соска и стенкой соскового чулка уменьшается, исполнительный механизм-стакан наползает на сосок, канал между долей вымени и полостью соска пережимается, выведение молока ухудшается. Эти явления характеризуют корреляционные зависимости стимулирующего и дестимулирующего факторов:

$$\Delta P_C = 0,2429 q_m^2 + 4,5298 q_m \quad (1)$$

$$\Delta P_D = 5,6207 \ln(q_m) + 0,0603 \quad (2)$$

При этом дестимулирующий фактор определяет разность давлений  $\Delta P_D$  в подсосковом  $P_{\Pi}$  и межстенном  $P_M$  пространствах, то есть  $\Delta P_D = P_{\Pi} - P_M$  в тактах сосания.

Давление  $P_{\Pi}$  регламентируется скоростью доения, то есть потоком молока в молокопроводной линии: «Подсосковое пространство – молокосорная камера коллектора – молокосорный бидон или молокопровод».

Давление  $P_M$  в современных аппаратах – величина постоянная, определяемая настройкой регулятора вакуумметрического давления, потерями давления в линии магистрального воздухопровода и воздухопроводной линии доильного аппарата. Скорость доения и поток молока на величину давления в межстенном пространстве не влияют.

Молоко в тактах сосания выводится из цистерн и сосков вымени через сфинктеры непрерывным потоком. Таким образом, создаются условия выравнивания давления в подсосковом пространстве стакана и полости соска (вакуум через сфинктер проникает в сосок), что приводит к раздражениям и маститным заболеваниям. Причиной является то, что на нижнюю часть соска действует вакуумметрическое давление 42-46 кПа, а в цистерне вымени

давление – 3,5-4,0 кПа до начала стимуляции и 5,5-6,0 кПа – после стимулирующих воздействий перед началом и в процессе машинного доения.

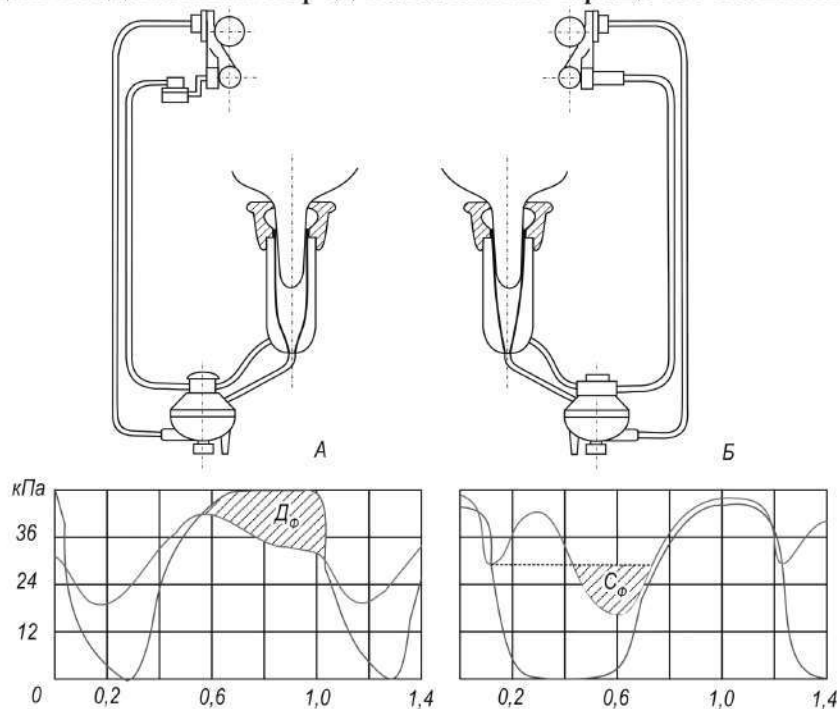
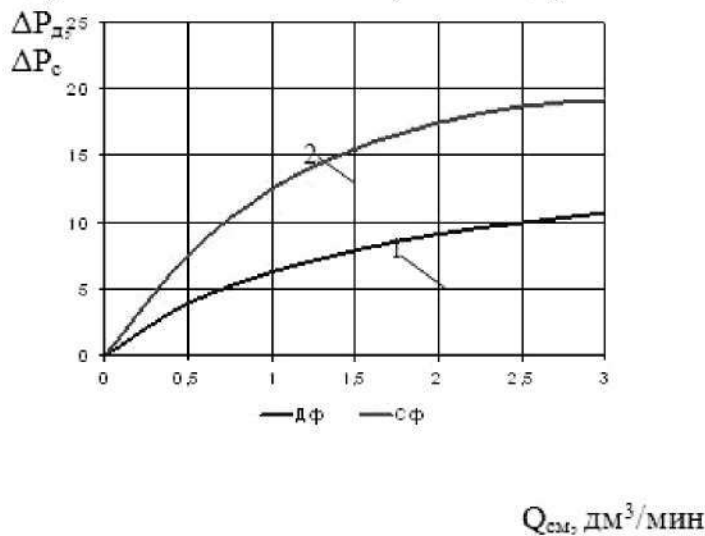


Рис. 1. Динамика изменения давления в подсосковом ( $P_{\Pi}$ ) и межстенном ( $P_M$ ) пространствах исполнительного механизма – стакана при работе доильных аппаратов: существующего АДУ – 1 (А) и нового ДА-Ф-66 (Б) (в системе молоковоздушной линии с замкнутым воздушным контуром).



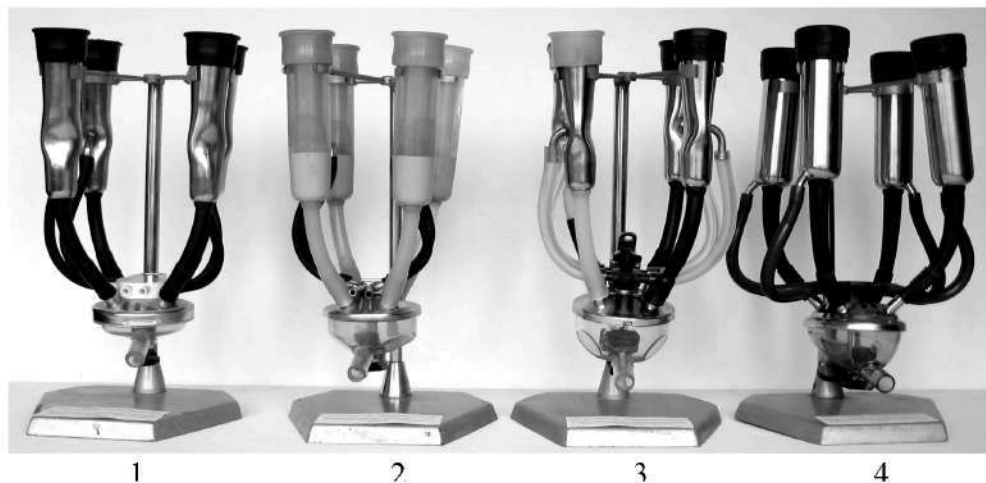
1 – стимулирующий фактор; 2 – дестимулирующий фактор

Рис. 2. Физиологическая оценка режимных характеристик исполнительных механизмов доильных аппаратов

Конструктивно–технологическое решение стакана в разработанных унифицированных доильных аппаратах ДА-Ф-66 и ДА-Ф-70 (патент Украины 19717, России – 2056100) [8] (Рис. 1б, Рис. 2А) выравнивает величины давлений

В.Ф.Королев, создавая трёхтактную доильную машину, в режиме работы исполнительного механизма-стакана предусмотрел такт отдыха, когда в межстенном и в подсосковом пространствах устанавливается атмосферное давление, которое определяет стимулирующий фактор. При этом автор считает, что техническое превосходство трёхтактного аппарата над существующими двухтактными конструкциями нельзя считать неоспоримым [2]. В двухтактном аппарате стимулирующий фактор  $S_{\Phi}$  в такте сжатия проявляется, но в меньшей мере в подсосковом и межстенном пространствах исполнительного механизма в тактах сосания. Поэтому положение стакана на соске в процессе доения определяется параметрами первоначального его размещения при одевании мастером машинного доения или роботом. Кроме того, можно предположить, что увеличение давления (уменьшение вакуумметрического давления) в подсосковом пространстве увеличивает коэффициент истечения молока, что способствует ускорению молоковыведения.

Унифицированные доильные аппараты ДА-Ф-66, ДА-Ф-70 изготавливаются в соответствии с техническим заданием ТЗ У 05496135.096-2004, срок действия которого не ограничен. Для аппаратов с пульсатором попарного действия разрабатывается дополнение к данному, согласно патенту Украины №82682 от 12.05.2008г, или может быть использован пульсатор и коллектор существующих на рынке зарубежных конструкций (рис. 5). Это объясняется тем, что показатели физиологичности получения молока определяют режимные характеристики и параметры конструкции исполнительных механизмов-стаканов.



- 1 - ВАТ «Гомельагрокомплект», Беларусь;
- 2 - ВАТ «Брацлав», Украина;
- 3 - фирма «Курстан», Турция;
- 4 - фирма «Интер-пульс», Италия.

Рис.3. Подвесная часть унифицированных доильных аппаратов, в которых использованы модернизированные коллекторы производства

Эффективность выполнения результатов исследований обеспечивается за счет:

- уменшення затрат труда и времени на выполнение заключительных технологических операций на (12-18)%;
- улучшения полноты выдаивания молока и увеличения продуктивности животных на (4,6-12,1)%;
- повышения жирности молока на (0,05-0,15)%;
- уменьшение раздражений молочной железы и заболеваний вымени маститом в 3-4 раза;
- увеличения срока использования сосковой резины;
- уменшення затрат энергии на доении на (28-32)%;
- получения молока высшего качества.

Годовой экономический эффект от внедрения новых разработок в производство, например в США, за счет уменьшения заболеваний коров маститом с 17% до 15%, то есть только на 2%, гарантированный экономический эффект составляет 8 у.е. на корову в год [3].

*Выводы.* Выполненный комплекс исследований позволил сформулировать исходные положения и определить параметры функционирования биотехнического звена «машина-животное» выведения молока из вымени животного. Выполненные конструкторско-технологические разработки позволили создать исполнительный механизм – стакан для доильной техники нового поколения. При этом сужение конусной гильзы стакана до размера диаметра чулка, в месте размещения патрубка переменного давления, может быть как двухсторонним, так и односторонним [8]. Конструкционное выполнение гильзы стакана конусной формы уменьшает объем межстенного пространства до минимально критического, что характеризует параметр затрат энергии на выполнение процесса доения.

#### Литература

1. *Карташов Л.П.* Методы расчета биологических и технических параметров системы «Человек-машина-животное»: учебное пособие/ Л.П. Карташов - Оренбург: Изд. Центр ОГАУ, 2007.-152с.
2. *Королев В.Ф.* Попытки усовершенствования доильных машин/ В.Ф. Королев //Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства.- 1972-№8.- С.23-25.
3. *Гарсія Альваро.* Рентабельність молочно-товарної ферми: якість молока та ефективність годівлі (університет штату Південня Дакота/ Гарсія Альваро// Молоко і ферма, 2010, № 1, - с. 25-28..
4. *Фененко А.І.* Техніко-технологічні аспекти удосконалення біотехнічної ланки «машина-тварина» процесу виробництва молока/А.І. Фененко // Механізація та електрифікація сільського господарства. Глевах.2007.Вип.91.- С.65-77.
5. *Фененко А.І.* Техніко-технологічні параметри біотехнічної ланки «машина-тварина» процесу виробництва молока/А.І. Фененко // Молочное дело. -2008.- №1-С.46-49, №3-С.50-51.

6. Фененко А.И. Экономика физиологичности исполнительного механизма звена «машина-животное» процесса доения коров/А.И. Фененко // Молочное дело. 2009, - № 6. – с. 27-29.

7. Фененко А.И. Механізація доїння корів. Теорія і практика: монографія/А.І. Фененко – К.: ННЦ«ІАЕ», 2008.-198 с.

## **ФІЗИОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИКОНАВЧОГО МЕХАНІЗМУ ЛАНЦЮГА «МАШИНА-ТВАРИНА» ПРОЦЕСУ ДОЇННЯ КОРІВ**

Фененко А.І.

### *Анотація*

**Визначені закономірності зміни тиску в піддійковому і міжстінному просторах та режимні характеристики виконавчих механізмів доїльних апаратів. Показано, що виведення молока із вимені корів сучасними двотактними апаратами супроводжується порушенням рефлекторної функції молоковиведення в результаті неадекватної зміни величини зусиль, які діють на стінку дійкової гуми виконавчого механізму – стакана при зміні швидкості молоковіддачі, а відповідно і молоковиведення.**

## **PHYSIOLOGY OF EXECUTIVE MECHANISM OF LINK IS «MACHINE- ANIMAL» OF PROCESS OF MILKING OF COWS**

A.Fenenko

### *Summary*

**Definite initial parameters of molokoprovodnoy and vozduhoprovodnoy lines and regime descriptions of executive machineries of milking vehicles. The reason of change of size of efforts which operate on the wall of nipple rubber of executive mechanism – glass.**