

УДК 637.116.2

**А. В. Китун**<sup>1</sup>, доктор технических наук, профессор,

**С. Н. Бондарев**<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет»,  
пр-т Независимости, 99, 220023 Минск, Республика Беларусь, +375 (29) 899 80 92,

<sup>1</sup>seregabondarev1991@yandex.ru

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ СИЛОВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ  
СОСКА ВЫМЕНИ КОРОВЫ С СОСКОВОЙ РЕЗИНОЙ  
ДОИЛЬНОГО СТАКАНА ПРИ ТАКТЕ «СЖАТИЕ»**

Проведены фундаментальные исследования по определению факторов силового воздействия на сосок вымени коровы сосковой резиной доильного стакана при такте «сжатие». Установлено, что нормальная сила сжатия соска вымени коровы во время такта «сжатие» формируется из силы его обжатия сосковой резиной и сжатия при вакууме в подсосковой камере доильного стакана и атмосферном давлении в межстенной камере. Усилие действия нормальной силы сжатия соска вымени коровы во время такта «сжатие» зависит от диаметра соска и внутренней поверхности сосковой резины. Решение проблемы адекватного воздействия на сосок вымени коровы возможно в перераспределении давления на тело соска при изменении его формы и размеров.

**Ключевые слова:** машинное доение; энергоёмкость; доильный стакан; пористая полость; сила обжатия.

Рис. 3. Библиогр.: 3 назв.

**A. V. Kitun**<sup>1</sup>, DSc in Technical Sciences, Professor,

**S. N. Bondarev**<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Institution of Education “Belarusian State Agrarian Technical University”, 99 Nezavisimosti Ave.,  
220023 Minsk, the Republic of Belarus, +375 (29) 899 80 92, <sup>1</sup>seregabondarev1991@yandex.ru

**DETERMINATION OF THE COW UDDER NIPPLE FORCE  
INTERACTION WITH TEAT RUBBER OF THE MILKING CUP  
AT THE “COMPRESSION” STROKE**

Fundamental studies to determine the factors of the force effect of the cow’s udder on the nipple with the milking cup nipple rubber at the “compression” stroke have been carried out. It has been established that the normal compression force of the cow udder nipple during the “compression” stroke is formed from the force of its compression of the nipple rubber and compression under vacuum in the suction chamber of the milking cup and atmospheric pressure in the inter-wall chamber. The force of the normal compression force of the cow’s udder nipple during the “compression” stroke depends on the nipple diameter and the nipple rubber inner surface. The solution to the problem of adequate impact on cow’s udder nipple is possible in the redistribution of pressure on the body of the nipple when its shape and size change.

**Key words:** machine milking; energy intensity; milking cup; porous cavity; compression force.

Fig. 3. Ref.: 3 titles.

**Введение.** Машинное доение облегчает труд, значительно повышает его производительность и способствует улучшению санитарного качества молока. Для реализации машинного доения коров на животноводческих фермах применяют доильные установки. Технологический процесс выдаивания коровы на доильной установке реализуется за счет создания вакуума в ее основном исполнительном рабочем органе — доильном аппарате.

Доильный аппарат состоит из доильных стаканов, соединенных патрубками с коллектором, и пульсатора, обеспечивающего преобразование постоянного вакуума в переменный и выполнение основных технологических параметров.

По принципу действия доильные аппараты бывают двухтактные (сосание и сжатие) и трехтактные (сосание, сжатие, отдых). Во время выполнения такта «сжатие» в подсосковой камере доильного стакана вакуумным насосом создается вакуум, а в межстенной камере — атмосферное давление. В результате разности давлений — вакуумметрического и атмосферного — стенки сосковой резины сжимают сосок вымени коровы.

Таким образом, при доении коровы на молочную железу соска вымени коровы оказывается силовое воздействие сосковой резины при такте «сжатие».

Для определения силы сжатия соска вымени животного рассмотрим силовые взаимодействия тела соска с сосковой резиной при выполнении такта «сжатие».

По истечении такта «сжатие» давление в подсосковой и межстенной камерах выравнивается, наступает следующий такт машинного доения.

**Материалы и методы исследования.** На соске вымени коровы можно выделить следующие части — устье, тело и кончик соска [1].

При реализации процесса доения коровы доильные стаканы одеваются на соски вымени животного. Так как диаметр соска меньше внутреннего диаметра сосковой резины (рисунок 1), происходит обжатие тела соска вымени коровы. В этом случае на тело соска действует сила обжатия  $P_{обж}$ .

Силу обжатия тела  $P_{обж. тела}$ , Н, можно определить по формуле

$$P_{обж. тела} = \mu \frac{E d_{обж}^2}{2 d_{т.с}}$$

где  $\mu$  — коэффициент Пуассона;

$E$  — модуль деформации сосковой резины, Н / м<sup>2</sup>;

$d_{обж}$  — диаметр тела соска вымени коровы при сжатии, м;

$d_{т.с}$  — диаметр тела соска вымени коровы, м.

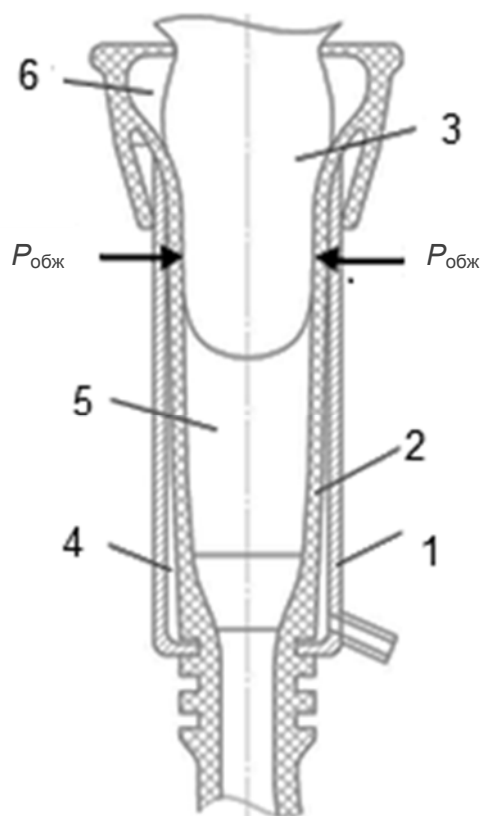
Для реализации такта «сжатие» из подсосковой камеры вакуумным насосом откачивается воздух — создается вакуум. В этом случае стенки сосковой резины начинают сжиматься (рисунок 2), на тело соска вымени коровы дополнительно действует сила сжатия  $P_{сж}$ .

Силу сжатия тела  $P_{обж. тела}$ , Н, соска вымени коровы можно определить по формуле

$$P_{сж. тела} = E \frac{d_{сж}^2}{d_{тела}}$$

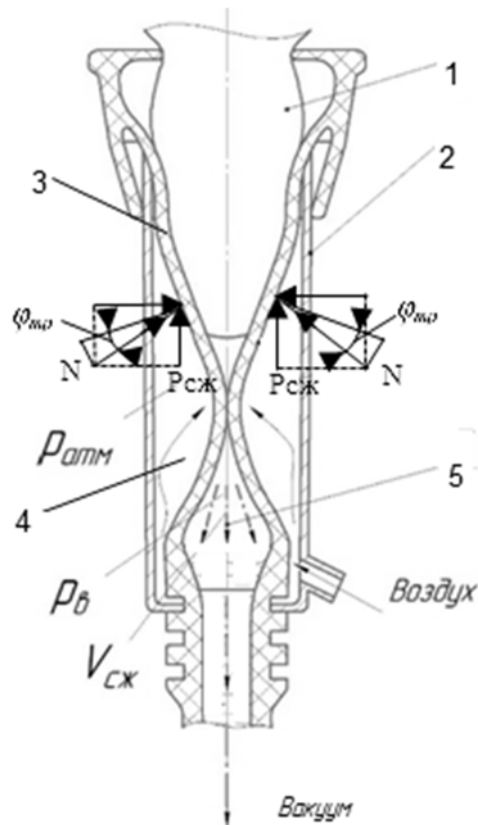
Таким образом, при такте «сжатие» на тело соска вымени коровы действует сумма сил:

$$P_{тела} = P_{обж. тела} + P_{сж. тела}$$



1 — стакан; 2 — сосковая резина; 3 — сосок вымени коровы; 4 — межстенная камера; 5 — подсосковая камера; 6 — присосок сосковой резины

**Рисунок 1. — Схема работы доильного стакана при такте «отдых»**



1 — сосок вымени коровы; 2 — стакан; 3 — сосковая резина; 4 — межстенная камера; 5 — подсосковая камера

**Рисунок 2. — Схема работы доильного стакана при такте «сжатие»**

Таким образом, на тело соска вымени коровы при такте «сжатие» действует результирующая сила:

$$P_{\text{тело}} = \mu \frac{E d_{\text{сж}}^2}{2 d_{\text{тело}}} + \frac{E d_{\text{сж}}^2}{2 d_{\text{тело}}} = \frac{E d_{\text{сж}}^2}{2 d_{\text{тело}}} (\mu + 1).$$

Из формулы видно, что при такте «сжатие» результирующая сила сжатия соска вымени коровы в основном зависит от его диаметра до и после сжатия.

Проекцией указанных сил является нормальная сила (см. рисунок 2), которую можно выразить через угол трения и определить по формуле

$$N^2 = (P_{\text{обж. тела}}^2 + P_{\text{сж. тела}}^2) \cos^2 \varphi_{\text{тр}}$$

или

$$N = \sqrt{\left[ \frac{E d_{\text{сж}}^2}{2 d_{\text{тело}}} (\mu + 1) \right] \cos^2 \varphi_{\text{тр}}}, \quad (1)$$

где  $\varphi_{\text{тр}}$  — угол трения, град.

Из формулы (1) видно, что нормальная сила сжатия соска вымени коровы во время такта «сжатие» зависит от диаметра соска и внутренней поверхности сосковой резины.

Режим равномерного сжимания соска будет обеспечиваться, если его форма копирует внутреннюю поверхность сосковой резины. В противном случае усилие на тело соска вымени коровы распределяется неравномерно по его длине и не обеспечивает адекватное воздействие на молочную железу, что снижает молочную продуктивность коровы.

Особенно важно учитывать условие сжатия соска вымени коровы, поскольку соски изменяются с ее возрастом и имеют различную форму (рисунок 3) [2; 3].



Рисунок 3. — Формы сосков у коров

**Результаты исследования и их обсуждение.** Решение проблемы адекватного воздействия на сосок вымени коровы возможно в перераспределении давления на тело соска при изменении его формы и размеров. В этом случае будет обеспечиваться полное копирование его рельефа, а следовательно, оптимальный режим машинного доения.

**Заключение.** На основании проведенных исследований установлено, что нормальная сила сжатия соска вымени коровы во время такта «сжатие» формируется из силы его обжатия сосковой резиной и сжатия при вакууме в подсосковой камере доильного стакана и атмосферном давлении межстенной камере.

Усилие действия нормальной силы сжатия соска вымени коровы во время такта «сжатие» зависит от диаметра соска и внутренней поверхности сосковой резины.

Решение проблемы адекватного воздействия на сосок вымени коровы возможно в перераспределении давления на тело соска при изменении его формы и размеров.

#### Список цитированных источников

1. Федоров, Д. Н. Гистология вымени коровы : учеб.-метод. пособие для студентов по специальностям 1-74 03 02 «Ветеринарная медицина» и 1-74 03 01 «Зоотехния» / Д. Н. Федоров. — Витебск : ВГАВМ, 2019. — 16 с.
2. Антошук, С. А. Сосковая резина — менять или обслуживать / С. А. Антошук, Э. П. Сорокин // Белорус. сел. хоз-во. — 2014. — С. 115—117.
3. Бондарев, С. Н. Методика подбора сосковой резины для дойного стада / С. Н. Бондарев, А. В. Китун // Агропанорама. — 2016. — № 6. — С. 39—41.

Поступила в редакцию 30.05.2023.