

УДК 637.11.022

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЫТЕСНЕННОГО ОБЪЕМА И КОЭФФИЦИЕНТА ЖЕСТКОСТИ СОСКОВОЙ РЕЗИНЫ ДОИЛЬНОГО СТАКАНА

С.Н. Бондарев,

магистрант каф. технологий и механизации животноводства БГАТУ

В.И. Передня,

*гл. научн. сотрудник РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»,
докт. техн. наук, профессор*

А.В. Китун,

зав. каф. технологий и механизации животноводства БГАТУ, докт. техн. наук, профессор

В статье описан метод расчета объема, вытесняемого сосковой резиной в процессе работы, и метод определения коэффициента жесткости сосковой резины.

Ключевые слова: сосковая резина, вытесненный объем, коэффициент жесткости, гиперболоид.

The article deals with the method for calculating the volume displaced by the nipple rubber during operation, as well as with the method for determining the coefficient of stiffness of nipple rubber.

Keywords: nipple rubber, the displaced volume, stiffness coefficient, hyperboloid.

Введение

Целью данной работы является определение вытесненного объема и степени жесткости сосковой резины доильного стакана. Степень жесткости один из важнейших показателей, который характеризует работоспособность сосковой резины, а также степень ее воздействия на организм животного.

Основная часть

Одним из параметров, характеризующих степень воздействия сосковой резины на сосок животного, является жесткость сосковой резины. Для наиболее полной оценки жесткости сосковой резины расчетным методом используют параметр «степень жесткости». Важность этого показателя заключается в том, что с помощью него можно расчетным методом, без использования каких-либо специальных приборов и средств, определить жесткость сосковой резины и ее пригодность к машинному доению.

При определении степени жесткости важно помнить, что его определение нужно проводить после наступления рефлекса молокоотдачи у животного, так как в это время жесткость соска и силы, действующие в нем, будут максимальны.

Сосковую резину, действующую на сосок животного, можно представить как балку, лежащую на упругом основании. Согласно теории Фусса – Винклера, величина реакции на упругую осадку балки (прогиб) на упругом основании в рассматриваемом сечении пропорциональна давлению. На основании этого можно сделать вывод, что сила, оказываемая на сосковую резину, пропорциональна вытесненному ее объему, так как давление, оказываемое на стенки сосковой резины снаружи, одинаково во всех точках.

Степень жесткости сосковой резины определим по формуле:

$$C_p = \frac{F_{сжс}}{V}, \quad (1)$$

где $F_{сжс}$ – сила давления воздуха, оказываемая на стенки сосковой резины, Н/м²;

V – вытесненный объем сосковой резины в процессе сжатия соска животного, м³ [1, с.127].

Из формулы 1 выразим силу давления:

$$F_{сжс} = p \cdot S, \quad (2)$$

где $F_{сжс}$ – сила сжатия стенок сосковой резины, Н;
 S – площадь сжимаемой части сосковой резины, м²;
 p – давление, оказываемое на стенки сосковой резины, Па.

Определим площадь сосковой резины, подверженной давлению. Как известно, сосковая резина 2 (рис. 1) имеет цилиндрическую форму, и для нахождения площади, сжимаемой ее части, нам необходимо определить площадь боковой грани цилиндра:

$$S = 2\pi \cdot r \cdot h, \quad (3)$$

где r – радиус основания цилиндра, м;

h – высота цилиндра, м.

Как видно из рис. 1, во время такта отдыха стенки сосковой резины находятся в состоянии покоя и выровнены, так как давление с обеих сторон стенки одинаковое. Но при осуществлении такта сжатия (рис. 2), давление с внешней стороны сдавливает стенки сосковой резины 2 вокруг соска животного 1, обеспечивая тем самым полноценное обжатие соска по кругу для стимуляции кровообращения в нем [2, с. 83].

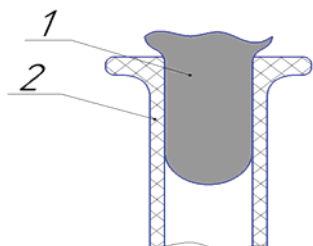


Рисунок 1. Сосковая резина во время такта отдыха:
1 – сосок животного; 2 – сосковая резина

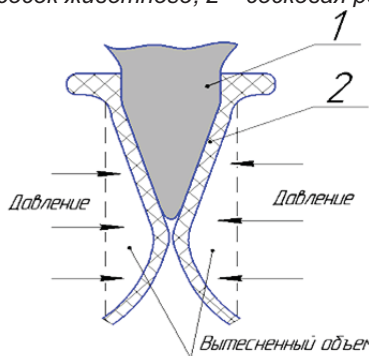


Рисунок 2. Сосковая резина во время такта сжатия:
1 – сосок животного; 2 – сосковая резина

Разница между объемом, занимаемым сосковой резиной во время такта отдыха (рис. 1) и во время такта сжатия и будет считаться вытесненным объемом сосковой резины (рис. 2).

Для точного нахождения этого объема представим процесс сжатия сосковой резины в пространстве на осях x, y, z (рис. 3). Если представить в пространстве объем, занимаемый сосковой резиной во время такта отдыха, то эта фигура будет напоминать цилиндр 1, так как сосковая резина в состоянии покоя имеет круглую форму в поперечном сечении. При наступлении такта сжатия стенки сосковой резины обжимают сосок животного со всех сторон. Под кончиком соска животного сжатая сосковая резина будет иметь наибольшее сужение, так как в этой точке нет сил сопротивления сдавливанию. Далее, при удалении от точки смыкания, сужение начинает уменьшаться, так как стенки сосковой резины прикреплены к молочной трубке. Таким образом, форма, которую приобрела сжатая сосковая резина, будет напоминать однополостный гиперболоид 2 (рис. 3).

Находим объем цилиндра:

$$V_1 = \pi \cdot r^2 \cdot h, \quad (4)$$

где r – радиус основания цилиндра, м;

h – высота цилиндра, м.

Рассмотрим однополостный гиперболоид (рис. 4) с основанием $[A, B]$, ограниченный непрерывной кривой $f(y)$. Так как гиперболоид относится к телам вращения, то зададим ему вращение вокруг оси Oy . Теперь объем гиперболоида можно определить по формуле [3, с. 353]:

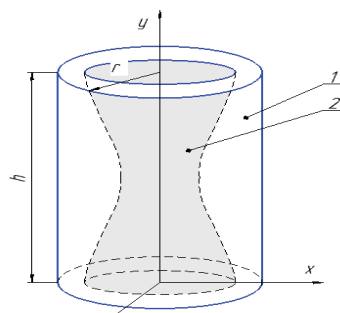


Рисунок 3. Модель вытесняемого объема сосковой резиной в процессе сжатия:
1 – цилиндр; 2 – гиперболоид

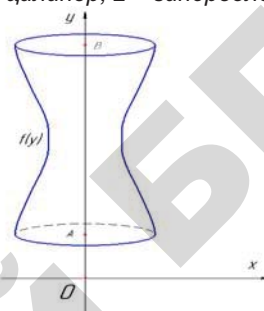


Рисунок 4. Схема к расчету объема гиперболоида

$$V_2 = \pi \int_A^B f^2(y) dy, \quad (5)$$

где A и B – высота расположения, соответственно, нижнего и верхнего оснований однополостного гиперболоида.

Тогда из канонического уравнения гиперболы:

$$\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} = 1 \rightarrow x = \frac{a^2}{b^2}(y^2 + b^2), \quad (6)$$

где a – длина действительной полуоси, м;

b – длина мнимой полуоси, м.

Так как объем цилиндра и гиперболоида определен, теперь определим объем, вытесненный сосковой резиной в процессе сжатия:

$$V = V_1 - V_2 = \pi \cdot r^2 \cdot h - \pi \int_A^B f \left(\frac{a^2}{b^2}(y^2 + b^2) \right)^2 dy. \quad (7)$$

Определим силы, противодействующие силе сжатия $F_{сж}$ сосковой резины, в сумме они будут являться силами сопротивления сжатию (рис. 5).

Определим силу трения сосковой резины о сосок животного:

$$F_{тр} = N \cdot f_{тр}, \quad (8)$$

где N – сила нормальной реакции, Н;

$f_{тр}$ – коэффициент трения сосковой резины о сосок животного.

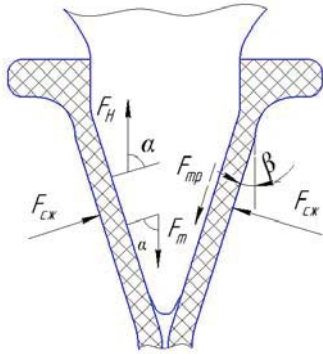


Рисунок 5. Отношение сил, действующих на стенку сосковой резины

Определим силу нормальной реакции:

$$N = p \cdot S_c, \quad (9)$$

где p – давление вакуума на стенки сосковой резины, Н/м²;

S_c – площадь соприкосновения соска животного с сосковой резиной, м².

С помощью аппроксимации определена функция линии контура соска животного [4, с. 2]:

$$Y = a + bx + cx^2 + de^x, \quad (10)$$

где $a=3,12$; $b=0,26$; $c=-0,003$; $d = -7,86 \cdot 10^{-23}$ – коэффициенты уравнения [4, с.3];

x и y – переменные для определении линии контура соска животного [4, с.3];

e – экспонента.

Определим площадь соприкосновения соска животного с сосковой резиной путем интегрирования уравнения (10) [4, с. 3]:

$$S_c = 2\pi \int_{n_1}^{n_2} (a + bx + cx^2 + de^x) dx, \quad (11)$$

где n_1 и n_2 – точки пересечения функции Y с осью OX .

Определяем суммарную силу сопротивлений в сечении $A-A$:

$$F_c^{A-A} = F_{mp} + F_m \cdot \cos \alpha + F_H \cdot \cos \alpha, \quad (12)$$

где F_m – торцевая сила, действующая на кончик соска во время такта сжатия, Н;

F_H – сила, действующая на устье соска при такте сжатия, Н;

В сечениях $B-B$ и $B-B$ силы, которые препятствуют сжатию сосковой резины, отсутствуют. Таким образом, $F_c^{B-B} = 0$ и $F_c^{B-B} = 0$.

Теперь определим эффективную силу сжатия $F_э$ в сечении $A-A$ (рис. 6) сосковой резины как разность силы сжатия и суммы сил сопротивления сжатию:

$$F_э^{A-A} = F_{сж} - F_c = F_{сж} - F_{mp} + F_m \cdot \cos \alpha - F_H \cdot \cos \alpha, \quad (13)$$

где F_c – сила сопротивления сжатию сосковой резины, Н.

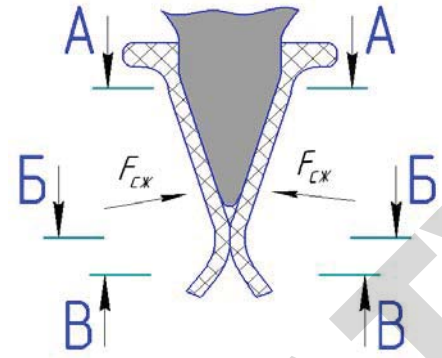


Рисунок 6. Расположение сечений для нахождения коэффициента жесткости в сосковой резине

Далее определим степень жесткости в каждом из этих сечений.

Формула степени жесткости в сечении $A-A$ будет иметь вид:

$$C_p^{A-A} = \frac{F_{сж} - F_c^{A-A}}{V} = \frac{F_{сж} - F_{mp} + F_m \cdot \cos \alpha - F_H \cdot \cos \alpha}{\pi \cdot r^2 \cdot h - \pi \int_A^B f \left(\frac{a^2}{b^2} (y^2 + b^2) \right)^2 dy} \cdot (14)$$

Степень жесткости в сечении $B-B$ определим по формуле:

$$C_p^{B-B} = \frac{F_{сж}}{V} = \frac{F_{сж}}{\pi \cdot r^2 \cdot h - \pi \int_A^B f \left(\frac{a^2}{b^2} (y^2 + b^2) \right)^2 dy} \cdot (15)$$

Степень жесткости в сечении $B-B$:

$$C_p^{B-B} = \frac{F_{сж}}{V} = \frac{F_{сж}}{\pi \cdot r^2 \cdot h - \pi \int_A^B f \left(\frac{a^2}{b^2} (y^2 + b^2) \right)^2 dy} \cdot (16)$$

Для нахождения общей степени жесткости сосковой резины определим среднее значение найденных степеней жесткости в сечениях:

$$C_p = \frac{C_p^{A-A} + C_p^{B-B} + C_p^{B-B}}{3} = \left[\frac{F_{сж} - F_{mp} + \cos \alpha (F_m - F_H) + 2F_{сж}}{\pi \cdot r^2 \cdot h - \pi \int_A^B f \left(\frac{a^2}{b^2} (y^2 + b^2) \right)^2 dy} \right] \cdot 3^{-1} \quad (17)$$

Заключение

1. Из формулы 17 следует, что степень жесткости сосковой резины будет переменной по оси y .
2. Эффективная сила сжатия, сила сопротивления сжатию и вытесненный объем сосковой резины в

рассматриваемых сечениях будут иметь различное значение.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Краснов, И.Н. Определение коэффициента жесткости сосковой резины доильных аппаратов / И.Н. Краснов, С.Г. Красниченко // Эксплуатация и ремонт сельскохозяйственной техники, 1976. – № 3. – С. 126.
2. Передня, В.И. Технологии и оборудование для доения коров и первичной обработки молока: пособие / В.И. Передня, В.А. Шаршунов, А.В. Китун; под ред. В.А. Шаршунова. – Минск: Минсанта, 2016. – 975 с.

3. Шнейдер, В.Е. Краткий курс высшей математики: учеб. пособие для вузов / В.Е. Шнейдер, А.И. Слуцкий, А.С. Шумов. – М.: Высшая школа, 1972. – 640 с.

4. Способ определения параметров и конфигурации конструктивных элементов станда для испытания доильных аппаратов: пат. 2138157 РФ, МПК А01J7/00 / С.А. Соловьев, В.А. Шахов, Е.М. Асманкин, А.М. Асманкин, В.Н. Алексеев; заявитель Оренбургский гос. аграрн. ун-т; заявл. 20.05.1997, опубл. 27.09.1999.

5. Трубников, В.В. Сравнительная оценка современных доильных аппаратов: дис. ...канд. техн. наук: 05.20.01 / В.В. Трубников; Оренб. гос. аграрн. ун-т. – Оренбург, 2011. – 150 л.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 20.03.2017

УДК 534.838.7: 631.56

АКТИВАЦИЯ ЖИДКИХ СРЕД И ПРЕПОСЕВНАЯ ОБРАБОТКА СЕМЯН УЛЬТРАЗВУКОВЫМ ПОЛЕМ

В.С. Корко,

доцент каф. электротехнологий БГАТУ, канд. техн. наук, доцент

Е.А. Городецкая,

доцент каф. электротехнологий БГАТУ, канд. техн. наук, доцент

И.Б. Дубодел,

доцент каф. электротехнологий БГАТУ, канд. техн. наук, доцент

Т.А. Непарко,

доцент каф. эксплуатации машинно-тракторного парка БГАТУ, канд. техн. наук, доцент

Ю.К. Городецкий, Е.Т. Титова,

студенты БГАТУ

Представлены результаты аналитических и экспериментальных исследований основных проявлений ультразвуковых колебаний при активации жидких сред и предпосевной обработке семян для повышения всхожести и энергии прорастания.

Ключевые слова: ультразвук, предпосевная стимуляция, семена, диэлектрическая сепарация, электрофизическое воздействие.

The results of analytical and experimental studies of the main manifestations of ultrasonic oscillations during the activation of liquid media and presowing seed treatment for increasing germination and germination energy are presented.

Keywords: ultrasound, presowing stimulation, seeds, dielectric separation, electrophysical effect.

Введение

Все реакции в живых организмах происходят только в жидких средах, являющихся важным компонентом биологических систем и играющих главную роль в формировании физико-химических свойств молекул веществ, растворенных в воде. Физиологическое действие таких растворов определяется их химическим составом и физическими параметрами, характеризующими жидкую среду с энергетической точки зрения как сложную структурированную систему, свойства которой наиболее выражены после перехода ее в неравновесное термодинамическое состояние путем активации.

Активацию воды и растворов проводят с помощью физических, химических или биологических методов. Из физических методов эффективны воздействия магнитным и акустическим полем, ультрафиолетовым и лазерным излучением, электролизом, вакуумированием и др. [1, 2]. Развитие и применение ультразвуковых (УЗ) технологий открывает перспективы в создании новых веществ и материалов, придании известным материалам и средам нужных технологических свойств и поэтому требует исследования процессов, происходящих под действием УЗ.

Абиотические факторы при посеве семян не всегда благоприятны для нормального развития зародыша,