

Список использованной литературы

1. 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 с.
2. Машошин В.Л. Исследование и разработка технологического процесса очистки сосковой резины доильного аппарата: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.03 / В.Л. Машошин; Московская сел. академия им. К.А. Тимирязева. – Москва, 2000. 178 с.
3. Борознин В.А. Способ повышения ресурса сосковой резины / В.А. Борознин, А.В. Борознин, Л.В. Борознин / «Механизация и электрификация» №4, 2007. С. 15–16.

УДК 637.11.022

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ОБЪЕМНОЙ ЖЕСТКОСТИ СОСКОВОЙ РЕЗИНЫ

С.Н. Бондарев¹, В.И. Передня², д.т.н., профессор,
А.В. Китун¹, д.т.н., профессор

¹Белорусский государственный аграрный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

²РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»,
г. Минск, Республика Беларусь

Введение

От жесткости сосковой резины зависит не только качество и количество выдоенного молока, но и здоровье самого животного. Одним из показателей, который характеризует жесткость сосковой резины, является коэффициент объемной жесткости.

Основная часть

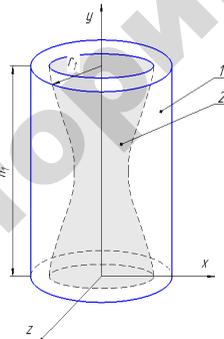
Сосковую резину, действующую на сосок животного, можно представить как балку, лежащую на упругом основании. Согласно теории Н.И. Фусса, величина реакции на упругую балку пропорциональна прогибу балки. На основании этого, можно сделать вывод, что давление, оказываемое на сосковую резину, пропорционально вытесненному ее объему [1]:

$$P = C_{об} \cdot V,$$

где $C_{об}$ – объемный коэффициент жесткости сосковой резины; V – вытесненный объем сосковой резины в процессе сжатия соска животного.

В процессе работы, во время такта отдыха стенки сосковой резины находятся в нейтральном положении, так как подвержены воздействию одинаковых давлений как с внешней, так и с внутренней стороны. В этот момент сосковая резина в трехмерном пространстве имеет форму цилиндра 1 (рисунок 1). Далее при наступлении такта сжатия, под действием силы давления с внешней стороны, стенки сосковой резины плотно обжимают и сдавливают сосок животного, в результате чего сосковая резина принимает форму гиперboloида 2 (рисунок 1).

Для нахождения объема, вытесненного сосковой резиной в процессе сжатия, необходимо от первоначального объема (такт отдыха) вычесть конечный объем (такт сжатия), то есть из объема цилиндра вычесть объем гиперboloида.



1 – цилиндр; 2 – гиперboloид

Рисунок 1. – Объем, вытесняемый сосковой резиной в процессе сжатия

Тогда объем, вытесненный сосковой резиной в процессе сжатия:

$$V = V_1 - V_2 = \pi \cdot r_1^2 \cdot h_1 - \pi \int_a^b f^2(y) dy.$$

Теперь для нахождения объемного коэффициента жесткости $C_{об}$, рассмотрим силы, действующие на сосковую резину в процессе сжатия (рисунок 2) [2].

Определяем силу трения сосковой резины о сосок животного:

$$F_{mp} = F_r \cdot f_{mp},$$

где F_r – сила нормальной реакции, кН; f_{mp} – коэффициент трения стенки сосковой резины о сосок животного.

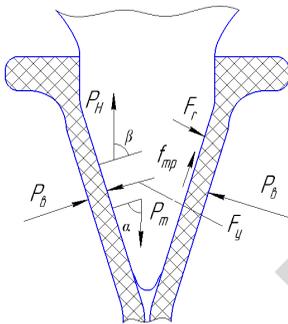


Рисунок 2. – Отношение сил, действующих на стенки сосковой резины

Теперь найдем силу упругости самой сосковой резины, которая противодействует сжимающей силе $P_{сж}$.

Согласно закону Гука, нормальное напряжение стенок сосковой резины будет иметь вид:

$$\sigma = E \cdot |\varepsilon|,$$

где E – модуль упругости резины, кН/мм²; ε – относительное удлинение резины, мм.

Найдем относительное удлинение стенок сосковой резины по формуле закона Гука:

$$\varepsilon = \Delta l / l,$$

где Δl – относительное удлинение стенки сосковой резины, мм; l – первоначальная длина стенки сосковой резины, мм.

Согласно закону Гука, существует еще один способ определения нормального напряжения:

$$\sigma = F_{упр} / S,$$

где $F_{упр}$ – сила упругости, кН; S – площадь сжимаемой поверхности (цилиндра), мм²

Так как площадь сжимаемой поверхности в нашем случае представляет цилиндр (рисунок 1), то определим ее по формуле:

$$S = 2\pi \cdot r_1 (h_1 + r_1),$$

где r_l – радиус основания цилиндра, мм; h_l – высота цилиндра, мм.

Определим силу упругости сосковой резины:

$$F_{упр} = \sigma \cdot S = E \cdot \left| \frac{\Delta l}{l} \right| \cdot 2\pi \cdot r_1 (h_1 + r_1).$$

Теперь определим эффективную силу сжатия сосковой резины:

$$F_s = P_v - F_r \cdot f_{mp} - E \cdot \left| \frac{\Delta l}{l} \right| \cdot 2\pi \cdot r_1 (h_1 + r_1) - P_m \cdot \cos \alpha + P_H \cdot \cos \beta,$$

где P_v – сила вакуума, кПа; P_m – торцевая сила, действующая на верхушку соска, кН; P_H – сила, действующая вверх при такте сжатия, кН; α – угол между торцевой силой и силой вакуума, град; β – угол между силой P_H и P_v , град.

Теперь определим коэффициент объемной жесткости $C_{об}$:

$$C_{об} = \frac{P_v - F_r \cdot f_{mp} - E \cdot \left| \frac{\Delta l}{l} \right| \cdot 2\pi \cdot r_1 (h_1 + r_1) - P_m \cdot \cos \alpha + P_H \cdot \cos \beta}{\pi \cdot r_1^2 \cdot h_1 - \pi \int_a^b f^2(y) dy}.$$

Определять коэффициент объемной жесткости рекомендуется в период процесса доения, когда наступил рефлекс молокоотдачи и сила упругости, нормальной реакции соска и коэффициент трения будут иметь максимальные значения.

Заключение

Коэффициент объемной жесткости важный показатель в определении работоспособности и пригодности к использованию сосковой резины доильного аппарата.

Коэффициент объемной жесткости помогает определить теоретическим путем без использования специальных приборов и стендов пригодность сосковой резины к машинному доению.

Список использованной литературы

1. Краснов И.Н., Красниченко С.Г. Определение коэффициента жесткости сосковой резины доильных аппаратов / И.Н. Краснов, С.Г. Красниченко/ Эксплуатация и ремонт сельскохозяйственной техники №3, 1976

2. Трубников В.В. Сравнительная оценка современных доильных аппаратов: автореф. дис. ...канд. техн. наук: 05.20.01 / В.В. Трубников; Оренб. гос. аграрн. ун-т. – Оренбург, 2011. – 20 с.

3. Подскребко М.Д. Сопротивление материалов: учебник / М.Д. Подскребко. – Минск: «Высшая школа», 2007. – 797 с.