**I. МАШИНОВИКОРИСТАННЯ У РОСЛИННИЦТВІ ТА ТВАРИННИЦТВІ**

УДК 637.116.2

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ СОСКОВОЇ ГУМИ НА ДІЙКИ ВИМЕНІ КОРІВ

Грицун Анатолій Васильович, к.с.г.н., доцент
Бабин Ігор Анатолійович, асистент
Вінницький національний аграрний університет
Севостьянов Іван Вячеславович, д.т.н., професор
Вінницький національний технічний університет

A. Hrytsun, PhD, Associate Professor
I. Babyn, Assistant
Vinnytsia National Agrarian University,
I. Sevostyanov, Doctor of Technical Sciences, Full Professor
Vinnytsia National Technical University,

Проаналізовані і оцінені теоретичні дослідження роботи виконавчого механізму доїльного апарату попарної дії, який дозволяє зменшити вакуумне навантаження на вим'я та ударну дію на сфінктер дійки і запобігти "аерозольному" ефекту в процесі машинного доїння корів.

Отримані аналітичні вирази характеризують вплив параметрів режиму роботи виконавчих механізмів доїльного апарату попарної дії на динаміку молоковіддачі при машинному доїнні корів.

Ключові слова: молоко, доїння, доїльна гума, апарат машинного доїння.

Ф. 13. Рис. 1. Літ. 5.

1. Постановка проблеми

Молочне скотарство є однією з провідних галузей сільського господарства країни. Вклад молочного скотарства у валове виробництво продукції тваринництва складає біля 30%.

Недолік сучасного машинного доїння полягає в тому, що подразнення від доїльного стакана спрямовані головним чином на рецептори нижньої і середньої частин соска. Основна ж рефлексогенна зона, розташована біля основи соска, стимулюється недостатньо. При ручному доїнні і смоктанні корови телям енергійно масажується сосок вимені, а при машинному ця зона часто залишається без активного масажу.

Виходячи з аналізу відомих конструкцій доїльних стаканів, а також ґрунтуючись на наукових роботах фізіологів, нами було вибрано напрям по розробці конструкцій виконавчих механізмів доїльного апарату, що відповідає вимогам і усуває деякі недоліки в роботі серійного обладнання.

2. Мета дослідження

Мета роботи – підвищення ефективності процесу машинного доїння корів на основі розробки соскової гуми змінного перерізу, для зменшення впливу вакуумного навантаження на вим'я.

3. Результати дослідження

Характер впливу соскової гуми на діжку корови залежить від багатьох факторів: перепаду тисків у міжстінному і підсосковому просторах доїльного стакана; фізико-механічних властивостей і конструктивних параметрів соскової гуми; її натягу в гільзі стакана і пружності дійки.

Розраховується цей вплив кількома методами.

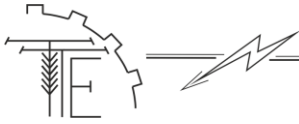
В основу першого розрахунку [1] покладено допущення: тиск P_m , з яким діє соскова гума на четверть вимені, пропорційний деформації дійки Y_c в поперечному перерізі:

$$P_T = C_c \cdot Y_c, \quad (1)$$

де C_c - коефіцієнт м'якості тканин дійки вимені корови, Н/см³.

При розрахунку за цим методом отримана наступна залежність:

$$P_{cp.m} = 0,95C_c \left[\frac{r}{2L^2} (L-l)^2 + \frac{rl}{L} \left(\frac{2}{3} - \frac{l}{2L} \right) \right], \quad (2)$$



Однак цей вираз не враховує фізико-механічних властивостей соскової гуми і деякі інші показники.

Другий метод припускає, що соскова гума розглядається як прямокутна мембрана змінного перерізу, яка спирається на пружну основу [1]. Якщо виділити елемент мембрани і розглянути його рівновагу в площині дії периметричних сил σ_x , то вираз величини тиску гуми на дійку буде

$$P_T = \frac{16\delta E \cdot \operatorname{arctg} \frac{2Y}{a} \left(\sqrt{2\left(\frac{Y}{a}\right)^2 + \frac{1}{2} - 1} \right)}{a(1-\mu) \left(8\sqrt{\left(\frac{Y}{a}\right)^2 + \frac{1}{2} - 1} \right)} \quad (3)$$

де δ - товщина соскової гуми, см; E - модуль пружності гуми, Н/см³; a - розмір мембрани, см; μ - коефіцієнт, що враховує поперечну деформацію соскової гуми.

Третій метод розрахунку [2] полягає в тому, що гуму можна представити як балку, яка лежить на пружній основі. Відповідно до теорії Е. І. Фусса, величина реакції на балку пропорційна прогину балки. Тоді

$$P_T = C \cdot Y_p, \quad (4)$$

де Y_p - поперечна деформація соскової гуми під дією Δp ; Δp - прогин соскової гуми; C - сумарний коефіцієнт пружності соскової гуми і соска ($C = C_p + C_c$), Н/м³.

Знаючи, що $p_{\text{вак}} = p_{\text{атм}} - p_{\text{абс}}$, $\varepsilon = 2\varepsilon'$ визначивши $Y_p = \frac{P_T}{C_p + C_c}$, $\varepsilon' = \frac{2p_T}{DC_p + C_c}$,

і вводячи лінійний фактор соскової гуми $K_l = \frac{D}{l} < 1$, знаходимо

$$P_T = \frac{P_{\text{нат}}}{EF} \cdot \frac{D}{4} (C_p + C_c) + \frac{P_{\text{вак}}}{2} \left(\sqrt{K_l^2 + 1} - 1 \right) \quad (5)$$

де $P_{\text{нат}}$ - сила розтягування соскової гуми, Н; D - діаметр соскової гуми, м; $P_{\text{вак}}$ - величина вакуумметричного тиску, Н.

Також використовується метод заснований на теорії оболонок [2]. При цьому розглядається дія сил на елементарну оболонку стислої соскової гуми. В результаті визначається величина динамічного тиску на сосок і сума моментів усіх сил щодо точки закріплення елементарної оболонки.

В цьому випадку величина середнього тиску на сосок при такті стискання буде:

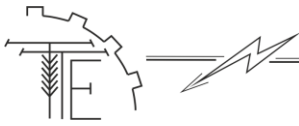
$$P_{\text{ср}} = P_{\text{ср.с}} + \frac{CS_1}{l_c} + \frac{CS_2}{l_c}, \quad (6)$$

де C - сумарний об'ємний коефіцієнт жорсткості тканини дійки і гуми, Н/см³; $S_1 + S_2$ - сумарна площа опори дійкової гуми, см². Тоді середній динамічний тиск на тканини дійки при такті ссання $P_{\text{ср.с}}$ буде

$$P_{\text{ср.с}} = \frac{1}{l_c} \int_L^{L-l_c} P_p dz \quad (7)$$

де l_c - довжина тіла дійки, що відчуває динамічний тиск дійкової гуми, м; L - довжина доїльного стакану, м; P_p - сила впливу гуми на дійку, Н; dz - збільшення довжини дійки при стисканні її гумою, м.

Розрахунок стійкості соскової гуми може проводитись на підставі класичної теорії оболонок [2]. При цьому отримані геометричні лінійні рівняння для вирішення задачі стійкості циліндричної оболонки. Знаючи граничні умови для вирішення системи диференціального лінійного рівняння, авторами отримана формула критичного тиску q (кПа) на тканини дійки



$$q = \bar{q} E \left(\frac{h}{R} \right)^2, \quad (8)$$

де \bar{q} – безрозмірний коефіцієнт критичного навантаження, отриманий експериментальним шляхом; E – модуль пружності діючої гуми, Н / см²; h – товщина стінки, см; R – радіус гуми, см.

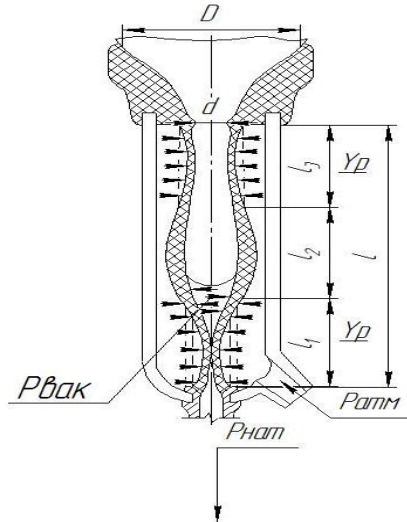


Рис. 1. Схема дії сил на доїльну гуму і тканини дійки в експериментальному виконавчому механізмі доїльного апарату при такті стискання

У режимі роботи доїльного апарату попарного дії такти ссання і стиску є основними в робочому циклі.

Позначення:

D – зовнішній діаметр присоски, м;

d – внутрішній діаметр присоски, м;

l_1, l_3 – робоча довжина гуми без зміни потовщення, м;

l_2 – робоча потовщена довжина гуми, м;

l – спільна робоча довжина гуми, м;

$P_{атм}$ – атмосферний тиск, що діє на гуму, кПа;

$P_{вак}$ – вакууметричний тиск, кПа;

$P_{нат}$ – сила натягу гуми, Н;

Y_p – поперечна деформація гуми під дією Δp , м;

Δp – перепад тиску в міжстінковому і підсосковому просторі доїльного стакана, кПа;

h – величина зміни діаметра дійки при такті стиску, м.

Важливим параметром в роботі доїльної гуми є величина зміни діаметра дійки при такті стискання

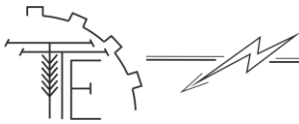
$$h = \frac{(Y_p \cdot l_1) + (Y_p \cdot l_2) + (Y_p \cdot l_3)}{d} = \frac{Y_p (l_1 + l_2 + l_3)}{d}, \quad (9)$$

де l_1, l_2, l_3 – приймаються рівними 0,04 м

Під час такту стиску поперечна деформація діючої гуми допускає відсутність її на ділянці l_2 і зменшення її на ділянці l_3 у вигляді такої конструкції присоскової камери (присоски).

Тоді вираз (9) прийме вигляд

$$h = \frac{Y_p \cdot l_1 + Y_p \cdot l_3}{d} = \frac{Y_p (l_1 + l_3)}{d} \quad (10)$$



Дійкову трубку, яка впливає на дійку тварини, можна представити у вигляді балочки, що лежить на пружній основі. Відповідно до теорії Е. Н. Фусса, величина реакції на балочку пропорційна її прогину. Отже, при цьому можна вважати, що тиск, який чиниться сосковою трубкою на дійку P_T , пропорційно величині деформації трубки в поперечному перерізі, тобто [2, 5]

$$P_T = CY_p \quad (11)$$

де C – сумарний коефіцієнт пружності дійкової гуми і тканини дійки тварини

$$C = C_{\text{гуми}} + C_{\text{дійки}}, H / \text{м}$$

Із формули (11) отримуємо Y_p

$$Y_p = \frac{P_T}{C_{\text{гуми}} + C_{\text{дійки}}}, \quad (12)$$

приймаємо $p_T = \Delta p$; $\Delta p = p_{\text{атм}} - p_{\text{вак}}$ *

Підставивши значення Y_p у формулу (10), отримаємо:

$$h = \frac{\left(\frac{\Delta p}{C_{\text{сер}} + C_{\text{дійки}}} \right) \cdot l_1 + \left(\frac{\Delta p}{C_{\text{гуми}} + C_{\text{дійки}}} \right) \cdot l_3}{1,33 \cdot d} \quad (13)$$

Беручи до уваги, що верхня ділянка l_3 дійкової гуми змикається при такті стиску не повністю. В отриману формулу (13) вводиться коефіцієнт (1,33), що враховує цю обставину.

Аналіз формули (13) показує, що експериментальна дійкова трубка зменшує «хлопковий» вплив на тканини дійки тварини на 30% через зниження різниці тиску у дійці та у піддійковому просторі.

4. Висновки

Проаналізовано існуючі методи розрахунку впливу соскової гуми на дійку тварини. Виведена аналітична залежність впливу трубки змінної жорсткості на тканини дійок вимені корів.

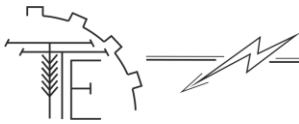
Встановлено, що соскова трубка експериментального доїльного апарату попарної дії зменшує вакуумний вплив, який чинить доїльний стакан на тканини дійки в середньому на 30%.

Список використаних джерел

1. Карташов Л. П. Машинное доение коров [Текст] / Л. П. Карташов – М.: Колос, 1982. – 386 с.
2. Синявский И. С. Сопrotивление материалов [Текст] / И. С. Синявский. – М.: Колос, 1968. 430 с.
3. Фененко А. І. Режимні характеристики виконавчих механізмів для нового покоління доїльних установок [Текст] // Вісн. Львів. держ. аграрн. ун-ту: Агроінженерні дослідження, 1999. - №3. - С. 18 – 26.
4. Келпис Э. А. Исследование устойчивости сосковой резины при холостой работе доильного стакана [Текст] / Э. А. Келпис, Э. А. Матисан // Тр. Латвийского НИИ механизации и электрификации сельского хозяйства. – Рига: Звайгзне, 1970. – С. 43 – 56.
5. Карташов Л. П. Методический материал по расчету элементов доильных аппаратов [Текст] / Л. П. Карташов. - М.: НИИ Сельхозмащ, 2001. – 241 с.

References

- [1] Kartashov, L. (1982) *Mashynnoe doenye korov* [Cow milking] Moscow: Kolos. [in Russian]
- [2] Sinyavskiy, I. (1968) *Soprotivleniye materialov* [Strength of materials] Moscow: Kolos. [in Russian]
- [3] Fenenko, A. (1999) *Rezhymni kharakterystyky vykonavchykh mekhanizmv dlya novoho pokolinnya doylnykh ustanovok* [Operating characteristics of actuators for a new generation of milking equipment] 3, 18 – 26. Lviv: Visn. Lviv.derzh.ahrarn. un-tu: Ahroinzhenerni doslidzhennya. [in Ukrainian]
- [4] Kelpis, E., Matisan, E. (1970) *Issledovaniye ustoychivosti soskovoy reziny pri kholostoy rabote doil'nogo stakana* [Investigation of the stability of nipple rubber during idle operation of the teat cup]



Riga : Tr.Latviyskogo NII mekhanizatsii i elektrifikatsii sel'skogo khozyaystva, t.Z -Zvaygzne. [in Latvian]

- [5] Kartashov, L. (2001) *Metodicheskiy material po raschetu elementov doil'nykh apparatov [Methodical material on the calculation of the elements of milking machines]* Moscow. [in Russian]

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СОСКОВОЙ РЕЗИНЫ НА СОСКИ ВИМЕНИ КОРОВ

Проанализированы и оценены теоретические исследования работы исполнительного механизма доильного аппарата попарно действия, который позволяет уменьшить вакуумные нагрузки на вымя, ударное воздействие на сфинктер дойки и предотвратить "аэрозольному" эффекта в процессе машинного доения коров.

Полученные аналитические выражения характеризуют влияние параметров режима работы исполнительных механизмов доильного аппарата попарно воздействия на динамику молокоотдачи при машинном доении коров.

Ключевые слова: молоко, доение, доильная резина, аппарат машинного доения.

Ф. 13. Рис. 1. Лит. 5.

RESEARCH OF THE IMPACT OF NIPPLE RUBBER ON THE NIPPLES OF COWS

Analyzed and evaluated theoretical and research work of the executive mechanism of the milking apparatus of a pairwise action, which allows to reduce the vacuum load on the hollow and impact on the sphincters and prevent the "aerosol" effect in the process of machine milking cows.

The obtained analytical expressions characterize the influence of the parameters of the operating mode of the actuators of the milking apparatus of the pair effect on the dynamics of milk yield at the machine milking cows.

Key words: milk, milking, milking gum, machine milking machine.

F. 13. Pic. 1. Ref. 5.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Грицун Анатолій Васильович – кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри «Сільськогосподарських машин» Вінницького національного аграрного університету (вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, 21008, Україна, e-mail: gritsun@vsau.vin.ua).

Бабін Ігор Анатолійович – асистент кафедри «Сільськогосподарських машин» Вінницького національного аграрного університету (вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, 21008, Україна, e-mail: babyn@vsau.vin.ua).

Севостьянов Іван Вячеславович – доктор технічних наук, професор кафедри «Галузевого машинобудування» Вінницького національного технічного університету (вул. Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021, Україна, e-mail: ivansev70@gmail.com/)

Грицун Анатолій Васильевич – кандидат сельскохозяйственных наук кафедры «Сельскохозяйственных машин» Винницкого национального аграрного университета, (ул. Солнечная, 3, г. Винница, 21008, Украина, e-mail: gritsun@vsau.vin.ua).

Бабин Игорь Анатольевич – ассистент кафедры «Сельскохозяйственных машин» Винницкого национального аграрного университета (ул. Солнечная, 3, г. Винница, 21008, Украина, e-mail: babyn@vsau.vin.ua).

Севостьянов Иван Вячеславович – доктор технических наук, профессор кафедры «Отраслевого машиностроения» Винницкого национального технического университета, (ул. Хмельницкое шоссе, 95, г. Винница, 21021, Украина, e-mail: ivansev70@gmail.com/)

Hrytsun Anatoliy – PhD, Associate Professor of the Department “Agricultural machinery” of Vinnytsia National Agrarian University (3 Solnechnaya St., Vinnitsa, 21008, Ukraine, e-mail: gritsun@vsau.vin.ua).

Babyn Ihor – assistant of the Department “Agricultural machinery” of Vinnytsia National Agrarian University (3, Solnyshchaya str., Vinnytsia, 21008, Ukraine, e-mail: babyn@vsau.vin.ua).

Sevostyanov Ivan Vyacheslavovich – Doctor of Technical Sciences, Full Professor of the Department of “Industrial Engineering” of Vinnytsia National Technical University, (95 Khmelnytske Shose, Vinnytsia, 21021, Ukraine, e-mail: ivansev70@gmail.com).