

УДК 637.115

Вплив параметрів доїльного стакана на характеристики змикання дійкової гуми

Дмитрів В. Т., д.т.н., Львівський національний аграрний університет

Дмитрів І. В., к.т.н., Львівський національний аграрний університет

Красниця Б. С., аспірант Львівський національний аграрний університет

Анотація

Мета. Розроблення моделі та дослідження впливу конструкційно-технологічних параметрів доїльного стакана на характеристики змикання та розмикання дійкової гуми.

Методи. На основі загальних законів механіки в статиці розрахована рівновага сил, які впливають на деформацію дійкової гуми, що є фактором її змикання.

Результати. Розроблена модель, яка описує взаємозв'язок тиску змикання дійкової гуми від її натягу та тиску в піддійковому просторі. Для моделювання прийняли: внутрішній радіус дійкової гуми – 25 мм, вакуумметричний тиск у піддійковому просторі – від 47 до 23 кПа, довжина дійкової гуми – 168 мм. Довжину фрагмента дійкової гуми, яка не взаємодіє з дійкою – від 1/3

до 1/4 загальної довжини між защемленими краями. Тиск змикання дійкової гуми змінюється від 46 кПа, коли величина її натягу – 10 Н і вакуумметричний тиск у піддійковому просторі – 47 кПа, до 10 кПа, коли натяг дійкової гуми – 70 Н і вакуумметричний тиск у піддійковому просторі – 17 кПа.

Висновки. Аналіз результатів дослідження показав, що вакуумметричний тиск змикання прямопропорційно зростає зі зменшенням сили натягу дійкової гуми. Регулювання натягу дійкової гуми в процесі доїння дозволяє забезпечити адаптацію роботи доїльного стакана до фізіології молоковіддачі й уможливити безударне змикання та розмикання дійкової гуми. Це дозволить регулювати зусилля стискання дійки корови.

Ключові слова: дійкова гума, тиск змикання, доїльний стакан, епюра сил, вакуум, прогин, натяг, модель.

UDC 637.115

Influence of parameters of the teat cup on the characteristics of closing the liner

V. Dmytriv, Doctor of Engin. Sci., Lviv National Agrarian University

I. Dmytriv, Ph.D., Lviv National Agrarian University

B. Krasnytsia, postgraduate, Lviv National Agrarian University

Annotation

Purpose. Model development and research of the influence of structural and technological parameters of the teat cup on the characteristics of closing and release of the liner.

Methods. On the basis of the general laws of mechanics in the static, an equilibrium of forces is calculated that influence the deformation of the liner as a factor in its closure.

Results. A model is developed that describes the interconnection the pressure of the closing liner from its tension and pressure in the underteat area. For the modeling, the internal radius of the liner was 25 mm, the vacuum pressure in the underteat area from 47 to 23 kPa, the length of the liner of 168 mm. The length of the fragment of the liner, which does not interact with the teat from 1/3 to 1/4 of the total length

between the clamped edges. The pressure of the closing of the liner varies from 46 kPa with the magnitude of its tension of 10 N and the vacuum pressure in the underteat area of 47 kPa to 10 kPa with the tension of the liner of 70 N and the vacuum pressure in the underteat area of 17 kPa.

Conclusions. The analysis of the results of the research showed that the vacuum pressure of closing directly increases with decreasing tensile strength of the liner. Regulation of the tension of the liner during the milking process allows to ensure the adaptation the work of the teat cup to the phylogical of milk yield and to allow without a shock closure and uncoupling of the liner This will allow you to adjust the efforts of compressing the teat of cows.

Keywords: liner, closing pressure, teat cup, epures of forces, vacuum, bending, tension, model

УДК 637.115

Влияние параметров доильного стакана на характеристики смыкания сосковой резины

Дмитрий В. Т., д.т.н., Львовский национальный аграрный университет

Дмитрий И. В., к.т.н., Львовский национальный аграрный университет

Красница Б. С., аспирант, Львовский национальный аграрный университет

Аннотация

Цель. Разработка модели и исследование влияния конструктивно-технологических параметров доильного стакана на характеристики смыкания и размыкания сосковой резины.

Методы. На основании общих законов механики в статике рассчитано равновесие сил, которые влияют на деформацию сосковой резины, что есть фактором ее смыкания.

Результаты. Разработана модель, которая описывает связь давления смыкания сосковой резины от ее натяжения и давления в подсосковом пространстве. Для моделирования приняли: внутренний радиус сосковой резины – 25 мм, вакуумметрическое давление в подсосковом пространстве – от 47 до 23 кПа, длина сосковой резины – 168 мм. Длина фрагмента сосковой резины, который не соприкасается с соском – от 1/3 до 1/4 общей длины между закрепленными концами. Давление смыкания сосковой резины изменяется от 46 кПа при ее натяжении – 10 Н и вакуумметрическом давлении в подсосковом пространстве – 47 кПа до 10 кПа при натяжении сосковой резины – 70 Н и вакуумметрическом давлении в подсосковом пространстве – 17 кПа.

Выводы. Анализ результатов исследования показал, что вакуумметрическое давление смыкания прямопропорционально увеличивается с уменьшением силы натяжения сосковой резины. Регулирование натяжения сосковой резины в процессе доения обеспечит адаптацию работы доильного стакана к физиологии молокоотдачи и безударное смыкание и размыкание сосковой резины. Это позволит регулировать усилие сдавливания соска коровы.

Ключевые слова: сосковая резина, давление смыкания, доильный стакан, эпюра сил, вакуум, прогиб, натяжение, модель.

Проблема. Виробництво високоякісного молока вимагає забезпечення підвищення продуктивності складових технологічного процесу доїння. Системи доїння повинні забезпечувати відповідність робочих пара-

метрів фізіологічним особливостям молоковіддачі. Відповідно, виникаючі подразнення рецепторів молочної залози будуть викликати в корови активний прояв молоковіділяючого рефлексу без затримок, що обумовить адекватність процесу та забезпечить адаптивність технічної системи до фізіології молоковіддачі.

Тому розроблення засобів адаптивних доїльних систем для підвищення ефективності машинного доїння корів є актуальною проблемою. Одним із елементів адаптивної системи, який безпосередньо взаємодіє з дійкою корови та впливає на рефлекс молоковіділення, є доїльний стакан.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженням впливу конструкційно-технологічних параметрів доїльних систем на ефективність технологічного процесу машинного доїння корів, питанням адаптації технічних і технологічних параметрів доїльного апарата до молоковіддачі корови присвячені праці ряду авторів [1–13].

Основним подразником, який стимулює ефективну молоковіддачу в процесі доїння та забезпечує його адекватність, є режим змикання та розмикання дійкової гуми в процесі роботи доїльного стакана.

Зміна технологічних параметрів у процесі доїння значно впливає на режим роботи доїльного апарата, відповідно на змикання та розмикання дійкової гуми, що відображається на функціональних зв'язках доїльного апарата та корови (подразненнях). Згідно з думкою більшості дослідників найбільш адекватною фізіології корови є доїльна система, режим роботи якої функціонально залежить від інтенсивності молоковіддачі, що захищає дійки від пошкодження [1–13].

Аналіз низки робіт показав, що неадекватність здійснюваних подразнень доїльним стаканом обумовлена рядом факторів: алгоритм роботи доїльного стакана обумовлює стиск дійки

від її кінчика до основи, викликає надходження молока в цистерну вимені; недостатнє подразнення основної рефлексогенеруючої зони в основі дійки, яке обумовлено недосконалістю конструкції основного виконавчого механізму – доїльного стакану.

Незважаючи на довготривалі дослідження, в різних доїльних системах значення основних параметрів – різні. Частота пульсації є в межах від 0,75 до 2 Гц, співвідношення тактів – від 1:1 до 1:4, глибина вакуумметричного тиску в піддійковому просторі – від 25 до 90 кПа, а маса підвісної частини – від 2,2 до 5 кг [1].

Отже, для створення доїльної системи, адекватної фізіології корови, вже недостатньо простого конструювання параметрів згідно з нескладними алгоритмами.

Сучасна автоматизована система доїння для забезпечення адаптації режимних характеристик роботи до фізіології процесу молоковидедення кожної окремо взятої корови повинна забезпечити динамічний

контроль інтенсивності молоковіддачі по кожній дійці, змінюючи та коректуючи режимні характеристики роботи, зокрема доїльного стакану [2].

Мета досліджень – розроблення моделі та дослідження впливу конструкційно-технологічних параметрів доїльного стакану на характеристики змикання та розмикання дійкової гуми.

Розроблення моделі дослідження. Одним із основних елементів доїльного апарата, що забезпечує адаптацію режимів роботи до молоковіддачі і впливає на рефлекс молоковиділення є доїльний стакан. Розглянемо доїльний стакан (рис. 1) із дійковою гумою. Дійкова гума є ізотропним середовищем і під час такту стиску прогинається всередину, обжимаючи дійку. Важливою є величина прогину залежно від її конструкційних розмірів, вакуумметричного тиску та попереднього натягу.

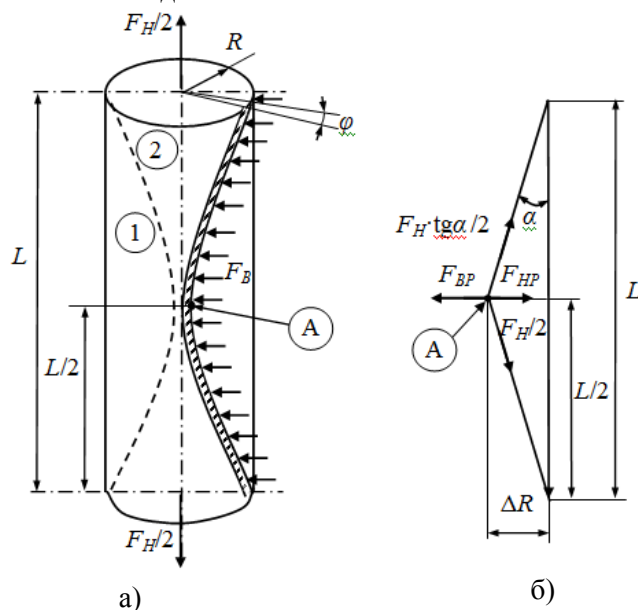


Рис. 1. Схема сил прогину фрагмента дійкової гуми під час такту стиску (а) і епіора сил в статиці елементарної балки (б), виділеної на її поверхні

Fig. 1. The scheme of forces of deflection of a fragment of liner during the tact of compression (a) and the epires of forces in the static of elementary balk (b), allocated on its surface

Під час подачі в міжстінковий простір 1 (рис. 1, а) повітря атмосферного тиску тиск у просторі 1 буде змінюватися, прийемо його за P . А в піддійковому просторі 2 буде вакуумметричний тиск P_B . Створюється сила F_B , яка буде дійкову гуму змикати. Силу змикання, яка рівномірно розподілена по

елементарній балці шириною, що дорівнює дузі сектора φ (рис. 1, а)), розрахуємо за формулою

$$F_B = (P_B - P) \cdot \frac{\pi \cdot R \cdot \varphi}{180}$$

Результуюча сила змикання F_{BP} дійкової гуми буде прикладена до точки А (рис. 1, б)) і розраховується як:

$$F_{BP} = (P_B - P) \cdot \frac{\pi \cdot R \cdot \phi}{180} \cdot L, \quad (1)$$

де R – внутрішній радіус дійкової гуми, м;
 ϕ – кут сектора дуги, що характеризує ширину виділеної елементарної балки дійкової гуми, рад.;
 L – довжина фрагмента дійкової гуми, яка не взаємодіє з дійкою, м.

Траєкторію прогину дійкової гуми (рис. 1, а)) можна подати як епюру сил у статиці елементарної балки (рис. 1, б)), виділеної на її поверхні. Тоді з відношення катетів ΔR і $L/2$ розрахуємо кут α відповідно:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{2 \cdot \Delta R}{L}, \quad (2)$$

де ΔR – величина прогину дійкової гуми під час її змикання, м.

Виходячи з епюри сил (рис. 1, б)), запишемо рівняння рівноваги сил у статиці:

$$\begin{aligned} (P_B - P) \cdot \frac{\pi \cdot R \cdot \phi}{180} \cdot L &= \\ &= \frac{F_H}{2 \cdot \pi \cdot R} \cdot \frac{2 \cdot \Delta R}{L} \cdot \frac{\pi \cdot R \cdot \phi}{180} \end{aligned} \quad (3)$$

Із рівняння (3) отримуємо залежність вакуумметричного тиску змикання дійкової гуми в міжстінковому просторі дойльного стакана від зусилля натягу дійкової гуми:

$$P = P_{3M} = P_B - \frac{F_H}{\pi \cdot R} \cdot \frac{\Delta R}{L}. \quad (4)$$

Результати дослідження. Проведемо моделювання залежності (4) вакуумметричного тиску змикання в міжстінковому просторі від натягу дійкової гуми. Для моделювання прийняли: внутрішній радіус дійкової гуми – 25 мм, вакуумметричний тиск у піддійковому просторі – від 47 до 23 кПа, довжина дійкової гуми – 168 мм. Довжина фрагмента дійкової гуми, яка не взаємодіє з дійкою – від 1/3 до 1/4 загальної довжини між защемленими краями. Результати моделювання наведено на рисунку 2.

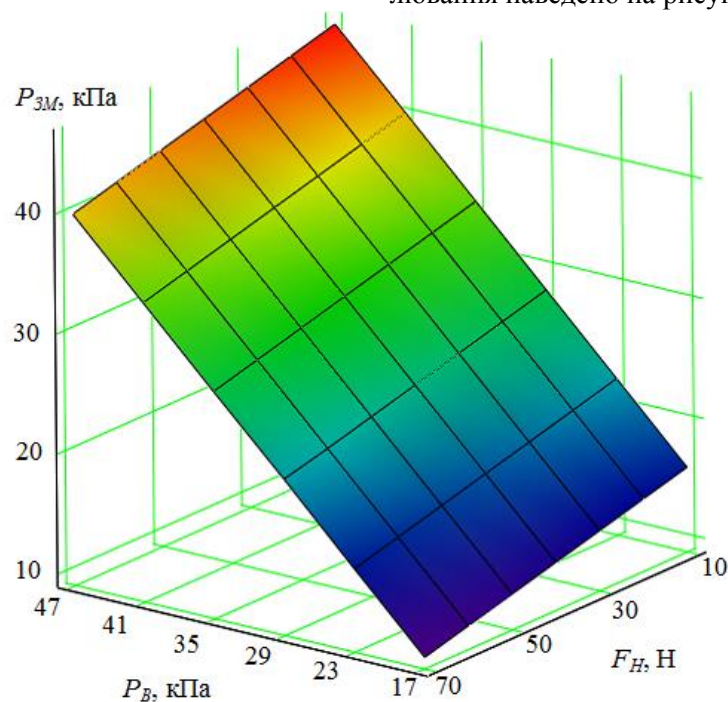


Рис. 2. Залежність вакуумметричного тиску змикання P_{3M} дійкової гуми від сили натягу F_H і вакуумметричного тиску P_B в піддійковому просторі дойльного стакана

Fig. 2. Dependence of vacuum pressure of closing P_{3M} of liner from the force of tension F_H and the vacuum pressure P_B in the in the underteat area teat cup

Залежність зміни вакуумметричного тиску змикання носить лінійний характер. Вакуумметричний тиск змикання дійкової гуми змінюється від 46 кПа, коли величина її натягу – 10 Н і вакуумметричний тиск у піддійковому просторі – 47 кПа, до 10 кПа, коли натяг дійкової гуми – 70 Н і вакуумметричний тиск у піддійковому просторі – 17 кПа.

Висновки

Аналіз результатів дослідження показав, що вакуумметричний тиск змикання прямопропорційно зростає зі зменшенням сили натягу дійкової гуми. Регулювання натягу дійкової гуми в процесі доїння дозволяє забезпечити адаптацію роботи доїльного стакана до фізіологічних особливостей молоковіддачі й уможливити безударне змикання та розмикання дійкової гуми. Це дозволить регулювати зусилля стискання дійки корови.

Бібліографія

1. Дмитрів І. В. Аналіз режимних характеристик доїльних апаратів при машинному доїнні корів. *Механізація та електрифікація сільського господарства: міжвідомчий тематичний науковий зб.* Глеваха, 2013. Вип. 97. С. 576–581.
2. Дмитрів В. Адаптивна система машинного доєння коров. *Mechanization in Agriculture: international scientific, scientific applied and informational journal.* Sofia, 2015. No. 10. P. 15–18.
3. Фененко А. І. Механізація доїння корів. Теорія і практика: монографія. К., 2008. 198 с.
4. Butler C. Recent developments in machine milking. *Outlook on Agriculture.* 1988. Vol. 17. No. 4. P. 153–157.
5. Whittlestone W. G. Stimulation and milk production. *Milchwissenschaft.* 1980. Vol. 35. No. 5. P. 266–270.
6. Milking technology now and for the future. *Dairy Fanner.* 1988. Vol. 35. No. 7.
7. Effect of duration of teat cup liner closure per pulsation cycle on bovine mastitis / S. Y. Reitsma, E. J. Cant, R. J. Grindal [and other]. *Journal of Dairy Science.* 1981. Vol. 64. No. 11, P. 2240–2245.
8. Williams C. B., Burnside E. B., Schaeffer L. R. Genetic and Environmental Parameters of Two Field Measures of Milking Speed. *Journal of Dairy Science.* 1984. Vol. 67. Issue 6. P. 1273–1280.
9. Ensminger M. E. *Dairy Science Handbook.* Agriservices Foundation, Clovis California. Vol. 10.

10. Besier J., Lind O., Bruckmaier R. M. Dynamics of teat-end vacuum during machine milking: types, causes and impacts on teat condition and udder health – a literature review. *Journal of Applied Animal Research.* 2016. Vol. 44. No. 1. P. 263–272.

11. Dmytriv I. Development of mathematical model of duration of filling the finite-dimensional space with air at vacuum-gauge pressure. *An International quarterly journal on economics in technology new technologies and modeling processes.* Lublin – Rzeszow, 2014. Vol. 3. No. 4. P. 45–48.

12. Adamchuk V., Dmytriv V., Dmytriv I. Experimental studies of duration of air pumping out from the „TEAT CUP-PULSATOR” system. *An International quarterly journal on economics in technology new technologies and modeling processes.* Lublin – Rzeszow. 2015. Vol. 4. No. 4. P. 3–6.

13. Дмитрів В. Т., Адамчук В. В., Дмитрів І. В. Результати експериментальних досліджень доїльного апарата з адаптивним пневмоелектромагнітним пульсатором. *Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів.* Харків: ХНТУСГ, 2016. № 5. С. 238–245. URL: <http://www.khntusg.com.ua/node/1323>

Bibliografia

1. Dmytriv I. V. Analiz rezhymnykh kharakterystyk doilnykh aparativ pry mashynnomu doinni koriv. *Mekhanizatsiia ta elektryfikatsiia silskoho hospodarstva: mizhvidomchyi tematychnyi naukovyi zb.* Hlevakha, 2013. Vyp. 97. S. 576–581.
2. Dmytriv V. T. Adaptivnaya sistema mashynnogo doeniya korov. *Mechanization in Agriculture: international scientific, scientific applied and informational journal.* Sofia, 2015. No. 10. P. 15–18.
3. Fenenko A. I. Mekhanizatsiia doinnia koriv. *Teoriia i praktyka: monohrafiia.* K., 2008. 198 s.
4. Butler C. Recent developments in machine milking. *Outlook on Agriculture.* 1988. Vol. 17. No. 4. P. 153–157.
5. Whittlestone W. G. Stimulation and milk production. *Milchwissenschaft.* 1980. Vol. 35. No. 5. P. 266–270.
6. Milking technology now and for the future. *Dairy Fanner.* 1988. Vol. 35. No. 7.
7. Effect of duration of teat cup liner closure per pulsation cycle on bovine mastitis / S. Y. Reitsma, E. J. Cant, R. J. Grindal [and other]. *Journal of Dairy Science.* 1981. Vol. 64. No. 11, P. 2240–2245.
8. Williams C. B., Burnside E. B., Schaeffer L. R. Genetic and Environmental Parameters of Two Field Measures of Milking Speed. *Journal of Dairy Science.* 1984. Vol. 67. Issue 6. P. 1273–1280.
9. Ensminger M. E. *Dairy Science Handbook.* Agriservices Foundation, Clovis California. Vol. 10.

10. Besier J., Lind O., Bruckmaier R. M. Dynamics of teat-end vacuum during machine milking: types, causes and impacts on teat condition and udder health – a literature review. *Journal of Applied Animal Research*. 2016. Vol. 44. No. 1. P. 263–272.

11. Dmytriv I. Development of mathematical model of duration of filling the finite-dimensional space with air at vacuum-gauge pressure. *An International quarterly journal on economics in technology new technologies and modeling processes*. Lublin – Rzeszow, 2014. Vol. 3. No. 4. P. 45–48.

12. Adamchuk V., Dmytriv V., Dmytriv I. Experimental studies of duration of air pumping out from the „TEAT CUP-PULSATOR” system. *An International quarterly journal on economics in technology new technologies and modeling processes*. Lublin – Rzeszow. 2015. Vol. 4. No. 4. P. 3–6.

13. Dmytriv V. T., Adamchuk V. V., Dmytriv I. V. Rezultaty eksperymentalnykh doslidzhen doilnoho aparata z adaptyvnyim pnevmo-elektromahnitnym pulsatorom. *Tekhnichniy servis ahropromyslovoho, lisovoho ta transportnoho kompleksiv*. Kharkiv: KhNTUSH, 2016. № 5. S. 238–245. URL: <http://www.khntusg.com.ua/node/1323>

Bibliography

1. Dmytriv I.V. Analysis of regime characteristics of milking machines at machine milking cows. *Mechanization and electrification of agriculture: Interdepartmental thematic scientific journal*. Issue № 97. Glevakha, 2013. P. 576-581.

2. Dmytriv V.T. Adaptive system of machine milking cows. *Mechanization in Agriculture: international scientific, scientific applied and informational journal*. Sofia, 2015. No. 10. P. 15–18.

3. Fenenko A.I. *Mechanization of milking cows. Theory and practice: Monograph*. K., 2008. 198 p. ISBN 978-966-669-230-9.

4. Butler C. Recent developments in machine milking. *Outlook on Agriculture*. 1988. Vol. 17. No. 4. P. 153–157.

5. Whittlestone W.G. Stimulation and milk production. *Milchwissenschaft*. 1980. Vol. 35. No. 5. P. 266–270.

6. Milking technology now and for the future. *Dairy Fanner*. 1988. Vol. 35. No. 7.

7. Effect of duration of teat cup liner closure per pulsation cycle on bovine mastitis / S. Y. Reitsma, E. J. Cant, R. J. Grindal [and other]. *Journal of Dairy Science*. 1981. Vol. 64. No. 11, P. 2240–2245.

8. Williams C. B., Burnside E. B., Schaefer L. R. Genetic and Environmental Parameters of Two Field Measures of Milking Speed. *Journal of Dairy Science*. 1984. Vol. 67. Issue 6. P. 1273–1280.

9. Ensminger M. E. *Dairy Science Handbook*. Agriservices Foundation, Clovis California. Vol. 10.

10. Besier J., Lind O., Bruckmaier R. M. Dynamics of teat-end vacuum during machine milking: types, causes and impacts on teat condition and udder health – a literature review. *Journal of Applied Animal Research*. 2016. Vol. 44. No. 1. P. 263–272.

11. Dmytriv I. Development of mathematical model of duration of filling the finite-dimensional space with air at vacuum-gauge pressure. *An International quarterly journal on economics in technology new technologies and modeling processes*. Lublin – Rzeszow, 2014. Vol. 3. No. 4. P. 45–48.

12. Adamchuk V., Dmytriv V., Dmytriv I. Experimental studies of duration of air pumping out from the „TEAT CUP-PULSATOR” system. *An International quarterly journal on economics in technology new technologies and modeling processes*. Lublin – Rzeszow. 2015. Vol. 4. No. 4. P. 3–6.

13. Dmytriv V. T., Adamchuk V. V., Dmytriv I. V. Results of experimental studies of a milking machine with an adaptive pneumoelectromagnetic pulsator. *Technical service of agro-industrial, forestry and transport complexes*. Kharkiv: KhNTUSG, 2016. No. 5. P. 238–245. URL: <http://www.khntusg.com.ua/node/1323>