

## РАЗРАБОТКА СТЕНДОВ И ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СОСКОВОЙ РЕЗИНЫ С АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫМ НАПОЛНИТЕЛЕМ

**ИВАНОВ ЮРИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ**, докт. техн. наук, профессор

**МАШОШИНА ЕЛЕНА ВАСИЛЬЕВНА**, канд. с.-х. наук, доцент

**ВЕРЛИКОВА ЛЮДМИЛА НИКОЛАЕВНА**, аспирант

**ГЕЛЕТИЙ ДАРЬЯ ГРИГОРЬЕВНА**, аспирант

E-mail: electro@rgau-msha.ru

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49

Исследование изменений физико-механических свойств сосковой резины в зависимости от содержания в ней порошкового антибактериального наполнителя проводилось на разработанном стенде, включающем доильный стакан со сосковой резиной, задатчик уровня вакуума, вакуумметр и мультиметр. В заглушке молочной трубки сосковой резины установлен светодиод, а в заглушке её головки – фоторезистор. При увеличении вакуума во внутренней полости сосковой резины происходит сжатие её стенок и снижение светового потока, поступающего от светодиода на фоторезистор, показания которого регистрируются мультиметром. Удлинение сосковой резины определялось её натяжением грузом массой 6 кг. Исследования проведены на трёх комплектах сосковой резины ДД 00.041 А1 РБ, по четыре образца на один доильный аппарат. Первый комплект был без наполнителя, во втором и третьем содержалось соответственно 3 и 5% наполнителя на основе серебра, разработанного компанией ЭКОС. Замеры проведены после 20, 60 и 110 часов работы доильных аппаратов с исследуемой сосковой резиной. Установлено, что добавление в сосковую резину наполнителя увеличивает её жёсткость. В исходном состоянии вакуум смыкания у резины без добавки составил 24 кПа, при 3% – 26 кПа, при 5% – 30 кПа. После 110 часов работы вакуум смыкания снизился: на 6 кПа в первом и втором комплектах и на 8 кПа в третьем. В исходном состоянии удлинение чулка сосковой резины без наполнителя составило 25 мм, с 3% добавки – 22,5 мм, с 5% – 20,5 мм. После 110 часов работы удлинение возросло: в первом комплекте на 12 мм, во втором на 11 мм, в третьем на 10,3 мм. После 110 часов работы на поверхности резины без наполнителя изменения не обнаружено, в образцах второго комплекта появились шероховатые полоски длиной 40...50 мм, в образцах третьего – сквозные трещины, длиной 20...35 мм. Лучшими характеристиками обладает резина с 3% наполнителя.

**Ключевые слова:** испытательный стенд, доильный аппарат, сосковая резина, порошковый антибактериальный наполнитель, физико-механические свойства.

**Формат цитирования:** Иванов Ю.Г., Машошина Е.В., Верликова Л.Н., Гелетий Д.Г. Разработка стендов и исследование физико-механических характеристик сосковой резины с антибактериальным наполнителем // *Агроинженерия*. 2020. № 3(97). С. 22-26. DOI: 10.26897/2687-1149-2020-3-22-26.

## BENCH DESIGN AND STUDY OF PHYSICAL AND MECHANICAL CHARACTERISTICS OF A TEAT CUP LINER WITH ANTIBACTERIAL FILLER

**YURY G. IVANOV**, DSc (Eng), Professor

**YELENA V. MASHOSHINA**, PhD (Ag), Associate Professor

**LYUDMILA N. VERLIKOVA**

**DARIA G. GELETIY**

E-mail: electro@rgau-msha.ru

Russian Timiryazev State Agrarian University; 127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya Str., 49

The research purpose is to develop test benches and study the change in the physicomachanical properties of a teat cup liner depending on the content of antibacterial filler powder in it. The developed test bench includes a teat cup with a teat cup liner, a vacuum level setter, a vacuum meter and a multimeter. The milk tube plug of the teat cup liner contains a light-emitting diode, and its head plug – a photoresistor. A vacuum increase in the internal cavity of the teat cup liner caused a compression of its walls and decrease of light flux supplied from the light-emitting diode to the photoresistor, readings of which are recorded

by the multimeter. The elongation of the teat cup liner was determined on a separate bench with a load of 6 kg. The tests were carried out for three sets of DD00.041 A1 RB teat cup liners, with four samples per a milking machine. The 1st set contained 0%, the 2nd – 3% and in the 3rd one – 5% of silver-based filler developed by the ECOS company. Measurements were carried out after 20, 60 and 110 hours of operation of milking machines with studied teat cup liners connected to a laboratory milking plant. It has been found that adding the filler to a teat cup liner increases its rigidity. In the initial state, the closing vacuum at 0% amounted to 24 kPa, at 3% – 26 kPa, at 5% – 30 kPa. After 110 hours of operation, the closing vacuum was reduced at 0% by 6 kPa, at 3% – by 6 kPa, at 5% – by 8 kPa. In the initial state, the extension of the teat cup liner sleeve at 0% was 25 mm, at 3% – 22.5 mm, at 5% – 20.5 mm. After 110 hours of operation, the elongation increased at 0% by 12 mm, at 3% – by 11 mm, at 5% – by 10.3 mm. After 110 hours of operation, no changes were observed on the surface of the liner with no filler, in the 3% samples there appeared rough strips 40...50 mm long, while in the 5% samples there appeared through cracks 20...35 mm long. Thus the best characteristics have been found with a 3% filler.

**Key words:** test bench, milking unit, teat cup liner, antibacterial powder filler, physical and mechanical properties.

**For citation:** Ivanov Yu.G., Mashoshina Ye.V., Verlikova L.N., Geletiy D.G. Bench design and study of physical and mechanical characteristics of a teat cup liner with antibacterial filler // *Agricultural Engineering*, 2020; 3 (97): 22-26. (In Rus.). DOI: 10.26897/2687-1149-2020-3-22-26.

**Введение.** Одним из важных резервов повышения эффективности производства молока и сохранения его качества является разработка новых высокотехнологичных решений для животноводческих ферм [1-5]. При разработке роботизированной доильной установки с получением и упаковкой молока, не подвергающегося высокотемпературной обработке, от отдельной коровы, представляет интерес применение сосковой резины с антибактериальным наполнителем. Известно, что поверхность такой резины обладает бактерицидными свойствами и снижает передачу болезнетворных бактерий, например, мастита от больных коров к здоровым [6-12].

Примером является сосковая резина, разработанная компанией ЭКОС-1. Порошковый наполнитель, содержащий серебро, изначально вводится в состав сырой резины типа ба-1 перед ее вулканизацией на заводе-изготовителе.

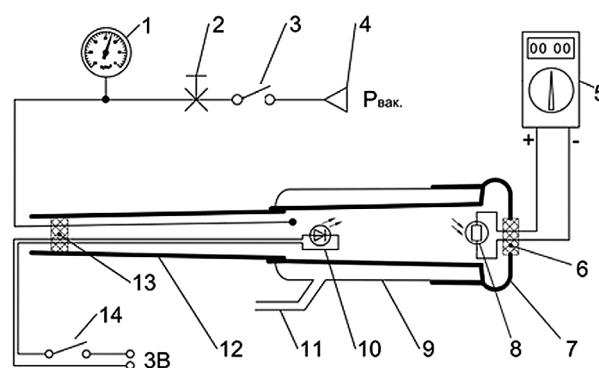
**Цель исследований** – разработать стенды и изучить изменение физико-механических свойств сосковой резины в зависимости от содержания в ней порошкового антибактериального наполнителя.

**Материал и методы.** Исследования проведены в лаборатории кафедры автоматизации и механизации животноводства. Для проведения исследований использована лабораторная доильная установка типа Молокопровод, состоящая из водокольцевого вакуумного насоса, вакуумного баллона, регулятора вакуума с вакуумметром, молокосорборника с молочным насосом, молокопровода из нержавеющей стали и вакуумпровода, а также трёх комплектов доильных аппаратов попарного доения с коллектором  $V = 250 \text{ см}^3$  и пульсатором попарного доения «Interpuls», укомплектованных исследуемой сосковой резиной. Рабочий вакуум составил 47 кПа, частота пульсаций 1 Гц.

Известные устройства для измерения вакуума смыкания сосковой резины основаны на регистрации значения вакуума, при котором фиксируется момент смыкания двух точек противоположных стенок сосковой резины визуально, либо с помощью электрического контакта механического типа [13-18]. Предлагаемый стенд позволяет оценить изменение относительной деформации сосковой резины при различных значениях перепада вакуума, вплоть до момента полного пережатия ее чулковой части, т.е. он позволяет оценивать деформируемость сосковой резины в более широком диапазоне ее сжатия. Практическое значение

этого показателя заключается в том, что в такте сжатия должно быть полное смыкание сосковой резины. Это предотвращает попадание вакуума в камеру головки сосковой резины и лучше массирует сосок в такте сжатия.

Разработанный стенд для измерения полного вакуума смыкания сосковой резины в доильном стакане представлен на рисунке 1.



**Рис. 1. Схема стенда для измерения полного вакуума смыкания сосковой резины в доильном стакане:**

- 1 – вакуумметр (ОВВ1-100);  
2 – задатчик уровня вакуума; 3 – включатель вакуума;  
4 – источник стабилизированного вакуума;  
5 – мультиметр (MASTECH MY61); 6 – заглушка;  
7 – сосковая резина; 8 – фоторезистор (ФР-765);  
9 – доильный стакан; 10 – светодиод (GNL-3014 BGC, белый);  
11 – патрубок; 12 – молочная трубка;  
14 – включатель источника электропитания 3 В (CR2032-3В, ёмкостью 225 мА·ч)

**Fig.1. Bench design for measuring the complete closing vacuum of a teat cup liner:**

- 1 – a vacuum gauge (OBV1-100); 2 – a vacuum setpoint level;  
3 – a vacuum switch; 4 – a source of stabilized vacuum;  
5 – a multimeter (MASTECH MY61); 6 – a stub;  
7 – a teat cup liner; 8 – a photoresistor (FR-765); 9 – a teat cup;  
10 – a LED (GNL-3014 BGC, white); 11 – a pipe;  
12 – a milk tube; 14 – a 3-V power supply switch (CR2032-3 V, a capacity of 225 mA·h)

После подачи вакуума включателем 3 при помощи задатчика 2 и манометра 1 устанавливается нулевое значение вакуума во внутренней полости сосковой резины.

При этом чулковая часть сосковой резины 7 находится в расплавленном состоянии, а светодиод 10 максимально освещает фоторезистор 8. Деформация, т.е. сжатие сосковой резины 7, происходит за счёт перепада давления между межстенной и подсосковой камерами доильного стакана 9, при подаче вакуума во внутреннюю полость герметизированной сосковой резины 7 через молочную трубку 12.

При сжатии чулковой части сосковой резины уменьшается площадь её поперечного сечения и, соответственно, уменьшается уровень светового потока, попадающего от светодиода на фоторезистор, а значение его электрического сопротивления увеличивается. Оно регистрируется мультиметром 5. При полном смыкании стенок сосковой резины световой поток не попадает на фоторезистор, а значение электрического сопротивления стремится к бесконечности.

Стенд для измерения удлинения сосковой резины состоит из основания, с установленными на нём поворотным роликом и кронштейном для фиксации головки сосковой резины, тросика, груза, массой 6 кг, мерной линейки, подставки для фотомикроскопа и самого фотомикроскопа (рис. 2).



**Рис. 2. Стенд для измерения удлинения сосковой резины с фотоаппаратом для регистрации состояния поверхности сосковой резины**

**Fig. 2. Bench for measuring the extension of a teat cup liner with a camera for recording the condition of the teat cup liner surface**

Объектами исследования являлись 3 комплекта сосковой резины (по 4 образца на один доильный аппарат) с различным процентным содержанием антибактериального наполнителя: в первом комплекте 0%, во втором 3%, в третьем 5%. Наполнитель изначально введён в состав сырой резины перед её вулканизацией на заводе изготовителе. Марка сосковой резины – ДД 00.041 А1 РБ (г. Борисов).

Программа исследований предусматривает:

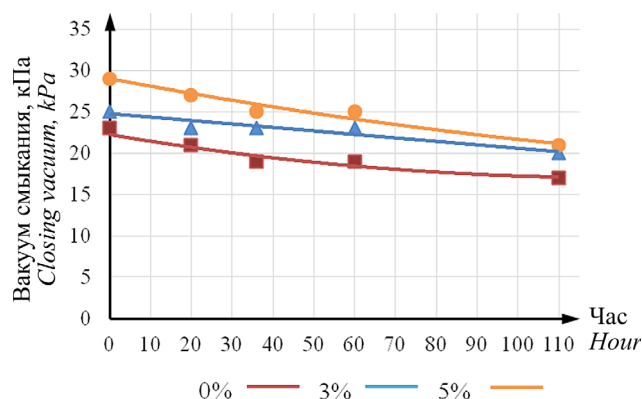
Измерение удлинения чулковой части сосковой резины путём её растяжения грузом массой 6 кг после 20, 60 и 110 часов работы доильного аппарата на лабораторной установке типа Молокопровод. Циклическая деформация

сосковой резины формируется при подаче переменного вакуума (0/47 кПа) в межстенную камеру доильного стакана от пульсатора доильного аппарата.

Измерение вакуума смыкания сосковой резины через 20, 60 и 110 часов работы на разработанном стенде с регистрацией электрического сопротивления фоторезистора, освещаемого светодиодом.

Регистрация внешних поверхностных изменений сосковой резины с помощью фотомикроскопа.

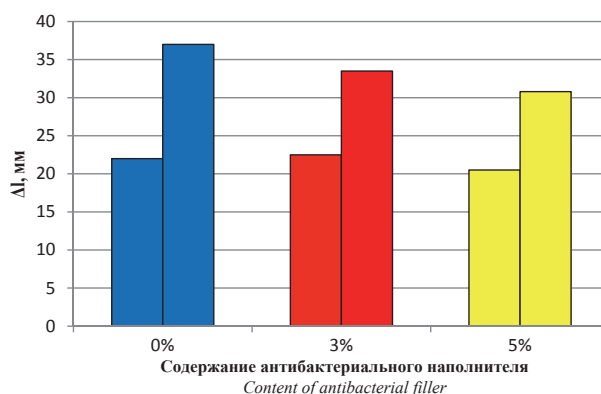
**Результаты исследований.** Изменение вакуума смыкания сосковой резины представлено на рисунке 3.



**Рис. 3. Изменение вакуума смыкания (кПа) сосковой резины в течение 110 часов работы доильного аппарата**

**Fig. 3. Change in the closing vacuum (kPa) of a teat cup liner during 110 hours of the milking unit operation**

Результаты исследований по изменению удлинения сосковой резины в течение 110 часов работы доильного аппарата (мм) представлены на рисунке 4.



**Рис. 4. Изменение удлинения сосковой резины (Δl, мм) за 110 часов работы доильного аппарата**

**Fig. 4. Change in the elongation of a teat cup liner (Δl, mm) in 110 hours of the milking unit operation**

Установлено, что добавление в сосковую резину наполнителя увеличивает её жёсткость. В исходном состоянии вакуум смыкания в образцах без добавки составляет 24 кПа, в образцах, содержащих 3% наполнителя – 26 кПа, при 5% – 30 кПа. После 110 часов работы вакуум смыкания снижается на 6 кПа как в образцах без



добавки, так и в образцах с 3% наполнителя, а при 5% – на 8 кПа. В исходном состоянии удлинение чулка сосковой резины в образцах без добавки составляет 25 мм, при 3% – 22,5 мм, при 5% – 20,5 мм. После 110 часов работы удлинение возрастает: в образцах без добавки на 12 мм, при 3% – на 11 мм, при 5% на 10,3 мм.

Установлено, что после 110 часов работы, в результате циклических деформаций при воздействии переменного вакуума, на поверхности сосковой резины без порошковых бактерицидных компонентов изменений не обнаружено, на резине, содержащей 3% наполнителя, обнаружались шероховатые полосы длиной 40...50 мм, включающей 5% порошковых компонентов – сквозные трещины, длиной 20...35 мм.

### Библиографический список

1. Ерохин М.Н., Кирсанов В.В., Казанцев С.П. Структурно-технологическое моделирование процессов и функциональных систем в молочном скотоводстве // Научные труды ГНУ ВНИИМЖ Россельхозакадемии. 2007. Т. 17. № 1. С. 19-31.
2. Кирсанов В.В. Сравнительный анализ и подбор систем мониторинга здоровья КРС / В.В. Кирсанов, Ф.Е. Владимиров, Д.Ю. Павкин, С.С. Рузин, С.С. Юрочка // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. 2019. № 1 (33). С. 27-31.
3. Иванов Ю.Г. Адресное обслуживание животных на молочной ферме // Зоотехния. 2005. № 5. С. 16-19.
4. Иванов Ю.Г., Сидоренко М.С., Голубятников В.А. Исследования микропроцессорной системы дистанционного мониторинга сигналов коров // Вестник ФГОУ ВПО «МГАУ имени В.П. Горячкина». 2015. № 2 (66). С. 7-13.
5. Иванов Ю.Г., Дюльгер Г.П., Сидоренко М.С. Системы дистанционного контроля сигналов коров // Зоотехния. 2014. № 12. С. 6-7.
6. Атаманкина Л.Н., Габдуллин Г.Г., Иванов Ю.Г. Роботизированная технология производства молока от индивидуально взятой коровы // В сб.: Актуальные направления развития техники и технологий в России и за рубежом – реалии, возможности, перспективы. Материалы III Всероссийской научно-практической конференции. 2018. С. 120-124.
7. Иванов Ю.Г., Габдуллин Г.Г., Атаманкина Л.Н. Обоснование структурной схемы получения высококачественного молока с индивидуальными особенностями коров на роботизированных фермах // Инновации в сельском хозяйстве. 2018. № 3 (28). С. 561-570.
8. Цой Ю.А. Разработка бактерицидных композиций для импегирования пищевой резины / Ю.А. Цой, Л.И. Ринк, М.Н. Фильков, В.В. Приходько, С.С. Хохлов // Инновации в сельском хозяйстве. 2018. № 2 (27). С. 348-355.
9. Цой Ю.А., Фильков М.Н., Кононенко А.Б. Исследование влияния многофункциональной добавки РЕАЛМ-1 на бактерицидные свойства сосковой резины // Вестник ВНИИМЖ. 2016. № 1 (21). С. 82-84.
10. Цой Ю.А., Кирсанов В.В., Фильков М.Н. Испытания сосковой резины с бактериостатическими свойствами // Сельский механизатор. 2016. № 2. С. 22-23.

### Выводы

Разработанные стенды обеспечивают регистрацию изменений физико-механических свойств сосковой резины в процессе её работы и могут быть использованы при проведении научных исследований, а также в производственной деятельности – для её диагностики.

Проведённые исследования показали, что при использовании сосковой резины с бактерицидными свойствами следует учитывать, что увеличение процентного содержания порошкового антибактериального наполнителя в сосковой резине более 3% будет приводить к ускорению образования деструктивных изменений.

### References

1. Yerokhin M.N., Kirsanov V.V., Kazantsev S.P. Strukturno-tekhnologicheskoye modelirovaniye protsessov i funktsional'nykh sistem v molochnom skotovodstve [Structural and technological modeling of processes and functional systems in dairy cattle breeding]. *Nauchnyye trudy GNU VNIIMZH Rossel'khozakademii*, 2007; 17; 1: 19-31. (In Rus.)
2. Kirsanov V.V., Vladimirov F.Ye., Pavkin D.Yu., Ruzin S.S., Yurochka S.S. Sravnitel'nyy analiz i podbor sistem monitoringa zdorov'ya KRS [Comparative analysis and selection of cattle health monitoring systems]. *Vestnik Vserossiyskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta mekhanizatsii zhivotnovodstva*, 2019; 1 (33): 27-31. (In Rus.)
3. Ivanov Yu.G. Adresnoye obsluzhivaniye zhivotnykh na molochnoy ferme [Targeting animals on a dairy farm]. *Zootekhnika*, 2005; 5: 16-19. (In Rus.)
4. Ivanov Yu.G., Sidorenko M.S., Golubyatnikov V.A. Issledovaniya mikroprotsessornoy sistemy distantsionnogo monitoringa signalov korov [Research of microprocessor system of remote monitoring of cow signals]. *Vestnik of Moscow Goryachkin Agroengineering University*, 2015; 2 (66): 7-13. (In Rus.)
5. Ivanov Yu.G., Dyul'ger G.P., Sidorenko M.S. Sistemy distantsionnogo kontrolya signalov korov [Systems of remote controlling cow signals]. *Zootekhnika*, 2014; 12: 6-7. (In Rus.)
6. Atamankina L.N., Gabdullin G.G., Ivanov Yu.G. Robotizirovannaya tekhnologiya proizvodstva moloka ot individual'no vzyatoy korovy [Robotic technology of obtaining milk from individual cows]. In: *Aktual'nyye napravleniya razvitiya tekhniki i tekhnologiy v Rossii i za rubezhom – realii, vozmozhnosti, perspektivy. Materialy III Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*, 2018: 120-124. (In Rus.)
7. Ivanov Yu.G., Gabdullin G.G., Atamankina L.N. Obosnovaniye strukturnoy skhemy polucheniya vysokokachestvennogo moloka s individual'nymi osobennostyami korov na robotizirovannykh fermakh [Rationale for the structural scheme for high-quality milk production by cows with individual features on robotic farms]. *Innovatsii v sel'skom khozyaystve*, 2018; 3 (28): 561-570. (In Rus.)
8. Tsoy Yu.A., Rink L.I., Fil'kov M.N., Prikhod'ko V.V., Khokhlov S.S. Razrabotka bakteritsidnykh kompozitsiy dlya impegirovaniya pishchevoy reziny [Development of bactericidal compositions for impregnation of food rubber]. *Innovatsii v sel'skom khozyaystve*, 2018; 2 (27): 348-355. (In Rus.)
9. Tsoy Yu.A., Fil'kov M.N., Kononenko A.B. Issledovaniye vliyaniya mnogofunktsional'noy dobavki REALM-1 na bakteritsidnyye svoystva soskovoy reziny [Study of influence

11. Цой Ю.А., Кирсанов В.В., Фильков М.Н., Кононенко А.Б. Исследование влияния добавки РЕАЛМ1 на бактерицидные свойства сосковой резины // Вестник ВНИИМЖ. 2016. № 1 (21). С. 82-84.

12. Цой Ю.А. и др. Бактериостатическое действие модифицирующих добавок на поверхность изделий из резины, сверхвысокомолекулярного полиэтилена и поликарбоната // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2015. № 4. С. 14-16.

13. Карташов Л.П., Поздняков В.Д., Козловцев А.П., Трубников В.В. Универсальное приспособление (стенд) для контроля (оценки) физико-механических свойств резиновых чулок доильных аппаратов // Известия Оренбургского аграрного университета. 2012. № 6 (38). С. 83-86.

14. Карташов Л.П., Цвяк А.В., Поздняков В.Д., Трубников В.В. О комплексной оценке доильных аппаратов // Известия Оренбургского аграрного университета. 2012. № 6 (38). С. 86-88.

15. Карташов Л.П., Трубников В.В. Способ оценки доильных аппаратов // Известия Оренбургского ГАУ. 2011. № 2. С. 74-75.

16. Карташов Л.П., Цвяк А.В., Фененко А.И., Трубников В.В. Сравнительная оценка доильных стаканов по температурным характеристикам сосков // Механизация и электрификация сельского хозяйства: Межведомственный тематический научный сборник. Вып. 84. Глевахва. 2010 (на укр. яз.). С. 23-26.

17. Трубников В.В. Сравнительная оценка современных доильных аппаратов: автореф. дис. канд. техн. наук по специальности 05.20.01. Оренбург: Издательский центр ОГАУ, 2011. 20 с.

18. Цвяк А.В., Трубников В.В. Способы оценки современных доильных аппаратов // В сб.: Материалы XVI Международного симпозиума по машинному доению сельскохозяйственных животных. 2012. С. 294-298.

of multifunctional additive REALM-1 on bactericidal properties of nipple rubber]. *Vestnik VNIMZH*, 2016; 1 (21): 82-84. (In Rus.)

10. Tsoy Yu.A., Kirsanov V.V., Fil'kov M.N. Ispytaniya soskovoy reziny s bakteriostaticheskimi svoystvami [Tests of nipple rubber with bacteriostatic properties]. *Sel'skiy mekhanizator*, 2016; 2: 22-23. (In Rus.)

11. Tsoy Yu.A., Kirsanov V.V., Fil'kov M.N., Kononenko A.B. Issledovaniye vliyaniya dobavki REALM1 na bakteritsidnyye svoystva soskovoy reziny [Study of the effect of the REALM1 additive on the bactericidal properties of nipple rubber]. *Vestnik VNIMZH*, 2016; 1 (21): 82-84. (In Rus.)

12. Tsoy Yu.A. et al. Bakteriostaticheskoye deystviye modifitsiruyushchikh dobavok na poverkhnost' izdeliy iz reziny, sverkhvysokomolekulyarnogo polietilena i polikarbonata [Bacteriostatic effect of modifying additives on the surface of rubber, ultra-high molecular weight polyethylene and polycarbonate]. *Vestnik Rossiyskoy akademii sel'skokhozyaystvennykh nauk*, 2015; 4: 14-16. (In Rus.)

13. Kartashov L.P., Pozdnyakov V.D., Kozlovcev A.P., Trubnikov V.V. Universal'noye prispособleniye (stend) dlya kontrolya (otsenki) fiziko-mekhanicheskikh svoystv rezinovykh chulok doil'nykh apparatov [Universal device (bench) for monitoring (evaluation) of physical and mechanical properties of rubber stockings of milking machines]. *Izvestiya Orenburgskogo agrarnogo universiteta*, 2012; 6 (38): 83-86. (In Rus.)

14. Kartashov L.P., Tsvyak A.V., Pozdnyakov V.D., Trubnikov V.V. O kompleksnoy otsenke doil'nykh apparatov [On integrated assessment of milking machines]. *Izvestiya Orenburgskogo agrarnogo universiteta*, 2012; 6 (38): 86-88. (In Rus.)

15. Kartashov L.P., Trubnikov V.V. Sposob otsenki doil'nykh apparatov [Method of evaluating milking machines]. *Izvestiya Orenburgskogo GAU*, 2011; 2: 74-75. (In Rus.)

16. Kartashov L.P., Tsvyak A.V., Fenenko A.I., Trubnikov V.V. Sravnitel'naya otsenka doil'nykh stakanov po temperaturnym kharakteristikam soskov [Comparative assessment of teat cups by temperature characteristics of nipples]. *Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo khozyaystva: Mezhdomstvennyy tematicheskyy nauchnyy sbornik*. Vyp. 84. Glevakha, 2010: 23-26. (In Ukrainian)

17. Trubnikov V.V. Sravnitel'naya otsenka sovremennykh doil'nykh aparatov: avtoref. dis. kand. tekhn. nauk po spetsial'nosti 05.20.01 [Comparative assessment of modern milking machines: Self-review за PhD (Eng) thesis in training field 05.20.01]. Orenburg, Izdatel'skiy tsentr OGAU, 2011: 20. (In Rus.)

18. Tsvyak A.V., Trubnikov V.V. Sposoby otsenki sovremennykh doil'nykh apparatov [Methods of evaluating modern milking machines]. In: *Materialy XVI Mezhdunarodnogo simpoziuma po mashinnomu doenyiyu sel'skokhozyaystvennykh zhivotnykh*, 2012: 294-298. (In Rus.)

### Критерии авторства

Иванов Ю.Г., Машошина Е.В., Верликова Л.Н., Гелетий Д.Г. выполнили теоретические исследования, на их основании провели эксперимент. Иванов Ю.Г., Машошина Е.В., Верликова Л.Н., Гелетий Д.Г. имеют на статью авторские права и несут ответственность за плагиат.

### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила 18.02.2020

Опубликована 29.06.2020

### Contribution

Yu.G. Ivanov, Ye.V. Mashoshina, L.N. Verlikova, D.G. Geletiy carried out the experimental work, summarized the material based on the experimental results, and wrote the manuscript. Yu.G. Ivanov, Ye.V. Mashoshina, L.N. Verlikova, D.G. Geletiy have equal author's rights and bearequal responsibility for plagiarism.

### Conflict of interests

The authors declare no conflict of interests regarding the publication of this paper.

The paper was received on February 18, 2020

Published 29.06.2020