Тип статьи: научная
УДК 637.116.2:636.2
DOI: 10.35887/2305-2538-2022-4-35-42

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ СОСКОВОЙ РЕЗИНЫ НА СОСОК ЖИВОТНОГО В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Владимир Иванович Доровских[1], Сергей Михайлович Ведищев[2], Вадим Сергеевич Жариков[3]
[1,3] *Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве, Тамбов, Россия*
[1] dorovskih50@mail.ru
[3] vadim_688@bk.ru
[2] *Тамбовский государственный технический университет, Тамбов, Россия*
[2] serg666_65@mail.ru

Автор ответственный за переписку: Владимир Иванович Доровских, dorovskih50@mail.ru
Corresponding author Vladimir Dorovskikh, dorovskih50@mail.ru

Реферат. *Сосковая резина, непосредственно контактирующая с выменем животного, оказывает значительное влияние на качество процесса доения и на заболевания вымени животного. Из-за больших затрат на поддержание работоспособного состояния сосковой резины зарубежные фирмы рекомендуют не проводить технического обслуживания сосковой резины, а менять ее через 2500 доений, что неизбежно приводит к недоиспользованию ресурса. Учитывая сложившуюся ситуацию, предложено проводить диагностический контроль состояния сосковой резины на работающих доильных аппаратах в соответствии с разработанным способом и осуществлять выбраковку, в зависимости от технического состояния. Определение основных параметров доильного аппарата осуществлялось с использованием устройств для контроля стабильности вакуума доильной установки и для измерения давления сосковой резины на сосок. Исследования проведены в лабораторных условиях и на молочной ферме. Разработанный способ и технические средства позволили провести исследования и установить зависимости величины давления на конец соска для отечественных сосковых резин. Установлены зависимости давления различных типов сосковых резин на сосок от значений режимных параметров. Изучена динамика изменения давления на сосок в процессе эксплуатации. Показано, что давление на сосок в процессе эксплуатации может регулироваться как рабочим вакуумом, так и натяжением сосковой резины, при этом диапазон регулировки составляет 35% диапазона допустимых значений. Установлено, что сосковые резины могут эксплуатироваться в режиме оптимальных значений давления на сосок.*

Ключевые слова: *сосковая резина, давление на сосок, способ измерения, техническое обслуживание, диагностика, релаксация, срок службы.*

A STUDY OF THE INFLUENCE OF DIFFERENT TYPES OF TIPPLE RUBBER ON THE NIPPLE OF THE ANIMAL IN THE PROCESS OF OPERATION

Vladimir Dorovskih[1], Sergey Vedishchev[2], Vadim Zharikov[3]

[1, 3] *All-Russian Scientific and Research Institute of Use of Techniques and Oil Products in Agriculture, Tambov, Russia*
[1] dorovskih50@mail.ru
[3] vadim_688@bk.ru
[2] *Tambov State Technical University, Tambov, Russia*
[2] serg666_65@mail.ru

Abstract. *Teat liner in direct contact with the animal's udder has a significant impact on the quality of the milking process and on diseases of the animal's udder. Foreign firms recommend not to carry out maintenance of the teat rubber, but to change it after 2500 milkings due to the high costs of maintaining the working condition of the teat rubber, which inevitably leads to underutilization of the resource. Taking into account the current situation, it is proposed to carry out diagnostic control of the state of the teat rubber on working milking machines in accordance with the developed method and to carry out culling, depending on the technical condition. Determination of the main parameters of the milking machine was carried out using devices to control the stability of the vacuum of the milking machine and to measure the pressure of the teat rubber on the teat. The studies were carried out in laboratory conditions and on a dairy farm. The developed method and technical means made it possible to conduct research and establish the dependence of the pressure on the end of the nipple for domestic teat rubbers. Dependences of the pressure of various types of teat rubbers on the teat on the values of regime parameters have been established. The dynamics of changes in pressure on the nipple during operation was studied. It is shown that the pressure on the nipple during operation can be regulated by both the operating vacuum and the tension of the liner, while the adjustment range is 35% of the range of permissible values. It has been established that teat rubbers can be operated in the mode of optimal pressure on the teat.*

Keywords: *teat rubber, pressure on the nipple, method of measurement, maintenance, diagnostics, relaxation, service life.*

Для цитирования: Доровских В.И., Ведищев С.М., Жариков В.С. Исследование влияния различных типов сосковой резины на сосок животного в процессе эксплуатации // Наука в центральной России Science in the central Russia. 2022. Т. 58, № 4. С. 35-42. https://doi.org/10.35887/2305-2538-2022-4-35-42.

For citation: Dorovskih V., Vedishchev S., Zharikov V. A study of the influence of different types of tipple rubber on the nipple of the animal in the process of operation // Наука в центральной России Science in the central Russia. 2022; 58(4): 35-42. (In Russ.) https://doi.org/10.35887/2305-2538-2022-4-35-42.

Введение. Сосковая резина доильного стакана является самой ответственной частью аппарата, так как через нее осуществляется непосредственное воздействие аппарата на соски вымени коровы. Резина защищает сосок вымени от действия постоянного вакуума. Величина ее натяжения в доильном стакане должна стимулировать рефлекс молокоотдачи и обеспечивать высокую интенсивность молоковыведения в процессе доения [1, 2].

В процессе эксплуатации доильных аппаратов натяжение и физико-механические свойства сосковой резины изменяются [3]. Это приводит к отклонению величины натяжения, от заданной уже после первой недели работы новой резины в аппарате и уменьшается на 8,2 Н, девятой – на 23,6 Н, шестнадцатой недели – на 35,3 Н [4]. Однако рекомендуемые сроки использования сосковой резины очень различны.

В соответствии с агрозоотехническими требованиями вся сосковая резина в одном доильном аппарате должна иметь одинаковую жесткость. В настоящее время жесткость сосковой резины определяют двумя способами: по величине растяжения при нагрузке ее массой 6 кг за время 6 с или по вакууму смыкания противоположных стенок. Расхождение жесткости сосковой резины в одном доильном аппарате по вакууму смыкания не должно превышать 2 кПа и по удлинению при нагрузке ее грузом в 6 кг – не более 5 мм. К эксплуатации допускается сосковая резина с величиной вакуума смыкания 40 – 90 мм рт. ст. (5,3–12 кПа) или с величиной удлинения 20 – 35 мм [5].

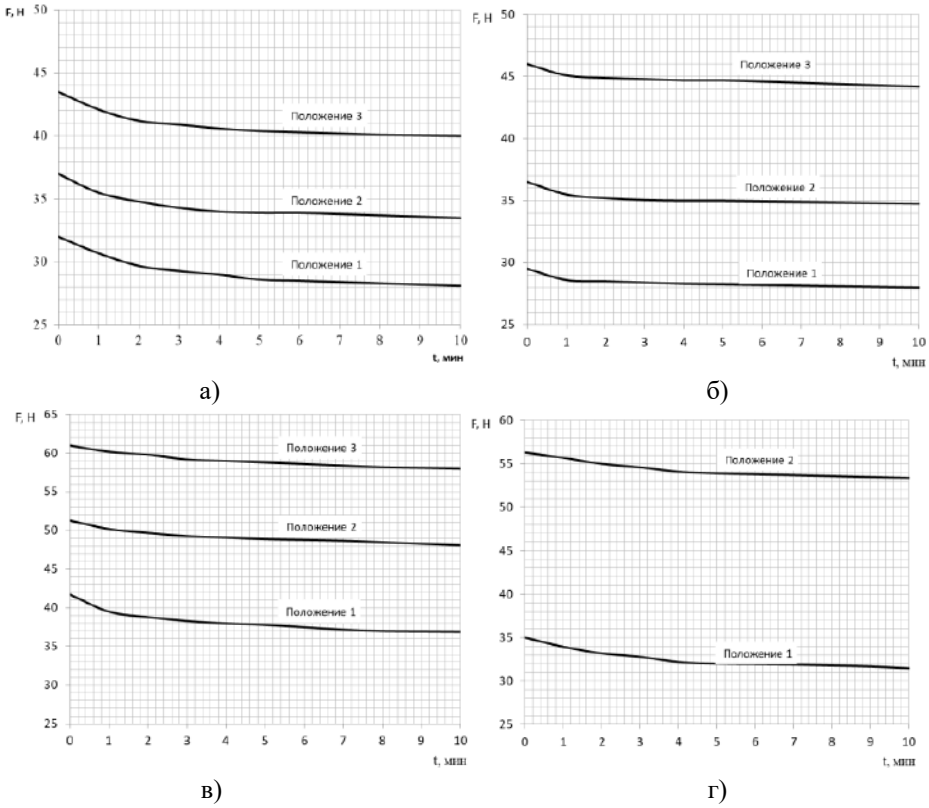
Зарубежные фирмы рекомендуют не проводить технического обслуживания сосковой резины, а менять ее через 2500 доений. Такая технология неизбежно приводит к недоиспользованию ресурса одного из основных расходных материалов на доильной установке.

Срок службы отечественных резин не определен, и она используется, до тех пор, пока не порвется, а это отрицательно сказывается как на процессе доения, так и на здоровье животных.

Материалы и методы. Исследования проведены в лабораторных условиях, а также на молочной ферме АО «Голицыно» Никифоровского района, Тамбовской области. Определение закономерностей изменения натяжения чулка сосковой резины, осуществлялось с помощью установки. Определение основных параметров доильного аппарата осуществлялось с использованием методов и средств приборного контроля: устройство для контроля стабильности вакуума доильной установки (патент РФ № 2153800); устройство для измерения давления сосковой резины на сосок (патент РФ № 2767527) [6-8].

Результаты и их обсуждение.

При назначении регламентов технического обслуживания сосковых резин следует учитывать целый ряд факторов и в частности - значительную релаксацию напряжения при их установке в доильный стакан. Поэтому для учета этого явления были проведены исследования по определению закономерностей изменения натяжения чулка сосковой резины различных моделей во времени, результаты которых представлены на рисунке 1.



а- ДД 00.041А (резина); б – аналог ДД 00.041А (силикон); в – модель 0-513; г – модель 0-528.

Рисунок 1 – Графики релаксации натяжения сосковых резин в доильном стакане при температуре 20 - 22°С.

Из графиков видно, что силиконовая сосковая резина, выполненная с теми же геометрическими параметрами, что и резиновая модель ДД 00.041А характеризуется большей величиной натяжения при одинаковой деформации и сам процесс релаксации проявляется быстрее и в меньшей мере. Для резины модели 0-513 характерно большее усилие натяжения в доильном стакане, чем у резины ДД 00.041А и силиконового аналога. У резины модели 528 диапазон усилий примерно такой же, как у модели 0-513 с учетом конструктивного исполнения. Относительная стабилизация натяжения для резины наступает примерно через 5 минут, для силикона примерно

через 1,5 минуты. Откуда следует, что метод настройки доильных аппаратов по величине растяжения при нагрузке ее массой 6 кг за время 6 с не обладает высокой достоверностью.

Результаты исследования зависимости давления ($P_д$) новой сосковой резины модели ДД.00.041А при различном натяжении (F) от рабочего вакуума ($P_р$) представлены на рисунке 2.

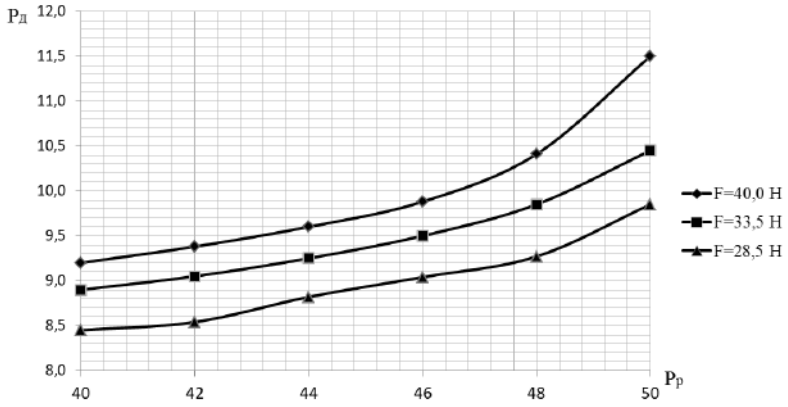


Рисунок 2 – Зависимости давления на сосок сосковой резины модели ДД.00.041А от рабочего вакуума при ее натяжении в доильном стакане

Из рисунка видно, что давление на сосок возрастает с увеличением вакуума и натяжения и носит нелинейный характер. Зависимости давления различных типов сосковых резин на сосок, полученные в результате исследований, показывают, что давление на сосок в процессе эксплуатации может регулироваться как рабочим вакуумом, так и натяжением сосковой резины, при этом диапазон регулировки составляет 35% диапазона допустимых значений.

При исследовании изменения соотношения периодов разомкнутого и замкнутого состояния сосковой резины доильного аппарата в процессе эксплуатации было установлено, что величина рабочего вакуума не оказывает влияния на соотношение тактов пульсаторов типа «Интерпульс» и других аналогичных конструкций (рисунок 3).

Для доильного аппарата фирмы «Интерпульс» с пульсатором LL90 и с соотношением тактов 60:40 изменение относительной длительности такта сосания в процессе эксплуатации для различных моделей сосковых резин представлены на рисунке 4.

Из рисунка видно, что различные модели сосковых резин в процессе эксплуатации обеспечивают различную длительность такта сосания и, следовательно, различную отсасывающую способность доильного аппарата, разница при этом незначительна и составляет около 2%. Изменение относительной длительности такта сосания в процессе эксплуатации также невелико и колеблется в пределах 1-1,5%.

Изменение натяжения сосковых резин различных моделей в процессе эксплуатации представлены на рисунке 5. Из рисунка видно, что снижение натяжения сосковых резин при наработке 2400 короводоек достигает 20%.

Изменение вакуума смыкания сосковых резин различных моделей в процессе эксплуатации представлены на рисунке 6. Снижение вакуума смыкания при наработке 2400 короводоек для представленных сосковых резин весьма существенно и находится в пределах 35 - 40%.

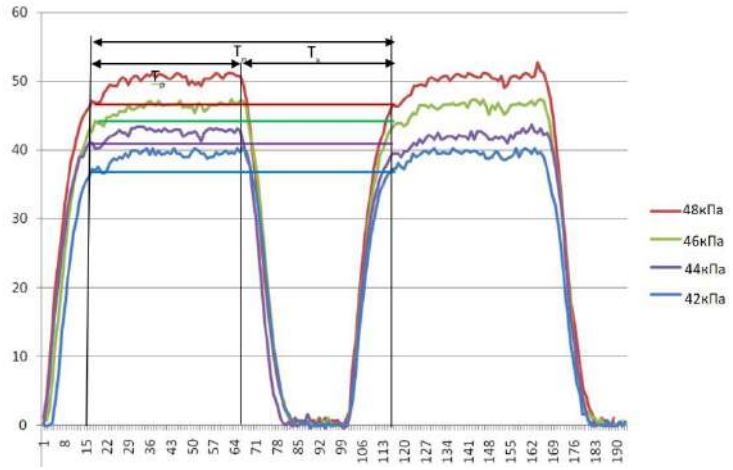


Рисунок 3. - Осциллограмма изменения вакуума в межстенной камере доильного стакана при различных величинах рабочего вакуума

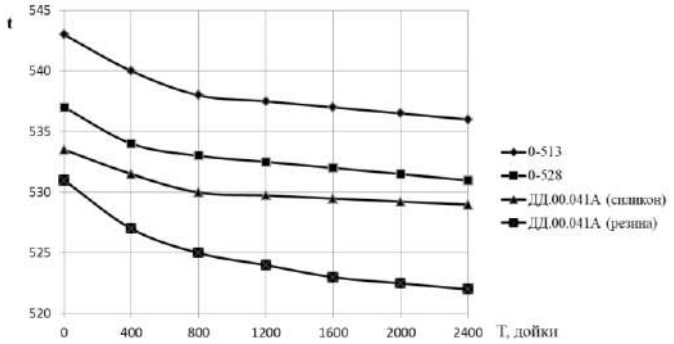


Рисунок 4 – Зависимость относительной длительности такта сосания от наработки разных моделей сосковых резин

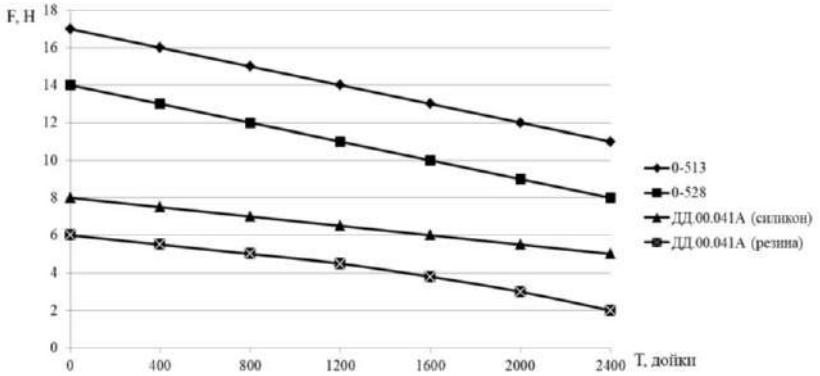


Рисунок 5 – Зависимость натяжения чулка сосковой резины от наработки

Изменение давления сосковых резин на сосок в процессе эксплуатации представлены на рисунке 7. Из рисунка видно, что в пределах наработки 2000 короводоек только модель ДД.00.041А (резина) достигает предельно допустимого значения, для остальных моделей математическое ожидание значения параметра находится в допустимых пределах (таблица 1).

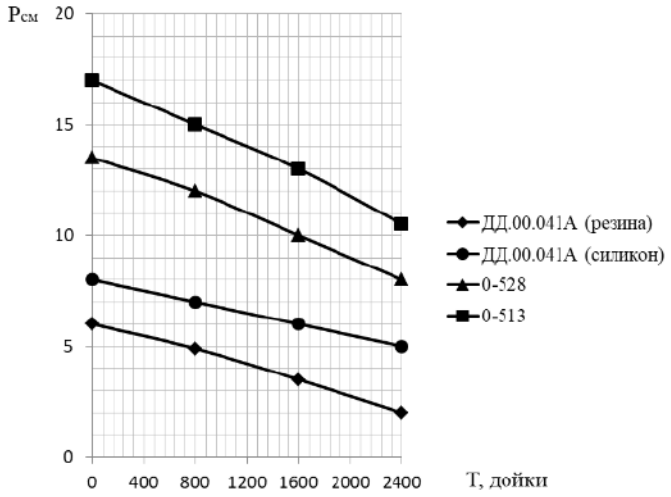


Рисунок 6 – Зависимость вакуума смыкания сосковой резины от наработки

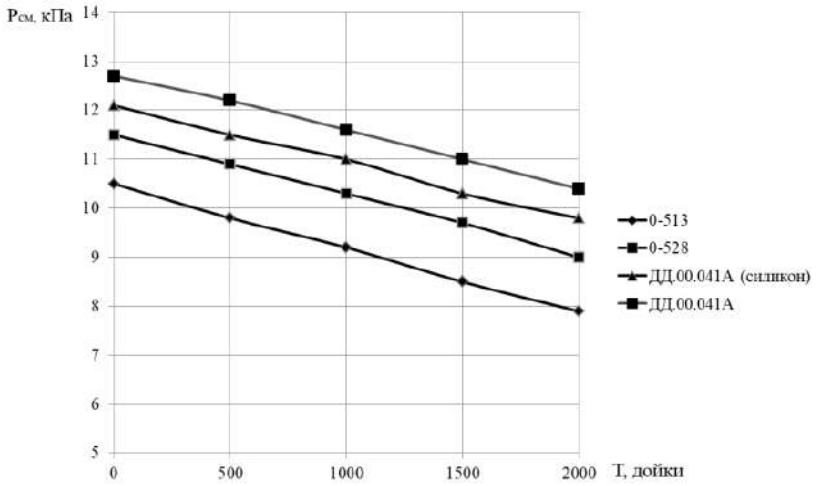


Рисунок 7 – Зависимость давления сосковых резин на сосок от наработки

Однако для принятия решения о периодичности проведения диагностических мероприятий необходимо определить диапазоны варьирования параметра в течение наработки.

Данные таблицы 1 показывают, что математическое ожидание значения параметра с возрастанием наработки снижается и достигает при 2000 короводоек 9,36 кПа, что примерно на 20% ниже начального уровня. Дисперсия при этом остается практически постоянной (0,241 - 0,253).

Исследования изменения величины давления сосковой резины на сосок модели ДД.00.041А в процессе эксплуатации, проведенные в реальных условиях производства в АО Голицыно (рисунок 8) показали что в пределах наработки сосковой резины равной 1200 доек средняя величина давления на сосок нелинейно снижалась с 10,7 до 9,2 кПа и находилась с учетом дисперсии параметра в пределах допуска (8-14кПа).

При достижении наработки 1200 доек на поверхности сосковой резины появились трещины, и она была заменена на резину модели 0/108 производства фирмы De Laval. Эта резина отработала 10 месяцев, что соответствует выполнению примерно 4600 доек и превышает назначенный ресурс

(2500 доек) почти в два раза. Контрольные замеры в течение всей эксплуатации показали, что величина давления сосковой резины на сосок находилась в пределах допуска.

Таблица 1 - Характеристики варьирования параметра в процессе эксплуатации сосковой резины

Наработка, короводоек	X_i	P_i	$X_i P_i$	$P_i(X_i-M)^2$	σ	X_{min}	X_{max}	M	D
0	11,47	0,2	2,294	0,02738	0,244	11,10	12,57	11,84	0,05974
	11,73	0,3	3,519	0,00363					
	12,00	0,4	4,800	0,01024					
	12,27	0,1	1,227	0,01849					
500	10,67	0,1	1,067	0,02540	0,253	10,42	11,93	11,174	0,063386
	10,93	0,2	2,186	0,01191					
	11,20	0,4	4,480	0,00027					
	11,47	0,3	3,441	0,02628					
1000	9,87	0,1	0,987	0,02025	0,241	9,597	11,04	10,32	0,05814
	10,13	0,3	3,039	0,01083					
	10,40	0,4	4,16	0,02560					
	10,67	0,2	2,134	0,02540					
1500	9,33	0,15	1,3955	0,02282	0,246	8,982	10,458	9,72	0,06055
	9,60	0,4	3,84	0,00578					
	9,87	0,3	2,961	0,00675					
	10,13	0,15	1,5195	0,02522					
2000	9,07	0,3	2,721	0,02523	0,251	8,73	9,99	9,36	0,06312
	9,33	0,4	3,732	0,00036					
	9,60	0,2	1,92	0,01152					
	9,87	0,1	0,987	0,02601					

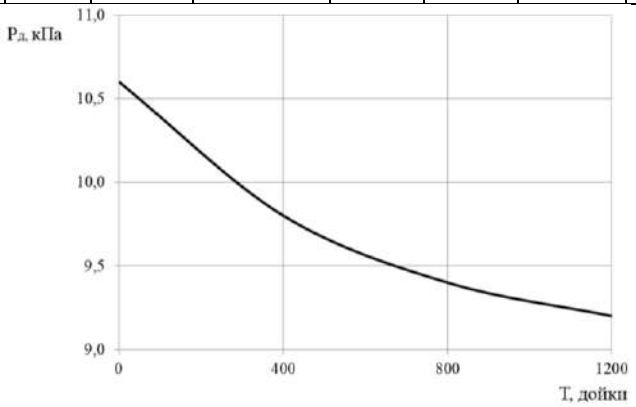


Рисунок 8 - Изменение величины давления сосковой резины на сосок модели ДД.00.041А в процессе эксплуатации.

Выводы. Полученные результаты показали, что сосковые резины могут с успехом эксплуатироваться за пределами назначенного производителем ресурса при условии периодического контроля величины давления на сосок.

Испытания сосковой резины модели 0-528 производства фирмы «Экстрасервис» показали, что она производит давление на сосок при номинальном режиме работы гораздо больше предельно допустимого. Использование этой резины вызвало заболевание гиперкератозом кончика соска примерно у 15% коров. Замена этой резины на модель 503-1 производства фирмы De Laval привела к полному выздоровлению животных.

На основе результатов исследований разработана новая технология диагностики и настройки доильных аппаратов при их эксплуатации, включающая: общие положения; требования к организации рабочего места; правила проведения работ по диагностике и настройке доильных аппаратов; правила безопасности.

Список источников

1. Worstorff H. Zur. Gestaltung von Säug und Entlastungsphase beim maschinellen Milchentzug. - Landtechnik. – 1983. - Ig. 38. - H. 5. – S.203-205.

2. Жилов И.В. Натяжение сосковой резины // Техника в сельском хозяйстве. – 1964. - №3. – С. 31 – 32.

3. Борознин В.А., Борознин А.В. Сосковая резина основной объект диагностирования доильного оборудования. Сборник научных докладов XIII международной научно-практической конференции, Тамбов, 2005, с 295-300

4. Борознин В.А., Борознин А.В. Определение оперативного ресурса сосковой резины. Механизация и электрификация сельского хозяйства, №4, 2007, с. 15-16

5. Техническое обслуживание машин и оборудования молочных ферм. Методические рекомендации. Новосибирск – 1975.

6. Доровских В.И., Доровских Д.В. Исследование релаксации натяжения сосковой резины при ее установке в доильный стакан, НАУКА В ЦЕНТРАЛЬНОЙ РОССИИ, №4, 2017, с. 43-49.

7. Патент РФ № 2153800 МПК МПК A01J 7/00. Устройство для контроля стабильности вакуума доильной установки. / Доровских В.И., Кулаев Ю.В. – опубл. 10.08.2000

8. Патент РФ № 2767527 МПК A01J 7/00. Устройство для измерения давления сосковой давления сосковой резины на сосок. / Доровских В.И., Доровских Д.В., жариков В.С. – опубл. 17.03.2022.

References

1. Worstorff H. Zur. Gestaltung von Säug und Entlastungs phase beim maschinellen Milchentzug. - Landtechnik. - 1983. - Ig. 38. - H. 5. - S.203-205.

2. Zhilov I.V. Teat rubber tension // Technique in agriculture. - 1964. - No. 3. - S. 31 - 32.

3. Boroznin V.A., Boroznin A.V. Teat rubber is the main object of diagnostics of milking equipment. Collection of scientific reports of the XIII international scientific-practical conference, Tambov, 2005, pp. 295-300

4. Boroznin V.A., Boroznin A.V. Determination of the operating resource of the teat rubber. Mechanization and electrification of agriculture, No. 4, 2007, p. 15-16

5. Maintenance of machines and equipment of dairy farms. Guidelines. Novosibirsk - 1975.

6. Dorovskikh V.I., Dorovskikh D.V. The study of the tension relaxation of the teat rubber when it is installed in the milking cup, SCIENCE IN CENTRAL RUSSIA, No. 4, 2017, p. 43-49.

7. RF patent No. 2153800 IPC IPC A01J 7/00. Device for monitoring the stability of the vacuum of the milking machine. / Dorovskikh V.I., Kulaev Yu.V. - publ. 08/10/2000

8. RF patent No. 2767527 IPC A01J 7/00. A device for measuring the pressure of the nipple pressure of the liner on the nipple. / Dorovskikh V.I., Dorovskikh D.V., Zharikov V.S. - publ. 03/17/2022.

Информация об авторах

В. И. Доровских – кандидат технических наук, доцент; С.М. Ведищев – доктор технических наук, профессор; В.С. Жариков – младший научный сотрудник

Information about the authors

V. Dorovskikh – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor; S. Vedishchev – Full Doctor of Technical Sciences, Professor V. Zharikov - younger scientific employee.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: all authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication.

The authors declare no conflict of interest.

Поступила в редакцию (Received): 22.07.2022 Принята к публикации (Accepted): 25.07.2022