

В. И. Передня, А. А. Кувшинов

*Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства,
Минск, Беларусь*

ОПТИМАЛЬНЫЕ СРОКИ ЭФФЕКТИВНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ СОСКОВОЙ РЕЗИНЫ

Аннотация: Республика Беларусь является европейским лидером по производству молока и молочных продуктов. На молочно-товарных фермах и комплексах используются доильные установки отечественных и зарубежных производителей. Одним из важнейших узлов любой доильной установки является сосковая резина, поскольку от нее зависит количество получаемого молока, здоровье животных и качество молока. Новая сосковая резина имеет высокую эластичность, упругость и т.д., которые обеспечивают эффективный массаж сосков, стимуляцию вымени и интенсивное молоковыведение. При длительной эксплуатации сосковой резины увеличивается ее длина, изменяются физико-механические свойства, а на внутренней поверхности образуются многочисленные мельчайшие трещины, что отрицательно отражается на реализации процесса машинного доения и приводит к заболеванию вымени коровы. В статье показано, что сосковая резина не должна препятствовать истечению молока из вымени и одновременно плотно облегать соски выше зоны сфинктера, чтобы предохранить их от травмирующего воздействия вакуума во время такта сосания и полностью перекрывать доступ разрежению к соскам при такте сжатия для восстановления в них нормального кровообращения. Для выполнения указанных функций и требований главными параметрами сосковой резины должны быть упругость (эластичность, жесткость) и удлинение. Исследованиями установлены эффективные сроки службы наиболее распространенной в нашей стране сосковой резины марки ДД.00.041 в зависимости от изменения ее свойств, которые должны определяться в количестве доек.

Ключевые слова: сосковая резина, доильные стаканы, молоко, качество молока, такт сосания, сжатие, упругость, жесткость сосковой резины

Для цитирования: Передня, В. И. Оптимальные сроки эффективной эксплуатации сосковой резины / В. И. Передня, А. А. Кувшинов // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2018. – Т. 56, №2. – С. 226–233. DOI: 10.29 235/1817-7204-2018-56-2-226-233

V. I. Perednia, A. A. Kuvshinov

*The Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Agricultural Mechanization,
Minsk, Belarus*

OPTIMUM TIME PERIOD OF EFFICIENT OPERATION OF MILKING LINER

Abstract: The Republic of Belarus is the European leader in production of milk and dairy products. Milk-commodity farms and complexes use milking plants of domestic and foreign manufacturers. One of the most important items of any milking plant is milking liner, since the amount of milk received, health of animals and quality of milk depend on it largely. The new milking liner is of a high elasticity, flexibility, etc., providing efficient nipple massage, udder stimulation and intensive milk production. At prolonged operation of milking liner, it increases in length, the physical and mechanical properties vary, and numerous tiny cracks are formed on the inner surface which negatively affects automated milking process and leads to cow udder diseases. The paper shows that the milking liner should not affect the milk flow from the udder and at the same time should tightly fit the nipples above the sphincter area in order to protect them from damage by vacuum during vacuum phase and completely block vacuum on nipples at compression stroke to restore normal blood circulation in nipples. Flexibility (elasticity and rigidity) and elongation should be the main parameters of milking liner to perform these functions and requirements. The researches determined efficient service life periods of the most common in our country milking liner brand DD.00.041 depending on its properties variability, which should be determined in the number of milking operations.

Keywords: milking liner, milking cups, milk, milk quality, vacuum phase, compression, elasticity, rigidity of milking liner

For citation: Perednia V. I., Kuvshinov A. A. Optimum time period for efficient operation of milking liner. *Vestsi Natsyonal'nyy akademii navuk Belarusi. Seryya agrarnykh navuk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Agrarian series*, 2018, vol. 56, no 2, pp. 226–233 (in Russian). DOI: 10.29 235/1817-7204-2018-56-2-226-233

Введение. Республика Беларусь является европейским лидером по производству молока и молочных продуктов. На молочно-товарных фермах и комплексах используются доильные установки отечественных и зарубежных производителей. Все они оснащены доильными аппаратами, которые выполняют в процессе машинного доения главную функцию – извлечение молока из молочной железы. Одним из основных узлов любой доильной установки, контактирующих с соском вымени животного и от воздействия которого зависит молоковыведение, является сосковая резина. По сравнению с остальными деталями доильной машины ее работа протекает в тяжелых условиях. Во время доения сосковая резина раскрывается и сжимается 60–70 раз в минуту, а за 5–6 мин (среднее время доения у большинства коров) она 300–420 раз сжимает сосок.

Корова отдает молоко не только в результате механического процесса его отсасывания доильным аппаратом, но и за счет включения физиологических процессов, которыми управляет мозг животного. Настолько эффективны будут эти процессы, сколько гормона окситоцина выделится в кровь и как долго он будет действовать, во многом зависит от массажа сосков и стимуляции вымени, которые осуществляет сосковая резина [1, 2].

Новая сосковая резина имеет высокую эластичность, упругость и т.д., которые обеспечивают эффективный массаж сосков, стимуляцию вымени и интенсивное молоковыведение.

При длительной эксплуатации сосковой резины увеличивается ее длина, изменяются физико-механические свойства, а на внутренней поверхности образуются многочисленные мельчайшие трещины [1, 3, 4]. Эти факторы приводят к повышению бактериальной обсемененности молока, снижению его качества (в частности, массовой доли жира), повышению вероятности инфицирования вымени и снижению продуктивности животных, а также производительности операторов и доильных установок, увеличению затрат электроэнергии на технологический процесс доения, к ранней выбраковке животных. В итоге все это снижает рентабельность отрасли молочного скотоводства [3, 5, 6].

Как показывают исследования и многочисленные данные литературных источников, главными параметрами сосковой резины, влияющими на процесс доения и здоровье животных, являются упругость, эластичность (жесткость) и удлинение [7–9]. Однако нет единого мнения о жесткости сосковой резины. Нет единых методик дефектовки и не определены достоверные данные по комплектованию сосковой резины по группам жесткости как в одном аппарате, так и в аппаратах, закрепленных за одним оператором машинного доения. Трудно судить и по срокам возможной эффективной эксплуатации сосковой резины, поскольку одни авторы дают данные ресурсной наработки в часах, другие в днях [7–9].

По данным Всероссийского института животноводства (ВИЖ), скорость молоковыведения, зависящая от сосковой резины, – это параметр, который несет наиболее ценную информацию о характере проявления рефлекса молокоотдачи и тесным образом связан с величиной разового удоя и жирностью молока [7, 8].

На рис. 1 видно, что при правильном подборе сосковой резины к стаду животных она положительно влияла на уровень реализации рефлекса молокоотдачи. Так, до 660 короводоек средняя интенсивность молоковыведения находилась на относительно высоком уровне, и только после 990 короводоек начался процесс плавного уменьшения, а после 2390 короводоек стало более интенсивно уменьшаться молоковыведение.

Износ сосковой резины в развитых западных странах определяется в зависимости от количества доек и для сосковой резины, изготовленной на основе натурального нитрильного каучука, установлен в пределах до 2500 доек, а в силиконовом исполнении – в 2 раза больше [10–12].

Компания Kingston по результатам своих исследований выяснила, что эффективное использование сосковой резины зависит от количества доек, а проведенные испытания на доильных установках фирмы Westfalia показали, что после 2500 доений нецелесообразно ее дальнейшее использование (рис. 2) [11].

Упругие свойства, как показывают литературные источники [7], предпочтительно определять величиной вакуума смыкания сосковой резины под соском коровы в такте сжатия, а не только удлинением. Величина вакуума смыкания должна находиться в пределах 45–85 мм рт.ст. (6–11 кПа), а разброс ее в одном доильном аппарате не должен превышать 0,7 кПа [6, 10, 13, 14].

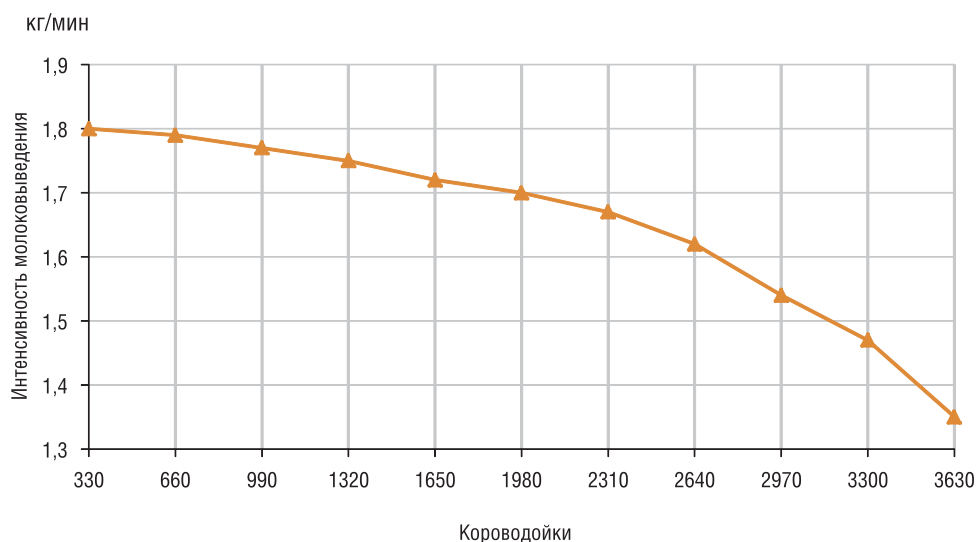


Рис. 1. Зависимость интенсивности молоковыведения от времени использования сосковой резины типа ДД.00.041

Fig. 1. Dependence of lactation intensity on time of milking liner use of DD.00.041 type

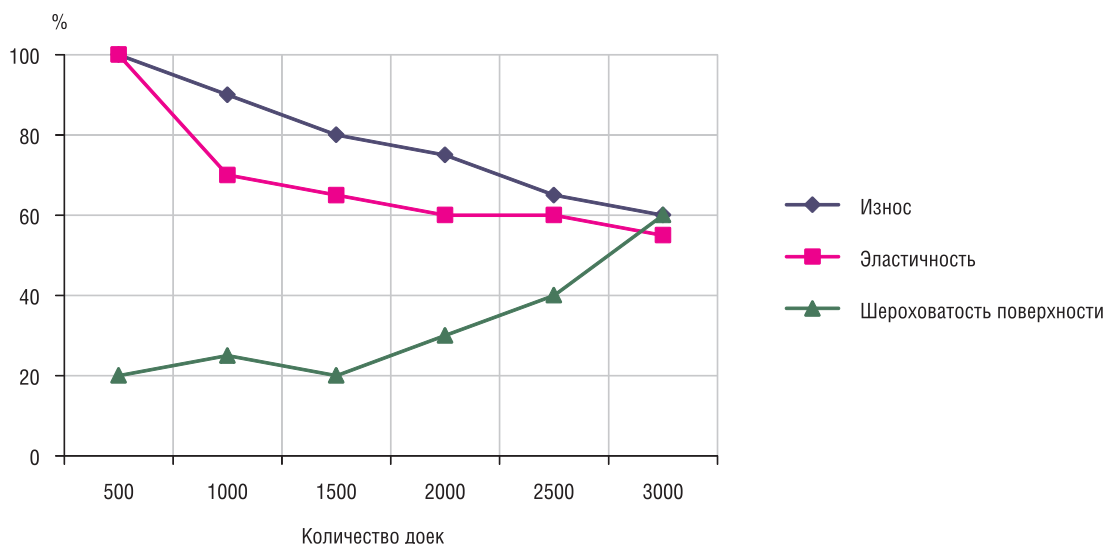


Рис. 2. Изменение физико-механических свойств резины в процессе эксплуатации, по данным фирмы Kingston

Fig. 2. Variation of physical and mechanical properties of milking liner during operation according to Kingston data

Исходя из этих требований, а также учитывая отсутствие надежных, простых в обращении и достаточно достоверных приборов [16–18] для проведения дефектовки сосковой резины в абсолютном большинстве хозяйств, было намечено проводить исследования при техническом обслуживании с дефектовкой и без дефектовки.

Цель исследований – определение жесткости и величины вакуума смыкания сосковой резины типа ДД.00.041, а также ее физико-механических свойств, которые наиболее полно характеризуют эффективный срок службы сосковой резины.

Основная часть. Наибольшее распространение в нашей стране получила сосковая резина типа ДД.00.041. Для определения срока службы в 2016–2017 гг. были проведены исследования с соблюдением необходимого технического обслуживания и без проведения технического обслуживания сосковой резины, эксплуатируемой в СПК «Жуховичи-Агро», ОАО «Снитово-Агро», КУСП «Березовское». Исследования процессов, происходящих в сосковой резине при ее эксплуатации, проводили с помощью установки «Импульс-1Р», которая применяется в промышленности для анализа физико-механических свойств резинотехнических материалов.

Поскольку изменение свойств сосковой резины происходит только в период работы доильного аппарата, а время работы доильного аппарата зависит от количества доек в сутки, количества доильных аппаратов в доильной установке и количества обслуживаемого поголовья, то эффективный срок службы сосковой резины целесообразно определять в количестве доек (короводойках), что также принято в развитых зарубежных странах [10, 11].

Технология технического обслуживания сосковой резины в процессе эксплуатации предусматривала:

1) *без технического обслуживания*: дезинфекцию; разборку доильных аппаратов (каждые 10 дней); мойку сосковой резины; сборку доильных аппаратов (каждые 10 дней); циркуляционную дезинфекцию;

2) *с техническим обслуживанием*: дезинфекцию; разборку доильных аппаратов (каждые 10 дней); мойку сосковой резины; дефектовку сосковой резины с проверкой на упругость, эластичность и комплектование по группам упругости и эластичности (каждые 10 дней); сборку доильных аппаратов (каждые 10 дней); циркуляционную дезинфекцию.

Исследования сосковой резины проводились в производственных условиях в зависимости от количества короводоек.

На рис. 3, 4 можно видеть, что такие свойства резины, как твердость и упругость, увеличиваются с течением времени использования. Это происходит из-за разрушения внутренней структуры резины, так как увеличивающаяся твердость приводит к «хрупкости» резины, вследствие чего образуются микротрещины по всей толщине материала. Эластичность сосковой резины постоянно снижается, а начиная с 2000 короводоек (без технического обслуживания) падение показателей ускоряется. После 2300 короводоек эластичность и упругость падают, что также подтверждает образование микротрещин, из-за которых резина теряет способность противостоять упругим деформациям.

Исследуя закономерности распределения относительного удлинения и величины вакуума смыкания сосковой резины, можно сделать вывод, что они носят нелинейный характер. Наиболее достоверно полученные при испытаниях данные описываются полиномиальными зависимостями, представленными на рис. 5.

Исследованиями установлено, что оптимальным сроком использования сосковой резины типа ДД.00.041, изготавливаемой из натурального нитрильного каучука и производимой в России, Украине и Беларуси, является 2390 короводоек. Использование сосковой резины сверх установленных сроков будет приводить к снижению эффективности машинного доения.

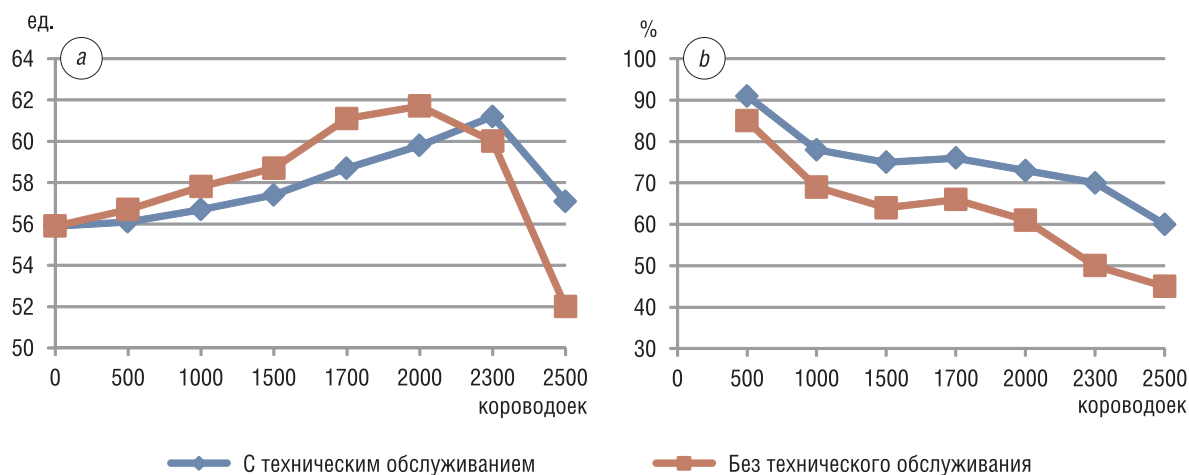


Рис. 3. Динамика изменения твердости по Шору (а) и эластичности (b) сосковой резины от количества короводоек с техническим и без технического обслуживания

Fig. 3. Dynamics of milking liner Shore hardness (a) and elasticity (b) variation depending on the number of milking cycles with and without technical maintenance

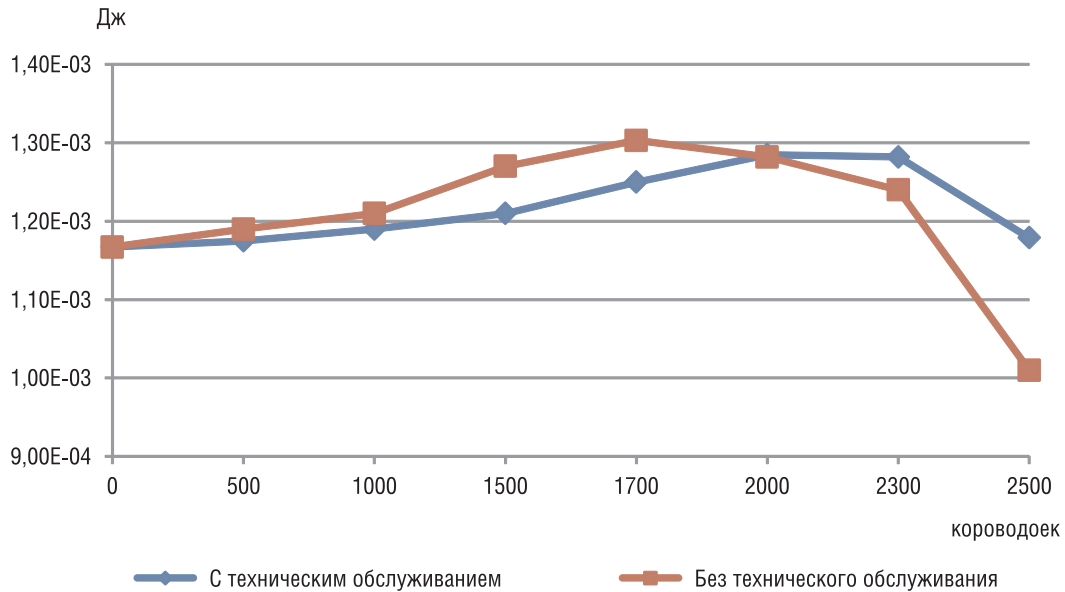


Рис. 4. Динамика изменения упругости сосковой резины от количества короводоек с техническим и без технического обслуживания

Fig. 4. Dynamics of milking liner elasticity variation depending on the number of milking cycles with and without technical maintenance

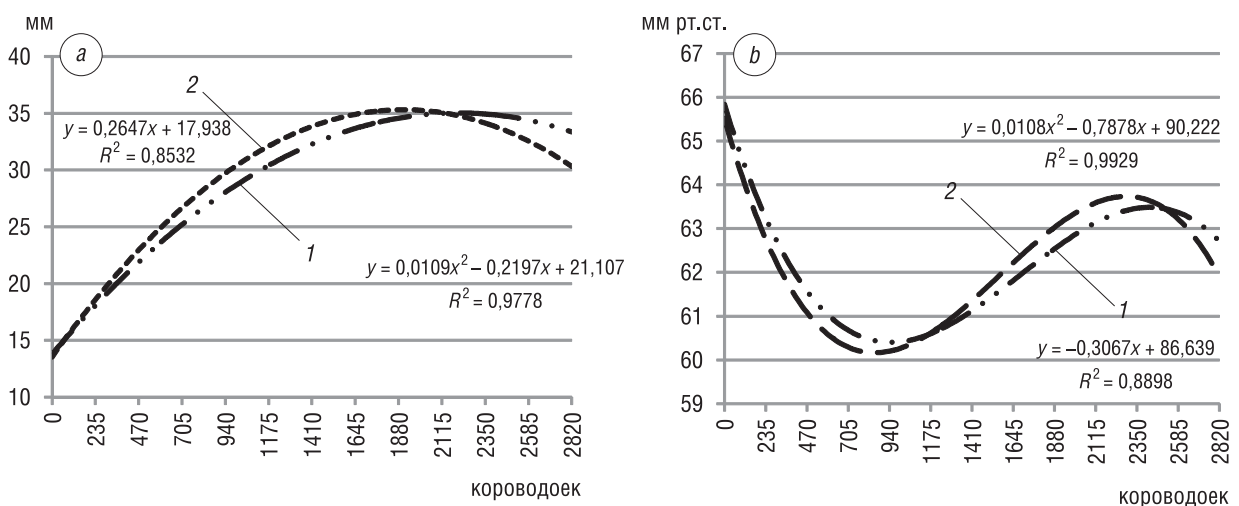


Рис. 5. Закономерности распределения относительного удлинения (а) и величины смыкания противоположных стенок (b) сосковой резины по количеству короводоек с техническим (1) и без технического (2) обслуживания

Fig. 5. Regularities of distribution of milking liner relative elongation (a) and value of the opposite walls closing (b) according to the number of milking cycles with and without technical maintenance

Продолжительность использования сосковой резины по времени (в днях) зависит от количества доений в день, количества коров обслуживаемых доильной установкой и количества доильных аппаратов. Исходя из этого продолжительность использования сосковой резины в днях определяется по следующей формуле:

$$T = \frac{2390k}{mn},$$

где m – количество доений в сутки; n – количество коров, которое обслуживает доильная установка, гол.; k – количество доильных аппаратов в доильной установке, ед.

В результате исследований был разработан график замены сосковой резины в днях на 2390 доек для различных доильных установок при различном количестве обслуживаемых коров (табл. 1).

Т а б л и ц а 1. Рекомендуемый график замены сосковой резины для различных доильных установок

T a b l e 1. Recommended schedule for milking liner replacement for different milking plants

| Количество доильных аппаратов в доильной установке | Количество обслуживаемых доильной установкой коров: двухразовом/трехразовом | | | | | |
|--|---|--------|--------|--------|-------|-------|
| | 100 | 200 | 300 | 400 | 600 | 800 |
| 6 | 72/48 | | | | | |
| 8 | 96/66 | | | | | |
| 12 | 143/96 | 72/48 | | | | |
| 16 | | 96/66 | 72/48 | | | |
| 24 | | 143/96 | 96/66 | 72/48 | | |
| 32 | | | 128/96 | 96/66 | 64/44 | |
| 44 | | | | 132/88 | 88/59 | 64/44 |
| 48 | | | | | 96/66 | 72/48 |

Заклучение. Количество и качество молока зависит от эффективной работы сосковой резины, поскольку она обеспечивает массаж сосков, нормальное кровообращение в сосках, стимуляцию вымени и интенсивность молоковыведения. При длительной эксплуатации в сосковой резине происходят изменения ее физико-механических свойств: увеличивается твердость и упругость, уменьшается эластичность из-за разрушения внутренней структуры резины вследствие образования микротрещин; увеличивается вакуум смыкания стенок сосковой резины, что приводит к уменьшению скорости молоковыведения, качества и количества молока, а также может привести к заболеваниям вымени.

Исследованиями установлено, что эффективный срок службы сосковой резины определяется только количеством короводоек. Сосковую резину типа ДД.00.041, изготовленную из натурального нитрильного каучука, производимую в России, Украине и Беларуси, целесообразно эксплуатировать не более 2390 короводоек, поскольку физико-механические свойства ее достигают такого уровня, что дальнейшее использование ее с такими параметрами становится нецелесообразным и опасным для здоровья животных.

Результаты исследований будут полезны работникам сельского хозяйства занимающимся молочным скотоводством, а также производителям сосковой резины, заводам-изготовителям доильного оборудования и научным сотрудникам, занимающимся разработкой доильного оборудования.

Список использованных источников

1. Курак, А. С. Технологические основы машинного доения и контроль качества молока / А. С. Курак, Н. С. Якович, И. В. Брыло. – Минск : БГАТУ, 2016. – 135 с.
2. Карташов, Л. П. Машинное доение коров / Л. П. Карташов. – М. : Колос, 1982. – 301 с.
3. Галичева, М. С. Влияние эластичности сосковой резины доильного аппарата на функцию молочной железы коров / М. С. Галичева, В. Т. Головань, Ю. Г. Дахужев // Новые технологии. – 2009. – № 1. – С. 13–16.
4. Борознин, В. А. Определение оперативного ресурса сосковой резины / В. А. Борознин, А. В. Борознин // Механизация и электрификация сел. хоз-ва. – 2007. – № 4. – С. 15–16.
5. Бабкин, В. П. Исследование физико-механических свойств сосковой резины и пути повышения ее качества / В. П. Бабкин, В. П. Савран, В. Я. Круговой // VI Всесоюзный симпозиум по машинному доению сельскохозяйственных животных, Таллин, 13–16 сентября 1983 г. : тез. докл. / редкол.: Э. К. Вальдман, Х. А. Райд, Г. Б. Тверской. – М., 1983. – Ч. 2. – С. 84–86.
6. Каналина, Н. М. Оценка жесткости сосковой резины / Н. М. Каналина, Л. Р. Загидуллин // Учен. зап. Казан. гос. акад. ветеринар. медицины им. Н. Э. Баумана. – 2012. – Т. 212. – С. 298–302.
7. Кажеко, О. А. Биотехнологическое обоснование срока эксплуатации сосковой резины : дис. ... канд. техн. наук : 06.02.04 / О. А. Кажеко. – Жодино, 1993. – 120 л.
8. Барановский, М. В. Эффективность использования сосковой резины в доильных аппаратах / М. В. Барановский, А. С. Курак, О. А. Кажеко // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. / Ин-т животноводства Нац. акад. наук Беларуси. – Жодино, 2005. – Т. 40. – С. 318–322.
9. Тимирбаева, А. И. Обоснование необходимости комплектования сосковой резины доильных аппаратов в процессе эксплуатации / А. И. Тимирбаева // Планирование и проведение исследований и интерпретация эксперимен-

тальных данных по изучению материалов различной природы : сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф., Омск, 23 нояб. 2017 г. / Междунар. центр инновац. исслед. ; отв. ред. А. А. Сукиасян. – Омск, 2017. – С. 108–112.

10. Антошук, С. А. К вопросу обеспечения стабильности вакуума в доильных установках / С. А. Антошук, Э. П. Сорокин // Механизация и электрификация сельского хозяйства : межведомств. темат. сб. / Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по механизации сел. хоз-ва. – Минск, 2011. – Вып. 45. – С. 199–203.

11. Wehowsky, G. Zu Fragen der Melkeigenschaften Neopren-Zitzengummi / G. Wehowsky, D. Kohlschmidt // Dt. Agrartechnik. – 1967. – Bd. 17, H.12. – S. 563–565.

12. Козлов, А. Н. Исследование сосковой резины доильных аппаратов / А. Н. Козлов, А. А. Патрушев, А. А. Козлов // Достижения науки – агропромышленному производству: материалы юб. XLV Междунар. науч.-техн. конф. / Челябин. гос. агроинженер. ун-т. – Челябинск, 2006. – Ч. 2. – С. 168–171.

13. Прищеп, И. И. Новое в теории взаимодействия соска животного с сосковой резиной в такте сосания / И. И. Прищеп // Агропанорама. – 1995. – № 1. – С. 25–26.

14. Антошук, С. А. Обоснование эффективных мероприятий по эксплуатации сосковой резины на основе исследования параметров ее износа / С. А. Антошук, Э. П. Сорокин, И. А. Ступчик // Механизация и электрификация сельского хозяйства : межведомств. темат. сб. / Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по механизации сел. хоз-ва. – Минск, 2011. – Вып. 45. – С. 193–199.

15. Сафиуллин, Н. А. Управление процессами совершенствования дойного стада и технологии производства молока / Н. А. Сафиуллин, А. Н. Калмыков. – Казань : Татар. кн. изд-во, 1997. – 154 с.

16. Анисько, Е. Н. Отбор коров, пригодных к интенсивной технологии / Е. Н. Анисько, Л. Г. Анисько, П. Е. Анисько // Проблемы интенсификации производства молока : тез. науч.-произв. конф. / М-во сел. хоз-ва и продовольствия БССР [и др.] ; редкол.: В. В. Горин (отв. ред.) [и др.]. – Минск, 1991. – Ч. 2. – С. 143–145.

17. Обоснование продолжительности эксплуатации сосковой резины доильных аппаратов / С. А. Соловьев [и др.] // Труды ГОСНИТИ / Всерос. науч.-исслед. технол. ин-т ремонта и эксплуатации машин.-трактор. парка. – М., 2013. – Т. 113. – С. 26–32.

18. Козлов, А. И. Повышение точности и достоверной оценки жесткости сосковой резины доильных аппаратов / Н. А. Козлов, А. И. Тимирбаева // Вестн. ЧГАА. – 2014. – Т. 68. – С. 98–104.

References

1. Kurak A. S., Yakovchik N. S., Brylo I. V. *Technological bases of machine milking and milk quality control*. Minsk, Belarusian State Agrarian Technical University, 2016. 135 p. (in Russian).

2. Kartashov L. P. *Machine milking of cows*. Moscow, Kolos Publ., 1982. 301 p. (in Russian).

3. Galicheva M. S., Golovan' V. T., Dakhuzhev Yu. G. Influence of elasticity of teat cup liner on the function of cows' mammary gland. *Novye tekhnologii* [New Technologies], 2009, no. 1, pp. 13–16 (in Russian).

4. Boroznin V. A., Boroznin A. V. Determination of the operational resource of teat cup liner. *Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo khozyaistva* [Mechanization and Electrification of Agriculture], 2007, no. 4, pp. 15–16 (in Russian).

5. Babkin V. P., Savran V. P., Krugovoi V. Ya. Investigation of physical and mechanical properties of teat cup liner and the ways to improve its quality. *VI Vsesoyuznyi simpozium po mashinnomu doeniyu sel'skokhozyaistvennykh zhivotnykh, Tallin, 13–16 sentyabrya 1983 g.* [VI All-Union Symposium on Machine Milking of Farm Animals, Tallinn, September 13–16, 1983]. Moscow, 1983, pt. 2, pp. 84–86 (in Russian).

6. Kanalina N. M., Zagidullin L. P. Assessment of rigidity of teat cup liner. *Uchenye zapiski Kazanskoi gosudarstvennoi akademii veterinarnoi meditsiny im. N.E. Baumana* [Scientific notes of the Bauman Kazan State Academy of Veterinary Medicine], 2012, vol. 212, pp. 298–302 (in Russian).

7. Kazheko O. A. *Biotechnological substantiation of the lifespan of teat cup liner*. Doctoral thesis in Engineering. Zhodino, 1993. 120 p. (in Russian).

8. Baranovskii M. V., Kurak A. S., Kazheko O. A. Efficiency of the use of teat cup liner in milking machines. *Zootehnicheskaya nauka Belarusi: sbornik nauchnykh trudov* [Zootechnical science of Belarus: collection of scientific papers]. Zhodino, 2005, vol. 40, pp. 318–322 (in Russian).

9. Timirbaeva A. I. Substantiation of the necessity to complete teat cup liner of milking machines in the process of operation. *Planirovanie i provedenie issledovaniy i interpretatsiya eksperimental'nykh dannykh po izucheniyu materialov razlichnoi prirody: sbornik statei Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Omsk, 23 noyabrya 2017 g.* [Planning and conducting research and interpreting experimental data on the study of materials of different nature: a collection of articles of the International scientific and practical conference, Omsk, November 23, 2017]. Omsk, 2017, pp. 108–112 (in Russian).

10. Antoshuk S. A., Sorokin E. P. To the issue of provision of vacuum stability in milking units. *Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo khozyaistva: mezhvedomstvennyi tematicheskii sbornik* [Mechanization and electrification of agriculture: interdepartmental subject collection]. Minsk, 2011, iss. 45, pp. 199–203 (in Russian).

11. Wehowsky G., Kohlschmidt D. Zu Fragen der Melkeigenschaften Neopren-Zitzengummi. *Deutsche Agrartechnik*, 1967, vol. 17, no. 12, pp. 563–565 (in German).

12. Kozlov A. N., Patrushev A. A., Kozlov A. A. Research on teat cup liner of milking machines. *Materialy yubileinoi XLV Mezhdunarodnoi nauchno-tekhnicheskoi konferentsii "Dostizheniya nauki – agropromyshlennomu proizvodstvu"* [The materials of the jubilee XLV International scientific and technical conference "Science Achievements – Agro-Industrial Production"]. Chelyabinsk, 2006, pt. 2, pp. 168–171 (in Russian).

13. Prishchepa I. I. The new in the theory of interaction of an animal teat with teat cup liner in a milking phase. *Agropanorama* [Agropanorama], 1995, no. 1, pp. 25–26 (in Russian).
14. Antoshuk S. A., Sorokin E. P., Stupchik I. A. Substantiation of the efficiency of actions on the maintenance of teat cup liner on the basis of its depreciation research. *Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo khozyaistva: mezhvedomstvennyi tematicheskii sbornik* [Mechanization and electrification of agriculture: interdepartmental subject collection]. Minsk, 2011, iss. 45, pp. 193–199 (in Russian).
15. Safiullin N. A., Kalmykov A. N. *Managing the perfection of milking herd and milk production technology*. Kazan, Tatar book publishing house, 1997. 154 p. (in Russian).
16. Anis'ko E. N., Anis'ko L. G., Anis'ko P. E. Selection of cows suitable for intensive technology. *Problemy intensifikatsii proizvodstva moloka : tezisy nauchno-proizvodstvennoi konferentsii* [Problems of intensification of milk production: theses of the scientific and production conference]. Minsk, 1991, pt. 2, pp. 143–145 (in Russian).
17. Solov'ev S. A., Kozlov A. N., Timirbaeva A. I., Ol'khovatskii A. K. Justification of the period of use of teat cup liner of milking machines. *Trudy GOSNITI* [Proceedings of GOSNITI], 2013, vol. 113, pp. 26–32 (in Russian).
18. Kozlov N. A., Timirbaeva A. I. Improving accuracy and reliable assessment of the stiffness of the teat cup liner of milking machines. *Vestnik ChGAA* [Bulletin of the Chelyabinsk State Agroengineering Academy], 2014, vol. 68, pp. 98–104 (in Russian).

Информация об авторах

Передня Владимир Иванович – доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник, Научно-практический центр Национальной академии наук по механизации (ул. Кнорина, 1, 200007, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belagromech@tut.by

Кувшинов Александр Александрович – аспирант, младший научный сотрудник, Научно-практический центр Национальной академии наук по механизации (ул. Кнорина, 1, 200007, Минск, Республика Беларусь). E-mail: npc_mol@mail.ru

Information about authors

Perednya Vladimir I. – D.Sc. (Engineering), Professor. The Research and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Mechanization of Agriculture (1 Knorin Str., Minsk 220049, Republic of Belarus).

Kuvshinov Alexander A. – Postgraduate Student. The Research and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Mechanization of Agriculture (1 Knorin Str., Minsk 220049, Republic of Belarus). E-mail: npc_mol@mail.ru