

Виявлення змін дійкової гуми доїльних апаратів в процесі випробування і в виробничих умовах

А. П. Палій, А. О. Науменко, А. П. Палій, С. А. Золотарьова, А. П. Золотарьов, Л. О. Тарасенко, О. Л. Нечипоренко, Л. Г. Улько, О. М. Калашник, Ю. В. Мусієнко

Дійкова гума – єдиний компонент з усього доїльного обладнання, який знаходиться в безпосередньому контакті з тваринами. Завдання полягає у встановленні якісних техніко-технологічних характеристик дійкової гуми доїльних апаратів. Встановлено, що дійкова гума після 600–650 годин напрацювання має значний діапазон прогинання ($5,5 \pm 0,03$ – $3,7 \pm 0,04$ мм) та деформації присоски ($1,3 \pm 0,02$ – $3,5 \pm 0,05$ мм). Виявлено позитивну кореляційну залежність між еластичністю дійкової гуми та деформацією її присоски ($r = +0,948$).

Методом пропускання електричного розряду надано оцінку щодо готовності дійкової гуми до використання з встановленням для гуми ДД 00.041А АО “Брацлав” коефіцієнту варіації ($v < 10\%$), що дає змогу оцінити якість виробу.

Встановлено, що зміна маси і об'єму дійкових гум за 72 години впливу рідини СЖР-3 при $t = 150^\circ\text{C}$ перевищують більш ніж в 2,5 рази показники, отримані при контакті з рідиною Скайдрол LD-4. Встановлено позитивну кореляційну залежність між масою дійкових гум та їх об'ємом ($r = +0,965$).

Виявлено, що при натягу гуми в діапазоні від 0 до 90 Н тривалість втрати деформації оболонки дійкової гуми нетривала і становить 0,05–0,06 с. Зі збільшенням терміну експлуатації дійкової гуми до 4 місяців відбувається зменшення її натягу з 56–60 Н до 43–45 Н, що негативно позначається на максимальній швидкості молоковідведення – вона знижується у 1,5 рази.

Встановлено позитивну кореляційну залежність між терміном експлуатації дійкової гуми та рівнем її бактеріального обсіменіння ($r = +0,960$).

Ключові слова: дійкова гума, характеристика гуми, параметри гуми, напрацювання, деформація оболонки.

1. Вступ

Доїльний апарат – один з основних елементів доїльної установки. Незалежно від конструктивних особливостей, він призначений для вилучення молока з вимені під дією вакууму. Доїльні стакани, укомплектовані дійковою гумою, є виконавчими механізмами апарату. Від ефективності роботи дійкової гуми залежить не тільки якість видоювання корів, а й стан їх здоров'я. Корова продукує молоко не просто в результаті механічного процесу його відсмоктування доїльним апаратом, а в результаті прояву фізіологічних процесів, якими управляє мозок тварини. Наскільки ефективними будуть ці процеси, скільки гормону окситоцину виділиться в кров і як довго він буде діяти, багато в чому залежить від функціональної активності дійкової гуми [1, 2].

Дійкова гума – найважливіший елемент доїльного апарату, тому що вона має безпосередній контакт з вим'ям тварини і здійснює на нього прямий вплив. Від вибору дійкової гуми, якості матеріалу виготовлення, від правильних геометричних параметрів і фізико-механічних властивостей (жорсткість, пружність, цілісність тощо) залежить здоров'я дійок вимені, швидкість молоковіддачі, якість молока. А в кінцевому підсумку – продуктивність і рентабельність молочного виробництва в цілому.

Аналіз численних експериментів [3–6] свідчить про те, що конструкція дійкової гуми більше, ніж будь-який інший фактор, впливає на характеристики доїння. Отже, щоб доїння відбувалося швидко, з максимальною повнотою, і при цьому дійки вимені не ушкоджувалися, гума повинна бути високої якості – відповідати техніко-технологічним параметрам, які максимально враховують фізіологічність тварин. При цьому позитивно впливати як на технологічний процес видоювання в цілому так і фізіологічний стан корів зокрема.

Таким чином, необхідність даних досліджень полягає у встановленні якісних техніко-технологічних характеристик дійкової гуми доїльних апаратів. Це досягається за рахунок встановлення змін властивостей дійкової гуми в агресивних робочих рідинах.

Такий підхід дасть можливість розширити уявлення про якісні характеристики гумових виробів. Поряд з цим це дозволить розкрити механізм змін технічних параметрів дійкової гуми і призведе до раціонального використання гумових виробів доїльних апаратів, отже, принесе практичну цінність.

2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

Дійкова гума є єдиною деталлю, яка під час доїння безпосередньо контактує з вим'ям тварини. Так нова дійкова гума має високу еластичність, яка забезпечує ефективний масаж дійок, стимуляцію вимені і максимальну молоковіддачу. При старінні вона втрачає еластичність, розтягується, її поверхня грубіє і тріскається.

Зміна еластичності матеріалу знижує масажуючий ефект при стисненні дійкової гуми. Тиск дійкової гуми на дійку вимені – головний фактор стимуляції молоковіддачі, навіть більш важливий, ніж частота і тривалість пульсацій [7]. Не еластична дійкова гума здійснює значно менший масажуючий ефект. У зв'язку з цим при використанні неякісної з великим коефіцієнтом жорсткості, з тріщинами в структурі матеріалу) або зношеної гуми, яка відпрацювала свій термін відповідно до рекомендацій фірми-виробника, природно очікувати зниження стимулюючої дії пульсації [8]. Зниження масажуючого ефекту безпосередньо позначається на циркуляції крові і лімфи тварини. Доїння корів з використанням неякісної дійкової гуми збільшує ризик застою і набряку дійок, при цьому знижується потік молока. Поряд з цим стан дійок вимені буде швидко погіршуватися. Ці фактори – погіршення стимуляції, застій крові і подальший набряк дійок, призводять до збільшення тривалості впливу вакууму на дійки вимені. В результаті захисні механізми дійок стають менш ефективними. Це другий фактор, що підвищує небезпеку інфікування дійок при використанні неякісної дійкової гуми, додатково до збільшеної бактеріального обсіменіння.

Встановлено [9], що доїння дійковою гумою, яка втратила первинні техніко-технологічні показники – еластичність, пружність, цілісність тощо, підвищує ймовірність зісковзування підвісної частини апарату. А неповне видоювання підвищує схильність дійок до проникнення нових інфекуючих агентів.

Щоб забезпечити стабільність умов доїння, зазначають [10, 11], що дійкова гума повинна зберігати свої фізичні властивості у вузькому діапазоні значень під час всього терміну служби. Гума повинна витримувати багаторазове розтягнення в доїльному стакані, не зазнаючи надмірного натягу і не деформуючись з часом. Крім того, дійкова гума працює в агресивному середовищі, піддаючись постійному впливу молочного жиру, гарячої води і різних миючих засобів, що містять луги, кислоти і хлор [12]. Проникаючи в гуму, молекули жиру викликають її набухання, тим самим прискорюючи процеси старіння і руйнування полімерної структури. Миючі засоби видаляють більшу частину молочного жиру, але при цьому вони також впливають на внутрішню поверхню гуми, приводячи до її старіння.

Аналіз численних експериментів [13–15] свідчить про те, що важливо використовувати найбільш якісний і доступний тип дійкової гуми (з урахуванням фірм-виробників які пропонують вироби з різних матеріалів) і стежити за тим, щоб при доїнні не використовувалися старі (відпрацьовані) вироби з набряклою і грубою поверхнею. Слід зазначити, що застосування навіть з невеликими непомітними змінами форми гуми і її гнучкості може привести до істотного погіршення стану молочної залози тварини. Така гума, швидко твердне, розбухає і тріскається. Також на внутрішніх стінках утворюються дрібні тріщини, які створюють ідеальні умови для розвитку бактерій і різних відкладень.

Порівняльні дослідження різних доїльних систем [16] свідчать, що дійкова гума з техніко-технологічними параметрами, які не відповідають фізіологічним потребам тварин, може привести до виникнення субклінічного маститу. Втрати в надої молока при використанні такої гуми можуть становити, за різними даними, до 5 %. Тому першою вимогою для здорового доїння корів є застосування високоякісної за усіма параметрами дійкової гуми.

Щоб ефект від використання дійкової гуми був максимальним, необхідно правильно розрахувати умови її використання і правильно підібрати її до тварин на господарстві. Найкращі результати використання правильно підібраної гуми будуть у господарстві або на групі тварин, у яких будуть максимально однаковими рівень молоковіддачі, розміри дійок і вимені.

Пропозицій щодо дійкової гуми для різного доїльного обладнання, в тому числі і іноземного виробництва, наразі на ринку досить багато.

Так, існує продукція, вироблена на заводах або майстернях на місцевому рівні. Як правило, це моделі, скопійовані з оригіналів. Ці вироби зовні схожі на оригінали, але немає ніякої інформації щодо їх експлуатаційних характеристик [17].

Аналоги оригіналу – таку продукцію пропонують компанії, які, як правило, не займаються постачанням комплектного доїльного обладнання, його регулярним обслуговуванням.

Тому виробник молока, що експлуатує доїльне обладнання, повинен мати інформацію щодо дійкової гуми та керуватися основними принципами при її виборі.

Проведені раніше дослідження експлуатаційних властивостей дійкової гуми здійснювалися із заздалегідь відомим часом їх напрацювання, що виключало можливість встановлення якісних технічних характеристик нових виробів [18].

Дослідженню питання функціонування доїльного обладнання присвячені роботи [19–23]. Але залишилися невирішеними питання, пов'язані з дослідженням якісних технічних характеристик дійкової гуми різних фірм-виробників. Причиною цього слугує витратна частина в плані термінів проведення відповідних досліджень та спостережень.

Отже доцільним є проведення дослідження, присвяченого встановленню якісних техніко-технологічних характеристик дійкової гуми доїльних апаратів.

3. Мета і завдання дослідження

Метою дослідження є виявлення змін дійкової гуми доїльних апаратів в процесі її випробування та у виробничих умовах. Це дозволить знайти адекватне рішення у виборі для доїння стада гумових виробів.

Для досягнення поставленої мети вирішувалися наступні задачі:

- виявити технічні показники (прогинання у доїльному сткани робочої поверхні та деформацію верхньої частини, яка має форму присоски, за використання розроблених пристроїв) нової дійкової гуми різних фірм-виробників та після напрацювання;

- встановити зміни маси, об'єму, відносної остаточної деформації та коефіцієнту старіння за напруженістю дійкової гуми в агресивних робочих рідинах;

- визначити вплив сили натягу дійкової гуми, як фактора, який багато в чому визначає характер стискання в гільзі доїльного стакану на тривалість втрати деформації оболонки дійкової гуми та показники молоковіддачі;

- встановити рівень бактеріального обсіменіння дійкової гуми за часом її експлуатації та його вплив на якість молока.

4. Матеріали та методи дослідження якісних технічних характеристик дійкової гуми доїльних апаратів

4.1. Методика дослідження якісних показників нової дійкової гуми різних фірм-виробників та після напрацювання

Експеримент проводили в умовах Державного підприємства “Дослідне господарство “Гонтарівка” Вовчанського району Харківської області (Україна) за прив'язного утримання дійних корів української чорно-рябої молочної породи. Доїння тварин відбувається у молокопровід.

На дослідження були представлені:

- гума BouMatic (аналог ДД.00.041А) з матеріалу силікон харчовий виробництва “BouMatic Robotics”, м. Moncton (Канада);

- гума De Laval (аналог ДД.00.041А) з матеріалу гумових сумішей виробництва “Zhangjiagang Chuangpu Machinery Co., Ltd.”, м. Jiangsu (Китай);

- гума ДД 00.041А з матеріалу гумових сумішей виробництва АО “Брацлав” смт. Брацлав, Немирівський р-н, Вінницька обл. (Україна);

- гума ДД 00.041А з матеріалу гумових сумішей виробництва АТ “Агротехимпорт”, м. Володимир (Росія).

Вибір даних виробів для дослідження пояснюється тим, що саме вони широко представлені на ринку доїльного обладнання та користуються попитом [3].

Визначення стану дійкових гум відбувалося через 600–650 годин її експлуатації – термін, коли дійкова гума активно втрачає свої первинні техніко-технологічні властивості. Саме за цього часового інтервалу гумовий виріб найактивніше експлуатується, після чого повністю втрачає первинні технічні показники. Тому в подальшому (за використання більше 650 год), з точки зору наукового аспекту та даними сервісних служб, його дослідження не є актуальними.

На первинному етапі геометричними вимірами було встановлено повну відповідність всіх представлених виробів технічним умовам [24].

За методикою [25] виконували умови з підбору зразків – проводили первинний огляд виробів, встановлювали придатність до випробувань, вибраковування гуми. Слідували алгоритму щодо випробування дійкової гуми, здійснювали необхідні під час випробувальних робіт прийоми та маніпуляції. А саме, – вимірювали деформацію присоски дійкової гуми, її еластичність та гнучкість.

Визначення цілісності дійкових гум доїльних апаратів здійснювали за допомогою пристрою (рис. 1).

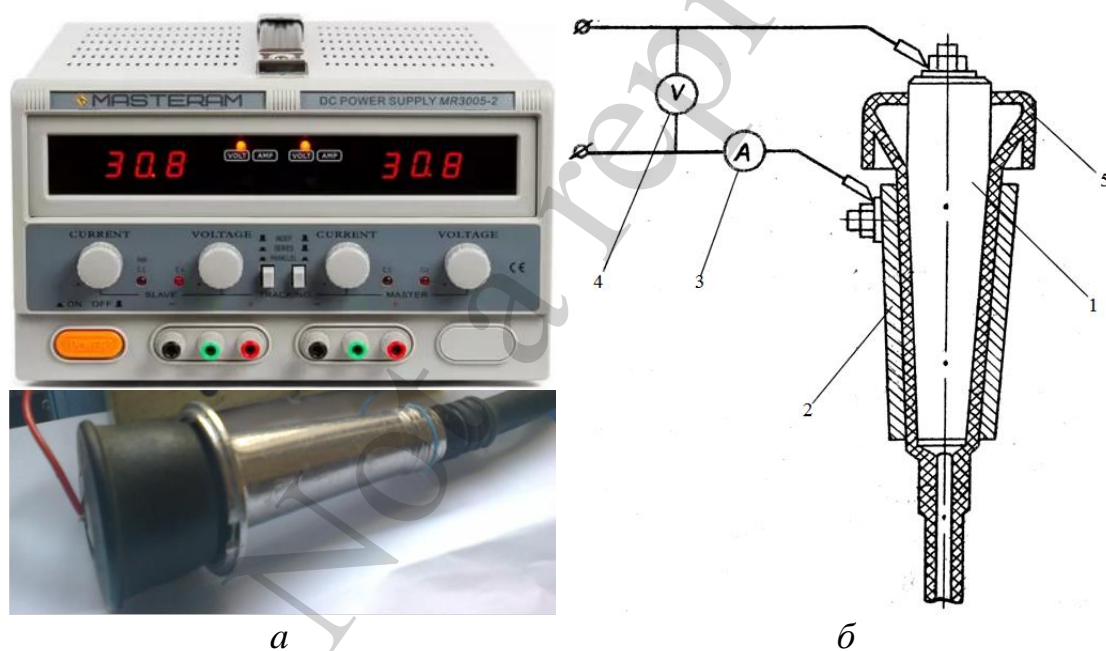


Рис. 1. Пристрій для дефектування дійкової гуми доїльних стаканів електричним струмом: *а* – загальний вигляд пристрою з регульованим блоком живлення Masteram MR3005-2; *б* – схема пристрою: 1 – конусний сердечник; 2 – обойма; 3 – вимірювач електричного струму; 4 – вимірювач величини напруги струму; 5 – дійкова гума, яка досліджується [26]

Пристрій складається з внутрішнього та зовнішнього електродів, виконаних відповідно у вигляді конусного сердечника 1 та обойми 2, діаметри яких більше відповідних діаметрів дійкової гуми в 1,2–1,3 рази, вимірювача електричного струму (амперметра) 3 та вимірювача величини напруги струму (вольтметра) 4. Пристрій під'єднується до джерела електричного струму. За до-

помогою вольтметра 4 встановлюється необхідна для дефектування напруга (до 30 В), яка подається на обойму 2 та конусний сердечник 1.

Характеристика блока живлення (рис. 1, а) наступна: регулювання значень струму і напруги здійснюється потенціометрами окремо в кожному каналі; вихідні значення струму і напруги в кожному каналі контролюються на роздільних світлодіодних панелях. Похибка вимірювань становить не більше 1 % ± 2 одиниці по напрузі і 2 % ± 2 одиниці по току.

За контроль була обрана дійкова гума ДД 00.041А АО “Брацлав”, яка пройшла відповідні випробування а також зарекомендувала себе як надійний елемент доїльного обладнання [3].

Принцип роботи пристрою полягає в наступному: якщо дійкова гума 5 має тріщини, електричний розряд вільно проходить через них і відбувається пробій.

З метою визначення якості дійкової гуми ДД 00.041А АО “Брацлав” за показником коефіцієнту варіації використовували власно розроблену трьохступеневу градацію (табл. 1) [27]. Інтерпретацією матеріалів зазначеного джерела аргументовано, що саме даний розподіл є коректним за використання коефіцієнту варіації.

Таблиця 1

Групування дійкової гуми за коефіцієнтом варіації

| Група | Значення коефіцієнту варіації |
|-------|-------------------------------|
| I | до 10 % |
| II | від 10 до 20 % |
| III | вище 20 % |

Передбачена класифікація якості зразків дійкової гуми (згідно табл. 1):

– I група – якість гуми вважається відмінною (значення коефіцієнту варіації (v) до 10 %);

– II група – якість добра (значення коефіцієнту варіації (v) від 10 до 20 %); III група – якість гуми незадовільна (значення коефіцієнту варіації (v) вище 20 %).

Даний розподіл пояснюється тим, що зношена дійкова гума має максимальний коефіцієнт варіації $\max 31,2$ %. Нова дійкова гума має мінімальний коефіцієнт варіації 3,9 %. Зазначені висхідні данні послугували до розробки відповідної класифікації.

4. 2. Методика дослідження змін властивостей дійкової гуми в агресивних робочих рідинах

Дослідні зразки дійкової гуми піддавали впливу рідини СЖР-3 при температурі 150 °С. Паралельно при температурі 150 °С витримували гуму в рідині Скайдрол LD-4. Зазначені рідини є новими і ефективними в області застосування в дослідженнях гумових виробів [17].

Основні фізико-хімічні показники робочої рідини СЖР-3 наступні: анілінова точка – 71–75 °С; кінематичні в'язкість при 100 °С – 4,5–5,0.

Основні фізико-хімічні показники робочої рідини Скайдрол LD-4 наступні: в'язкість при 100 °С – 11,42; точка застигання – 62 °С.

Зміну маси після впливу рідких агресивних середовищ визначали по [28]. Сутність методу полягає в тому, що недеформовані стандартні зразки гум у вигляді пластин піддавали впливу рідких агресивних середовищ при заданій температурі і часу витримки. Потім визначали їх стійкість по зміні величини одного або декількох показників, таких як вихідна маса зразка.

Відносну залишкову деформацію стиснення на повітрі визначали за [29]. Зразки у вигляді циліндрів піддавали впливу статичної деформації стиснення, і за величиною відносної залишкової деформації визначали здатність гум зберігати еластичні властивості в стисломому стані при заданих умовах.

Коефіцієнт старіння по напрузі стиснення визначали по методу Б [30]. Суть методу (позиції 2.1–2.4.4 за [30]) полягає у вимірюванні сили стиснення при температурі 23 ± 2 °С стиснених до заданої деформації зразків до і після витримки їх заданий час при підвищеній температурі і розрахунку напруги (рис. 3).

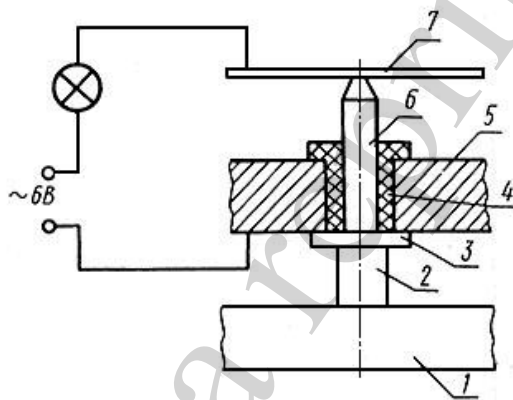


Рис. 3. Електро-механічна схема визначення коефіцієнту старіння по напрузі стиснення: 1 – нижня плита; 2 – зразок дійкової гуми; 3 – фланець; 4 – направляюча втулка; 5 – верхня плита; 6 – шток; 7 – пружина

Вимірювальний пристрій, що задіяний для визначення коефіцієнту старіння по напрузі стиснення, складається з змінних плоских каліброваних пружин різної жорсткості і індикатора з ціною поділки 0,01 мм. Штоки, розміщені в отворах знімною плити струбцини, ковзають в напрямних втулках, виготовлених з електроізоляційного матеріалу. Штоки повинні падати під дією власної маси, яка не повинна перевищувати 50 м [30].

Вістря верхнього кінця штока служить точковим контактом з пружиною вимірювального пристрою (рис. 3).

Нижній кінець штока закінчується фланцем, призначеним для електричного контакту з верхньою плитою струбцини.

Момент початку і закінчення вимірювання фіксували за сигнальною лампочкою. Напряга електросигнальної системи була в межах 6 В.

Зразки у вигляді циліндрів поміщали в струбцини і витримували в робочих середовищах при заданих температурі і тривалості. Визначали силу стиснення

до і після впливу середовища, а по співвідношенню між цими значеннями – коефіцієнт старіння.

В одну струбцину затискали зразки, що відрізнялися по висоті не більше, ніж на $\pm 0,05$ мм. Допускалася ступінь стиснення 20, 30 і 40 %.

Витримували струбцини із стисненими зразками при температурі 23 ± 2 °С протягом 30 хв. При цій же температурі вимірювали силу стиснення в зразках. Для цього поміщали струбцину в зібраному вигляді з встановленими в ній зразками на рухому плиту релаксометра так, щоб вісь штока першого зразка збіглася з віссю штока силовимірювача. При цьому допускалося подальше невелике дожимання зразка.

Встановлювали змінну калібровану пружину, підбираючи її для даної випробуваної серії зразків таким чином, щоб максимальний прогин пружини був не більше 1 мм.

Встановлювали індикатор в нульове положення. Рухому плиту приладу піднімали за допомогою підйомного гвинта і доводили конус штока струбцини до торкання з каліброваною пружиною (загоралася сигнальна лампочка).

Рухому плиту продовжували піднімати до тих пір, поки не розмикався електричний ланцюг (сигнальна лампочка гасне). У момент розмикання знімалися показання індикатора.

Вимірювання повторювали три рази і брали середнє арифметичне трьох показань індикатора. Допустимі розбіжності не перевищували $\pm 0,02$ мм від введеного середнього значення показника для кожного зразка.

4. 3. Методика дослідження впливу натягу дійкової гуми на втрату деформації оболонки та показники молоковіддачі

Визначення натягу дійкової гуми в гільзі доїльного стакану здійснювали за допомогою пристрою (рис. 4).

Пристрій складається з відлікового пристрою (індикатора годинникового типу) 1 з межею вимірювання до 25 мм, корпусу 2, фіксаційного гвинта 3, упору 4, рухомої втулки 5, поворотного важеля 6 та нерухомої вставки 7.

Принцип роботи пристрою полягає в наступному: готовий до використання пристрій (показання індикатора годинникового типу знаходяться у вихідному положенні) вводиться в середину дійкової гуми. Там він розміщується у вертикальному положенні, при цьому упор 4 обмежує глибину його введення. Поворотний важіль 6 та нерухома вставка 7 контактують з внутрішньою поверхнею гуми, визначаючи таким чином її натяг. Величина натягу гуми визначається за шкалою індикатора годинникового типу 1 [31].

Середню інтенсивність молоковиведення (Q) у кг/хв розраховували (1):

$$Q = \frac{\sum(q_1 + q_2)}{\sum(t_1 + t_2)}, \quad (1)$$

де q_1 – величина машинного надою, кг, q_2 – величина машинного додоювання, кг, t_1 – тривалість машинного доїння, хв, t_2 – тривалість машинного додоювання, хв.

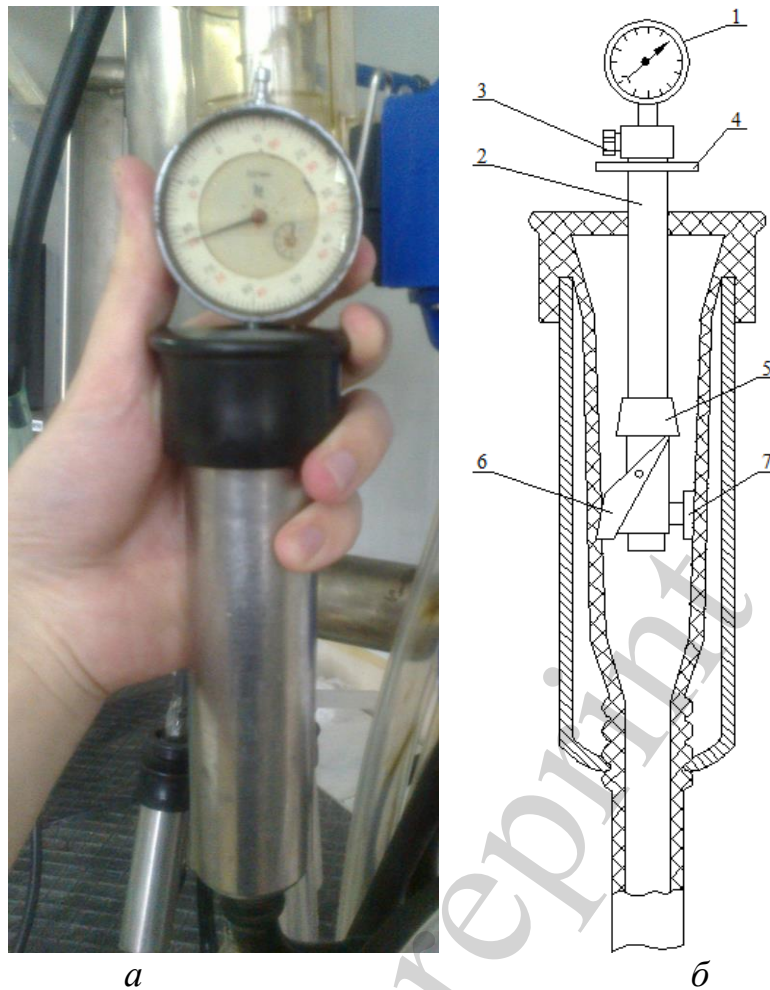


Рис. 4. Пристрій для визначення натягу дійкової гуми доїльних стаканів: а – загальний вигляд; б – схема пристрою: 1 – відліковий пристрій; 2 – корпус; 3 – фіксаційний гвинт; 4 – упор; 5 – рухома втулка; 6 – поворотний важіль; 7 – нерухома вставка

Максимальну інтенсивність молоковиведення визначали по діаграмі за 15 с доїння, протягом яких мала місце максимальна швидкість доїння [32].

4. 4. Методика дослідження рівня бактеріального обсіменіння дійкової гуми за часом її експлуатації та його вплив на якість молока

З метою визначення ступеня обсіменіння внутрішньої поверхні дійкової гуми за допомогою стерильних ватних тампонів, змонтованих на дерев'яних паличках товщиною 2–3 мм, робили змиви. Ватні тампони вміщували в стерильні пробірки з 5 см³ стерильного фізіологічного розчину хлористого натрію таким чином, щоб тампон знаходився на 2–3 см вище рівня рідини в пробірці. Перед узяттям змиву тампон зволожували у фізіологічному розчині, надлишок рідини видаляли шляхом віджимання тампону об внутрішню поверхню верхньої половини пробірки. Робили змив з поверхні за допомогою стерильного трафарету, після чого тампон знову вміщували в пробірку і занурювали в рідину. Посіви для визначення бактеріального обсіменіння виконували не пізніше

як за 3 години після відбору матеріалу з послідовних 10-кратних його розведень від 10^{-2} до 10^{-6} у фізіологічному розчині.

Загальне бактеріальне обсіменіння молока досліджували за [33], що ґрунтується на властивості мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів розмножуватися на щільному поживному агарі за температури 30 ± 1 °С протягом 72 годин.

Кількість колоній, що вирости, підраховували на кожній чашці Петрі. Загальну кількість бактерій в 1 см^3 або 1 г молока оцінювали (2):

$$\tilde{O} = n \times 10^m, \quad (2)$$

де n – кількість колоній, підрахованих в чашці Петрі, m – кількість десятикратних розведень.

Загальну кількість ентеробактерій визначали шляхом посіву розведень молока і змивів на середовищі Ендо в кількості $0,1 \text{ см}^3$ з наступним розштрихуванням шпателем. Посіви інкубували протягом 18–20 годин при температурі $36,5 \pm 0,5$ °С, після чого обліковували кількість колонієутворюючих одиниць.

5. Результати дослідження якісних технічних характеристик дійкової гуми доїльних апаратів

5.1. Дослідження технічних показників нової дійкової гуми різних фірм-виробників та після напрацювання

У ході досліджень встановлено (табл. 2), що гумі Bou Matic (Канада) властиві найкраща еластичність та найбільша гнучкість – у середньому 5,3 мм проти 4,8 мм порівняно з гумою De Laval (Китай), 3,8 мм гуми АО “Брацлав” (Україна) та 3,8 гуми ДД 00.041А АТ “Агротехимпорт” (Росія).

Таблиця 2

Якість дійкових гум, ($X \pm S_{\bar{x}}$)

| Фірма-виробник та номер гуми | Прогинання гуми, мм | Деформація присоски, мм |
|------------------------------|---------------------|-------------------------|
| Bou Matic № 473219 | $5,2 \pm 0,03$ | $1,3 \pm 0,02$ |
| Bou Matic № 498710 | $5,3 \pm 0,02$ | $1,5 \pm 0,03$ |
| Bou Matic № 435373 | $5,4 \pm 0,04$ | $1,5 \pm 0,04$ |
| Bou Matic № 477361 | $5,5 \pm 0,02$ | $1,6 \pm 0,03$ |
| Bou Matic № 467591 | $5,3 \pm 0,03$ | $1,4 \pm 0,03$ |
| Bou Matic № 496743 | $5,5 \pm 0,03$ | $1,5 \pm 0,04$ |
| Bou Matic № 420569 | $5,2 \pm 0,02$ | $1,4 \pm 0,03$ |
| Bou Matic № 457339 | $5,2 \pm 0,04$ | $1,3 \pm 0,02$ |
| De Laval № 786002 | $4,8 \pm 0,03$ | $1,9 \pm 0,02$ |
| De Laval № 714731 | $4,9 \pm 0,04$ | $2,0 \pm 0,02$ |
| De Laval № 716087 | $4,7 \pm 0,03$ | $2,0 \pm 0,03$ |
| De Laval № 774651 | $4,8 \pm 0,04$ | $2,1 \pm 0,03$ |
| De Laval № 799079 | $4,8 \pm 0,03$ | $1,9 \pm 0,02$ |

| | | |
|-------------------|----------|----------|
| De Laval № 735490 | 4,7±0,04 | 1,9±0,03 |
| De Laval № 808082 | 4,9±0,05 | 2,1±0,02 |
| De Laval № 818081 | 4,8±0,04 | 2,0±0,02 |
| ДД 00.041А № 451* | 4,0±0,06 | 3,1±0,03 |
| ДД 00.041А № 451* | 3,8±0,04 | 3,2±0,04 |
| ДД 00.041А № 451* | 3,9±0,04 | 3,1±0,04 |
| ДД 00.041А № 451* | 3,9±0,05 | 2,9±0,04 |
| ДД 00.041А № 451* | 3,8±0,04 | 3,1±0,03 |
| ДД 00.041А № 451* | 3,9±0,04 | 3,2±0,02 |
| ДД 00.041А № 451* | 3,7±0,04 | 3,1±0,03 |
| ДД 00.041А № 451* | 3,9±0,04 | 3,1±0,04 |
| ДД 00.041А б/н** | 3,7±0,05 | 3,5±0,05 |
| ДД 00.041А б/н** | 3,8±0,04 | 3,5±0,04 |
| ДД 00.041А б/н** | 3,9±0,06 | 3,4±0,03 |
| ДД 00.041А б/н** | 3,8±0,05 | 3,3±0,03 |
| ДД 00.041А б/н** | 3,8±0,04 | 3,5±0,04 |
| ДД 00.041А б/н** | 3,7±0,05 | 3,4±0,05 |
| ДД 00.041А б/н** | 3,7±0,04 | 3,3±0,04 |
| ДД 00.041А б/н** | 3,8±0,05 | 3,4±0,06 |

Примітка: $P < 0,05$; * – дійкова гума АО “Брацлав”; ** – дійкова гума АТ “Агротехимпорт”.

Діапазоном прогинання для гуми Vou Matic становив від 5,2±0,02 мм до 5,4±0,04 мм; гуми “De Laval – від 4,7±0,03 мм до 4,9±0,05 мм. Для гуми ДД 00.041А АО “Брацлав” цей показник знаходився в межах від 3,7±0,04 мм до 4,0±0,06 мм, а гуми ДД 00.041А АТ “Агротехимпорт” – в межах від 3,7±0,04 мм до 3,9±0,06 мм.

У гуми Vou Matic деформація присоску була найменша – 1,3±0,02–1,6±0,03 мм. Найбільша деформація присоску відмічалася в гумі ДД 00.041А АТ “Агротехимпорт” – 3,3±0,03–3,5±0,05 мм.

Порівнюючи одержані результати за усіма зразками гуми, встановлено значний діапазон їх прогинання (від 5,5±0,03 до 3,7±0,04 мм) та деформації присоски (від 1,3±0,02 до 3,5±0,05 мм). Це засвідчує те, що гумові вироби мають різні технічні характеристики, і, як наслідок, по різному впливають на дійки вимені під час доїння. Адже саме жорсткість виробу є вирішальним чинником у впливі на організм корови – її дійки під час доїння. Даний чинник підтверджує пераспективність подальших досліджень, направлених на виявлення впливу гумових виробів на дійки корів за різного їх виконання та виготовлення.

Поряд із цим, між еластичністю дійкової гуми та деформацією її присоски встановлено високу позитивну кореляційну залежність ($r = +0,948$).

Таким чином, можна стверджувати, що вся гума після 600–650 годин напруження перебувала в задовільному стані (деформація присоску не перевищувала 5 мм, прогинання гуми не виходило за межі 7 мм).

З метою виявлення якісних показників нової дійкової гуми різних фірм-виробників та після 5-ти місяців її використання було проведено відповідні дослідження (табл. 3).

Таблиця 3
Визначення цілісності дійкових гум доїльних апаратів

| Дійкова гума | Кількість, шт | Вибракувано гумових виробів, шт | |
|--------------|---------------|---------------------------------|------------------------------|
| | | на початку експлуатації | через 5 місяців експлуатації |
| Bou Matic | 200 | 1 | – |
| De Laval | 200 | 1 | 1 |
| ДД 00.041А* | 200 | – | 1 |
| ДД 00.041А** | 200 | 10 | 3 |

Примітка: * – дійкова гума АО “Брацлав”; ** – дійкова гума АТ “Агротехимпорт”.

Встановлено, що найкращою надійністю володіє дійкова гума ДД 00.041 виробництва фірми АО “Брацлав” та гума Bou Matic. Найгірший показник має гума ДД 00.041А АТ “Агротехимпорт” – з партії у 200 шт виявлено 10 виробів (5 %), через які вільно проходить електричний розряд.

Результати проведених досліджень підтверджують той факт, що не вся дійкова гума володіє оптимальними технічними параметрами. Адже її негерметичність (тріщини, пробої тощо) призводитиме до спадання доїльного стакана під час доїння в результаті “розгерметизації” системи.

Подальшими дослідженнями (у відповідності до [25]) дійкових гум ДД 00.041А АО “Брацлав” встановлено, що значення їх середньої арифметичної величини подовження (X_i) дорівнює 170,9, а $\sum(X_i - X)^2$ становить 2565.

Так встановлено, що середньоквадратичне відхилення величини подовження (σ) гуми дорівнює 16. Відповідно коефіцієнт варіації (v) становить 9,36 %.

Таким чином визначено, що дійкова гума фірми АО “Брацлав” відноситься до I групи – якість вважається відмінною (значення коефіцієнту варіації (v) до 10 %).

Проведені комплексні дослідження розширюють уявлення про механізми, що відбуваються з дійковою гумою під час напруження. Надано оцінку щодо готовності дійкової гуми до використання з встановленням для гуми ДД 00.041А АО “Брацлав” коефіцієнту варіації, що дає змогу оцінити якість виробу.

5. 2. Дослідження змін властивостей дійкової гуми в агресивних робочих рідинах

При аналізі отриманих результатів (табл. 4, рис. 5, 6) встановлено, що зміна маси і об’єму гум усіх фірм-виробників за 72 години впливу рідини СЖР-3 перевищують більш ніж в 2,5 рази показники, отримані при контакті з рідиною Скайдрол LD-4.

Стосовно коефіцієнту старіння за напруженістю, то в середовищі СЖР-3 він варіював від 0,72 (у гуми ДД 00.041А*) до 0,82 (у гуми Bou Matic). В сере-

довищі Скайдрол LD-4 цей показник також мав найбільше значення у гуми Vou Matic (0,42), а найменше – у гуми ДД 00.041А* (0,23). Одержані результати якості дійкової гуми за коефіцієнтом старіння за напруженістю свідчать про те, що гумові вироби маю широкий діапазон за цим показником. При цьому коефіцієнт старіння за напруженістю у середовищі СЖР-3, порівняно до середовища Скайдрол LD-4, мав значення менше у >2 рази.

Таблиця 4

Зміна властивостей дійкових гум після старіння в середовищі рідин за $t=150\text{ }^{\circ}\text{C}$ протягом 72 годин

| Гума | Показник | Значення показника після витримки в рідинах | |
|---------------|-------------------------------------|---|---------------|
| | | СЖР-3 | Скайдрол LD-4 |
| Vou Matic | Зміна маси, % | 50,10 | 15,25 |
| | Зміна об'єму, % | 62,54 | 16,84 |
| | Відносна остаточна деформація, % | -55 | 36 |
| | Коефіцієнт старіння за напруженістю | 0,82 | 0,42 |
| De Laval | Зміна маси, % | 58,09 | 16,35 |
| | Зміна об'єму, % | 65,38 | 18,25 |
| | Відносна остаточна деформація, % | -54 | 40 |
| | Коефіцієнт старіння за напруженістю | 0,79 | 0,38 |
| ДД 00.04 1А* | Зміна маси, % | 58 | 19,55 |
| | Зміна об'єму, % | 95,34 | 23 |
| | Відносна остаточна деформація, % | -75 | 48 |
| | Коефіцієнт старіння за напруженістю | 0,72 | 0,23 |
| ДД 00.04 1А** | Зміна маси, % | 63 | 22,47 |
| | Зміна об'єму, % | 98,25 | 26 |
| | Відносна остаточна деформація, % | -79 | 54 |
| | Коефіцієнт старіння за напруженістю | 0,73 | 0,28 |

Примітка: $P < 0,05$; * – дійкова гума АО “Брацлав”; ** – дійкова гума АТ “Агротехимпорт”.

Відносна остаточна деформація внаслідок набухання дійкової гуми поліпшується – максимальне значення (54 %) у середовищі Скайдрол LD-4 встановлено у гуми ДД 00.041А**, а мінімальне (36 %) – у гуми Vou Matic.

В середовищі рідини СЖР-3 за цим параметром отримані негативні показники. Так найменша відносна остаточна деформація (у – 79 %) зафіксована у гуми ДД 00.041А**, а найбільша (у – 54 %) – у гуми De Laval.

Значні розбіжності в результатах щодо зміни маси та об'єму дійкових гум (рис. 5, 6) в середовищі СЖР-3 (min=50,10 %, max=63 % – варіативні значення щодо зміни маси та min=62,54 %, max=98,25 % – щодо зміни об'єму) та середовищі Скайдрол LD-4 (min=15,25 %, max=22,47 % – варіативні значення щодо зміни маси та min=16,84 %, max=26 % – щодо зміни об'єму) пояснюються різними фізико-хімічними показниками робочих рідин. При цьому одержані ре-

зультати за усіма значеннями по залежностям співпадають, що підтверджує їх достовірність.

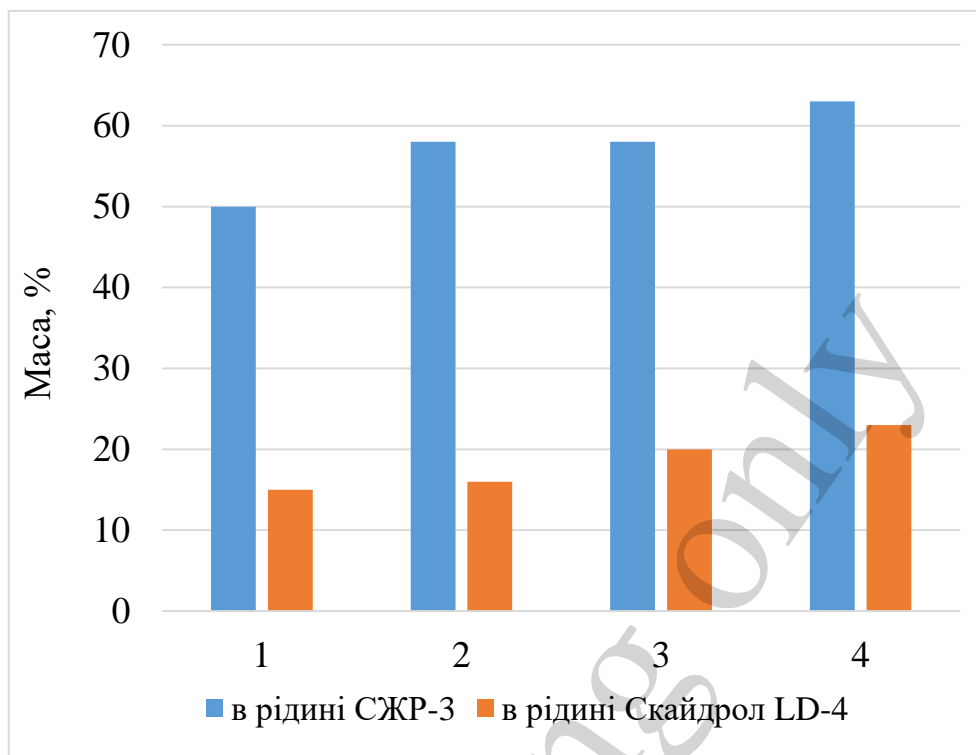


Рис. 5. Зміна маси дійкових гум в середовищі рідин за $t=150\text{ }^{\circ}\text{C}$ протягом 72 годин: 1 – гума Vou Matic (аналог ДД.00.041А) з матеріалу силікон харчовий виробництва; 2 – гума De Laval (аналог ДД.00.041А) з матеріалу гумових сумішей; 3 – гума ДД 00.041А з матеріалу гумових сумішей виробництва АО “Брацлав”; 4 – гума ДД 00.041А з матеріалу гумових сумішей виробництва АТ “Агротехимпорт”

В ході досліджень між масою дійкових гум та їх об’ємом встановлено високу позитивну кореляційну залежність ($r=+0,965$). Розрахунок t -критерію Стьюдента при порівнянні зазначених середніх величин (число ступенів свободи $f=6$, критичне значення $t=2,447$, при рівні значущості $\alpha=0,05$) дозволяє стверджувати про адекватність отриманих даних.

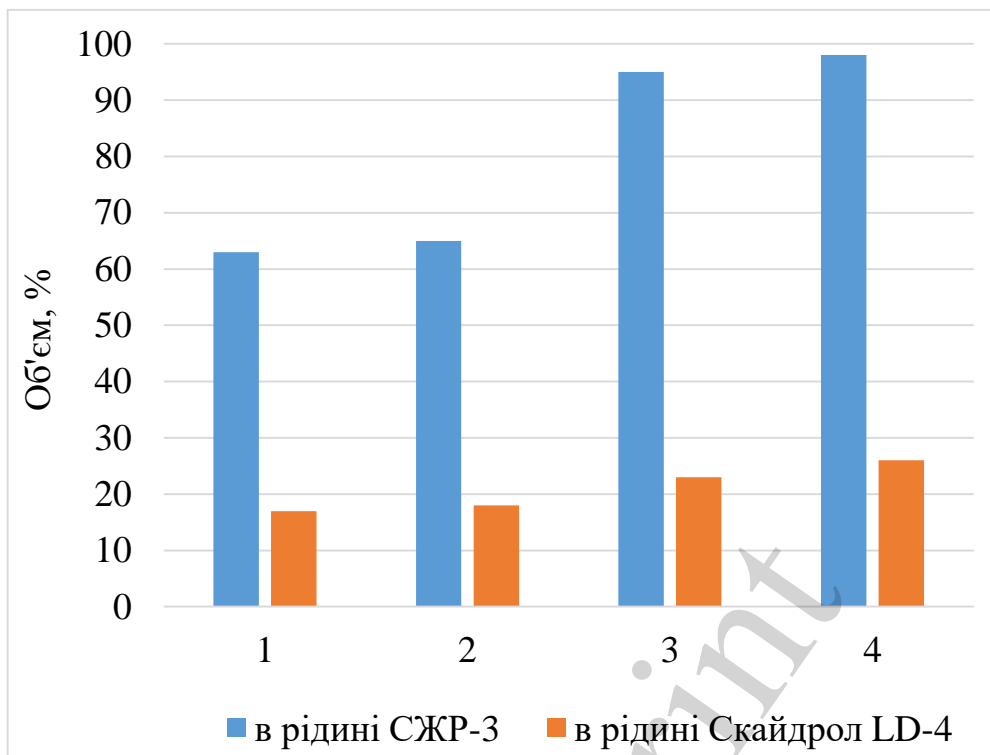


Рис. 6. Зміна об'єму дійкових гум в середовищі рідин за $t=150\text{ }^{\circ}\text{C}$ протягом 72 годин: 1 – гума Vou Matic (аналог ДД.00.041А) з матеріалу силікон харчовий виробництва; 2 – гума De Laval (аналог ДД.00.041А) з матеріалу гумових сумішей; 3 – гума ДД 00.041А з матеріалу гумових сумішей виробництва АО “Брацлав”; 4 – гума ДД 00.041А з матеріалу гумових сумішей виробництва АТ “Агротехимпорт”

5.3. Дослідження впливу натягу дійкової гуми на втрату деформації оболонки та показники молоковіддачі

Величина натягу дійкової гуми в гільзі дойльного стакану в межах від 0 до 90 Н призводить до зміни тривалості втрати деформації оболонки дійкової гуми у вузькому діапазоні часу 0,05–0,06 с (рис. 7).

Взаємозв'язок тривалості втрати деформації оболонки дійкової гуми від величини її натягу визначається поліноміальною залежністю $y=-0,0003x^2+0,0035x+0,0505$ з високим коефіцієнтом регресії ($R^2=0,9333$). Лінійна залежність даних факторів має невисокий коефіцієнт регресії $R^2=0,6$.

Таким чином, параметри натягу дійкової гуми в розглянутих діапазонах не впливають на тривалість деформації оболонки дійкової гуми в динамічному режимі її роботи.

Відновлення пружних властивостей дійкової гуми являє собою зміну величини деформації в часі після зняття навантаження з зразка. Так як внутрішні сили в гумі, звільненій від навантаження, приходять в рівновагу повільно, то пружні наслідки в статичних умовах проявляються тривало.

У подальшому з метою встановлення залежності показників молоковіддачі від натягу дійкової гуми ДД 00.041 виробництва фірми АО “Брацлав” було проведено відповідні дослідження (табл. 5).

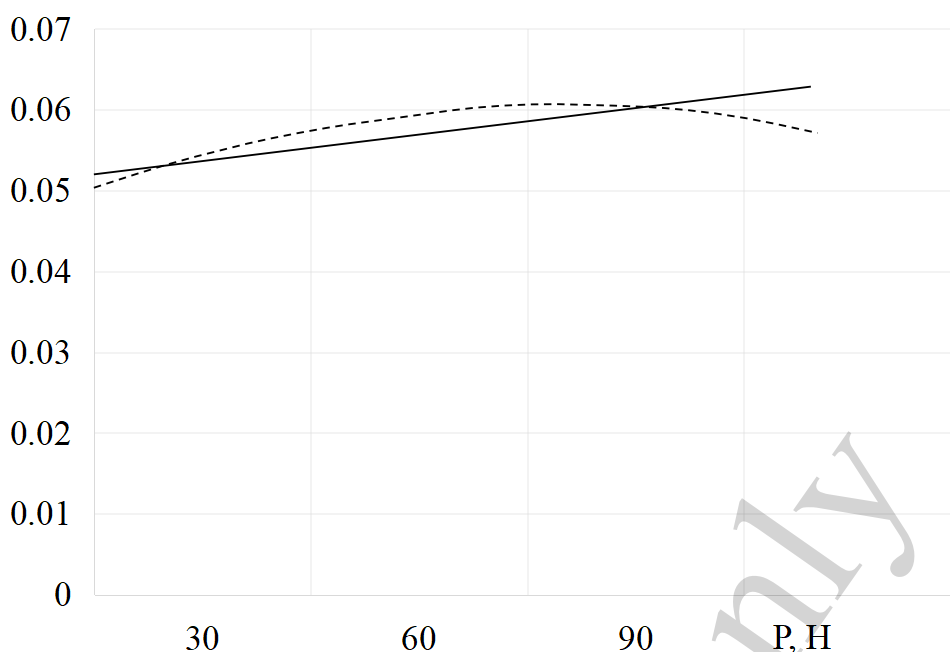


Рис. 7. Залежність тривалості втрати деформації оболонки дійкової гуми від величини її натягу в гільзі доїльного стакану: ———— – лінійна залежність $y=0,001x+0,053$ ($R^2=0,6$); - - - - - – поліноміальна залежність $y=-0,0003x^2+0,0035x+0,0505$ ($R^2=0,9333$)

Таблиця 5

Показники молоковіддачі в залежності від натягу дійкової гуми, $(\bar{X} \pm S_{\bar{x}})$, $n=5$

| Показник | Термін експлуатації дійкової гуми, місяців | | | | |
|---|--|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Натяг, Н | 56–60 | 52–54 | 51–53 | 46–48 | 43–45 |
| Максимальна швидкість молоковіддачі, л/хв | $2,0 \pm 0,25$ | $1,8 \pm 0,54^*$ | $1,6 \pm 0,43^*$ | $1,4 \pm 0,29^*$ | $1,3 \pm 0,57^*$ |
| Середня швидкість молоковіддачі, л/хв | $1,7 \pm 0,55$ | $1,6 \pm 0,45^*$ | $1,4 \pm 0,47^*$ | $1,2 \pm 0,50^*$ | $0,9 \pm 0,64^*$ |

Примітка: * – рівень довірчої ймовірності між середніми показниками $p < 0,5$.

З матеріалів табл. 4 видно, що зі збільшенням терміну експлуатації дійкової гуми до 4 місяців відбувається зменшення її натягу з 56–60 Н до 43–45 Н. Максимальна швидкість молоковиведення знижується з $2,0 \pm 0,25$ л/хв до $1,3 \pm 0,57$ л/хв або у 1,5 раза ($p < 0,5$), а середня швидкість молоковиведення з $1,7 \pm 0,55$ л/хв до $0,9 \pm 0,64$ л/хв або у 1,9 раза ($p < 0,5$).

При аналізі результатів проведених досліджень встановлено високу позитивну кореляційну залежність між натягом дійкової гуми, яка змінюється протягом терміну експлуатації, та максимальною швидкістю молоковиведення ($r=+0,980$). Між натягом гуми та середньою швидкістю молоковиведення встановлено кореляційна залежність $r=+0,966$. Розрахунок t -критерію Стьюдента при порівнянні зазначених середніх величин (число ступенів свободи $f=198$,

критичне значення $t=1,973$, при рівні значущості $\alpha=0,05$) дозволяє стверджувати про адекватність отриманих даних.

5. 4. Дослідження рівня бактеріального обсіменіння дійкової гуми за часом її експлуатації та його вплив на якість молока

Дійкова гума в процесі машинного доїння контактує не лише з вименем корови, але й безпосередньо з молоком. Тому від санітарного стану цього робочого вузла залежить первісна ступінь обсіменіння молока мікроорганізмами.

Дослідженнями встановлено, що після 1-го місяця експлуатації санітарний стан дійкової гуми ДД 00.041 виробництва фірми АО “Брацлав” знаходився у задовільному стані – на 1 см^2 її внутрішньої поверхні утримувалося $7,5\pm 3,26$ тис. КУО мікроорганізмів (табл. 6).

Таблиця 6

Бактеріальне обсіменіння дійкової гуми та молока, $(\bar{X}\pm S_{\bar{x}})$, $n=5$

| Час напрацювання, міс. | Бактеріальне обсіменіння дійкової гуми, КУО тис./ см^2 | Бактеріальне обсіменіння молока, КУО тис./ см^3 |
|------------------------|---|--|
| 1 | $7,5\pm 3,26$ | $122,4\pm 21,52$ |
| 2 | $13,4\pm 4,33$ | $215,6\pm 25,33$ |
| 3 | $20,5\pm 4,56$ | $318,5\pm 19,61$ |
| 4 | $36,7\pm 3,58$ | $412,4\pm 26,24$ |
| 5 | $62,3\pm 4,29$ | $551,3\pm 25,16$ |
| 6 | $89,4\pm 5,11$ | $711,6\pm 24,85$ |

Зі збільшенням тривалості використання дійкової гуми рівень її бактеріального забруднення значно збільшився. Так, через 3 місяці експлуатації кількість мікроорганізмів на 1 см^2 внутрішньої поверхні збільшилась у 2,7 рази, і становила $20,5\pm 4,56$ КУО тис./ см^2 (рис. 8, а).

Через 6 місяців використання дійкової гуми на 1 см^2 її внутрішньої поверхні кількість мікроорганізмів збільшилась у 11,9 разів, і становила $89,4\pm 5,11$ тис. КУО при $p<0,001$ (рис. 8, б).

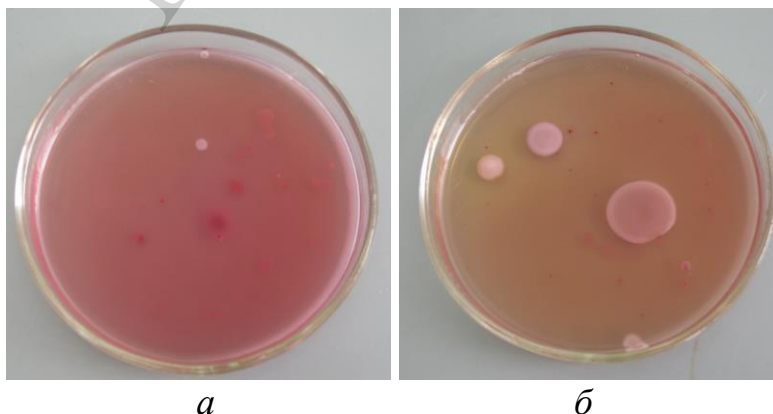


Рис. 8. Бактеріальне обсіменіння дійкової гуми: а – через 3 місяці експлуатації; б – через 6 місяців експлуатації

Така дійкова гума є додатковим джерелом обсіменіння молока. Встановлено, що у 1 см^3 молока міститься $711 \pm 24,85$ тис. КУО, що у 5,8 раза більше за показник, одержаний при експлуатації дійкової гуми протягом першого місяця, що також має високий ступінь вірогідності ($p < 0,001$).

При аналізі результатів проведених досліджень встановлено високу позитивну кореляційну залежність між рівнями бактеріального обсіменіння дійкової гуми та одержуваного молока ($r = +0,984$). Поряд із цим, встановлено незначне зменшення коефіцієнта кореляції між терміном експлуатації дійкової гуми та рівнем її бактеріального обсіменіння ($r = +0,960$).

6. Обговорення результатів дослідження якісних технічних характеристик дійкової гуми доїльних апаратів

Дійкова гума є проміжною ланкою між твариною і доїльним апаратом, тому до неї пред'являються суворі вимоги. З метою, щоб вона могла витримувати високі рівні механічного навантаження і хімічного впливу, проводиться цілий спектр експлуатаційних випробувань і перевірок якості. Ці випробування починаються на етапах початкової розробки і тривають на молочній фермі [34, 35]. Так, на первинному етапі досліджень за мету було обрано виявити якісні показники нової дійкової гуми різних фірм-виробників та після напрацювання.

Доведено, що у дійкової гуми після відповідного напрацювання змінам піддається еластичність та відбувається деформація присоски (табл. 2). Поряд з цим проведено визначення цілісності дійкових гум доїльних апаратів (табл. 3). Також на цьому етапі за коефіцієнтом варіації (v) визначено якість дійкової гуми фірми АО "Брацлав".

Одержані результати розкривають оцінювальні технічні показники нової дійкової гуми та механізм зміни експлуатаційних характеристик гумових виробів. Завдяки цьому вирішується задача у виборі більш раціонального виробу з подальшим прогнозуванням довговічності його експлуатації.

В роботах [36, 37] зазначається, що дійкова гума є єдиним компонентом доїльного апарату, який вступає в тісний контакт з вим'ям тварини. Від її конструктивних параметрів залежить ефективність процесу доїння. Перевагами проведених досліджень перед зазначеними є виявлення якісних показників нової дійкової гуми різних фірм-виробників та після напрацювання, що в повній мірі розкриває картину експлуатаційних характеристик гумових виробів.

Потреби сучасного сільськогосподарського виробництва в якісному доїльно-молочному обладнанні, композиційний характер їх складових та складна залежність технічних і технологічних властивостей визначають одну із завдань сучасної технології дійкової гуми – розробка гум з певними техніко-технологічними показниками. Складність цього завдання полягає в тому, що з безлічі інгредієнтів, необхідно обрати 10–15 таких компонентів, при змішанні яких буде отримана гумова суміш з необхідними технічними параметрами.

В роботі [38] наголошується, що рецептура гумової суміші може включати більше 20 компонентів в збалансованій пропорції. М'яка і еластична гума покликана забезпечити щадний та ефективний масаж дійок. Компоненти, що входять до складу дійкової гуми, повинні гарантувати їй необхідну механічну ста-

більність і міцність, стійкість до тривалого впливу температурних перепадів, УФ-променів, молочного жиру, хімічних миючих засобів і механічних впливів. Тому на наступному етапі досліджень за мету було обрано встановлення змін властивостей дійкової гуми в агресивних робочих рідинах – СЖР-3 та Скайдрол LD-4 (табл. 4). Так досліджено зміну маси та об'єму дійкових гум в середовищі рідин за $t=150\text{ }^{\circ}\text{C}$ протягом 72 годин (рис. 5, 6), встановлено відносну остаточну деформацію та коефіцієнт старіння за напруженістю. В ході досліджень між масою дійкових гум та їх об'ємом встановлено високу позитивну кореляційну залежність ($r=+0,965$).

Необхідно зазначити, що випробування дійкової гуми на твердість є грубими вимірами і можуть проводитися тільки при дуже обмежених деформаціях, що може не відповідати експлуатації виробу. Крім того, дані, отримані в результаті цих випробувань, можуть мати великий діапазон значень. Погана відтворюваність результатів обумовлена нерівномірністю товщини зразка, відмінностями в його геометрії. Тому була застосована методика, яка передбачала використання агресивних робочих рідин. Цей підхід є інноваційним у дослідженні дійкової гуми.

Для отримання гуми шляхом вулканізації необхідно від 20 до 60 відсотків основи – каучуку. Решта складу може відрізнитися в залежності від необхідних властивостей, умов експлуатації, технології виробництва, а також від вимог до виробу. Пружність гуми в 4–5 рази менша ніж у сталі, однак ця характеристика нелінійна і носить релаксаційний характер: цілком залежать від величини, швидкості, часу, температури, частоти, а також від режиму навантаження. Зворотна деформація може становити від 500 до 1000 %. Тому за мету подальших досліджень було обрано визначення впливу натягу дійкової гуми в гільзі доїльного стакану на тривалість втрати деформації оболонки дійкової гуми та показники молоковіддачі. Так одержано залежність тривалості втрати деформації оболонки дійкової гуми від величини її натягу в гільзі доїльного стакану (рис. 7). Встановлено, що зі збільшенням терміну експлуатації дійкової гуми до 4 місяців відбувається зменшення її натягу з 56–60 Н до 43–45 Н. Це позначається на максимальній швидкості молоковиведення – вона знижується у 1,5 рази (табл. 5).

Одержані результати розкривають механізм впливу натягу дійкової гуми на показники молоковиведення. Завдяки цьому вирішується задача у контролі процесу доїння через техніко-технологічні параметри гуми.

Дійкова гума постійно піддається впливу механічним і фізичним факторам, які руйнівню впливають на її властивості [39]. Так метою подальших досліджень було встановлення рівня бактеріального обсіменіння дійкової гуми за часом її експлуатації та його вплив на якість молока. В ході досліджень (табл. 6) виявлено позитивну кореляційну залежність між рівнями бактеріального обсіменіння дійкової гуми та одержуваним молоком ($r=+0,984$). Між терміном експлуатації дійкової гуми та рівнем її бактеріального обсіменіння виявлено дещо меншу кореляційну залежність ($r=+0,960$).

Одержані результати розширюють уявлення взаємодії технологічних показників дійкової гуми з молоком, завдяки чому вирішується задача у прогнозуванні одержуваної продукції за бактеріальним обсіменінням.

Проведені дослідження засвідчують той факт, що гумові вироби мають широкий діапазон значень за основними технічними показниками. Це дає змогу стверджувати, що для забезпечення оптимального здійснення процесу доїння необхідно приділяти належну увагу дійковій гумі – як новій, так і тій, яка має певне напрацювання.

Результати досліджень узгоджуються з дослідженнями інших авторів, здійсненими раніше [10, 15, 22, 40, 41], доповнюють їх. Суттєвою різницею в методичному плані проведених досліджень було те, що створена можливість вивчати не лише жорсткість гумових виробів, а й ряд важливих технічних показників (коефіцієнт старіння за напруженістю, відносна остаточна деформація тощо). Поряд з цим, через значну варіабельність та мінливість конструктивних параметрів дійкової гуми, виникають труднощі у загальному вирішенні питання повної відповідності гумового виробу фізіологічним потребам дійного стада. Це залишається не вирішеним питанням у технологічній ланці одержання молока.

Однією з позицій новизни проведених досліджень є впровадження нових методик (дослідження змін властивостей гуми в агресивних робочих рідинах) для оцінки дійкової гуми, яка знаходиться на стадії проектування. Це надасть можливість оптимального підбору композицій для виготовлення гумового елемента. Адже на сучасному етапі для промивання доїльно-молочного обладнання застосовуються різноманітні агресивні засоби за високих температур, що негативно впливає на гуму.

Знання типів та технічних характеристик дійкової гуми вітчизняного й закордонного виробництва дасть змогу знайти адекватне рішення у виборі для доїння стада гумових виробів. Цим забезпечується постійний стереотип доїння, рівномірний розвиток часток вимені, враховуючи динаміку лактаційної кривої, здоров'я вимені, тривалість використання корів у стаді, експлуатацію обладнання та якість продукції.

Результати виконаних досліджень є основою для створення оптимізованих варіантів технологій виробництва молока, а також створення приладів та методів контролю якості дійкової гуми.

Перспективними вбачаються дослідження, спрямовані на виявлення механізму впливу дійкової гуми доїльних стаканів різної конструкції (трикутна, з вентиляцією тощо) на показники молоковиведення високопродуктивних корів.

7. Висновки

1. Встановлено значний діапазон прогинання дійкової гуми (від $5,5 \pm 0,03$ до $3,7 \pm 0,04$ мм) та деформації присоски (від $1,3 \pm 0,02$ до $3,5 \pm 0,05$ мм) після 600–650 годин напрацювання. Встановлено позитивну кореляційну залежність між еластичністю дійкової гуми та деформацією її присоски ($r = +0,948$).

Дослідженнями цілісності гумових виробів методом пропускання електричного розряду встановлено, що вибраковуванню підлягає 5 % (з партії у 200 шт) гуми ДД 00.041А АТ “Агротехимпорт”.

Встановлено, що за коефіцієнтом варіації дійкова гума ДД 00.041А АО “Брацлав” відноситься до I групи – якість вважається відмінною ($v < 10$ %).

2. Встановлено, що зміна маси і об'єму дійкових гум при $t=150\text{ }^{\circ}\text{C}$ за 72 години впливу рідини СЖР-3 перевищують більш ніж в 2,5 рази показники, отримані при контакті з рідиною Скайдрол LD-4. Встановлено позитивну кореляційну залежність між масою дійкових гум та їх об'ємом ($r=+0,965$).

3. При натягу дійкової гуми в діапазоні від 0 до 90 Н тривалість втрати деформації оболонки дійкової гуми нетривала і становить 0,05–0,06 с.

4. На 6-й місяць експлуатації дійкової гуми на 1 см^2 її внутрішньої поверхні кількість мікроорганізмів збільшується у 11,9 рази, і становить $89,4\pm 5,11$ тис. КУО при $p<0,001$. Встановлено, що у 1 см^3 молока міститься $711\pm 24,85$ тис. КУО, що у 5,8 рази більше за показник, одержаний при експлуатації дійкової гуми протягом першого місяця ($p<0,001$).

Література

1. Nanka, O., Shigimaga, V., Paliy, A., Sementsov, V., Paliy, A. (2018). Development of the system to control milk acidity in the milk pipeline of a milking robot. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (9 (93)), 27–33. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.133159>

2. Martin, L. M., Stöcker, C., Sauerwein, H., Büscher, W., Müller, U. (2018). Evaluation of inner teat morphology by using high-resolution ultrasound: Changes due to milking and establishment of measurement traits of the distal teat canal. *Journal of Dairy Science*, 101 (9), 8417–8428. doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2018-14500>

3. Paliy, A., Nanka, A., Marchenko, M., Bredykhin, V., Paliy, A., Negreba, J. et. al. (2020). Establishing changes in the technical parameters of nipple rubber for milking machines and their impact on operational characteristics. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (1 (104)), 78–87. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.200635>

4. Gleeson, D. E., O'Callaghan, E. J., Rath, M. V. (2004). Effect of liner design, pulsator setting, and vacuum level on bovine teat tissue changes and milking characteristics as measured by ultrasonography. *Irish Veterinary Journal*, 57 (5), 289. doi: <https://doi.org/10.1186/2046-0481-57-5-289>

5. Gálik, R., Bod'o, Š., Staroňová, L. (2015). Monitoring the inner surface of teat cup liners made from different materials. *Research in Agricultural Engineering*, 61, S74–S78. doi: <https://doi.org/10.17221/50/2015-rae>

6. Paliy, A. P. (2017). Innovations in determining the quality of liners of milking machines. *Таврійський науковий вісник*, 97, 160–164.

7. Odorčić, M., Rasmussen, M. D., Paulrud, C. O., Bruckmaier, R. M. (2019). Review: Milking machine settings, teat condition and milking efficiency in dairy cows. *Animal*, 13 (S1), s94–s99. doi: <https://doi.org/10.1017/s1751731119000417>

8. Fahim, A., Kamboj, M., Sirohi, A., Bhakat, M., Prasad, S., Gupta, R. (2018). Milking machine induced teat reactions in crossbred cows milked in automated herringbone milking parlour. *Indian Journal of Animal Science*, 88 (12), 1412–1415.

9. Penry, J. F., Crump, P. M., Ruegg, P. L., Reinemann, D. J. (2017). Short communication: Cow- and quarter-level milking indicators and their associations

with clinical mastitis in an automatic milking system. *Journal of Dairy Science*, 100 (11), 9267–9272. doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12839>

10. Dmytriv, V., Dmytriv, I., Lavryk, Y., Horodeckyy, I. (2018). Models of adaptation of the milking machines systems. *BIO Web of Conferences*, 10, 02004. doi: <https://doi.org/10.1051/bioconf/20181002004>

11. Палий, А. П. (2016). Исследование доильной резины на основе применения инновационных технологий. *Motrol. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture. An international journal on operation of farm and agri-food industry machinery*, 18 (7), 9–13.

12. Neuheuser, A.-L., Belo, C., Bruckmaier, R. M. (2017). Technical note: Reduced pulsation chamber vacuum at normal pulsation rate and ratio provides adequate prestimulation to induce oxytocin release and milk ejection while simultaneous milk flow is prevented. *Journal of Dairy Science*, 100 (10), 8609–8613. doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12937>

13. Tse, C., Barkema, H. W., DeVries, T. J., Rushen, J., Pajor, E. A. (2018). Impact of automatic milking systems on dairy cattle producers' reports of milking labour management, milk production and milk quality. *Animal*, 12 (12), 2649–2656. doi: <https://doi.org/10.1017/s1751731118000654>

14. Paliy, A. P., Nanka, O. V., Lutcenko, M. M., Naumenko, O. A., Paliy, A. P. (2018). Influence of dust content in milking rooms on operation modes of milking machine pulsators. *Ukrainian Journal of Ecology*, 8 (3), 66–70.

15. Shit, S. C., Shah, P. (2013). A Review on Silicone Rubber. *National Academy Science Letters*, 36 (4), 355–365. doi: <https://doi.org/10.1007/s40009-013-0150-2>

16. Bhakat, C. (2019). A Review on Sub Clinical Mastitis in Dairy Cattle. doi: <https://doi.org/10.31220/osf.io/ja7dp>

17. Il'in, V. M., Rezova, A. K. (2015). Styrene Butadiene Rubber: Production Worldwide. *International Polymer Science and Technology*, 42 (10), 35–44. doi: <https://doi.org/10.1177/0307174x1504201008>

18. Dmytriv, V. T. (2015). Adaptive machine milking system. *Mechanization in Agriculture. International Scientific: Scientific Applied and Informational Journal*, 10, 15–18.

19. Wieland, M., Virkler, P. D., Borkowski, A. H., Älveby, N., Wood, P., Nydam, D. V. (2018). An observational study investigating the association of ultrasonographically assessed machine milking-induced changes in teat condition and teat-end shape in dairy cows. *Animal*, 13 (2), 341–348. doi: <https://doi.org/10.1017/s1751731118001246>

20. Paliy, A. P., Nanka, O. V., Naumenko, O. A., Prudnikov, V. G., Paliy, A. P. (2019). Preconditions for eco-friendly milk production on the modern dairy complexes. *Ukrainian Journal of Ecology*, 9 (1), 56–62.

21. Besier, J., Lind, O., Bruckmaier, R. M. (2015). 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*, 44 (1), 263–272. doi: <https://doi.org/10.1080/09712119.2015.1031780>

22. Nørstebø, H., Rachah, A., Dalen, G., Rønningen, O., Whist, A. C., Reksen, O. (2018). Milk-flow data collected routinely in an automatic milking system: an alternative to milking-time testing in the management of teat-end condition? *Acta Veterinaria Scandinavica*, 60 (1). doi: <https://doi.org/10.1186/s13028-018-0356-x>
23. Алієв, Е. Б. (2010). Дослідження спрацьованості дійної гуми доїльного апарата з урахуванням теорії старіння на основі плоскої задачі. Збірник наукових праць ІМТ НААН “Механізація, екологізація та конвертація біосировини у тваринництві”, 1 (5, 6), 233–242.
24. ТУ 2539-007-76503135-2011. Сосковая резина ДД 00.041А для комплектации доильных стаканов. URL: <http://docs.cntd.ru/document/437156326>
25. СОУ 74.3-37-273:2005. Техніка сільськогосподарська. Установки доїльні для корів. Методи випробувань. Мінагрополітики України (2005). Київ, 46.
26. Палій, А. П. (2015). Инновации в исследовании эксплуатационных свойств сосковой резины доильных аппаратов. *Вестник АПК Ставрополя*, 3 (19), 51–54.
27. Палій, А. П. (2015). Інноваційний підхід щодо комплектування доїльних стаканів дійковою гумою. Перспективи розвитку сучасної науки: матеріали II міжнар. наук.-практ. конф. Ч. I. Херсон: ВД «Гельветика», 81–83.
28. ГОСТ 9.030-74. Единая система защиты от коррозии и старения (ЕСЗКС). Резины. Методы испытаний на стойкость в ненапряженном состоянии к воздействию жидких агрессивных сред. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200015025>
29. ГОСТ 9.029-74 (СТ СЭВ 1217-78). Единая система защиты от коррозии и старения (ЕСЗКС). Резины. Методы испытаний на стойкость к старению при статической деформации сжатия. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200015024>
30. ГОСТ 9982-76. Резина. Методы определения релаксации напряжения при сжатии. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200018659>
31. Палій, А. П. (2015). Інноваційний підхід щодо визначення натягу дійкової гуми доїльних стаканів. Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва, 2 (120), 32–35.
32. ГОСТ 34496-2018. Установки и аппараты доильные для коров. Методы испытаний. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200168803>
33. ДСТУ 7357:2013. Молоко та молочні продукти. Методи мікробіологічного контролювання.
34. Penry, J. F., Upton, J., Leonardi, S., Thompson, P. D., Reinemann, D. J. (2018). A method for assessing teatcup liner performance during the peak milk flow period. *Journal of Dairy Science*, 101 (1), 649–660. doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12942>
35. Demba, S., Elsholz, S., Ammon, C., Rose-Meierhöfer, S. (2016). The Usability of a Pressure-Indicating Film to Measure the Teat Load Caused by a Collapsing Liner. *Sensors*, 16 (10), 1597. doi: <https://doi.org/10.3390/s16101597>
36. Палій, А. П. (2017). Система оцінювання стану дійок вимені високопродуктивних корів за промислового їх використання. Вісник Сумського національного аграрного університету, 5 (1 (31)), 119–123.

37. Andrews, R. J., Mein, G. A., Brown, M. R. (1988). Improved milking characteristics of teatcups fitted with non-return valves. *Journal of Dairy Research*, 55 (4), 505–511. doi: <https://doi.org/10.1017/s0022029900033276>

38. Xu, Y., Feng, L., Cong, H., Li, P., Liu, F., Song, S., Fan, L. (2020). Preparation of TiO₂/Ser filler with ultraviolet resistance and antibacterial effects and its application in SBR/TRR blend rubber. *Journal of Rubber Research*, 23 (2), 47–55. doi: <https://doi.org/10.1007/s42464-020-00035-x>

39. Палій, А. П. (2016). Сучасні аспекти експлуатації дійкової гуми доїльних стаканів. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Ґжицького*, 18 (2), 159–162. doi: <https://doi.org/10.15421/nvlvet6736>

40. Shkromada, O., Skliar, O., Paliy, A., Ulko, L., Gerun, I., Naumenko, O. et. al. (2019). Development of measures to improve milk quality and safety during production. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (11 (99)), 30–39. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.168762>

41. Алієв, Е. Б., Похальчук, Т. А. (2011). Теоретична оцінка показників надійності вакуумної системи доїльної установки. *Науковий Вісник Луганського національного аграрного університету*, 29, 57–66.

For reading