

УДК: 637.116

### **Аналіз конструкційно-технологічних рішень для стабілізації тиску в молокопровідній лінії доїльного апарата в установках для доїння корів у залах**

**Афанасьєв І. А.**, аспірант, Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства» НААН України, e-mail: a.ilusha100500@gmail.com, тел. +38(095) 743-14-70;

#### **Анотація**

**Мета.** Підвищення ефективності машинного доїння корів шляхом узагальнення існуючих та створення нових конструкційно-технологічних рішень для стабілізації вакуумметричного тиску в молокопровідній лінії доїльного апарата.

**Методи.** Дослідження проводились на основі аналізу науково-технічних публікацій.

**Результати.** Узагальнено конструкційно-технологічні схеми адаптивних доїльних апаратів та визначено оптимальні шляхи стабілізації вакуумметричного тиску в піддійковому просторі вітчизняних установок для доїння корів у залах.

**Висновки.** Аналіз останніх досліджень і публікацій вказав на необхідність удосконалення існуючих доїльних апаратів для підвищення їх ефективності. Встановлено, що створення доїльної апаратури з адаптивним управлінням вакуумметричним тиском у піддійковому просторі та порційним лічильником ковшового типу є перспективним напрямом наукових досліджень і дасть змогу підвищити ефективність машинного доїння.

**Ключові слова:** апарат доїльний, машинне доїння, вакуумметричний тиск, піддійковий простір.

UDC 637.116

### **Analysis of design and technological solutions for stabilization of pressure in the leading milk line of the milking machine in the milking room**

**Afanasyev I. A.**, Postgraduate Student, National Scientific Center «Institute of Agricultural and Electrification» of the NAAS of Ukraine, e-mail: a.ilusha100500@gmail.com, tel. +38 (095) 743-14-70,

#### **Annotation**

**Purpose.** To increase the efficiency of machine milking by generalizing existing and creating new structural and technological solutions for stabilizing of the vacuum metric pressure in the milk line of the milking machine.

**Methods.** The research was conducted on the basis of analysis of scientific and technical publications.

**Results.** The design and technological schemes of adaptive milking machines are generalized and the optimal ways of stabilization of vacuum pressure in

udder space domestic installations for milking cows in the halls are determined.

**Conclusions.** The analysis of recent studies and publications has pointed to the need to improve existing milking machines and their effectiveness. It was established that the creation of milking equipment with adaptive control of vacuum-pressure in the submissive space of the milking equipment with a batch type portable meter is a promising direction of scientific research and will increase the efficiency of machine milking.

**Keywords:** milking machine, machine milking, vacuum pressure, udder space domestic.

УДК: 637.116

### Анализ конструкционно-технологических решений для стабилизации давления в молокопроводной линии доильного аппарата в установках для доения коров в залах

**Афанасьев И. А.**, аспирант, Национальный научный центр «Институт механизации и электрификации сельского хозяйства» НААН Украины, e-mail: a.ilusha100500@gmail.com, тел. +38 (095) 743-14-70

#### Аннотация

**Цель.** Повышение эффективности машинного доения коров путем обобщения существующих и создание новых конструкционно-технологических решений для стабилизации вакуумметрического давления в молокопроводной линии доильного аппарата.

**Методы.** Исследования проводились на основе анализа научно-технических публикаций.

**Результаты.** Обобщено конструкционно-технологические схемы адаптивных доильных аппаратов и определены оптимальные пути стабилизации вакуумметрического давления в подсосковом пространстве отечественных установок для доения коров в залах.

**Выводы.** Анализ последних исследований и публикаций указал на необходимость совершенствования существующих доильных аппаратов для повышения их эффективности. Установлено, что создание доильной аппаратуры с адаптивным управлением вакуумметрическим давлением в подсосковом пространстве и порционным счетчиком ковшового типа является перспективным направлением научных исследований и позволит повысить эффективность машинного доения.

**Ключевые слова:** аппарат доильный, машинное доение, вакуумметрическое давление, подсосковое пространство.

**Проблема.** Не зважаючи на досить високий рівень розвитку технологій та широке розмаїття конструкційно-технологічних рішень машин і обладнання для доїння корів, питання стабілізації робочого тиску у молокопроводній лінії доїльного апарата та його адаптивної зміни відповідно до інтенсивності молоковедення, залишається не вирішеним. Дана проблема притаманна і сучасним високотехнологічним установкам для доїння корів у залах. Відсутність ефективних конструкційно-технологічних рі-

шень для адаптивної, відповідно до інтенсивності молоковіддачі, зміни вакуумметричного тиску у молокозбірній камері колектора доїльного апарата, робить неможливим реалізацію фізіологічно-безпечних алгоритмів роботи доїльної апаратури.

Таким чином, набуває актуальності проведення досліджень щодо створення засобів стабілізації тиску у молокопроводній лінії доїльного апарата в установках для доїння корів у залах.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Рівень надою, умови та динаміка інтенсивності молоковіддачі є індивідуальними особливостями корів. Ці параметри значно відрізняються у різних корів та змінюються в продовж процесу машинного доїння. При цьому невідповідність величини вакуумметричного тиску в піддійковому просторі доїльних стаканів, оптимальним значенням, є основною причиною захворювань на мастит, характерних для машинного доїння корів [1–13].

Дослідженнями J. O'Shea та M. J. Walshe [9] встановлено, що флуктуації робочого вакуумметричного тиску в піддійковому просторі доїльних апаратів сприяють виникненню маститу у корів.

P. D. Thompson [10, 11] також описує випадок виникнення маститу у корів, але вже через різке падіння робочого вакуумметричного тиску. При цьому виникнення маститу у корів відбувається через забруднення сосків, але саме при падінні вакуумметричного тиску молоко починає рухатися в зворотному напрямку, доходить до дійки та інфікує її.

Експериментальні дослідження O. K. Цхвітави [13] свідчать про взаємозв'язок між робочим вакуумметричним тиском та

співвідношенням тактів пульсатора із захворюваністю на мастит та кількість залишкового молока в вимені.

Слід відмітити, що данні різних вчених різняться, так наприклад D. E. Mahle [14] стверджує, що оптимальні показники вакууметричного тиску в піддійковому просторі повинні відповідати значенню 27,2 кПа, тоді, як А. В. Продивлянов [12] вказує на оптимальні показники в межах 32–50,6 кПа. Таку різницю в показниках можна пояснити значною кількістю факторів які можуть впливати на тиск в піддійковому просторі, а саме індивідуальні особливості корови (порода, тугодійність, готовність до молоковіддачі), параметри та режим роботи доїльного апарата (довжина та діаметри молокопроводів, конструкційно-технологічна схема колектора доїльного апарата, частота пульсації, робочий тиск).

Корова гостро відчуває раптові зміни величини вакууму в доїльних стаканах, зміну пульсації доїльного апарата, і вона втрачає здатність правильно реагувати на дії машини [4]. Для здійснення ефективного доїння недостатньо мати доїльні машини, які мають оптимальні технічні характеристики, слід також забезпечувати їх стабільність у процесі роботи [4].

Не зважаючи на таке розмаїття даних, які вказують на дотримання необхідного вакууметричного тиску, проблема стабілізації вакууметричного тиску в піддійковому просторі в залежності від молоковиведення залишається не вирішеною.

На величину вакууму в піддійковому просторі доїльного стакану впливає рівень робочого вакууму в вакуум-проводі і інтенсивність виведення молока, конструкційно-технологічна схема колектора доїльного апарата, довжина та діаметр молокопроводного шлангу. Розрахунковий перепад тиску в піддійковому просторі при максимальній інтенсивності молоковиведення 5 л/хв складає до 5 кПа по відношенню до робочого вакууму у вакуум-проводі [6].

Оскільки молокопровід окрім того що транспортує молоко ще й підводить вакуум до піддійкового простору доїльних стаканів, при потраплянні молока до молокопроводу значення вакууметричного тиску в піддійковому просторі збільшується (наближається до атмосферного). Це є однією з основних причин нестабільного тиску в піддійковому просторі.

Коливання вакууму приводять до зниження рефлексу молоковіддачі, продуктивності та збільшення затрат часу на доїння корів [5].

**Мета досліджень.** Підвищення ефективності машинного доїння корів шляхом узагальнення існуючих та створення нових конструкційно-технологічних рішень для стабілізації вакууметричного тиску в молокопроводній лінії доїльного апарата.

**Результати досліджень.** Узагальнюючи сучасний рівень техніки для машинного доїння корів, можна виділити наступні основні шляхи вирішення проблеми стабілізації робочого вакууметричного тиску в піддійковому просторі доїльного апарата:

- удосконалення конструкції колектора доїльного апарата;
- використання механічних датчиків потоку молока, що регулюють вакууметричний тиск у піддійковому просторі доїльного апарата;
- використання датчиків інтенсивності потоку молока та відповідних алгоритмів адаптивного управління роботою доїльної апаратури.

Відомий адаптивний доїльний апарат, що запропонований В. Ф. Ужином [15], забезпечує зміну вакууметричного тиску в автоматичному режимі в залежності від інтенсивності потоку молока. Автоматичну зміну параметрів забезпечують робочими колесами з лопатками, голчастими клапанами, спеціальними підшипниками ковзання встановленими в колекторі доїльного апарата, які при збільшенні потоку молока, збільшують вакууметричний тиск. Але даний винахід не може забезпечувати видоювання тугодійних корів так як він починає працювати в режимі низького вакууметричного тиску, а на далі він збільшується тільки при зростанні потоку молока.

Також існує доїльний апарат, що змінює вакууметричний тиск в піддійковому просторі в залежності від молоковіддачі [16]. Доїльний апарат працює в двох режимах, при молоковіддачі до 50 г/хв він працює на низькому вакуумі, при збільшенні молоковіддачі доїльний апарат переходить в номінальний режим роботи. Ця конструкція є складною у виготовленні та застосування в ній біметалічної пластини не є коректним, оскільки для її нагрівання та охолодження

проходить час, за який може відбутися «сухе» доїння.

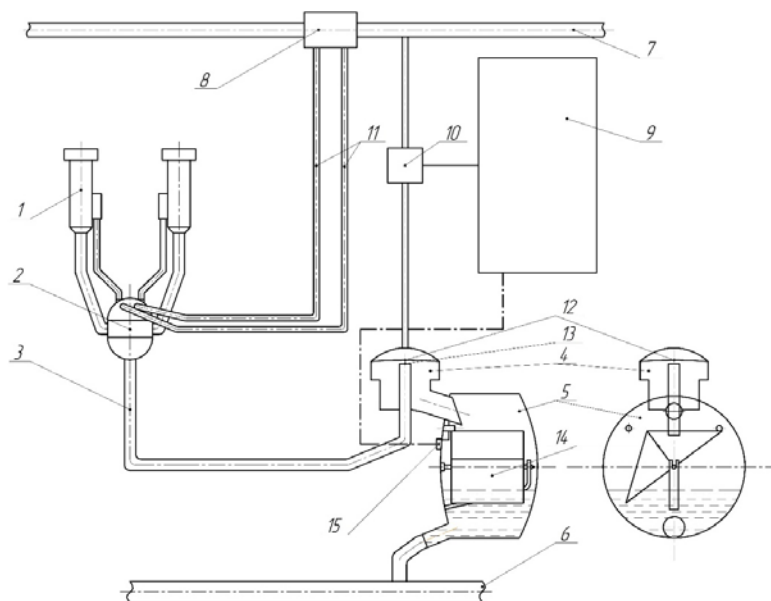
На думку Т. І. Ісінтаєва [8] при машинному доїнні за допомогою комп'ютерних програм можливо проводити повний контроль якості доїння та регулювання вакуумметричного тиску і частоти пульсації в залежності від інтенсивності молоковидення. Нині вказані операції виконуються, хоча автоматизація регулювання вакуумметричного тиску в залежності від інтенсивності молоковидення потребує вдосконалення.

Адаптація вакуумметричного тиску в піддійковому просторі доїльного апарата відбувається при зміні таких факторів, як частота пульсації, співвідношення тактів та безпосередньо робочого вакуумметричного тиску. Зміна вище перерахованих факторів відбувається в залежності від заміряних показників: рівня вакуумметричного тиску в піддійковому просторі або від інтенсивності молоковидення. Залежно від типу керування адаптивні доїльні апарати можна поділити на апарати з пороговим або слідкуючим

типом керування. При слідкуючому типі керування в залежності від заміряних показників безперервно змінюється режим роботи доїльного апарата. А пороговий тип керування забезпечується шляхом переключення доїльної апаратури на інший режим роботи при досягненні певного порогового значення заміряних показників.

Регулювання вакуумметричного тиску в піддійковому просторі доїльного апарата в залежності від інтенсивності молоковидення є більш безпечним для здоров'я корови, оскільки при її зменшенні в кінці доїння вакуум буде зменшуватись та не буде завдавати шкоди організму тварини.

На території України широко використовуються доїльні установки для доїння корів у залах (рис.), що випускаються ТДВ «Брацлав». На цих установках використовується доїльна апаратура на базі порційних лічильників ковшового типу, що забезпечує управління роботою пульсатора та маніпулятора доїння.



**Рис.** Схематичне зображення доїльного апарата, що використовують на вітчизняних доїльних установках: 1 – доїльні стакани; 2 – колектор; 3 – шланг відводу молока; 4 – клапан, що відключає ковшовий лічильник; 5 – ковшовий лічильник індивідуальних надоїв; 6 – молокопровід; 7 – вакуум-провід; 8 – пульсатор; 9 – блок управління; 10 – керуючий клапан; 11 – шланги змінного вакуумметричного тиску; 12 – мембрана; 13 – вхідний патрубков відключаючого клапану; 14 – лоток; 15 – геркон

**Fig.** Schematic representation of the milking machine used in domestic milking plants: 1 – teat cups; 2 – manifold; 3 – hose for pumping milk; 4 – disconnect the vacuum valve; 5 – meter individual milk yield; 6 – milk wire; 7 – vacuum conductor; 8 – additional hose inlet vacuum; 9 – control unit; 10 – control valve; 11 – hoses of variable vacuum-pressure; 12 – membrane; 13 – the inlet of the shut-off valve; 14 – tray; 15 – reed switch

У результаті проведених у ННЦ «ІМЕСГ» попередніх досліджень встановлено наявність взаємозв'язку між інтенсивністю молоковиведення та тиском у керуючій камері клапана, який відключає ковшовий лічильник, що дозволяє зробити висновок про можливість створення на його базі доїльної апаратури з адаптивним управлінням вакуумметричним тиском у піддійковому просторі доїльного апарата.

При цьому об'єм робочої камери ковшового лічильника може бути використаний як додатковий ресивер для стабілізації робочого тиску в системі доїльної апаратури.

### Висновки

Аналіз останніх досліджень і публікацій вказав на необхідність удосконалення існуючих доїльних апаратів для підвищення їх ефективності. Встановлено, що створення доїльної апаратури з адаптивним управлінням вакуумметричним тиском у піддійковому просторі та порційним лічильником ковшового типу є перспективним напрямом наукових досліджень і дасть змогу підвищити ефективність машинного доїння.

### Бібліографія

1. Удосконалення процесу і засобів машинного доїння корів / А. І. Фененко, С. П. Москаленко, В. В. Ткач, І. В. Резніков, М. А. Остапенко, П. М. Михайленко, В. Ф. Брилянт, В. О. Дріго. *Механізація та електрифікація сільського господарства*. 2010. Вип. 94. С. 249–259.
2. Ткач В. В. До питання взаємодії дійкової гуми та дійки у процесі машинного доїння корів. *Механізація та електрифікація сільського господарства: міжвідомчий тематичний науковий збірник / ННЦ «ІМЕСГ»*. Глеваха, 2017. Вип. 5 (104). С. 143–148.
3. Винников И. К., Забродина О. Б., Кормановский Л. П. Технологии, системы и установки для комплексной механизации и автоматизации доения коров; под ред. Л. П. Кормановского. 2001. 354 с.
4. Карташов Л. П. Машинное доение коров. М.: Колос, 1982. 301 с.

5. Белянчиков Н. Н. Автоматическое регулирование процесса доения. *Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства*. 1965. № 1.

6. Диденко А. А. Обоснование параметров стимулирующего доильного аппарата с управляемым подсосковым вакуумным режимом: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / ГНУ СибНИИЖ Россельхозакадемии. Новосибирск, 2014. 20 с.

7. Мартынов Е. А. Адаптивные доильные аппараты. *Проблемы и перспективы инновационного развития агротехнологий: материалы XX международной научно-производственной конференции / Т. 2*. Белгород: Издательство ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2016. С. 43–44.

8. Исинтаев Т. И. Обеспечение регулирования режимов работы доильного аппарата. *Вестник ВНИИМЖ*. 2012. № 2 (6). С. 62–65.

9. Relationship between Milking Machine Vacuum Fluctuations and Udder Disease / J. O'Shea and M. J. Walshe. *Irish Journal of Agricultural Research*. 1970. Vol. 9, № 3. P. 279–299.

10. Mastitis Infection from Abrupt Loss of Milking Vacuum / P. D. Thompson. W. D. Schultze. J. N. Sauls. S. C. Arapis. *Journal of Dairy Science*. 1978. Vol. 61, Issue 3. P. 344–351.

11. Thompson P. D., Pearson R. E. Likelihood of Droplet Impacts on Teat Ends during Induced Milking Vacuum Fluctuations. *Journal of Dairy Science*. 1979. Vol. 62, Issue 8. P. 1314–1321.

12. Продивлянов А. В., Шумихин А. С. Определение оптимальной величины разряжения в коллекторе доильного аппарата. *Проблемы и перспективы инновационного развития мирового сельского хозяйства: сборник статей IV Междунар. науч.-практ. конф.* / Саратов, 2013. С. 273–276.

13. Цхвітава О. К. Вплив зміни робочого тиску вакууму доїльної установки на функціональні властивості вимені. *Збірник наукових праць Подільського ДАТУ / Кам'янець-Подільський*, 2013. Вип. 21. С. 290–292.

14. Mahle D. E., Galton D. M., Adkinson R. W. Effects of vacuum and pulsation ratio on

udder health. *Journal of Dairy Science*. 1982. Vol. 65, Issue 7. P. 1252–1257.

15. Пат. 2411721 RU, МКИ 7 А 01J 5/04. Доильный аппарат / Ужик В. Ф., Чехунов О. А.; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО «Белгородская государственная сельскохозяйственная академия». №209143291/12; заявл. 23.11.2009; опубл. 20.02.2011, Бюл. № 5.

16. Пат. 2284100 RU, МПК А 01 J 5/04 (2006.01). Доильный аппарат / Ужик В. Ф., Прокофьев В. В., Белокобыльский А. А.; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО «Белгородская государственная сельскохозяйственная академия». №2005106734/12; заявл. 09.03.2005; опубл. 27.09.2006, Бюл. № 27.

### Bibliografia

1. Udoskonalennya protsesu i zasobiv mashinnogo doil'nnya koriv / A. I. Fenenko, S. P. Moskalenko, V. V. Tkach, I. V. Rêznikov, M. A. Ostapenko, P. M. Mikhaylenko, V. F. Briyant, V. O. Drigo. *Mekhanizatsiya ta yelektrifikatsiya sil's'kogo gospodarstva*. 2010. Vip. 94. S. 249–259.

2. Tkach V. V. Do pytannya vzayemodiyi diykovoyi humy ta diyky u protsesi mashynnoho doynnya koriv. *Mekhanizatsiya ta elektryfikatsiya sil's'koho gospodarstva: mizhvidomchyy tematychnyy naukovyy zbirnyk / NNTs «IMESH»*. Hlevakha, 2017. Vyp. 5 (104). S. 143–148.

3. Vinnikov I. K., Zabrodina O. B., Kormanovskiy L. P. Tekhnologii, sistemy i ustanovki dlya kompleksnoy mekhanizatsii i avtomatizatsii doyneniya korov; pod red. L. P. Kormanovskogo. 2001. 354 s.

4. Kartashov L. P. Mashinnoye doyneniye korov. M.: Kolos, 1982. 301 s.

5. Belyanchikov N. N. Avtomaticheskoye regulirovaniye protsessa doyneniya. *Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sotsialisticheskogo sel'skogo khozyaystva*. 1965. № 1

6. Didenko A. A. Obosnovaniye parametrov stimuliruyushchego doil'nogo apparata s upravlyayemym podsoskovym vakuumnym rezhimom: avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.20.01 / GNU SibNIIZH Rossel'khozakademii. Novosibirsk, 2014. 20 s.

7. Martynov Ye. A. Adaptivnyye doil'nyye apparaty. *Problemy i perspektivy*

*innovatsionnogo razvitiya agrotekhnologii: materialy XX mezhdunarodnoy nauchno-proizvodstvennoy konferentsii / T. 2*. Belgorod: Izdatel'stvo FGBOU VO Belgorodskiy GAU, 2016. S. 43–44.

8. Isintayev T. I. Obespecheniye regulirovaniya rezhimov raboty doil'nogo apparata. *Vestnik VNIIMZH*. 2012. № 2 (6). S. 62–65.

9. Relationship between Milking Machine Vacuum Fluctuations and Udder Disease / J. O'Shea and M. J. Walshe. *Irish Journal of Agricultural Research*. 1970. Vol. 9. № 3. S. 279–299.

10. Mastitis Infection from Abrupt Loss of Milking Vacuum / P. D. Thompson, W. D. Schultze, J. N. Sauls, S. C. Arapis. *Journal of Dairy Science*. 1978. Vol. 61, Issue 3. S. 344–351.

11. Thompson P. D., Pearson R. E. Likelihood of Droplet Impacts on Teat Ends during Induced Milking Vacuum Fluctuations *Journal of Dairy Science*. 1979. Vol. 62, Issue 8. S. 1314–1321.

12. Prodivlyanov A. V., Shumikhin A. S. Opredeleniye optimal'noy velichiny razryazheniya v kollektore doil'nogo apparata. *Problemy i perspektivy innovatsionnogo razvitiya mirovogo sel'skogo khozyaystva: sbornik statey IV Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* / Saratov, 2013. S. 273–276.

13. Tskhvitava O. K. Vplyv zminy robochoho tysku vakuumu doyl'noyi ustanovky na funktsional'ni vlastyivosti vymeni. *Zbirnyk naukovykh prats' Podil's'koho DATU / Kam'yanets'-Podil's'kyy*, 2013. Vyp. 21. S. 290–292.

14. Mahle D. E., Galton D. M., Adkinson R. W. Effects of vacuum and pulsation ratio on udder health. *Journal of Dairy Science*. Vol. 65, Issue 7. 1982. S. 1252–1257.

15. Пат. 2411721 RU, МКИ 7 А 01J 5/04. Doil'nyy apparat / Uzhik V. F., Chekhunov O. A.; zayavitel' i petentoobladatel' FGOU VPO «Belgorodskaya gosudarstvennaya sel'skokozyaystvennaya akademiya». №209143291/12; zayavl. 23.11.2009; opubl. 20.02.2011 Byul. № 5.

16. Пат. 2284100 RU, МПК А 01 J 5/04 (2006.01). Doil'nyy apparat / Uzhik V. F., Prokof'yev V. V., Belokobyl'skiy A. A.; zayavitel' i petentoobladatel' FGOU VPO «Belgorodskaya gosudarstvennaya sel'skokhozyaystvennaya

akademiya». №2005106734/12; zayavl. 09.03.2005; opubl. 27.09.2006. Byul. № 27.

### Bibliography

1. Improving the process and means of machine milking cows / A. I. Fenenko, S. P. Moskalenko, V. V. Tkach, I. V. Reznikov, M. A. Ostapenko, P. M. Mihaylenko, V. F. Brylyant, V. A. Driho. *Mechanization and electrification of agriculture*. 2010. Vol. 94. P. 249–259.
2. Tkach V. V. On the question of interaction between liner and teat during machine milking cows. *Mechanization and electrification of agriculture: interdepartmental thematic scientific collection* / NSC «IAEE». Hlevakha, 2017. Vol. 5 (104). P. 143–148.
3. Vinnikov I. K., Zabrodina O. B., Kormansky L. P. Technologies, systems and installations for the integrated mechanization and automation of cow milking; ed. L. P. Kormanovsky. 2001. 354 p.
4. Kartashov L. P. Machine milking cows. Moscow: Kolos, 1982. 301 p.
5. Belyanchikov N. N. Automatic regulation of the milking process. *Mechanization and Electrification of Socialist Agriculture*. 1965. № 1.
6. Didenko A. A. Justification of the parameters of the stimulating milking machine with a controlled subclavian vacuum regime: the author's abstract. Dis. ... cand. Tech. Sciences: 05.20.01 / SibNIIG of the Russian Academy of Agricultural Sciences. Novosibirsk, 2014. 20 p.
7. Martynov E. A. Adaptive milking machines. *Problems and prospects of innovative development of agrotechnologies: materials of the XX International Scientific and Production Conference* / T. 2. Belgorod: Publishing house FGBOU VO Belgorod State University, 2016. P. 43–44.
8. Isintaev T. I. Provision of regulation of operating modes of the milking machine. *Vestnik VNIIMZh*. 2012. № 2 (6). P. 62–65.
9. Relationship between Milking Machine Vacuum Fluctuations and Udder Disease /J. O'Shea and M. J. Walshe. *Irish Journal of Agricultural Research*. 1970. Vol. 9, № 3. P. 279–299.
10. Mastitis Infection from Abrupt Loss of Milking Vacuum / P. D. Thompson. W. D. Schultze. J. N. Sauls. S. C. Arapis. *Journal of Dairy Science*. 1978. Vol. 61, Issue 3. P. 344–351.
11. Thompson P. D., Pearson R. E. Likelihood of Droplet Impacts on Teat Ends during Induced Milking Vacuum Fluctuations. *Journal of Dairy Science*. 1979. Vol. 62, Issue 8. P. 1314–1321.
12. Prodivlyanov A. V., Shumikhin A. S. Determination of the optimal discharge value in the collector milking machine. *Problems and prospects of innovative development of the world agriculture: Collection of articles IV Intern. Scientific-practical. Conf.* / Saratov, 2013. P. 273–276.
13. Tskviatova O. K. Influence of change of working pressure of vacuum of milking device on the functional properties of a udder. *Collection of scientific works of Podilsky DATU.* / Kamyanyets-Podilsky, 2013. Vol. 21. P. 290–292.
14. Mahle D. E., Galton D. M., Adkinson R. W. Effects of vacuum and pulsation ratio on udder health. *Journal of Dairy Science*. 1982. Vol. 65, Issue 7. P. 1252–1257.
15. Pat. 2411721 EN, MKI 7 A 01J 5/04. Milking machine / Uzhik V. F., Chekhunov O. A.; Applicant and pet owner of the FSEI HPE Belgorod State Agricultural Academy. № 209143291/12; declared on 11/23/2009; opubl. 20.02.2011 Bul. № 5.
16. Pat. 2284100 RU, IPC A 01 J 5/04 (2006.01). Milking machine / Uzhik V. F., Prokofiev V. V., Belokobylsky A. A., Applicant and pet owner of the Belgorod State Agricultural Academy. № 2005106734 / 12; declared on 09.03.2005; opubl. 27.09.2006. Bul. № 27.