Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine. 2019, Vol. 10, No 4, 113-119
ISSN 2663-1334 (print), ISSN 2663-1342 (online), www.journals.nubip.edu.ua/index.php/Tekhnica

DOI: 10.31548/machenergy.2019.04.113-119

УДК 631.363

ВСТАНОВЛЕННЯ ФАКТИЧНОГО ДІАМЕТРА ДРОСЕЛЬНОГО ОТВОРУ КОЛЕКТОРА В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ІНТЕНСИВНОСТІ МОЛОКОВІДДАЧІ ТА ДІАМЕТРА МОЛОЧНОГО ШЛАНГА

В. І. Ачкевич, О. М. Ачкевич

Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна.

Стаття з спеціальності: 133 – галузеве машинобудування.

Кореспонденція авторів: achkevych@gmail.com.

Історія статті: отримано – серпень 2019, акцептовано – листопад 2019.

Бібл. 24, рис. 15, табл. 1.

Анотація. Одним із основних процесів у молочному скотарстві вважається процес доїння корів, у загальних затратах на виробництво молока його частка складає біля 70%. Доїльні установки, які сьогодні використовуються в Україні, суттєво відрізняються одна від одної як за конструкцією, так і за організацією технології доїння. Ні одна машина, яку сьогодні використовують в агропромисловому комплексі не контактує так близько з живим організмом, як доїльний апарат. І тому недоліки конструкції негативно впливають на фізіологічний стан тварини та якість отриманого молока.

Технологія виробництва на молочній фермі повинна відповідати сучасним вимогам і забезпечувати рентабельне отримання високоякісного молока з ощадним ставленням до збереження здоров'я тварин. Якість молока залежить від багатьох факторів: кормової бази, умов утримання, санітарного стану та технічних характеристик обладнання. За статистичними даними в нашій країні господарствами різних категорій виробляється молока екстра ґатунку близько 16 %, вищого ґатунку – 35 % та першого ґатунку на рівні 40 %. Важливим є збереження якості молока при машинному доїнні. Існує проблема виведення видоєного молока з молокозбірної камери колектора у верхній молокопровід (для доїльних установок типу «молокопровід»), особливо це стосується процесу машинного доїння високопродуктивних корів, коли має місце несвоєчасне відведення молока із колектора та пульсація потоку в молочному шлангові. За даними досліджень, встановлено, що при доїнні у верхній молокопровід втрати молочного жиру становлять від 0,16 % до 0,3 %. Крім того, збовтування молока в молочних шлангах створює багато піни, вміст жиру в якій досягає 12–15 %. Причиною є недотримання та порушення технології доїння. Це вимагає посилення уваги до технології доїння, оскільки через її порушення, втрати молока можуть становити від 25 % до 30 %, та у результаті неповного видоювання молока із вим'я втрачається до 12 % його жирності.

Ключові слова: молокопровід, доїльний апарат, колектор, режим транспортування, молочний шланг, дроселюючий отвір, втрати тиску.

Постановка проблеми

Процес доїння потребує правильного вибору доїльного апарата, адже він має безпосередній контакт з організмом тварини та вимагає враховувати анатомічну будову вимені. Суттєвим елементом машинного доїння є повнота видоювання та рівень негативного впливу на вим'я корови.

Застосування обладнання, що не відповідає фізіологічним вимогам корів може призвести до негативних наслідків при доїнні, а саме: неповного видоювання, що знижує продуктивність корів; зворотного потоку молока в колекторі доїльного апарата, що провокує перенесення бактерій між дійками корови; значного коливання вакуум-метричного тиску в молокозбірній камері колектора упродовж такту ссання, що призводить до захворювання маститом; недостатнього вакуум-метричного тиску в такті стиснення, що змінює режим транспортування молока та в подальшому знижує його якість; невідповідності конструкційних та режимних параметрів доїльного апарату, що призводить до наповзання доїльного апарата на вим'я корови та перетискання сосків [1-4].

Основною проблемою при роботі доїльного апарата є нестабільність вакуумметричного тиску в такті ссання та недостатній градієнт тиску в такті стиснення. Відомо, що систематичні коливання вакуумметричного тиску більше 6 кПа, в такті ссання, знижують продуктивність корів від 4 % до 9 %, та провокують захворюваність корів на мастит різної форми до 25 %. [5, 6] Недостатній рівень вакуумметричного тиску призводить до зниження надоїв до 14 % [7-9], а нестабільні умови транспортування викликають спінювання молока, укрупнення жирових кульок, які в подальшому відкладаються на стінках молокопроводу і, як наслідок, погіршують якість молока.

Тому актуальним є обґрунтування конструкційних параметрів двокамерного колектора доїльного апарата та раціональних режимних характеристик для забезпечення збереженням повноти продуктивного потенціалу тварин, дотримання якісних характеристик отриманого

молока та підвищення ефективності машинного доїння в цілому.

Аналіз останніх досліджень

В існуючих теоретичних та експериментальних дослідженнях параметрів колектора доїльного апарата обґрунтовано конструкційно-технологічні схеми колекторів доїльного апарата, досліджено конструкційні параметри та складено залежності, які визначають падіння вакуумметричного тиску в молокозбірній камері колектора в залежності від ваги порції молока, діаметра молокопровідного шланга та кількості повітря, що надходить в молокозбірну камеру колектора [10]. Не вирішеним залишається питання встановлення раціонального співвідношення між конструкційними параметрами молокозбірної камери колектора та режимами транспортування молока молокопровідним шлангом до молокопроводу. Для цього необхідно узгодити подачу повітря до молокозбірної камери упродовж такту стиснення з інтенсивністю молоковіддачі з метою забезпечення транспортуючої різниці тисків. При недостатньому перепаді тиску чи збільшеному діаметрі молокопровідного шланга порція молока не встигає піднятися до молокопроводу упродовж одного пульсу. Повернення молока до колектора спричиняє збільшення втрат тиску на транспортування наступної порції. Виникає пульсуючий рух та значні коливання тиску, що знижує ефективність транспортуючої ланки. При надмірному надходженні повітря змінюється режим транспортування молока з порційного на диспергований, що негативно впливає на якість молока. Також є ймовірність спадання доїльного апарата з вимені.

Тому відсутність науково обґрунтованих конструкційно-технологічних параметрів та режимів роботи спонукає до проведення досліджень у напрямку встановлення раціональної структурно-функціональної схеми доїльного апарата з двокамерним колектором та порційним впуском повітря. Характерною конструкційною особливістю колектора є наявність двох відокремлених перегородкою молокозбірних камер кожна з яких з'єднується з молокопроводом окремим молокопровідним шлангом і збирає молоко лише від двох доїльних стаканів. При цьому кожна молокозбірна камера сполучена дросельним отвором з відповідними розподільними камерами колектора та безпосередньо з пульсатором. За рахунок такого рішення стабілізується вакуумметричний тиск в молокозбірній камері колектора під час такту ссання [11]. В такті стиснення пульсатор переключається та подає атмосферне повітря в міжстінні простори доїльних стаканів, відбувається такт стиснення. В той же час атмосферне повітря порційно надходить через дросельний отвір в молокозбірну камеру колектора створюючи при цьому різницю тисків, що дозволяє транспортувати порцію молока.

Для забезпечення гарантованого транспортування молока молокопровідним шлангом до магістрального молокопроводу [12], тобто тиск в молокозбірній камері колектора в такті стиснення повинен бути більший тиску в молокопроводі на величину втрат тиску на транспортування порції молока. У структурі втрат тиску на транспортування порції молока найбільшу питому вагу займають втрати тиску по довжині молокопровідного шланга – 50 % та втрати тиску на подолання ваги порції молока – 30 %. Найменші втрати тиску припадають на місцеві опори – біля 2,5 %.

Таким чином, обґрунтовані конструкційні параметри колектора доїльного апарата мають раціональний характер, що потребує підтвердження шляхом проведення експериментальних досліджень.

Мета досліджень

Мета досліджень полягає у визначенні фактичного діаметра дросельного отвору двокамерного колектора доїльного апарата з метою підвищення ефективності процесу машинного доїння корів.

Результати досліджень

Для забезпечення гарантованого транспортування молока молочним шлангом до магістрального молокопроводу повинна виконуватись умова:

$$p_{\text{пк}} \geq p_{\text{мп}} + \Delta p_{\text{т}}. \tag{1}$$

Тиск у молочній камері колектора необхідно збільшити до рівня ($p_{пк}$) від початкової його величини ($p_п$). Тому, до молокозбірної камери колектора, для забезпечення необхідної різниці тисків ($p_{пк}$-$p_п$) має надійти, через дросельний отвір, повітря із подачею ($Q_п$):

$$V_{\text{к}} = Q_{\text{п}} \cdot t_{ст}, \tag{2}$$

де $V_{пк}$ – об'єм, який заповнює повітря для досягнення тиску $p_{пк}$, м^3.

Відповідно до рівняння Бойля-Маріотта [9]:

$$p_{\text{пк}} V_{\text{пк}} = p_{\text{п}} V_{\text{п}}. \tag{3}$$

Прирівняємо рівняння (2-3) та виділимо потік повітря:

$$Q_{\text{п}} = \frac{p_{\text{п}} V_{\text{п}}}{t_{ст} p_{\text{пк}}}. \tag{4}$$

Підставимо у рівняння (4) залежність приросту тиску Δp у молокозбірній камері на початку такту [10] та тиск в кінці такту стисненя $p_п$ [11]:

$$Q_{\text{п}} = \frac{\dfrac{p_{\text{к}} V_{\text{к}}}{V_{\text{к}} - \frac{1}{2}(Q_{\text{м}} - Q_{\text{м}} \mathrm{e}^{-t_c}) t_{cc}} \cdot \left(V_{\text{к}} - \frac{1}{2} Q_{\text{м}} t_{cc}\right)}{t_{ст} p_{\text{пк}}} = \frac{p_{\text{к}}\left(V_{\text{к}}^{\,2} - V_{\text{к}}\right)}{p_{\text{м}} + \Delta p_{\text{т}}\left(V_{\text{к}} t_{ст} - \frac{1}{2} Q_{\text{м}} t_{cc} t_{ст} - t_{cc}\right)}. \tag{5}$$

За формулою (5) можна визначити необхідну фактичну подачу повітря до молокозбірної камери

колектора для виконання умови (1) залежно від конструкційно-технологічних параметрів колектора доїльного апарата та режимів доїння.

Відповідно до досліджень [13, 14], у молочному шлангові рухається двофазне середовище – суміш молока та повітря. Формула (5) справедлива за умови допущення, що порція молока залишається постійною та не руйнується під час транспортування до магістрального молокопроводу, а втрати тиску спричинені переміщенням повітряного потоку молочним шлангом є незначними, оскільки густина повітря складає одну тисячну долю від густини молока, тому не мають суттєвого впливу на величину $\Delta p_т$ (рис. 1). Такі допущення випливають із прийнятого режиму подачі повітря до молокозбірної камери колектора – під час стиснення. Тому, кожна порція видоєного молока буде знаходитись, в молочному шлангові, між двома повітряними пробками.

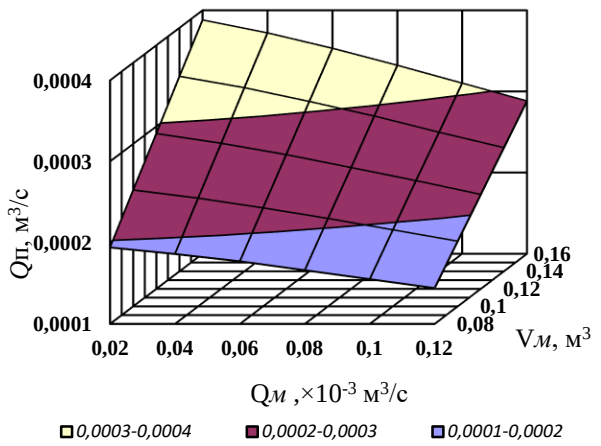

Рис. 1. Залежність інтенсивності подачі повітря через дросельний отвір ($Q_П$) від інтенсивності молоковіддачі ($Q_м$) та конструкційного об'єму секції молокозбірної камери колектора ($V_к$) при діаметрі молочного шланга $d_ш$=10 мм.

Fig. 1. The dependence of the intensity of the air flow through the throttle hole ($Q_П$) from the intensity of milk yield ($Q_м$) and the design volume of the cluster chamber ($V_к$) at the diameter of the milk hose $d_ш$=10 мм.

Інтенсивності подачі повітря ($Q_П$) до секції молокозбірної камери колектора (рис. 1) зростає при збільшенні її конструкційного об'єму ($V_к$) та зменшується при знижені інтенсивності молоковіддачі ($Q_м$) незалежно від діаметра молочного шланга. Збільшення подачі повітря пов'язано із збільшенням об'єму вільного від молока при зростанні об'єму молочної камери незалежно від інтенсивності молоковіддачі. Зменшення подачі повітря, навпаки, зумовлено зменшенням вільного від молока об'єму молочної камери колектора при зростанні інтенсивності молоковіддачі.

Вплив діаметра молочного шланга ($d_ш$) на кількість необхідного для транспортування порції молока повітря зображено на рис. 2.

При збільшенні діаметра молочного шланга (рис. 2) від 10 до 16 мм інтенсивність подачі повітря ($Q_П$) зростає на 2 % при інтенсивності молоковіддачі $Q_м$=0,02 л/с та на 22,4 % при $Q_м$=0,12 л/с. Це вказує на суттєвий вплив вибору діаметра молочного шланга для забезпечення гарантованої умови транспортування порції молока до магістрального молокопроводу для доїння високопродуктивних корів. За умови максимального значення інтенсивності молоковіддачі ($Q_м$=0,12 л/с) та найменшого діаметра молочного шланга ($d_ш$=10 мм) спостерігається мінімальна необхідна подача повітря ($Q_П$=0,18 л/с).

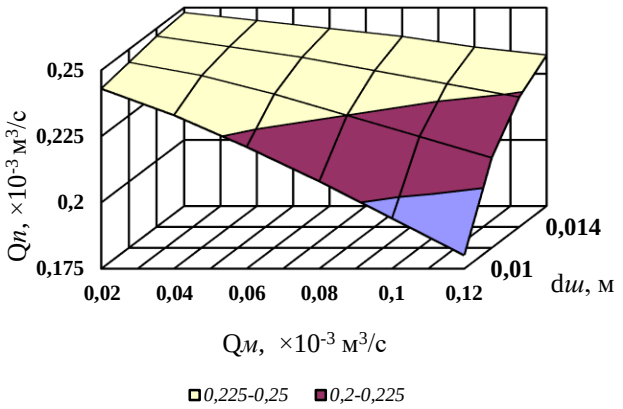

Рис. 2. Залежність інтенсивності подачі повітря ($Q_П$) через дросельний отвір до колектора від діаметрі молочного шланга ($d_ш$) та інтенсивності молоковіддачі ($Q_м$) при конструкційному об'ємі секції молокозбірної камери $V_к$=0,1×10^{-3} м^3.

Fig. 2. The dependence of the intensity of air flow through the throttle hole ($Q_П$) to the diameter of the milk hose ($d_ш$) and the intensity of milk yield ($Q_м$) at the design volume of the cluster chamber $V_к$=0,1×10^{-3} m^3.

Дослідженнями [15] встановлена залежність для визначення параметра насиченості повітрям простору молочного шланга:

$$\varphi_п = \frac{Q_п}{Q_п + Q_м}, \quad (6)$$

де $Q_П$ – потік повітря, визначений за формулою (5), м^3/с.

Протягом циклу доїння ($t_{сс}$+$t_{ст}$=$t_ц$) молочний шланг буде заповнений повітрям та молоком, тобто, виконується умова:

$$\varphi_п + \varphi_м = 1, \quad (7)$$

де $\varphi_м$ – ступінь заповнення молоком простору молочного шланга.

Таким чином, порція молока за такт ссання ($t_{сс}$) та повітря за такт стискання ($t_{ст}$) займуть спільний сукупний об'єм ($V_{см}$). Відповідно, густину двофазної суміші встановимо за допомогою формули:

$$p_{см} = \frac{m_{см}}{V_{см}} = \frac{p_{пк}V_{пк} + p_м V_м}{p_{пк} + V_м} \quad (8)$$

де $m_{см}$ – маса двофазної сумішки молока і повітря, кг;

$V_{см}$ – сукупний об'єм, який займає повітря та молоко у молочному шлангові, за один цикл транспортування ($t_{тр}$), м^3.

Швидкість ($\upsilon_{см}$) сукупного потоку молока і повітря у молочному шлангові, з врахуванням нерозчинності порції молока у повітряному потоці

(рис. 3), можна визначити за допомогою рівняння нерозривності потоку:

$$\vartheta_{см} = \frac{V_к}{t_{сс} t_{ст}} = 1{,}273 \frac{\left(Q_П t_{ст} - \frac{1}{2} Q_м t_{сс}\right)}{t_{ст} d_ш^2} \quad (9)$$

де $t_{тр}$ – тривалість циклу транспортування порції молока, отриманої за такт ссання, яка рівна тривалості циклу доїння ($t_ц$), с.

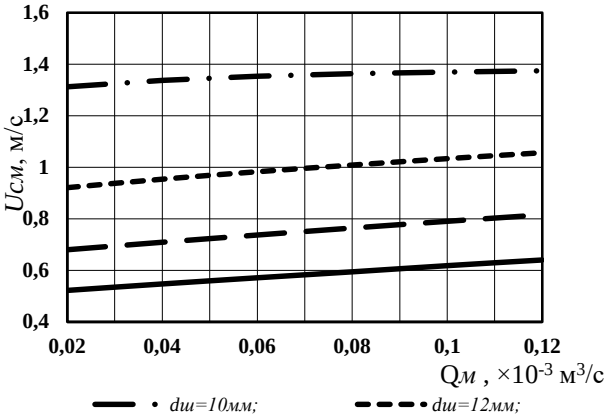

Рис. 3. Залежність швидкості сукупного потоку молока і повітря ($U_{см}$) від інтенсивності молоковіддачі ($Q_м$) та діаметру молочного шланга ($d_ш$) при конструкційному об'ємі молокозбірної камери колектора $V_к$=0,10×10^{-3} м^3.

Fig. 3. The dependence of the rate of total milk and airflow ($U_{см}$) on the intensity of milk yield ($Q_м$) and the diameter of the milk hose ($d_ш$) at the design volume of the cluster chamber $V_к$=0,10×10^{-3} m^3.

Вища швидкість сукупного потоку молока і повітря ($\upsilon_{см}$) відповідає діаметру молочного шланга $d_ш$=10 мм (рис. 3), незалежно від інтенсивності молоковіддачі ($Q_м$) та конструкційного об'єму ($V_к$) молокозбірної камери колектора. Причому, швидкість потоку ($\upsilon_{см}$) зростає зі збільшенням інтенсивності молоковіддачі, що пояснюється зростанням приросту тиску у молочній камері колектора за рахунок більшого об'єму $V_м$. Вищий діаметр молочного шланга, за однакових початкових умов ($Q_м$, $V_к$), характеризується зниженням швидкості потоку ($\upsilon_{см}$). Так, в діапазоні діаметрів молочного шланга $d_ш$=10-12 мм швидкість потоку ($\upsilon_{см}$) знижується на 29,8 % за умови інтенсивності молоковіддачі $Q_м$=0,02 л/с, а при $Q_м$=0,02 л/с – на 23,13 %. При збільшенні діаметра до $d_ш$=14 мм та $d_ш$=16 мм, зниження швидкості потоку складає 26,2 %-22,9 % та 23,2 %-21,5 % для відповідних параметрів молоковіддачі. Аналогічна закономірність розподілу швидкостей потоку спостерігається і для більших об'ємів молокозбірної камери колектора ($V_к$).

Зі збільшенням конструкційного об'єму молокозбірної камери колектора ($V_к$) характер розподілу швидкостей ($\upsilon_{см}$) змінюється для діаметра молочного шланга $d_ш$=10 мм (рис. 4). Так, в діапазоні об'ємів молокозбірної камери колектора $V_к$=0,012-0,016 л швидкість потоку знижується зі зростанням інтенсивності молоковіддачі ($Q_м$). Але загальна тенденція розподілу вищих швидкостей потоку для більшого об'єму секції молокозбірної камери колектора ($V_к$) не залежить від інтенсивності молоковіддачі ($Q_м$) та залишається незмінною в досліджуваному діапазоні діаметрів молочного шланга ($d_ш$=10-16 мм). Це можна пояснити вищою інтенсивністю подачі повітря ($Q_П$), що призводить до збільшення долі повітря, яке має меншу від молока густину та, відповідно, вищу швидкість, у сукупному молоко-повітряному потоці. Такий висновок корелює із результатами досліджень [13] руху двофазних середовищ виконаних вітчизняними та зарубіжними вченими.

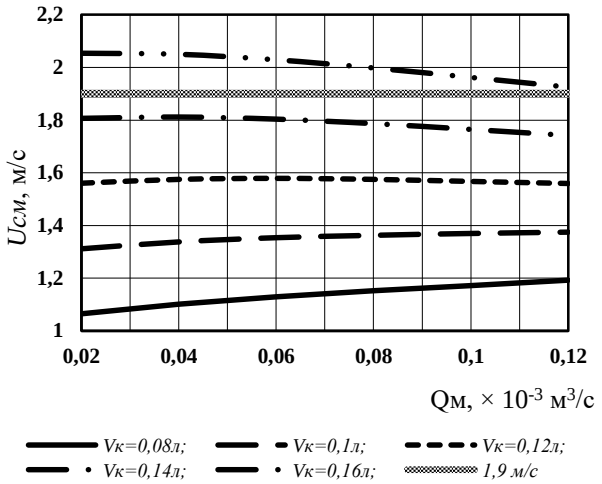

Рис. 4. Залежність швидкості сукупного потоку молока і повітря ($U_{см}$) від інтенсивності молоковіддачі ($Q_м$) та конструкційного об'єму секції молокозбірної камери колектора ($V_к$) при діаметрі молочного шланга $d_ш$=10 мм.

Fig. 4. The dependence of the rate of total milk and air flow ($U_{см}$) on the intensity of milk yield ($Q_м$) and the design volume of the cluster chamber ($V_к$) at the diameter of the milk hose $d_ш$=10 mm.

Відповідно до досліджень Фененка А. І. [13] критична швидкість, що відділяє режими транспортування молоко-повітряної сумішки до магістрального молокопроводу (пробковий потік переходить у розподільний) становить 1,90 м/с (рис. 4), а гранично допустима швидкість що визначає збереження якісних показників видоєного молока на рівні 2,5-2,8 м/с. Таким чином, встановлені нами режими транспортування молока знаходяться у визначених раціональних межах, окрім поєднання $V_к$=0,016 л і $d_ш$=10 мм.

З метою встановлення фактичного діаметра дросельного отвору ($d_д$) візьмемо за основу формулу діаметр дросельного отвору (d) [11]:

$$d = 2\sqrt{\frac{Q_П p_p}{\pi \vartheta_п p_{пк}}}. \quad (10)$$

З врахуванням рівнянь розписаних в працях [11] та [12] рівняння фактичного діаметра дросельного отвору набуде вигляду праці:

$$d = 2\sqrt{\frac{Q_П p_p}{\pi \vartheta_п (p_{пк} + \Delta p_т)}} = 1{,}129 \left(\frac{Q_П p_p}{p_м + \Delta p_т}\right)^{0,5} \cdot \left(\frac{\rho}{2(p_р - p_п)}\right)^{0,25}. \quad (11)$$

Вплив початкових умов на фактичний діаметр дросельного отвору показано на рис. 5.

Відповідно до рис. 5, фактичний діаметр дросельного отвору ($d_д$) зменшується зі зростанням інтенсивності молоковіддачі ($Q_м$) в межах фіксованого об'єму секції молокозбірної камери колектора ($V_к$) при діаметрі молочного шланга $d_ш$=10 мм. Більшому об'єму секції молокозбірної камери колектора ($V_к$) відповідає більший діаметр дросельного отвору ($d_д$). Це пояснюється тим, що зі зростанням $V_к$ зменшується рушійна різниця тисків ($p_р$-$p_п$) при одночасній потребі у збільшенні інтенсивності подачі повітря ($Q_П$) до молочної камери колектора.

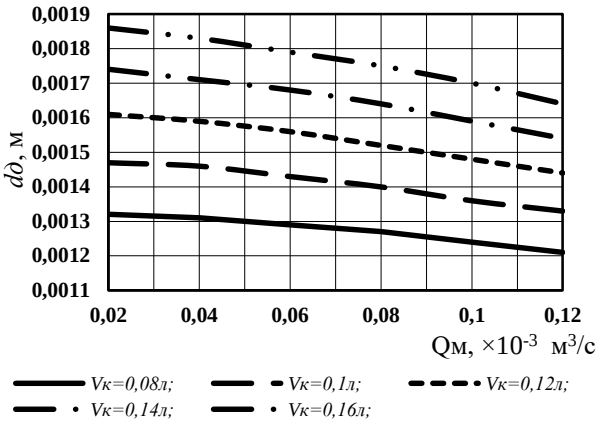

Рис. 5. Залежність фактичного діаметра дросельного отвору ($d_д$) від інтенсивності молоковіддачі ($Q_м$) та конструкційного об'єму секції молокозбірної камери колектора ($V_к$) при діаметрі молочного шланга $d_ш$=10 мм.

Fig. 5. The dependence of the actual diameter of the throttle hole ($d_д$) from the intensity of milk yield ($Q_м$) and the design volume of the cluster chamber ($V_к$) when the diameter of the milk hose $d_ш$=10 мм.

Зі збільшенням діаметра молочного шланга ($d_ш$) збільшується фактичний діаметр дросельного отвору ($d_д$) в досліджуваному діапазоні об'ємів секцій молокозбірної камери колектора ($V_к$) незалежно від інтенсивності молоковіддачі ($Q_м$) (рис. 6).

Відповідно до рис. 6, при певному поєднанні діаметра молочного шланга ($d_ш$) та конструкційного об'єму секції молокозбірної камери колектора ($V_к$) спостерігається лінійна залежність з інтенсивністю молоковіддачі ($Q_м$). Отже, за деяких умов ($Q_м$, $V_к$, $d_ш$) фактичний діаметр дросельного отвору ($d_д$) має постійну величину.

Стабільний діаметр дросельного отвору для молококопровідних шлангів більше 14 мм вказує на зміну режиму транспортування молокоповітряної суміші, за незначної кількості молока, повітря вільно проходить крізь його порцію.

Так при збільшенні діаметра молокопровідного шланга від 10 мм до 14 мм падіння тиску зменшується до 4 – 5 кПа, при діаметрі молочного шланга 10 мм падіння тиску досягає 10 – 12 кПа.

Таким чином, деякі структурно-функціональні схеми та конструкційні параметри колектора доїльного апарата мають раціональний характер, що потребує пояснення та підтвердження шляхом проведення експериментальних досліджень.

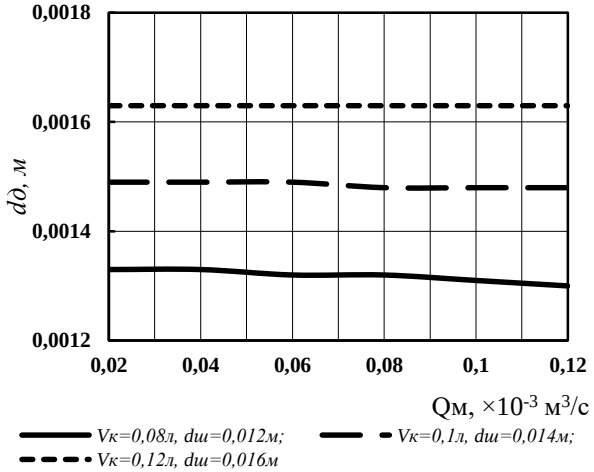

Рис. 6. Залежність фактичного діаметра дросельного отвору ($d_д$) від інтенсивності молоковіддачі ($Q_м$) та діаметра молочного шланга ($d_ш$) в поєднанні із фіксованим конструкційним об'ємом секції молокозбірної камери колектора ($V_к$).

Fig. 6. The dependence of the actual diameter of the throttle hole ($d_д$) on the intensity of milk yield ($Q_м$) and the diameter of the milk hose ($d_ш$) in combination with a fixed design volume of the cluster chamber ($V_к$).

Висновки

1. В результаті проведених досліджень визначено фактичний діаметр дросельного отвору двокамерного колектора доїльного апарата. Проаналізовано вплив інтенсивності молоковіддачі та діаметра молочного шланга в поєднанні із фіксованим конструкційним об'ємом секції молокозбірної камери колектора на розмір фактичного діаметра дросельного отвору впуску повітря.

2. Отримана математична модель зміни тиску в такті ссання, яка описує взаємозв'язок конструкційно-технологічних параметрів двокамерного колектора та фактичної інтенсивність молоковіддачі ($Q_м$). Отримана модель засвідчує, що найбільший вплив на зміну тиску має діаметр молокопровідного шланга. Так при збільшенні діаметра молокопровідного шланга від 10 мм до 14 мм падіння тиску зменшується до 4–5 кПа, при діаметрі молочного шланга 10 мм падіння тиску досягає 10 – 12 кПа.

Список літератури

1. *Палій А. П.* Вплив молокопровідних систем доїльних установок на споживчі показники молока. Тваринництво України. 2016. №. 9. С. 20–22.

2. *Hovinen M., Pyorola S.* Invited review: udder health of dairy cows in automatic milking. *Journal of Dairy Science.* 2011. Vol. 94. P. 547–562.

3. *Коновалова А. С.* Сравнительный анализ использования современных доильных установок. Аграрный вестник Урала. 2009. № 4 (53). С. 65–67.

4. *Калмыкова О., Ананева Т.* Технология доения и качество молока. Животноводство России. 2011. С. 41–42.

5. *Галичева, М. С., Дохужев, Ю. Г., Головань, В. Т.* Пути сокращения потерь молока при доении в

молокопровод. Новые технологии. 2009. № 3. С. 12–16.

6. *Кощеев, П. С.* Молочная продуктивность коров в зависимости от режимов выдаивания. Известия оренбуржского государственного аграрного университета. 2006. №12. 1 (том 4).

7. *Федосенко Е. Г.* Влияние доильного оборудования на качественный состав молока. Молочнохозяйственный вестник. 2011. №4. С. 47–50.

8. *O'Callaghant E. J.* A note on the effects of teat-end vacuum on milking characteristics. Irish Journal of Agricultural and Food Research. 2004. №43. P.265–269.

9. *O'Callaghant E. J.* Effects of the design of a milking unit on vacuum variations during simulated milking. Irish Journal of Agricultural and Food Research. 2004. №43. P.237–245.

10. Медведський О. В. Ачкевич В. І., Ачкевич О. М. Встановлення впливу параметрів молочної камери колектора на режими роботи доїльного апарата. Наукові горизонти. Житомирський національний агроекологічний університет. 2018. № 4 (67). С. 45–50.

11. *Medvedsky O., Achkevych O., Ackevych V.* Establishmen the structural-technological scheme of the collector of the milking machine. Machinery & Energetics. 2018. Vol. 9, No. 4. p.171–190.

12. *Ачкевич О. М., Ачкевич В.І.* Встановлення параметрів системи транспортування молока від колектора до молокопроводу. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. 2019. №201. С. 28–38.

13. *Фененко А. И.* Биотехническая система производства молока. Теория и практика : монография. 2014. 192 с.

14. *Ачкевич О. М., Ачкевич В. І.* Аналіз конструкцій колекторів доїльних апаратів та їх вплив на якість отриманого молока. Науковий журнал «Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів» Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. 2018. № 12. С. 134-140.

15. *Голуб Г. А., Медведський О. В., Ачкевич В. І., Ачкевич О. М.* Встановлення раціональних конструкційно-технологічних параметрів колектора доїльного апарата. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2018. Vol. 91. No 1. С. 12–17.

References

1. *Paliy A.* (2016). Influence of dairy systems of arbitrary establishments on young consumers. Livestock of Ukraine. № 9. 20-22.

2. *Hovinen M., Piorola S.* (2011). Invited review: Health of dairy cow's udder in automatic milking. Journal of Dairy Science. T. 94. 547–562.

3. *Konovalova A.* (2009). Comparative analysis of the use of modern dairy system. Agrarian Herald of the Urals. No. 4 (53). 65-67.

4. *Kalmykova O., Ananeva T.* (2011). Milking technology and milk quality. *Livestock of Russia.* 41–42.

5. *Galicheva, M, Dohuzhev, Yu., Golovan, V.* (2009). Ways to reduce milk loss during milking in the milk line. New technology. № 3. 12–16.

6. *Kosheev P.* (2006). Dairy productivity of cows depending on the modes of milking. *News of the* Orenburg State Agrarian University. №12. 1 (Volume 4).

7. *Fedosenko E.* (2011). Influence of milking equipment on the quality composition of milk. Dairy Gazette. №4. 47–50.

8. *O'Callaghant E. J.* (2004). A note on the effects of teat-end vacuum on milking characteristics. Irish Journal of Agricultural and Food Research. №43. 265–269.

9. *O'Callaghant E. J.* (2004). Effects of the design of a milking unit on vacuum variations during simulated milking. Irish Journal of Agricultural and Food Research. №43. 237-245.

10. *Medvedsky O., Achkevych V., Achkevych O.* (2018). Determination of the influence of collector milk chamber parameters on the milking machine operating modes. Scientific horizons. Zhytomyr National Agro-Ecological University. No. 4 (67). 45-50.

11. *Medvedsky O., Achkevych O., Achkevych V.* (2018). Establishmen of the structural-technological scheme of the collector of the milking machine. Machinery & Energetics. Vol. 9, No. 1 4. 171-190

12. *Achkevych O., Achkevych V.* (2019). Setting the parameters of the milk transport system from the collector to the milk line. Bulletin of the Kharkiv National Technical University of Agriculture named after Peter Vasylenko. №201. 28-38.

13. *Fenenko A.* (2014). Biotechnical system of milk production. Theory and Practice: Monograph. 192.

14. *Achkevych O., Achkevych V.* (2018). Analysis of the designs of milk clasters of milking machines and their influence on the quality of the milk obtained. Scientific journal "Technical service of agro-industrial, forestry and transport complexes" of Kharkiv National Technical University of Agriculture named after Petro Vasylenko. No. 12. 134-140.

15. *Golub G., Medvedskiy O., Achkevych V., Achkevvch O.* (2018). Establishment of rational structural and technological parameters of the milking machine collector. Eastern European Journal of Enterprise Technologies. 2018. Vol. 91. No. 1. 12-17.

УСТАНОВЛЕНИЕ ФАКТИЧЕСКОГО ДИАМЕТРА ДРОССЕЛЬНОГО ОТВЕРСТИЯ ДЛЯ ВПУСКА ВОЗДУХА В МОЛОКОЗБОРНУЮ КАМЕРУ КОЛЛЕКТОРА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИНТЕНСИВНОСТИ МОЛОКООТДАЧИ И ДИАМЕТРА МОЛОЧНОГО ШЛАНГА

В. И. Ачкевич, О. Н. Ачкевич

Аннотация. Одним из основных процессов в молочном скотоводстве считается процесс доения коров, в общих затратах на производство молока его доля составляет около 70%. Доильные установки, которые сегодня используются в Украине, существенно отличаются друг от друга как по конструкции, так и по организации технологии доения. Ни одна машина, которую сегодня используют в агропромышленном комплексе не контактирует так близко с живым организмом, как доильный аппарат. И поэтому недостатки конструкции негативно влияют на физиологическое состояние животного и качество полученного молока.

Технология производства на молочной ферме должна соответствовать современным требованиям и

обеспечивать рентабельное получения высококачественного молока с сберегательным отношением к сохранению здоровья животных. Качество молока зависит от многих факторов: кормовой базы, условий содержания, санитарного состояния и технических характеристик оборудования. По статистическим данным в нашей стране хозяйствами разных категорий производится молока сорта премиум около 16%, высшего сорта - 35% и первого сорта на уровне 40%. Важным является сохранение качества молока при машинном доении. Существует проблема вывода выдоенного молока с молокозборнои камеры коллектора в верхней молокопровод (для доильных установок типа «молокопровод»), особенно это касается процесса машинного доения высокопроизводительных коров, когда имеет место несвоевременное отвода молока с коллектора и пульсация потока в молочном шланговые. По данным исследований, установлено, что при доении в верхней молокопровод потери молочного жира составляет от 0,16% до 0,3%. Кроме того, взбалтывания молока в молочных шлангах создает много пены, содержание жира в которой достигает 12-15%. Причиной является несоблюдение и нарушение технологии доения. Это требует усиления внимания к технологии доения, поскольку из-за ее нарушения, потери молока могут составлять от 25% до 30%, и в результате неполного выдаивания молока с вымя теряется до 12% его жирности.

Ключевые слова: молокоповод, доильный аппарат, коллектор, режим транспортирования, молочный шланг, дросельное отверстие, потери вакуумметрического давления.

INSTALLING ACTUAL THROTTLE HOLE DIAMETER FOR INLETING AIR INTO DAIRY COLLECTOR CAMERA DEPENDING ON INTENSITY OF MILK PRODUCT AND DAIRY HOSE DIAMETER

V. I. Achkevich, O. M. Achkevich

Abstract. One of the main processes in dairy cattle breeding is the process of milking cows, in the total costs of milk production, its share is about 70%. The milking machines used today in Ukraine differ significantly both in design and in the organization of milking technology. No machine used today in the agro-industrial complex comes in contact with a living organism like a milking machine. Therefore, design defects adversely affect the physiological condition of the animal and the quality of the milk obtained.

Dairy production technology must meet current requirements and ensure the cost-effective production of high-quality milk with a thrifty attitude to animal health. The quality of milk depends on many factors: the feed base, the conditions of maintenance, the sanitary condition and the technical characteristics of the equipment. According to statistics in our country, farms of different categories produce extra milk of about 16%, higher grade – 35% and first grade at 40%. It is important to maintain the quality of milk during machine milking. There is a problem of removing milk from the collector's milk collector into the upper milk line (for milking machines), especially in the process of machine milking of high-yielding cows, when there is a delayed removal of milk from the collector and a ripple flow in the milk hose. According to research, it is found that when milking in the upper mammary tube, the loss of milk fat is from 0.16% to 0.3%. In addition, shaking milk in milk hoses creates a lot of foam, the fat content of which reaches 12-15%. The reason is non-compliance and breach of milking technology. This calls for increased attention to milking technology, as it can cause milk loss from 25% to 30% due to the breach of milking technology, and incomplete milking from the udder loses up to 12% of its fat content.

Key words: milkline, milking machine, milkcluster, transport mode, milk hose, throttle hole, loss of vacuum pressure.

В. І. Ачкевич ORCID 0000-0002-1537-6997.
О. М. Ачкевич ORCID 0000-0001-9878-6563.