

**Національний університет біоресурсів
і природокористування України**



ЗБІРНИК

ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ

***XIV МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ***

«ОБУХОВСЬКІ ЧИТАННЯ»

***з нагоди 93-ї річниці від дня народження
доктора технічних наук, професора, академіка АН ВШ України,
Обухової Віолетти Сергіївни
(1926-2005)***

29 березня 2019 року



м. Київ

УДК 637.116

ВСТАНОВЛЕННЯ ВТРАТ ВАКУУММЕТРИЧНОГО ТИСКУ ПРИ ТРАНСПОРТУВАННІ МОЛОКА ВІД КОЛЕКТОРА ДО МОЛОКОПРОВОДУ

В.І. Ачкевич, О.М. Ачкевич

Національний університет біоресурсів та природокористування,

Постановка проблеми. Доїльне обладнання, яке існує на ринку, в більшості випадків не відповідає природній інтенсивності молоковіддачі. В результаті чого спостерігаються такі негативні явища як, нестабільність вакуумметричного тиску під сосками вимені, зворотній потік молока, спадання підвісної частини доїльного апарата. Все це негативно впливає не тільки на якість молока, але й значно збільшує час доїння та відповідно затрати праці. Неповне видоювання призводить до зниження продуктивності корів та ймовірності захворювання на мастит. Нестабільний вакуумметричний тиск під соском призводить до ефекту наповзання підвісної частини на вим'я, що негативно впливає на кровообіг і стан вимені в цілому.

Аналіз останніх досліджень. Транспортувальна властивість доїльного апарата не завжди відповідає інтенсивності доїння. За даними ряду вчених [1, 2] при максимальній інтенсивності молоковіддачі, при доїнні типовими доїльними апаратами, може виникати зворотній потік молока. Це виникає через переповнення молоко збірної камери колектора і молоко провідного шланга молоком. Величини і рівень вакуум метричного тиску знижуються. Щоб знизити ймовірність виникнення цих явищ, в колектор доїльного апарата, через дросельний отвір, надходить атмосферне повітря. Створюється різниця тисків між колектором та молокопроводом, яка транспортує порцію видоєного молока.

Впуск повітря в колектор має великий вплив на транспортувальну спроможність доїльного апарата. При цьому кожному типу доїльних апаратів відповідає своя оптимальна подача повітря. Так для вітчизняних апаратів типу АДУ – 1 вона лежить в межах від 3 до 6 л / хв. [2], у зарубіжних моделях доїльних апаратів 4 – 12 л / хв [3]. Одночасний рух молока та повітря може характеризуватися зміною різних форм течії від диспергованої до порційної. Диспергований режим руху характеризується різким зменшенням густини молоко повітряної суміші, що забезпечує транспортування по молоко повітряному шлангу з меншими втратами вакуумметричного тиску [2]. В той же час надмірна кількість повітря в колекторі провокує високу обсемененість молока бактеріями із-за контакту з повітрям.

Порційний режим руху характеризується періодичним рухом порцій повітря та порцій молока. При даному режимі спостерігається зворотній потік молока, переповнення колектора і молочного шланга молоком та нестабільність вакуум метричного тиску в молоко збірній камері колектора. Дослідженню внутрішнього діаметра молоко провідного шланга та його вплив на зміну

вакуумметричного тиску приділялось багато уваги [1, 3]. Автор [4] вказує, що втрати вакуумметричного тиску сягають від 10 до 12 кПа при $d_{um} = 13$ мм, при використанні пульсатора одночасної дії. При збільшенні $d_{um} = 16$ мм втрати сягають від 5 до 6 кПа. Думки авторів [3] стверджують, що використання доїльного апарата в поєднанні з пульсатором попарної дії навпаки збільшує втрати тиску від 7 до 12 кПа. Тому існує проблема дослідження втрат вакуумметричного тиску при транспортуванні порції молока, залежність цих втрат від факторів та можливість їх зменшення.

Мета досліджень. Проаналізувати проблеми втрат вакуумметричного тиску при транспортуванні порції видоєного молока від колектора до молокопроводу.

Результати досліджень. До магістрального молокопроводу молоко транспортується молочним шлангом, довжина та діаметр якого визначають режим руху порції молока, отриманої впродовж такту ссання. Різниця тисків у молочній камері колектора та у молокопроводі становить рушійну силу, яка витрачається на подолання втрат тиску при надходженні порції молока до молокопроводу, тобто має виконуватись умова:

$$P_{нк} - P_{мл} > \Delta p_T, \quad (1)$$

де $P_{мл}$ – тиск в магістральному молокопроводі, кПа;

Δp_T – втрати тиску в молочному шлангові на транспортування порції молока (рис. 1), кПа.

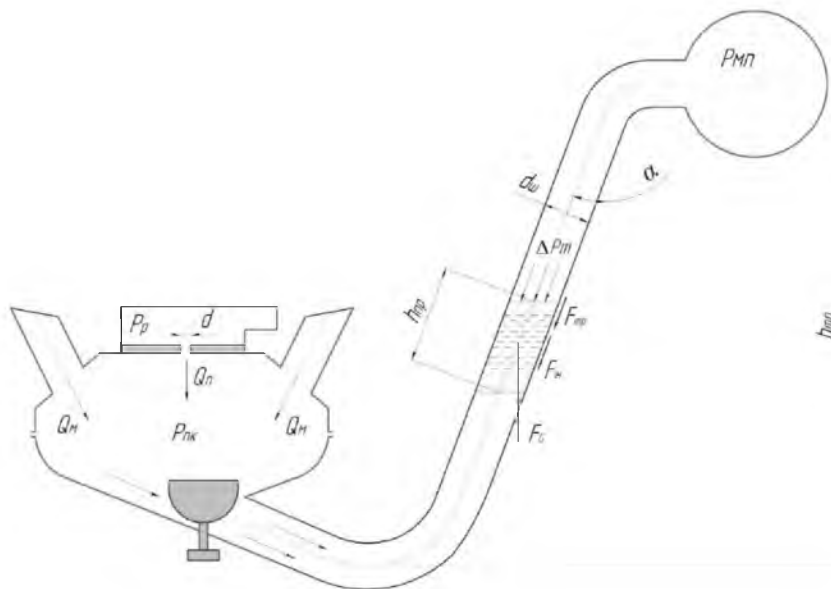


Рис. 1. Схема руху порції молока та напрямок дії сил опору в молочному шлангові.

Будемо вважати, що порція молока, котра отримана за один такт ссання, є суцільною. Тоді, відповідно до рис. 1, для забезпечення умов її транспортування молочним шлангом складемо рівняння рівноваги:

$$\Delta p_{\tau} = p_G + p_{\tau p} + p_{in}, \quad (2)$$

де p_G – втрати тиску на подолання сили ваги порції молока, кПа;

$p_{\tau p}$ – втрати тиску на подолання сили тертя в процесі руху порції молока молочним шлангом, кПа;

p_{in} – втрати тиску на подолання сил інерції, викликані зміною кінетичної енергії порції молока (пульсації потоку молока) під час транспортування, кПа.

Втрати тиску, спричинені вагою порції молока можна встановити за допомогою залежності:

$$p_G = \frac{V_{nm} \rho_m g}{S_{ш}} \cos \alpha = \rho_m g h_{np} \cos \alpha, \quad (3)$$

де ρ_m – густина молока, кг/м³;

g – прискорення вільного падіння, м/с²;

α – кут нахилу молочного шланга, за умови вертикального ($\alpha=0^\circ$) підйому молока $\cos \alpha=1$, град;

V_{nm} – об'єм порції молока у молочному шлангові ($V_{nm}=h_{np} \times S_{ш}$), м³;

$S_{ш}$ – площа перерізу молочного шланга, м²;

h_{np} – висота порції молока у молочному шлангові (рис. 1), м.

Тиск, який витрачається на подолання інерційного напору (p_{in}) визначимо за допомогою рівняння:

$$p_{in} = \rho_m g h_i = \rho_m \frac{2Q_m}{\pi d_{ш}^2 t_{ст}} l_{ш} \cos \alpha. \quad (4)$$

Рівняння (4) є справедливим при допущення, що вся порція молока сформувалась впродовж такту ссання і покинула секцію молочної камери колектора у вигляді суцільної «пробки», яка має дійти до магістрального молокопроводу впродовж такту стиснення.

Втрати тиску на подолання сили тертя ($p_{\tau p}$) в процесі руху порції молока молочним шлангом складаються із місцевих та лінійних втрат напору по довжині транспортування:

$$p_{\tau p} = p_l + p_{\xi}, \quad (5)$$

де p_l – втрати тиску по довжині молочного шланга, кПа;

p_{ξ} – втрати тиску на подолання місцевих опорів, кПа.

Втрати тиску по довжині молокопроводу в загальному випадку можна визначити за допомогою формули Дарсі-Вейсбаха [2]:

$$p_l = \lambda_m \frac{l_{ш}}{d_{ш}} \cdot \frac{v_m^2}{2} \rho_m, \quad (6)$$

де λ_m – гідравлічний коефіцієнт тертя, відповідно з дослідженнями вчених $\lambda_m=0,1-0,2$, при інтенсивності молоковіддачі $Q_m=0,02-0,06$ л/с.

Замінімо у рівнянні (6) швидкість (v_m) на інтенсивність молоковіддачі ($Q_m=v_m \times S_{ш}$), отримаємо:

$$p_l = \lambda_m \frac{l_{ш}}{d_{ш}} \cdot \frac{\left(\frac{2Q_m}{\pi d_{ш}^2}\right)^2}{2} \rho_m = 0,2028 \cdot \lambda_m \cdot l_{ш} \cdot \frac{Q_m^2}{d_{ш}^5} \cdot \rho_m. \quad (7)$$

На шляху потоку порції молока від колектора до молокопроводу мають місце місцеві опори у вигляді звужень (вихід із колектора), розширень (вхід у магістральний молокопровід) та зміни напрямку (ділянки з підняттям або опусканням), а також крани, засувки і т. д.

В загальному, з врахуванням рекомендацій [2] та формули (7), втрати тиску на подолання місцевих опорів (p_{ξ}) можна описати рівнянням:

$$p_{\xi} = (\xi_z + \xi_p + \xi_n) \frac{v_m^2}{2} \rho_m = 0,2028 \cdot (\xi_z + \xi_p + \xi_n) \cdot \frac{Q_m^2}{d_{ш}^4} \rho_m, \quad (8)$$

де ξ_z, ξ_p, ξ_n – відповідно коефіцієнт місцевого опору при звуженні, розширенні, зміні напрямку та повороту потоку молока у молочному шлангові (з врахуванням рис. 1).

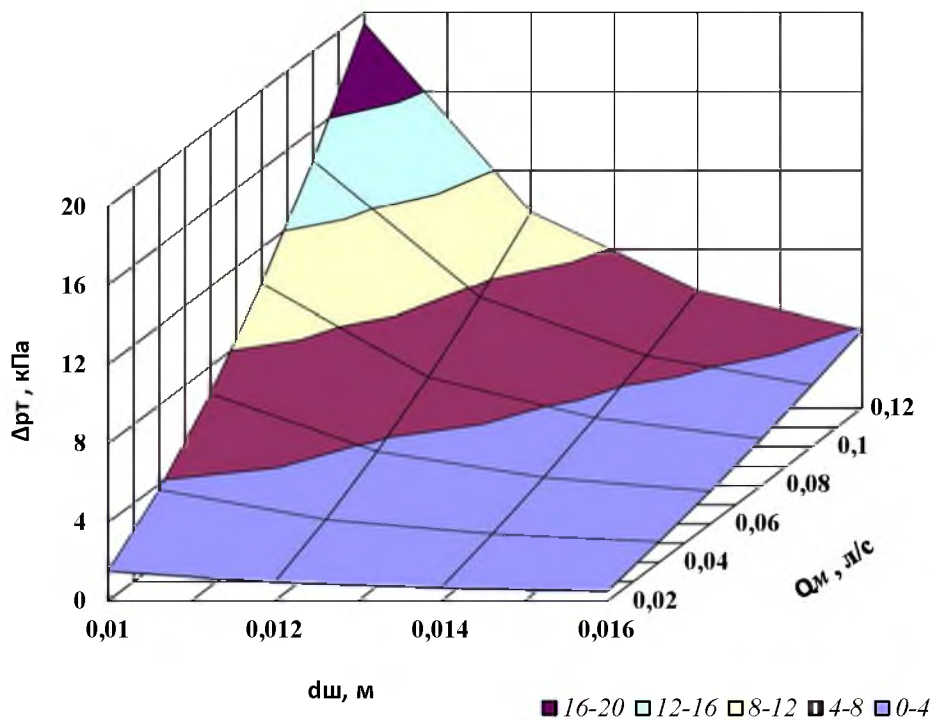


Рис. 2. Залежність загальних втрат тиску в молочному шлангові на транспортування порції молока (Δp_T) від інтенсивності молоковіддачі (Q_m) та діаметра молочного шланга ($d_{ш}$), довжина якого становить $l_{ш}=2,0$ м

Втрати тиску (Δp_T) на транспортування порції молока в молочному шлангові (рис. 2) зменшуються зі збільшенням діаметра (d_{ui}) молочного шланга на 1,02 кПа при інтенсивності молоковіддачі $Q_M=0,02$ л/с та на 15,51 кПа при інтенсивності молоковіддачі $Q_M=0,12$ л/с. Причому, в інтервалі діаметрів $d_{ui}=10-12$ мм інтенсивність зменшення тиску становить 55-61,6 %, а при $d_{ui}=12-16$ мм – 38,4-45 %. Зниження тиску при збільшенні діаметра молочного шланга пояснюється зменшенням швидкості (Q_M/S_{ui}) потоку молока незалежно від інтенсивності молоковіддачі.

Висновок. При збільшенні інтенсивності молоковіддачі втрати тиску (Δp_T) на транспортування порції молока в молочному шлангові (рис. 2) зростають незалежно від діаметра молочного шланга. Але при діаметрі $d_{ui}=10$ мм втрати тиску зростають на 17,93 кПа, а при $d_{ui}=16$ мм – зростають лише на 3,44 кПа, для решти розмірних параметрів – на 5,24-8,93 кПа. Збільшення втрат тиску (Δp_T) при збільшенні інтенсивності молоковіддачі (Q_M) викликане зростанням швидкості потоку молока у молочному шлангові.

В структурі втрат тиску на транспортування порції молока (Δp_T) найбільшу питому вагу займають втрати напору по довжині молочного шланга (p_l) – 61,6 %, а найменші втрати тиску припадають на місцеві (p_ξ) опори – 2,5 %, частка втрат тиску на подолання сили ваги (p_G) та інерційних навантажень (p_{in}) – 19,4 % та 16,5 %.

Література

1. E.J. O'Callaghan, B.E., M.Eng.Sc., Ph.D., D.E. Gleeson, N.C.A., Diploma in Dairy Husbandry, M.Sc. Evaluation of milking systems in terms of new mastitis risk, teat tissue reactions & milking performance Project No. 4505
2. Фененко А.И. Биотехническая система производства молока. Теория и практика. Монография / под ред. акад. НААН В.В. Адамчука – Нежин: Издатель ЧП Лысенко Н.М., 2014. – 192 с.
3. Rasmussen M. D. Influence of Air Intake on the Concentration of Free Fatty Acids and Vacuum Fluctuations During Automatic Milking / M. D. Rasmussen, L. Wiking, M. Bjerring, H. C. Larsent // J. Dairy Sci. 89:4596–4605 American Dairy Science Association, 2006.
4. O'Callaghan E.J. A note on the effects of teat-end vacuum on milking characteristics [Текст] / E.J. O'Callaghan, D.E. Gleeson // Irish Journal of Agricultural and Food Research 43: 265–269, 2004