

ВСТАНОВЛЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ СКЛАДОВИХ ВАКУУМНОЇ СИСТЕМИ МОБІЛЬНОЇ ДОЇЛЬНОЇ УСТАНОВКИ

О. В. Медведський, к.т.н.

С. М. Кухарець, д. т.н., професор

Я. Д. Ярош, к.т.н., доц.

О. В. Коновалов, старший викладач

Житомирський національний агроекологічний університет

В статті оцінено вплив об'єму вакуумного балона мобільної доїльної установки на ефективність процесу машинного доїння корів. За результатами теоретичних досліджень встановлено оптимальне співвідношення між параметрами вакуумного балона та молокозбірника. Отримана аналітична залежність визначення раціонального об'єму вакуумного балона за умови забезпечення якісних технологічних показників роботи вакуумної системи, зокрема, підтримання вищого рівня стабільності початкового вакуумметричного тиску.

Ключові слова: мобільна доїльна установка, параметри вакуумного балона, коефіцієнт кратності об'ємів, стабільний вакуум.

Постановка проблеми. Сьогоднішній ринок серійних мобільних доїльних установок наповнено зразками вітчизняного та закордонного виробництва [5, 7]. Порівняльний аналіз представленого обладнання вказав на значно вищу продуктивність, менші затрати праці та меншу питому енерго- та металоємність мобільних систем доїння порівняно із стаціонарними доїльними установками, за умови однакової кількості одночасних корово-доїнь [6].

Особливість конструкції мобільних доїльних установок полягає у компактному розміщенні на візку структурних елементів, набір яких притаманний для стаціонарних доїльних установок типу «відро». Але мобільні доїльні установки мають відмінності у параметрах елементів вакуумної системи. Це робить їх найменш дослідженими щодо впливу особливостей конструкційного виконання та технологічних параметрів на ефективність технологічного процесу – машинного доїння корів. Тому, зростає важливість встановлення раціонального співвідношення між параметрами елементів вакуумної системи за умови забезпечення оптимальних режимних характеристик виконавчих механізмів мобільної доїльної установки.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Ефективність машинного доїння корів залежить від цілого ряду факторів (технічні характеристики та технологічні параметри доїльних установок, особливості організації процесу доїння та ін.), що впливають не тільки на технологічні особливості протікання процесу, а також і на організм тварин. До техніко-технологічних характеристик доїльних установок в першу чергу відносять рівень та стабільність робочого вакуумметричного тиску у вакуумній мережі. З'ясовано, що систематичні

коливання вакууму в піддійковому просторі доїльних стаканів зумовлюють скорочення надоїв молока на 9,2 % та зниження швидкості доїння на 11,8 % [1]. Щодо позитивного впливу раціонального об'єму вакуумного ресивера на стабільність вакуумметричного тиску відзначається в багатьох роботах [1]. Але, стосовно мобільних доїльних установок, не формалізовано взаємозв'язок між параметрами структурних елементів вакуумної системи.

Відсутність будь-яких науково-практичних рекомендацій щодо геометричних параметрів та конструкційних рішень відповідно до техніко-технологічних показників та умов експлуатації, потребує вивчення впливу об'ємів складових вакуумної системи на стабільність вакуумметричного тиску у вакуумній мережі відповідно до режимних характеристик установок індивідуального доїння.

Мета досліджень полягає у встановленні раціонального об'єму вакуумного балона та виявлення його оптимального співвідношення з об'ємом молокозбірника за умови стабільного функціонування виконавчих механізмів мобільної доїльної установки.

Результати досліджень. Кожне включення доїльного апарата мобільної доїльної установки у роботу супроводжується падінням тиску у вакуум-проводі. Величина падіння вакуумметричного тиску, незважаючи на неперервне функціонування вакуумного насоса, відповідно до виконаних досліджень, залежить від геометричних параметрів складових вакуумної системи [4]. Так, втрати тиску (Δp_B) у вакуумній мережі при заданому рівні початкового вакуумметричного тиску у вакуум-проводі ($p_{ПВ}$) визначаються за допомогою аналітичного рівняння:

$$\Delta p_B = p_{ПВ} - p_{Вс} = p_{ПВ} \cdot \frac{V_M}{2 \cdot (V_{ПВ} + V_B + V_M)}, \quad (1)$$

де $p_{ПВ}$ – початковий вакуумметричний тиск у вакуумній мережі, кПа;

$p_{Вс}$ – миттєва величина тиску рівноваги у

вакуумній системі, кПа [2];

V – об'єм вакуумної системи, $V = V_{ПВ} + V_B + V_M$, м³;

V_M – об'єм молокозбірної місткості, м³;
 V_{II} – об'єм повітропровідної системи, м³;
 V_B – об'єм вакуумного балона, м³;

Рівняння (1) встановлює залежність втрати вакуумметричного тиску від геометричних параметрів структурних елементів вакуумної системи. Фізичний зміст зниження тиску на величину Δp_B полягає у надходженні до вакуумної мережі додаткової порції повітря, в наслідок чого встановлюється миттєве значення тиску рівноваги (p_{Bc}). По завершенні стабілізаційного періоду (t) тиск в структурних елементах вакуумної системи відновиться до рівня початкового вакуумметричного тиску ($p_{ПВ}$), без врахування втрат на подолання опору тертя повітряному потоку (Q_S), що активується вакуумним насосом.

Відношення об'єму молокозбірника (V_M) до подвійного об'єму вакуумної системи (V), з рівняння (1), позначимо через коефіцієнт кратності співвідношення об'ємів – k_v , тобто:

$$k_v = \frac{V_M}{2 \cdot V} = \frac{\Delta p_B}{p_{ПВ}}. \quad (2)$$

На основі власних досліджень [2], коефіцієнт кратності співвідношення об'ємів можна також записати як:

$$k_v = 1 - \frac{p_{Bc}}{p_{ПВ}}. \quad (3)$$

Прирівняємо рівняння (2) та (3):

$$\frac{V_M}{2 \cdot V} = 1 - \frac{p_{Bc}}{p_{ПВ}} \Rightarrow \frac{V_M}{2 \cdot (V_M + V_B + V_{II})} = 1 - \frac{k_v}{\Delta p_B}, \quad (4)$$

виділимо об'єм вакуумного балона, враховуючи результати досліджень [3], отримаємо:

$$V_B = \frac{V_M^2 (1 - 2 \cdot k_v)}{4 \cdot t \cdot Q_S \cdot k_v} \cdot p_{ПВ} - V_{II}, \quad (5)$$

де t – тривалість стабілізаційного періоду, с;

Q_S – об'ємний потік повітря, що створюється вакуумним насосом, у вакуум-провідній мережі, Па·м³/с.

На основі рівняння (5) та значень коефіцієнта кратності співвідношення об'ємів $k_v=0,25-0,40$, отримана поверхня відгуку (рис. 1).

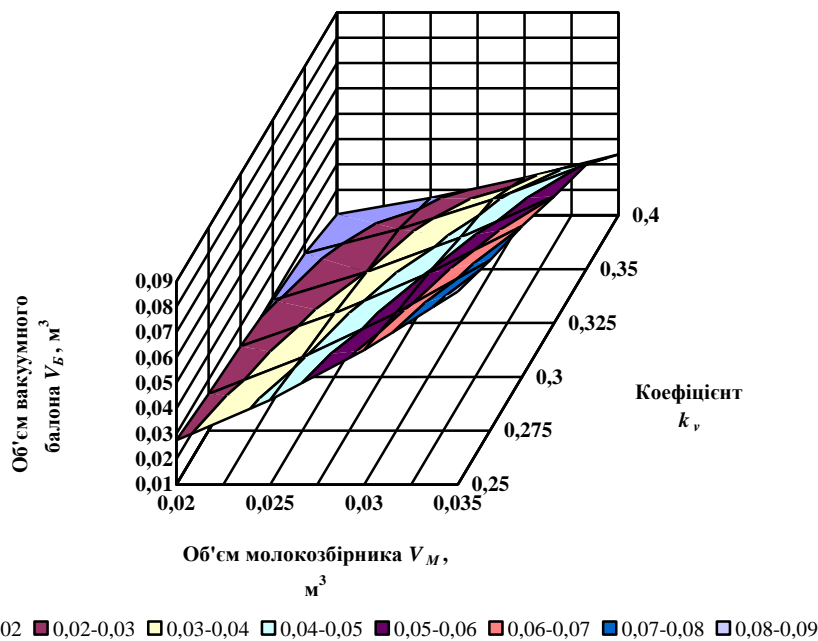


Рис. 1. Залежність об'єму вакуумного балона (V_B) від об'єму молокозбірника (V_M) та коефіцієнта кратності співвідношення об'ємів (k_v) при початковому рівні вакуумметричного тиску у вакуумній мережі $p_{ПВ}=47$ кПа, за умови $Q_S=const$.

Наведена графічна залежність (рис. 1) вказує на чіткий взаємозв'язок між геометричними параметрами вакуумної системи. Так, зі збільшенням об'єму молокозбірника (V_M) варто збільшувати об'єм вакуумного балона (V_B) незалежно від коефіцієнта кратності співвідношення об'ємів (k_v). Але зі збільшенням коефіцієнта (k_v) зменшується об'єм вакуумного балона (V_B) незалежно від об'єму молокозбірника (V_M). Це можна пояснити зростанням втрат вакуумметричного тиску (Δp_B) у вакуумних системах з незначним об'ємом

вакуумного балона (V_B).

Міжнародним стандартом ISO 5707 [8] регламентована гранична величина добутку втрат тиску на тривалість періоду його відновлення ($p_t = \Delta p_B \times t$) на рівні 40 кПа·с. З врахуванням вищезазначеного та рівняння (2), коефіцієнт кратності співвідношення об'ємів можна визначити як:

$$k_v = \frac{p_t}{t \cdot p_{ПВ}}. \quad (6)$$

Таким чином, обмежуючим фактором при

визначені граничного об'єму вакуумного балона є максимально-допустимі втрати вакуумметричного тиску за умови рекомендованої [1] тривалості стабілізаційного періоду та заданого початкового

вакуумметричного тиску. При цьому, об'єм вакуумного балона (V_B) обернено пропорційний об'ємному потоку повітря у вакуум-провідній мережі (рис. 2).

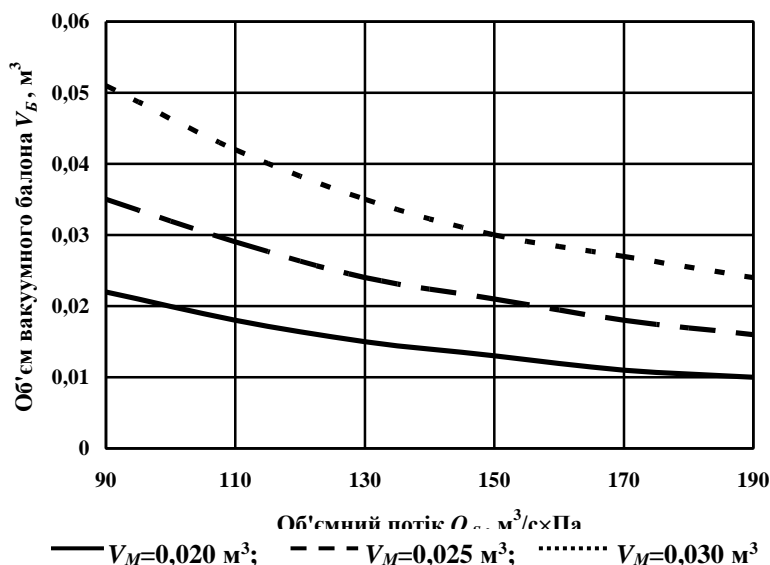


Рис. 2. Залежність об'єму вакуумного балона (V_B) від об'ємного потоку (Q_s) для різних об'ємів молокозбірника (V_M) при початковому рівні вакуумметричного тиску у вакуумній мережі $p_{PB}=47$ кПа, за умови $k_v=const$.

З графічних залежностей (рис. 2) випливає, що при збільшенні швидкодії вакуумного насоса доїльної установки об'єм вакуумного балона зменшується за експоненціальним законом. Причому, більшому об'єму молокозбірника відповідає більший об'єм вакуумного балона за умови постійного значення коефіцієнта кратності співвідношення об'ємів ($k_v=0,30$) та тривалості стабілізаційного періоду ($t=3,0$ с), що відповідає величині $p_r=40$ кПахс. Так, для об'єму вакуумного балона на рівні $0,02$ м³ мінімальний об'ємний потік має становити 100 Пахм³/с за умови об'єму молокозбірника $0,02$ м³ та 155 Пахм³/с для молокозбірника об'єму якого становить $0,025$ м³. Таким чином, збільшення об'єму молокозбірника на 25% вимагає збільшення на 55% швидкодії вакуумного насоса для забезпечення стабільного функціонування вакуумної системи мобільної доїльної установки.

Висновки. Отримана математична модель

(5) дозволяє встановити раціональний об'єм елементів вакуумної системи мобільної доїльної установки. За рахунок збільшення об'ємного потоку від 90 до 190 Пахм³/с зменшується на 53 – 54% об'єм вакуумного балона при дотриманні допустимих стабільних умов функціонування виконавчих механізмів мобільної доїльної установки. Комплектування мобільної доїльної установки молокозбірником підвищеної місткості ($V_M=0,025$ – $0,030$ м³) вимагає чіткого узгодження продуктивності вакуумного насоса з об'ємом вакуумного балона, оскільки недостатній об'єм останнього спричинить значні втрати вакуумметричного тиску та, як наслідок, порушення режимних характеристик мобільної доїльної установки.

Отже, ефективне функціонування мобільної доїльної установки можливе за рахунок поєднання раціональних конструкційних параметрів та технологічних характеристик складових вакуумної системи.

Список використаної літератури:

1. Карташов Л. П. Машинное доение коров. / Л. П. Карташов. – М.: Колос, 1982. – 301 с.
2. Медведський О. В. Визначення технологічних параметрів вакуумної системи мобільної доїльної установки / О. В. Медведський // Зб. наук. пр. Подільського держ. аграрно-техн. ун-ту. – Кам'янець-Подільський: ПДАТУ, 2012. – С. 178–181.
3. Медведський О. В. Встановлення техніко-технологічних параметрів вакуумної системи мобільної доїльної установки / О. В. Медведський // Зб. наук. пр. Подільського держ. аграрно-техн. ун-ту. – Кам'янець-Подільський: ПДАТУ, 2014. – С. 165–168.
4. Медведский А. В. Влияние конструктивных параметров мобильной доильной установки на уровень вакуумметрического давления / А. В. Медведский // Motrol. Commission of motorization and energetics in agriculture. – 2015. – Vol. 17, № 3. – P. 250–257.
5. Медведський О. В. Оцінка ефективності засобів механізації доїння корів в умовах дрібнотоварного виробництва / О. В. Медведський, С. М. Кухарець // Вісник Житомирського національного агроекологічного університету. – 2011. – Т. 1. – № 2 (29). – С. 203–209.

6. Медведський О. В. Порівняльна оцінка систем доїння. / О. В. Медведський, О. В. Коновалов, С. В. Бушма, О. П. Слинько // Зб. наук. пр. Подільського держ. аграрно-техн. ун-ту. – Кам'янець-Подільський: ПДАТУ, 2011. – С. 254–258.

7. Ревенко І. І. Перспективи механізації доїння корів на малих фермах / І. І. Ревенко, О. В. Медведський // Наук. вісн. Нац. ун-ту біоресурсів і природокористування України. Сер. Техніка та енергетика АПК. – 2010. – Вип. 144, ч. 4. – С. 82–87.

8. Установки доильные. Конструкция и техническая характеристика (ISO 5707:1983) : ГОСТ 28545-90. – [Введен с 01.07.91]. – М. : Изд-во стандартов, 1991. – 26 с.

Медведский А. В., Кухарец С. Н., Ярош Я. Д., Коновалов А. В. УСТАНОВЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ СОСТАВЛЯЮЩИХ ВАКУУМНОЙ СИСТЕМЫ МОБИЛЬНОЙ ДОИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

В статье оценено влияние объема вакуумного баллона мобильной доильной установки на эффективность процесса машинного доения коров. По результатам теоретических исследований установлено оптимальное соотношение между параметрами вакуумного баллона и молоко-сборника. Полученная аналитическая зависимость определения рационального объема вакуумного баллона при условии обеспечения качественных технологических показателей работы вакуумной системы, в частности, поддержание высокого уровня стабильности начального вакуумметрического давления.

Ключевые слова: мобильная доильная установка, параметры вакуумного баллона, коэффициент кратности объемов, стабильный вакуум.

A. Medvedsky, S. Kuharets, J. Yarosh, A. Konovalov SETTING THE RATIONAL PARAMETERS OF COMPONENTS OF VACUUM SYSTEMS OF MOBILE MILKING MACHINES

This article assessed the impact of the volume of the vacuum tank to mobile milking machines on the efficiency of machine milking cows. According to the results of theoretical research found the optimal ratio between the parameters of the vacuum tank and milk reservoir. The resulting analytical dependence determining volume of the vacuum tank, provided maintaining a high level of stability of the initial vacuum pressure.

Keywords: mobile milking machine, the vacuum tank parameters, ratio multiplicity of the volumes, stable vacuum.

Стаття надійшла в редакцію: 29.09.2016

Рецензент: д.т.н., проф. Антошевський Б.