

УДК 631.3:637.115

## КОНСТРУКЦІЙНА ЕФЕКТИВНІСТЬ МОБІЛЬНОЇ ДОЇЛЬНОЇ УСТАНОВКИ

**Кухарець С. М., д. т. н., професор, Медведський О. В., к. т. н.**  
(Житомирський національний агроекологічний університет)

*У статті викладена оцінка конструкційно-функціональної різноманітності вакуумної системи мобільних доїльних установок. Отримана аналітична залежність встановлення раціонального співвідношення між структурними елементами вакуумної системи за умови забезпечення стабільного вакуумметричного тиску.*

**Постановка проблеми.** Сучасний ринок мобільних доїльних установок досить потужний щодо різноманіття представлених конструкційних рішень. Не зважаючи на відмінності за техніко-технологічними характеристиками, набір складових вакуумної системи такого обладнання ідентичний до лінійних доїльних установок типу «відро» та «молокопровід». Втім мобільним доїльним установкам притаманна вища експлуатаційна продуктивність, нижчі затрати праці та значно менша питома енерго- та металоємність, при умові однакової кількості одночасних корово-доїнь [5, 6, 7]. Ось чому зростає привабливість установок індивідуального доїння для особистих селянських та невеликих фермерських господарств, які виробляють більше 70 % незбираного молока в країні.

Проте, значна відмінність конструкційно-технологічних параметрів вакуумної системи мобільних доїльних установок різних фірм-виробників робить їх найменш дослідженими щодо впливу особливостей конструкційного виконання та технологічних характеристик на ефективність машинного доїння корів. Зокрема, відкритим залишається питання мінімізації флуктуацій вакуумметричного тиску у вакуумній мережі.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Ефективність технічних засобів машинного доїння корів визначається, в першу чергу, позитивним впливом на організм тварини, а саме, стабільним вакуумметричним тиском. Систематичні коливання вакууму в піддійковому просторі доїльних стаканів спричинюють виникнення у корів захисних реакцій, в наслідок чого скорочуються надої молока на 9,2 % та знижується швидкість доїння на 11,8 % [1]. Щодо стаціонарних доїльних установок, зниження флуктуацій вакуумметричного тиску у вакуумній мережі до гранично-допустимого рівня досягається за рахунок збільшеного об'єму вакуумного ресивера та завищеної продуктивності вакуумного насоса [1]. Однак мобільні доїльні установки мають масо-габаритні обмеження, що потребує формалізації взаємозв'язку між параметрами складових вакуумної системи.

Тому, 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 підвищенні стабільності режимних характеристик виконавчих механізмів мобільної доїльної установки шляхом встановлення раціонального співвідношення між об'ємом вакуумного балона та молокозбірником.

**Завдання дослідження** полягає в оцінці впливу параметрів складових вакуумної системи мобільної доїльної установки на рівень та стабільність вакуумметричного тиску.

**Методи досліджень** базуються на використанні теорії математичного моделювання, основних положень гідрогазодинаміки та вакуумної техніки.

**Результати досліджень.** Суттєве падіння вакуумметричного тиску ( $\Delta p_B$ ) у вакуум-проводі мобільної доїльної установки відбувається у момент підключення доїльного апарата, незважаючи на неперервне функціонування вакуумного насоса. Це пояснюється надходженням до вакуумної мережі додаткової порції повітря, в наслідок чого встановлюється миттєве значення тиску рівноваги ( $p_{BC}$ ), який відмінний від початкового вакуумметричного тиску ( $p_{PB}$ ) на величину  $\Delta p_B$ . Важливим, в даному випадку, є якомога скоріше відновлення робочого вакуумметричного тиску протягом стабілізаційного періоду ( $t$ ).

Відповідно до міжнародного стандарту ISO 5707 [8], регламентована гранична величина ( $p_t$ ) добутку амплітуди флуктуацій вакуумметричного тиску та тривалості даного періоду на рівні 40 кПа×с:

$$p_t = \Delta p_B \cdot t, \quad (1)$$

де  $t$  – тривалість стабілізаційного періоду, с;

$\Delta p_B$  – втрати вакуумметричного тиску у вакуумній мережі, кПа.

Отже, незалежно від різноманіття конструкційних параметрів вакуумної системи, втрати вакуумметричного тиску мають бути ідентичними при незмінній тривалості стабілізаційного періоду. Тому логічним є похідне визначення – меншому значенню втрат вакуумметричного тиску відповідає триваліший період його стабілізації до початкового рівня. В такому випадку абсурдною є робота, спрямована на зниження втрат тиску, якщо не узгодити параметри вакуумної системи зі швидкодією вакуумного насоса, який активує об'ємний потік повітря ( $Q_S$ ) в середовищі вакууму.

З врахуванням рівняння (1) та коефіцієнта кратності співвідношення об'ємів ( $k_v = V_M/2V$ ), який прямо пропорційний втратам вакуумметричного тиску та обернено пропорційний до початкового вакуумметричного тиску у вакуум-проводі ( $k_v = \Delta p_B/p_{PB}$ ) [2, 3], запишемо:

$$\Delta p_B = \frac{p_t}{t} = p_{ПВ} \frac{V_M}{2 \cdot V}, \quad (2)$$

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

$V$  – об'єм вакуумної системи,  $V = V_{ПВ} + V_B + V_M$ , м<sup>3</sup>;

$V_M$  – об'єм молокозбірної місткості, м<sup>3</sup>;

$V_{ПВ}$  – об'єм повітропровідної системи, м<sup>3</sup>;

$V_B$  – об'єм вакуумного балона, м<sup>3</sup>.

Враховуючи результати досліджень [3, 4] та рівняння (2), виділимо об'єм вакуумного балона при максимально-допустимих втратах вакуумметричного тиску за умови незмінного об'ємного потоку повітря у будь-якому перерізі вакуумної мережі, отримаємо:

$$V_B = \frac{V_M^2 \left( 1 - 2 \cdot \frac{p_t}{t \cdot p_{ПВ}} \right)}{4 \cdot Q_S \cdot p_t} \cdot p_{ПВ}^2 - V_{ПВ}, \quad (3)$$

де  $Q_S$  – об'ємний потік повітря, що створюється вакуумним насосом, у вакуум-провідній мережі, Па×м<sup>3</sup>/с;

$p_t$  – обмежуючий амплітудно-часовий параметр,  $p_t = 40 \times 10^3$  Па×с.

Відповідно до рівняння (3), об'єм вакуумного балона мобільної доїльної установки обернено пропорційний об'ємному потоку повітря у вакуум-провідній мережі й прямо пропорційний об'єму молокозбірника (рис. 1).

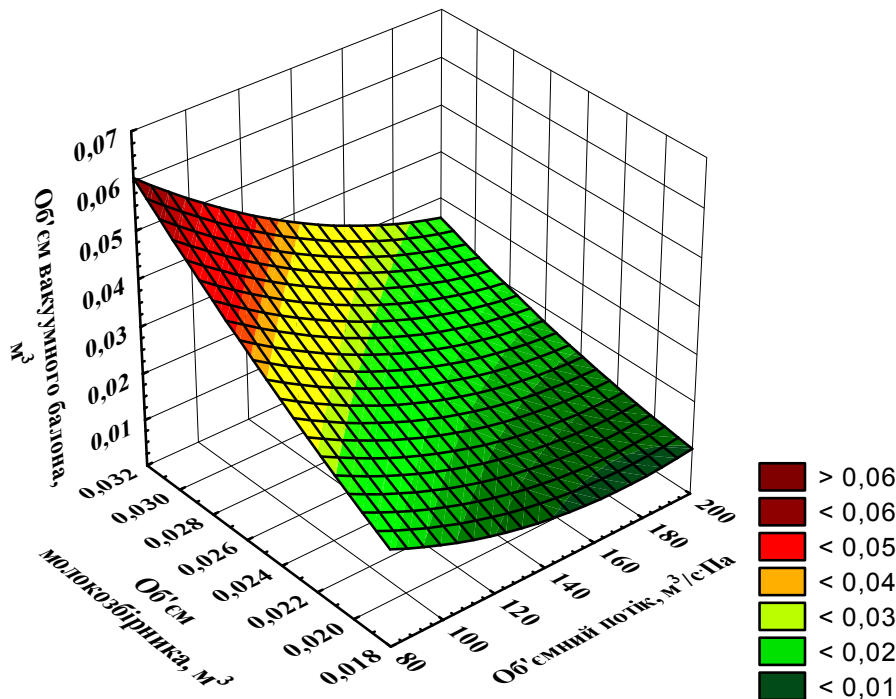


Рисунок 1 – Залежність об'єму вакуумного балона ( $V_B$ ) від об'ємного потоку повітря ( $Q_S$ ) та об'єму молокозбірника ( $V_M$ ) при початковому рівні вакуумметричного тиску у вакуумній мережі  $p_{ПВ} = 47$  кПа, за умови  $p_t = const$

Наведена графічна залежність (рис. 1) вказує на чіткий взаємозв'язок між геометричними параметрами вакуумної системи та інтенсивністю об'ємного потоку повітря у вакуумній мережі, що відповідає обмежуючому параметру флуктуацій вакуумметричного тиску на рівні  $p_i=40$  кПа $\times$ с. При збільшенні швидкодії вакуумного насоса доїльної установки об'єм вакуумного балона зменшується за експоненціальним законом незалежно від об'єму молокозбірника. За умови використання молокозбірника об'ємом  $0,02$  м<sup>3</sup> при об'ємному потоці повітря  $100$  Па $\times$ м<sup>3</sup>/с об'єм вакуумного балона має становити не менше  $0,02$  м<sup>3</sup>, а при збільшенні об'ємного потоку повітря у  $1,5$  рази, об'єм вакуумного балона зменшується до  $0,013$  м<sup>3</sup>. Але при незмінній величині об'ємного потоку зі збільшенням об'єму молокозбірника зростає на  $41-43$  % об'єм вакуумного балона в діапазоні об'ємного потоку повітря  $90-190$  Па $\times$ м<sup>3</sup>/с. Таким чином, більшому об'єму молокозбірника відповідає більший об'єм вакуумного балона незалежно від швидкодії вакуумного насоса, що є необхідною умовою забезпечення стабільного функціонування вакуумної системи мобільної доїльної установки.

**Висновки.** За результатами виконаних досліджень встановлено, що об'єм вакуумного балона має бути адаптований до швидкодії вакуумного насоса залежно від місткості молокозбірника. Комплектування мобільної доїльної установки молокозбірником місткістю  $0,025$  м<sup>3</sup>, порівняно із об'ємом  $0,020$  м<sup>3</sup>, вимагає збільшення на  $55$  % швидкодії вакуумного насоса при ідентичному об'ємі вакуумного балона. При цьому повністю дотримуються допустимі стабільні умови функціонування виконавчих механізмів мобільної доїльної установки, регламентовані міжнародними стандартами.

Таким чином, підвищити ефективність функціонування мобільної доїльної установки можливо за рахунок поєднання раціональних конструкційних параметрів та технологічних характеристик складових вакуумної системи.

## Список 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.

## Аннотация

### Конструкционная эффективность мобильной доильной установки

С. Н. Кухарец, А. В. Медведский

*В статье изложена оценка конструкционно-функционального разнообразия вакуумной системы мобильных доильных установок. Полученная аналитическая зависимость установления рационального соотношения между структурными элементами вакуумной системы при условии обеспечения стабильного вакуумметрического давления.*

## Abstract

### Efficiency constructional of mobile milking machines

S. Kukharets, A. Medvedskyi

*The article concerns the assessment of construct and functional diversity vacuum system of mobile milking machines. The resulting analytical dependence of establish of a rational relation between the structural elements of the vacuum system provided ensure of stable vacuum pressure.*