

Оцінка структурно-функціональних схем вакуумної системи мобільної доїльної установки

У статті методом багатокритеріального вибору оцінено структурно-функціональні схеми вакуумної системи мобільних доїльних установок. Доведено необхідність системного підходу до вибору критеріїв оцінки техніко-технологічних показників та режимів роботи вакуумної мережі обладнання для машинного доїння корів в умовах дрібнотоварного виробництва. Розроблений порівняльний оціночний показник конструкційної ефективності компонувальних схем та параметрів елементів вакуумної системи мобільної доїльної установки.

Ключові слова: мобільна доїльна установка, вакуумна система, коефіцієнт ефективності, структурно-функціональна схема

Постановка проблеми. Упровадження машинного доїння корів у особистих селянських господарствах, у яких утримується більше 70 % дійних корів, дозволить отримати молоко, яке за якісними показниками відповідає вимогам державних стандартів [4]. Для цього дрібним товаровиробникам недостатньо державної підтримки щодо компенсації вартості технічних засобів машинного доїння корів. Необхідно мати чітке розуміння технічного аспекту технологічного процесу отримання молока в умовах конкретного господарства, задля уникнення придбання доїльної установки «навмання». Небезпека полягає у складності вибору серед широкого різноманіття як модельного ряду, так і цінового діапазону представленого на ринку доїльного обладнання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Порівняльний аналіз відомих систем доїння свідчить, що мобільні доїльні установки мають значно вищу продуктивність, менші затрати праці та меншу питому енерго- та металоємність порівняно зі стаціонарними доїльними установками за умови однакової кількості одночасних короводоїнь [1,5]. Вказані переваги, компактність та незначна вартість робить доїльну установку цього типу найбільш привабливим варіантом для

забезпечення механізації процесу машинного доїння корів в особистих селянських та невеликих фермерських господарствах (з поголів'ям до 32 корів) [8].

Серійні мобільні доїльні установки виготовляють не тільки відомі закордонні та вітчизняні підприємства. Деякі приватні виробники пропонують аналогічне обладнання, але без належної оцінки компетентною організацією з випробування та сертифікації техніки. При цьому пропонуються різні конструкційні схеми [2] та набір структурних елементів вакуумної системи. Різноманітність рішень у компоновці та технологічних параметрах вакуумної системи мобільних доїльних установок кожного виробника може мати негативний вплив на стабільність режимних характеристик вакуумної мережі [7]. А це, в свою чергу, спричинить небажані наслідки для товаровиробників - втрату продуктивності корів та збільшення випадків захворюваності на мастит [9].

Формалізація компонування та конструкційних параметрів елементів вакуумної системи мобільної доїльної установки дозволить реалізувати стабільний технологічний процес відповідно до вимог машинного доїння корів.

Мета досліджень полягає у встановленні порів-

© Медведський О., Кухарець С. 2016

нального оціночного критерію для пошуку раціональної структурно-функціональної схеми вакуумної системи з урахуванням конструкційно-технологічних параметрів, компонувальних рішень та режимів роботи технологічних ліній мобільної доїльної установки.

Результати досліджень. Виконати порівняльну оцінку мобільних доїльних установок різного конструкційно-технологічного виконання дозволяє метод багатокритеріального вибору. Суть методу полягає в обґрунтуванні ідеалу та встановленні міри наближення до нього кожного із варіантів вихідної множини альтернатив [6].

Відповідно до методики [6], вибір будемо здійснювати за критеріями, які характеризують техніко-економічні та енергетичні властивості мобільних доїльних установок: трудомісткість (Z_n , людтод/гол), енергоємність (E_e , кВттод/гол) та металоємність [M_n , кг/гол] технологічного процесу. Обрані критерії слід доповнити питомими показниками продуктивності вакуумного насоса до об'єму вакуумної системи (V_n , м³/год*л) та кількості одночасних короводоїв (Q_n , м³/год*гол), які визначають загально-технічні та біотехнологічні властивості доїльного обладнання. Найменше значення трьох перших та максимальна величина двох наступних критеріїв (u_{ij}) у розрізі марочного складу мобільних доїльних установок вказує на ідеалізований варіант (u_{0i}). Після приведення кожного із критеріїв до нормованого вигляду (u_{ij}^n) з нормувальним дільником, що відповідає значенню критерію ідеалізованого варіант (u_{0i}^n) (табл. 1), визначимо узагальнений критерій відстані до цілі (μ_i) [6]:

$$\mu_i = \frac{\sum_{j=1}^n u_{ij}^n}{N} - 1 \rightarrow 0, \quad (1)$$

де u_{ij}^n , u_{0i}^n – нормовані значення критеріїв j -г ($u_{ij}^n = u_{ij} / u_{0i}$) та ідеалізованого ($u_{0i}^n = 1$) варіантів; N – кількість критеріїв, $N=5$.

Кращим вважається варіант, для якого узагальнений критерій відстані до цілі (μ_i) має максимальне наближення до нуля. Кожен із оціночних критеріїв досягає свого потенційно можливого найкращого значення для двох різнотипних мобільних доїльних установок - Mini-Milker та IMPLS 2/1 (табл. 1).

Відрізняються обрані мобільні доїльні установки параметрами елементів вакуумної системи, тобто маємо лише кількісну оцінку вихідної множини альтернатив. Якісна оцінка повинна враховувати ступінь забезпечення стабільності режимних характеристик вакуумною мережею, що можливо тільки за умови мінімальних втрат вакуумметричного тиску під час роботи виконавчих механізмів мобільної доїльної установки [3, 7]. Для цього необхідно мати комплексний оціночний критерій, який пов'яже параметри складових вакуумної системи, їх просторове розташування (вакуумний регулятор, вакуумний балон, вакуумні крани) відносно вакуумного насоса (рис. 1) та режими роботи.

Таблиця 1
Порівняльна оцінка мобільних доїльних установок

Марка мобільної доїльної установки	Нормовані значення критеріїв					$\sum_{j=1}^5 u_{ij}$	μ_i
	Z_n^H	E_e^H	M_n^H	V_n^H	Q_n^H		
Оснащені одним доїльним апаратом							
УІД-10	1,6	2,419	1,045	0,833	0,555	6,452	0,2904
Bosio MMU11	1,0	1,516	1,046	0,923	0,944	5,429	0,0858
GEVP 160	1,28	1,0	1,625	0,666	0,888	5,459	0,0918
Mini-Milker	1,144	1,306	1,450	0,633	0,777	5,31	0,062
Elmas-1	1,144	1,258	1,0	1,0	1,0	5,402	0,0804
Оснащені двома доїльними апаратами							
Bosio MMU22	1,0	1,179	1,0	0,561	0,68	4,42	-0,116
УІД-20	1,613	1,923	1,172	0,550	0,40	5,658	0,131
GEVP 250	1,338	1,589	1,328	0,811	1,0	6,066	0,213
MobiMelk	1,145	1,384	1,953	0,769	0,80	6,051	0,210
IMPLS 2/1	1,145	1,0	1,0	1,0	0,80	4,945	-0,011

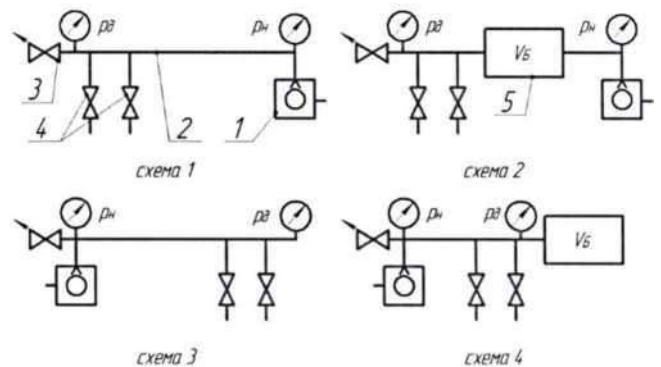


Рис. 1 – Варіанти компонування елементів вакуумної системи: 1 – вакуумний насос; 2 – вакуум-провід; 3 – вакуумний регулятор; 4 – вакуумні крани доїльних апаратів; 5 – вакуумний балон.

Дослідженнями встановлено, що за різного компонування (рис. 1) отримуємо відмінні значення втрат тиску у вакуум-проводі залежно від режимів функціонування мобільної доїльної установки. Величина падіння тиску за умови стаціонарного потоку ($\Delta p_{1нд}$) та стабільної роботи пульсатора доїльного апарата ($\Delta p_{2нд}$) визначається так:

$$\Delta p_{1нд} = p_{1н} - p_{1д}$$

$$\Delta p_{2нд} = p_{2н} - p_{2д}, \quad (2)$$

де $p_{1н}$, $p_{2н}$ – вакуумметричний тиск за умови стаціонарного функціонування вакуумної мережі та стабільної роботи пульсатора доїльного апарата (д. а.) за показами вакуумметра p_n , кПа;

$p_{1д}$, $p_{2д}$ – вакуумметричний тиск за умови стаціонарного функціонування вакуумної мережі та стабільної роботи пульсатора доїльного апарата за показами вакуумметра p_d , кПа.

За умови однакової ефективності вакуумної мережі у розглянутих режимах роботи, виконується умова:

$$k_k = \frac{\Delta p_{1нд}}{\Delta p_{2нд}} = 1, \quad (3)$$

де k_k - коефіцієнт конструкційної ефективності вакуумної системи відповідної компоувальної схеми (рис. 2).

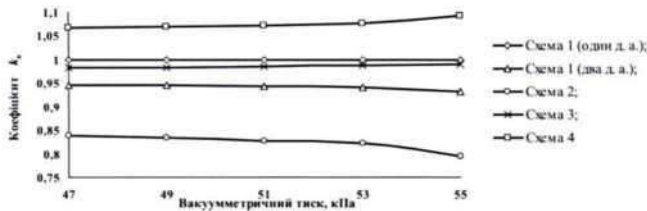


Рис. 2 – Залежність коефіцієнта конструкційної ефективності (k_k) від рівня вакуумметричного тиску та структурно-функціональної схеми вакуумної системи

Відповідно до графічних залежностей, представлених на рис. 2, лише для компоувальної схеми 4 (див. рис. 1) коефіцієнт конструкційної ефективності має значення вище від одиниці ($k_k=1,067-1,076$) в діапазоні робочого вакуумметричного тиску 47-53 кПа. Коефіцієнт конструкційної ефективності компоувальної схеми 2 (див. рис. 1) найменший $k_k=0,822-0,838$. Це пояснюється зростанням на 5,2-6,5 кПа втрат тиску у вакуумній мережі в режимі стабільної роботи пульсатора доїльного апарата. Серед варіантів компоування 1 (з одним д. а.) та 3 (див. рис. 1), що характеризуються однаковою ефективністю вакуумної мережі незалежно від режимів роботи, останній вимагає нижчого на 8-11 % рівня початкового вакуумметричного тиску живлення.

Висновки. Запропонований коефіцієнт конструкційної ефективності (k_k) цілком підходить для порівняльної оцінки ефективності структурно-функціональної схеми вакуумної системи мобільних доїльних установок. Конструкційна ефективність вакуумної мережі з тупиковим розміщенням вакуумного балона на 8,4-8,6 % вища відносно компоувальної схеми без вакуумного балона. Окрім цього, таке компоування потребує на 5-6 кПа нижчого рівня початкового вакуумметричного тиску живлення порівняно з рештою розглянутих у роботі структурно-функціональних схем вакуумної системи. Вакуумний регулятор доцільно монтувати поблизу всмоктувального патрубку вакуумного насоса або на циліндричній поверхні прохідного вакуумного балона.

Список літератури

1. Бурлака В. Оптимізація структури та параметрів доїльної установки як системи масового обслуговування / В. Бурлака, О. Медведський, Г. Водяницький // Тваринництво України. - 2015. - № 4. - С. 2-5.
2. Грицаєнко Л. Риторика генезису винаходів машинного доїння / Л. Грицаєнко, В. Грицаєнко, В. Ясенцький // Техніка і технології АПК. - 2014. - № 12 (63). - С. 21-23.

3. Кухарець С. М. Вплив конструктивно-технологічних параметрів складових вакуумної системи на стабільність режимних характеристик мобільної доїльної установки / С. М. Кухарець, О. Ю. Романишин, О. В. Медведський // Вісник Житомирського національного агроекологічного університету. - 2014. - Т. 4. - № 2 (45), ч. 1. - С. 290-298.

4. Мазур Т. Екологія сирого молока у господарствах різних форм власності. / Т. Мазур, Л. Очеретяна, Т. Димань // Тваринництво України. - 2006. - № 4 - С. 7-8.

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. Нагірний Ю. П. Обґрунтування інженерних рішень / Ю. П. Нагірний. - К.: Урожай, 1994. - 216 с.

7. Ревенко І. І. Оцінка стабільності технологічних характеристик вакуумної системи мобільної доїльної установки / І. І. Ревенко, О. В. Медведський // Науковий вісник Національного університету біоре- сурсів і природокристування України. Серія: техніка та енергетика АПК. - 2012. - Вип. 170. - ч. 1. - С. 39-46.

8. Ревенко І. І. Перспективи механізації доїння корів на малих фермах / І. І. Ревенко, О. В. Медведський // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокристування України. Серія: техніка та енергетика АПК. - К., 2010. - Вип. 144, ч. 4. - С. 8287.

9. Смоляр В. Рівень захворюваності корів на мастит за використання різних типів доїльних установок / В. Смоляр // Техніка і технології АПК. - 2014. - № 1 (52). - С. 17-20.

Аннотація. В статтю методом многокритеріального вибору дослідовані структурно-функціональні схеми вакуумної системи мобільних доїльних установок. Показана необхідність системного підходу к вибору критеріев оцнки технко-технологических показателєй и режимов работы вакуумной сети оборудования для машинного доения коров в условиях мелкотоварного производства. Разработано сравнительный оценочный показатель конструкционной эффективности компоновочных схем и параметров элементов вакуумной системы мобильной доильной установки.

Мобильная доильная установка, вакуумная система, коэффициент эффективности, структурно-функциональная схема.

Summary. In the article the method of multi-criteria of selection for study structural and functional circuit vacuum system of mobile milking machines. Proven the necessity of a systematic approach to the selection criteria for evaluating the technical and technological parameters and modes of operation of the vacuum system equipment for machine milking cows in the conditions of small-scale production. Established a comparative estimate of the effectiveness of the structural layout schemes and parameters of elements of the mobile milking different installation.

Mobile milking installation, vacuum system, the efficiency ratio, structural-functional scheme.

Стаття надійшла до редакції 31 травня 2016 р.