

УДК 631.3:637.115

ВСТАНОВЛЕННЯ ДОПУСТИМИХ УМОВ СТАБІЛЬНОГО ФУНКЦІОНУВАННЯ ВАКУУМНОЇ СИСТЕМИ МОБІЛЬНОЇ ДОЇЛЬНОЇ УСТАНОВКИ

**О. Медведський, канд. техн. наук, О. Коновалов,
Житомирський національний агроекологічний університет**

У статті доведено вплив технологічних та конструкційних параметрів складових вакуумної системи мобільних доїльних установок 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 вакуумної системи, коефіцієнт кратності об'ємів, стабільний тиск.

Постановка проблеми. Для задоволення потреб дрібного виробника незбираного молока вітчизняна та закордонна промисловість пропонує серійні мобільні доїльні установки [4, 6]. З технологічної точки зору, це доїння у пересувну посудину автономним джерелом вакууму. Порівняльний аналіз відомих систем доїння вказав на значно вищу продуктивність, менші затрати праці та меншу питому енерго- та металоємність пересувних систем доїння порівняно зі стаціонарними доїльними установками, за умови однакової кількості одночасних корово-доїнь [5].

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, 3]. Щодо позитивного впливу раціонального об'єму вакуумного ресивера на стабільність вакуумметричного тиску відзначається в багатьох роботах [1, 2]. 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 вмикання доїльного апарата мобільної доїльної установки 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. Так, втрати тиску (Δp_B) у вакуумній мережі із заданим рівнем початкового вакуумметричного тиску у вакуум-проводі (p_{PB}) визначаються за допомогою аналітичного рівняння:

$$\Delta p_B = p_{PB} - p_{Bc} = p_{PB} - p_{PB} \cdot \left(1 - \frac{V_M}{2 \cdot (V_{II} + V_B + V_M)} \right) = p_{PB} \cdot \frac{V_M}{2 \cdot V}, \quad (1)$$

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

p_{Bc} – сукупний вакуумметричний тиск у вакуумній мережі, кПа [2];

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

V_M – об'єм молокозбірної посудини, 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, внаслідок 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 урахування втрат на подолання опору тертя повітряному потоку (Q_S).

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 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):

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

й виділимо об'єм вакуумного балона:

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

де t – тривалість стабілізаційного періоду, с;

Q_S – об'ємний потік повітря, який створюється вакуумним насосом, у вакуум-провідній мережі, $\text{Па} \cdot \text{м}^3/\text{с}$.

Міжнародним стандартом ISO 5707 [7] регламентована гранична величина добутку амплітуди зміни тиску на тривалість певного періоду ($p_t = \Delta p_B \times t$) на рівні 40 $\text{кПа} \cdot \text{с}$. Таким чином, обмежувальним фактором у виборі граничного об'єму вакуумного балона є максимально-допустимі втрати вакуумметричного тиску за умови рекомендованої [1] тривалості стабілізаційного періоду та заданого початкового вакуумметричного тиску, тобто:

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

На основі рівнянь (5, 6) та можливих значень [3] коефіцієнта кратності співвідношення об'ємів $k_v=0,24-0,40$, отримана поверхня відгуку (рис. 1).

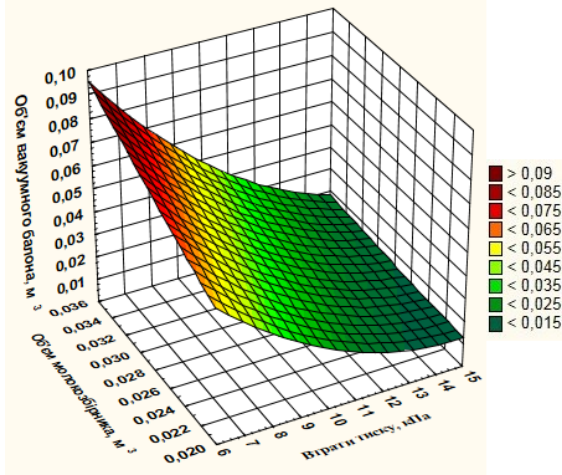


Рисунок 1 – Залежність об'єму вакуумного балона (V_B) від об'єму молокозбірника (V_M) та втрат вакуумметричного тиску (Δp_B) за його початкового рівня у вакуумній мережі $p_{ПВ}=47$ кПа, за умови $t \times k_v = \text{const}$

Наведена графічна залежність (рис. 1) вказує на чітку кореляцію між геометричними параметрами вакуумної системи та втратами вакуумметричного тиску (Δp_B) від його початкового рівня ($p_{ПВ}$). Причому зі збільшенням об'єму молокозбірника (V_M) необхідно збільшувати об'єм вакуумного балона (V_B) для забезпечення граничнодопустимої стабільності режимних характеристик мобільної доїльної установки. Незалежно від об'єму молокозбірника (V_M), втрати вакуумметричного тиску (Δp_B) зростають зі зменшенням об'єму вакуумного балона (V_B). Отже, задаючи межі амплітуди коливання вакууму, можна встановити об'єм вакуумного балона (V_B) залежно від об'єму молокозбірника (V_M).

Висновки. Отримана математична модель дозволяє встановити раціональне співвідношення об'ємів елементів вакуумної системи мобільної доїльної установки. Збільшення об'єму молокозбірника до 0,025–0,030 м³ потребує більшого на 20–21 % об'єму вакуумного балона для забезпечення допустимих стабільних умов функціонування виконавчих механізмів мобільної доїльної установки, порівняно із молокозбірником об'ємом 0,020 м³.

Література

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. 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.

4. 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.

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

6. 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.

7. 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

В статье доказано влияние технологических и конструктивных параметров составляющих вакуумной системы мобильных доильных установок на эффективность процесса машинного доения коров. По результатам теоретических исследований установлено оптимальное соотношение между параметрами вакуумного баллона и молокосорника. 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.

Summary

The article proves the impact of technological and structural parameters of the vacuum system components of mobile milking machines on the efficiency of machine milking process. The results of theoretical research found out the optimal ratio between the parameters of the vacuum container and milk tank. The analytical dependence determining rational vacuum container volume provided that the quality of technological performance of the vacuum system, including maintaining a higher level of stability initial vacuum pressure is obtained.