

Алієв Е.Б.

аспірант лабораторії механізації ферм ВРХ

Інституту механізації тваринництва НААН

м. Запоріжжя, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТРОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОМПЛЕКТУ УСТАТКУВАННЯ КОНТРОЛЮ ВАКУУММЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ МОЛОЧНО-ДОЇЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ

Постановка проблеми. Однією з головних умов ефективної експлуатації доїльного обладнання є проведення своєчасної та якісної діагностики його стану, зокрема контроль параметрів статичного і динамічного тиску у вакуумній системі доїльної установки. До таких параметрів відносяться: для статичного тиску – мінімальне, максимальне і середнє значення, стабільність тиску; для динамічного тиску – амплітуда і частота пульсацій, тривалість фаз і їх співвідношення. На сьогоднішній день виробники вітчизняного доїльного обладнання не випускають технічних засобів для діагностики його стану. Діагностичні прилади, що випускаються відомими закордонними виробниками (DeLaval, GEA Westfalia Separator GmbH), хоч і відповідають вимогам міжнародних стандартів щодо переліку вимірюваних технічних параметрів доїльного обладнання і точності їх вимірювання, мають високу вартість, що суттєво зменшує можливість їх застосування у дрібних фермерських господарствах. В той же час, за статистичними даними [1], у 2009 р. в Україні 75 % сільгосппідприємств склали господарства з чисельністю корів до 200 голів. Тому актуальною задачею є розробка комплекту устаткування для контролю вакуумметричних параметрів доїльного обладнання, за метрологічними показниками порівняного з імпорнтними аналогами, але володіючого порівняно низькою собівартістю. В інституті механізації тваринництва розроблено конструкційну схему такого комплекту устаткування і створено його макетний зразок [2, с. 428]. Наступним етапом є перевірка метрологічних характеристик розробленого комплекту устаткування.

Мета досліджень. Метою проведення дослідження є визначення точності вимірювання тиску в вакуумній системі і часових показників його пульсацій за допомогою створеного комплекту устаткування, а також уточнення калібрувальних коефіцієнтів датчиків тиску, що входять до його складу.

Виклад основного матеріалу дослідження. Дослідження планувалось здійснювати шляхом проведення паралельних вимірювань вакуумметричного тиску (статичного і динамічного) за допомогою макетного зразка комплекту устаткування та еталонних приладів з відомими метрологічними характеристиками. В результаті передбачалось: отримати калібрувальну характеристику датчиків тиску, що входять до складу комплекту устаткування, та зробити висновок про її відповідність даним, наведеним в технічній документації на датчики тиску; розрахувати похибки вимірювання вакуумметричного тиску та часових показників його пульсацій.

Дослідження проводили в лабораторії ВАТ «Брацлав» (смт. Брацлав, Вінницька обл.) на лабораторній моделі вакуумної системи доїльної установки. В якості еталонного приладу для вимірювання рівня статичного вакууму використовували вакуумметр зразковий ВО 1227 з класом точності 0,25, який підключали до моделі вакуумної системи на початковій ділянці вакуумпроводу. Паралельно під'єднували до вакуумпроводу один з датчиків тиску з комплекту устаткування. В якості приладу-аналога для вимірювання параметрів пульсацій вакуумметричного тиску використовували прилад "PulsoTest 4" компанії "GEA Westfalia Separator GmbH", що дозволяє вимірювати по двох каналах головні показники пульсацій вакууму: частоту пульсацій, співвідношення тактів у відсотках тощо, а також роздруковувати результати вимірювань на вбудованому принтері. Визначення часових параметрів динамічного тиску відбувалось наступним чином. До виходів пульсатора підключили два канали приладу "PulsoTest 4", а паралельно – два датчики тиску з комплекту устаткування. Після цього увімкнули вакуумний насос і за допомогою регулятора встановили мінімальну частоту пульсацій.

Для перевірки впливу частоти пульсацій на точність отримуваних результатів регулятором змінювали частоту і повторювали вимірювання за допомогою комплекту устаткування і приладу-аналога у вищевикладеній послідовності. Загалом вимірювання провели при 7 значеннях частот, діапазон яких, згідно даних приладу “PulsoTest 4”, становить 37,3...131,0 імп/хв, а робочий вакуум, згідно даних того ж приладу – 46,3...47,0 кПа. Вимірювання, проведені за допомогою комплекту устаткування, при кожній з частот повторювали 11 разів.

На основі отриманих результатів було зроблено висновок про відсутність ефекту гістерезису у датчиків тиску. Розраховане рівняння калібрувальної характеристики має вигляд:

$$U = (0,045 \cdot P + 0,199) \pm 0,030 \text{ (В)} \quad (1)$$

Цей вираз практично збігається з рівнянням калібрувальної характеристики, наведеним в технічній документації на датчики тиску:

$$U = (0,045 \cdot P + 0,200) \pm 0,112 \text{ (В)}. \quad (2)$$

Розбіжність значень довірчого інтервалу пояснюється тим, що в технічній документації були додатково враховані похибки, пов’язані з впливом температури навколишнього середовища.

Розрахунок похибки вимірювання тиску показав, що в межах діапазону, в якому проводилось дослідження (4,75...62,00 кПа), похибка визначення вакуумметричного тиску для даних умов вимірювань становить $\pm 1,0$ кПа.

Результати вимірювань пульсацій вакуумметричного тиску, проведених за допомогою комплекту устаткування, зберігали на карті пам’яті у вигляді послідовностей зі 127 миттєвих значень вихідної напруги датчиків тиску, що автоматично фіксувались через однакові інтервали часу Δt . Розрахунок тривалостей фаз за результатами вимірювань проводили наступним чином: використовуючи калібрувальну характеристику датчиків тиску, здійснили перерахунок значень вихідної напруги датчиків у значення тиску; підраховали кількість інтервалів Δt для кожної з фаз пульсацій, при цьому використовували визначення фаз відповідно до стандарту ISO 3918 [4]; знайшли значення інтервалу Δt в мілісекундах з формули:

$$\Delta t = \left[\sum_{i=1}^7 \sum_{j=1}^{11} \sum_{k=1}^2 \frac{T_i}{(\Delta t_A + \Delta t_B + \Delta t_C + \Delta t_D)_{ijk}} \right] \cdot \frac{1}{154}, \quad (3)$$

де T – період пульсацій (величина, зворотна частоті пульсацій за даними приладу “PulsoTest 4”), мс;

$\Delta t_A, \Delta t_B, \Delta t_C, \Delta t_D$ – кількість інтервалів Δt для кожної з фаз пульсацій;

i – порядковий номер частоти, при якій проводились вимірювання;

j – номер вимірювання при даній частоті;

k – номер каналу вимірювача.

В результаті розрахунків за формулою (3) було отримане значення $\Delta t = 19,70$ мс. Помноживши це значення на раніше знайдені кількості інтервалів для кожної з фаз, знайшли тривалості фаз в мілісекундах.

Оскільки було встановлено, що розраховані дисперсії можна вважати однорідними для вимірювань, здійснених при різних частотах пульсацій, було зроблено висновок про відсутність суттєвого впливу частоти на точність вимірювань часових показників динамічного тиску в даному частотному діапазоні.

При порівнянні результатів вимірювань, здійснених за допомогою комплекту устаткування і приладу-аналога, було знайдено, що розбіжності отриманих значень не перевищують 12,8 мс, тоді як розрахований довірчий інтервал визначення тривалостей фаз пульсацій за допомогою комплекту устаткування становить $\Delta T \approx 31$ мс. Тобто, прийнявши результати вимірювань приладом “PulsoTest 4” в якості еталонних, можна зробити висновок про відсутність суттєвих розбіжностей між даними, отриманими за допомогою обох приладів.

Висновки. В результаті дослідження метрологічних характеристик комплекту устаткування контролю вакуумметричних параметрів доїльного обладнання було встановлено наступне: рівняння, яким описується калібрувальна характеристика датчиків тиску, що входять до складу комплекту устаткування, збігається з рівнянням, наведеним в технічній документації на датчики; похибка вимірювання тиску в дослідженому діапазоні становить близько 1 кПа; за результатами дослідження немає підстав вважати, що датчикам тиску властивий ефект гістерезису; визначення тривалості фаз імпульсів динамічного тиску ха-

рактизується роздільною здатністю 19,70 мс і похибкою вимірювання ± 31 мс в діапазоні частот пульсацій 37,3...131,0 імп/хв. Величина цієї похибки не залежить від частоти пульсацій у вказаному діапазоні.

Література

1. Мозгова О.І. Ключові питання молочного сектору України та попередні рекомендації: результати дослідження / О.І. Мозгова // Сайт проекту «Виконання Україною зобов'язань щодо членства в СОТ і Європейської політики добросусідства у сільському секторі (секторальний підхід)». – Режим доступу: [http://www.ta.swap-rural.org.ua/files/library/201108171444320.Dairy%20Report%20\(UKR\).doc](http://www.ta.swap-rural.org.ua/files/library/201108171444320.Dairy%20Report%20(UKR).doc)
2. Алієв Е.Б. Конструктивно-технологічна схема комплексу устаткування контролю вакуумметричних параметрів доїльного обладнання / Е.Б. Алієв, О.С. Тісліченко // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. – Кіровоград, КНТУ, 2011. – Вип. 41, ч. 1. – С. 428 – 432.
3. Румшицкий Л.З. Математическая обработка результатов эксперимента / Л.З. Румшицкий. – М.: Наука, 1971. – 192 с.
4. ISO 3918. Milking machine installations – Vocabulary. The International for Standardization Organization, Geneva, Switzerland, 2007.