

РОЗРОБКА ТЕСТЕРА ДОЇЛЬНИХ УСТАНОВОК V.3.0

Алієв Е.Б., д.т.н.,

Носенко Є.О., аспірант

Дніпровський державний аграрно-економічний університет,
м. Дніпро, Україна.

Постановка проблеми. Ефективність та стабільність роботи доїльного обладнання безпосередньо впливають на якість первинної обробки молока, здоров'я тварин і загальну продуктивність ферми. Доїльні установки працюють у змінних умовах навантаження, тому потребують постійного контролю технічних параметрів – вакуумметричного тиску, частоти та структури пульсацій, погодженості роботи насосів, витрати повітря, температурних режимів тощо [1]. Відхилення цих параметрів може спричинити стрес тварин, збільшення захворюваності на мастит, нестабільність потоку молока, зниження надоїв та збільшення витрат на технічне обслуговування [2].

Наявні на ринку засоби діагностики представлені широким спектром приладів — від простих вакуумметрів до багатофункціональних електронних систем контролю (MILKOTEST MT 52, PULSOTESTER COMFORT, EXENDIS PT-V, VPR100 тощо). Однак більшість з них є або дорогими, або мають обмежені можливості підключення додаткових сенсорів, або не забезпечують комплексне вимірювання параметрів у реальному часі. Водночас, для українських господарств актуальною є потреба у доступному, модульному, розширюваному та достатньо універсальному пристрої, який дозволяє проводити повноцінну діагностику доїльних систем згідно з вимогами ISO 6690:2007 [3].

Розроблення тестера доїльних установок v.3.0 є логічним продовженням попередніх версій (v.1 та v.2.0) та спрямоване на створення більш інтелектуального, автоматизованого пристрою з покращеною точністю, зручністю використання та можливістю інтеграції у цифрові системи управління фермами.

Основні матеріали дослідження. Дослідження показало, що сучасні діагностичні прилади забезпечують високий рівень точності, однак суттєво відрізняються за функціональністю, типами датчиків, інтерфейсом користувача та сумісністю з цифровими платформами. Більшість аналізаторів зосереджені на окремих параметрах – вимірюванні вакууму, пульсацій або витрати повітря – і рідко виконують комплексну багатоканальну діагностику.

Важливим результатом аналізу є встановлення того, що всі провідні засоби діагностики відповідають ISO 6690:2007, що визначає вимоги щодо вимірювань вакууму та пульсацій у доїльних системах.

Тому створення тестера v.3.0 (рис. 1) повинно забезпечувати відповідність зазначеним стандартам та враховувати сучасні тенденції автоматизації.

Розроблений раніше тестер v.3.0 на базі платформи Arduino Mega 2560 продемонстрував високу функціональність (рис. 2):

- два канали вимірювання тиску;
- режими «Manometer», «Pulsation», «Pulsation Mini»;
- аналіз температури;
- вимірювання обертів за датчиком Холла;
- вимірювання витрати повітря;
- можливість збереження даних у форматі .txt;
- візуалізація графіків (пульсограм, тискограм);
- підключення зовнішніх сенсорів.



Рис. 1. Загальний вигляд тестера доїльних установок v.3.0

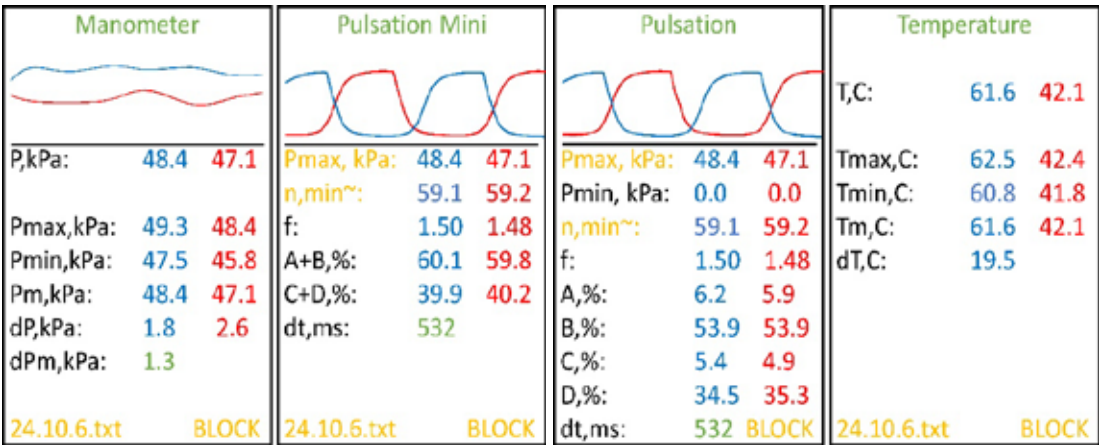


Рис. 2. Вигляд окремих функціональних розділів тестера доїльних установок v.3.0

Попри це, виявлено низку напрямів для вдосконалення:

- потреба у збільшенні кількості вимірювальних каналів;
- підвищення швидкості обробки та точності;
- розширення можливостей інтерфейсу;

- впровадження автономного збереження даних;
- інтеграція Bluetooth/Wi-Fi для передавання інформації на ПК чи смартфон;
- покращення ергономіки корпусу.

Розробка тестера v.3.0 передбачає комплекс модернізацій, що охоплюють апаратну, програмну та інтерфейсну частини.

Основні технічні рішення v.3.0:

1. Багатоканальна система вимірювання тиску

- Перехід на 3–4 незалежні канали з використанням сенсорів нового покоління (вищий клас точності, менший дрейф, ширший діапазон).

2. Удосконалений аналіз пульсацій

- детальний розрахунок фаз A, B, C, D;
- автоматичне виявлення нестабільностей потоку;
- збереження пульсограм у форматі графічних файлів.

3. Інтеграція модулів зв'язку (Wi-Fi/Bluetooth)

- передавання даних на смартфон/планшет;
- віддалений перегляд вимірювань;
- синхронізація з фермерськими цифровими платформами.

4. Оновлений графічний інтерфейс

- висока роздільна здатність екрану;
- перероблене меню з інтуїтивною навігацією;
- можливість відображення одночасних графіків.

5. Запис логів у пам'ять SD-карти та автоматичне формування звітів

- збереження параметрів у режимі реального часу;
- генерація файлів формату .csv, .txt.

6. Покращена система живлення

- вбудований акумулятор;
- захист від перешкод;
- можливість роботи у польових умовах до 10 годин.

7. Модульність конструкції

- можливість швидкої заміни датчиків;
- підтримка зовнішніх модулів (термодатчики, витратоміри, тахометри).

8. Програмне забезпечення нового покоління

- застосування фільтрації сигналів;
- адаптивні алгоритми згладжування;
- функції авто-калібрування.

Очікувані результати впровадження тестера v.3.0

- підвищення точності діагностики до 15–20 %;
- зменшення часу обслуговування доїльних установок;
- можливість оперативного аналізу роботи обладнання у реальному часі;
- створення цифрового архіву технічних замірів;
- зменшення ризиків збоїв у доїльному процесі;

- підвищення продуктивності операторів та інженерів.

Висновки. Розробка тестера доїльних установок v.3.0 є важливим кроком у напрямі цифровізації та удосконалення систем технічного контролю на молочних фермах. Аналіз існуючих технічних засобів підтверджує актуальність створення доступного, багатофункціонального та високоточого пристрою, здатного забезпечувати комплексну діагностику згідно з міжнародними стандартами.

Покращення, закладені у v.3.0, дозволяють значно розширити можливості діагностики: збільшити кількість каналів вимірювання, підвищити точність аналізу пульсацій, реалізувати бездротову передачу даних і автоматичне формування звітів. Очікується, що модернізований тестер стане ефективним інструментом для наукових досліджень, сервісних інженерів, фермерських господарств та сервісних служб обслуговування доїльного обладнання.

Створення v.3.0 формує підґрунтя для розвитку інтелектуальних систем моніторингу доїльних установок та інтеграції їх у комплексні цифрові платформи управління тваринницькими підприємствами.

Список використаних джерел

1. Aliiev, E., Paliy, A., Paliy, A., Kis, V., Levkin, A., Kotko, Y., Levchenko, I., Shkurko, M., Svysenko, S., & Sevastianov, V. (2022). Increasing energy efficiency and enabling the process of vacuum mode stabilization during the operation of milking equipment. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6(1(120)), 62–69. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.267799>

2. Шевченко, І.А., Алієв, Е.Б. (2013). Науково-методичні рекомендації з багатокритеріального виробничого контролю доїльних установок. За редакцією доктора технічних наук, професора, член-кореспондента НААН України, І.А. Шевченка. Запоріжжя: Акцент Інвест-трейд. 156 с.

3. ISO 6690. (2007). *Milking machine installations – Mechanical tests*. Geneva, Switzerland: The International for Standardization Organization. 46 p.