

## ТЕНЗОМЕТРИЧНИЙ ВИТРАТОМІР ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ФОРСУНОК ОБПРИСКУВАЧІВ

**І. Іваненко, Є. Сербій, канд. техн. наук, А. Карпенко, С. Любченко**  
*УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого*

*На якість виконання технологічної операції істотно впливає технічний стан обладнання, його відповідність встановленим вимогам. Проте оцінка роботи обприскувача вимагає певних, іноді значних, витрат праці, часу та матеріальних ресурсів. Особливо це стосується визначення нерівномірності вливу між форсунками. Для зниження витрат праці та матеріальних ресурсів під час проведення оцінки якості роботи штангових обприскувачів, відвернення шкоди навколишньому середовищу та ефективного використання пестицидів розроблено тензометричний витратомір для визначення продуктивності форсунок обприскувачів.*

**Ключові слова:** *продуктивність розпилювача, тензометричний датчик, аналогово-цифровий перетворювач, програмні засоби.*

### **Суть проблеми.**

Поряд з оптимальним вибором препаратів для захисту рослин від хвороб та шкідників в технологіях вирощування сільськогосподарських культур, дуже важливим є питання якості виконання технологічного процесу, його професійне проведення.

До одних з основних показників роботи обприскувача відносять відхилення фактичної норми вливу від заданої, нерівномірність розподілу робочої рідини по ширині захвату та відхилення вливу рідини через окремих розпилювач від середньоарифметичного значення вливу робочої рідини всіх розпилювачів. Для визначення цих показників витрачається значна кількість часу, особливо під час випробування широкозахватних обприскувачів. Для зниження втрат часу, підвищення точності і повторюваності результатів вимірювання розроблено та виготовлено пристрій для вимірювання продуктивності розпилювачів, який базується на сучасних технічних та програмних засобах.

### **Аналіз останніх досліджень і публікацій.**

Правильний вибір типу і розміру форсунки настільки ж важливий, як і правильний вибір пестициду і норми його внесення. Вибір форсунки грає найважливішу роль під час визначення інтенсивності і рівномірності обприскування на конкретній ділянці, ширини захвату і розміру крапель. Проблему знесення крапель можна звести до мінімуму, вибравши форсунки, які утворюють найкрупніші краплі і при цьому забезпечують ефективне

покриття для конкретної норми внесення і за конкретного тиску обприскування.

Зношені форсунки можуть змінювати схему обприскування, збільшувати норму внесення і витрати на гектар. Зміна схеми обприскування може привести до недостатнього захисту від шкідників, пошкодження посівів, труднощів у переробці рослинних залишків і збільшення витрат. Щоб гарантувати якісне внесення пестицидів або добрив слід перевіряти кожен розпилювач штанги.

Для прискорення процесу оцінювання стану розпилювачів розроблений та виготовлений пристрій призначений для вимірювання продуктивності форсунок обприскувачів.

Принцип дії витратоміра ґрунтується на перетворенні величини деформації металевієї пластини під дією ваги рідини в електричний сигнал, який виникає у тензOMETричному датчику, перетворенні його та збереженні цифрових значень вимірюваних величин у пам'яті приладу з можливим подальшим збереженням на персональний комп'ютер.

Витратомір складається з таких основних частин (рис. 1): розпилювача 1, посудини для рідини 2, силового тензOMETричного датчика з підсилювачем та кабелем з штекером 3, операційного аналогово-цифрового перетворювача з рознімом 4.

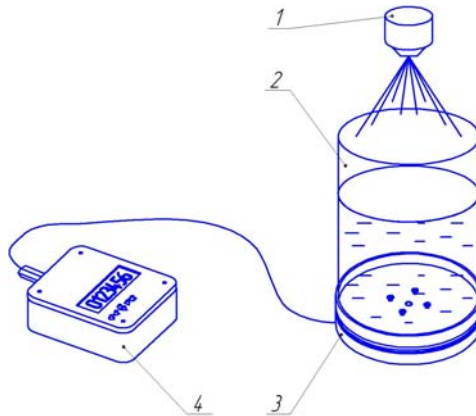


Рисунок 1 – Схема тензOMETричного витратоміра

Вимірювання ваги рідини здійснюється за допомогою тензомоста. Під час прогинання металевієї пластини, на якій закріплені тензодатчики, опір тензомосту змінюється еквівалентно величині прогину. Для моніторингу зміни опору із апаратної платформи **Arduino** кожні 500 мс подається дуже слабкий струм на тензоміст, після якого струм, змінивши свою величину відповідно до величини опору мосту, потрапляє на контрольно-вимірювальний підсилювач.

Основні технічні характеристики тензометричного витратоміра вказані в таблиці 1.

Таблиця 1 – Технічна характеристика тензометричного витратоміра

| Показник   | Значення показника |
|--|--------------------|
| Маса, кг   | 0,40               |
| Габаритні розміри, мм:                             |                    |
| ширина   | 125                |
| висота   | 75                 |
| довжина  | 125                |
| Об'єм посудини для рідини, см <sup>3</sup>         | 800                |
| Діапазон вимірювання ваги, г                       | 0-700              |
| Частота оновлення даних на дисплеї, с              | 0,5                |
| Діапазон визначення продуктивності форсунки, л/хв. | 0,2 – 6,0          |
| Похибка визначення продуктивності форсунки, %      | ±0,5               |
| Напруга живлення, В                                | 9                  |
| Тип пристрою                                       | переносний         |
| Кількість персоналу, люд.                          | 1                  |

Далі вже підсилений струм повертається на апаратну платформу **Arduino**, де перетворюється з аналогового у цифрове значення і його величина відображається в обраному режимі вимірювання на дисплеї приладу. Для повного відображення взаємозв'язків пристроїв з урахуванням принципів їх дії і послідовності роботи наведена електрична схема приладу (рис. 2).

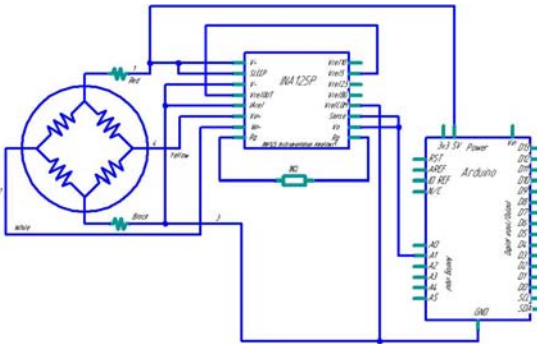


Рисунок 2 – Електрична принципова схема тензометричного витратоміра

У більш простій для розуміння формі принцип взаємодії елементів приладу такий. Посудина для рідини тисне на тензодатчик з підсилювачем, які взаємодіють із вимірювальним блоком на базі **Arduino**, який, у свою чергу, отримані дані відображає на дисплеї та водночас зберігає в пам'яті на накопичувачі даних. З накопичувача даних інформація може бути переписана

на персональний комп'ютер або записана з комп'ютера на накопичувач. Наглядно цей алгоритм зображений на схемі (рис. 3).

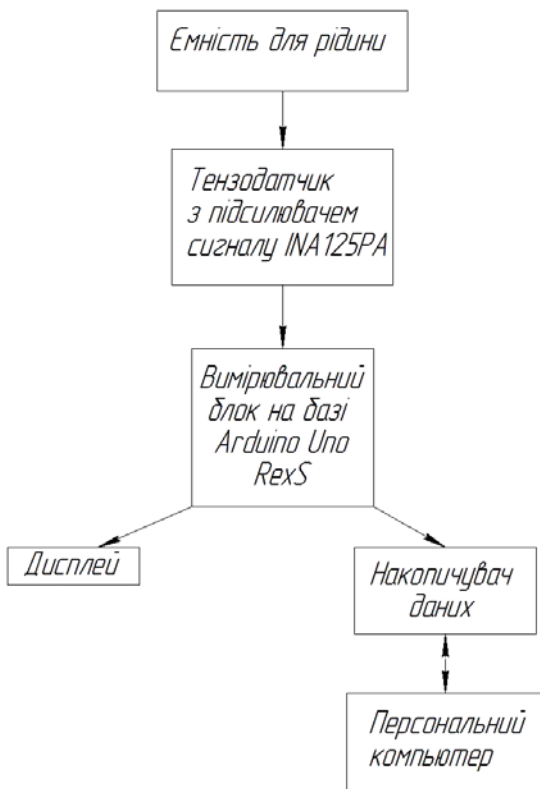


Рисунок 3 – Принципова схема взаємодії компонентів витратоміра

**Робота з витратоміром.** Під'єднати штекер тензодатчика до розніма аналогово-цифрового перетворювача (далі прилад). Встановити посудину для рідини на відповідне місце тензодатчика. Ввімкнути червоний тумблер з правого боку приладу. На дисплеї з'явиться напис: «UKRNDIPVT im. POGORIOLOGO». Через кілька секунд відобразиться нове меню : «New Data Set ←Yes SEND NO →». Для передачі збережених у попередній сесії вимірів на комп'ютер необхідно натиснути кнопку ▲. Для запису нових даних натисніть ◀. Для продовження запису даних до збережених у попередній сесії натисніть ▶.

Після натиснення кнопок ◀ або ▶ відобразиться нове меню: «◀ **Multimetr** → **M,gr U,V An**». У ньому знаходяться три варіанти роботи датчика: «**M,gr**» - показ ваги в грамах; «**U,V**» - показ значення напруги на тензомості після її підсилення підсилювачем у вольтгах; «**An**» - аналогові значення в умовних одиницях. Для переходу у цих трьох режимах потрібно натискати ◀ або ▶, змінюючи їх у порядку, вказаному вище: «**M,gr - U,V - An**». У будь-якому місці чи режимі натиснення кнопки ▼ використовується для переходу між пунктами меню «**Multimetr**» та «**Flow Meter**». «**Flow Meter** → **start**» - це режим перевірки лінійності зміни ваги на датчику. Для підтвердження вибору слід натиснути ▲ або ▶. Вибравши режим «**Flow Rate**», на дисплеї з'явиться напис: «**Flow Rate, kg/m: 0 0**». Поява цього напису сигналізує про початок запису даних для розрахунку лінійності. По досягненні необхідної величини збільшення ваги (до 20 секунд) прилад виведе на дисплей результат у вигляді: «**Flow: 0,00 kg/min Var: 0,00 %**». Для повернення з екрану результатів до меню «**Flow Meter** → **start**» потрібно натиснути будь-яку з таких кнопок: «◀» «▶» «▲» «▼».

Після завершення всіх вимірів потрібно вимкнути червоний тумблер з правого боку приладу.

### **Висновки**

1. На якість виконання технологічного процесу штанговими обприскувачами особливо впливає нерівномірність внесення агрохімікатів на рослини, що обумовлюється погодними умовами, розмірами краплин, робочим тиском, швидкістю руху та висотою і стабілізацією штанги.
2. Зміна робочого тиску істотно впливає на кут розпилу, продуктивність розпилювального наконечника, розмір краплин та швидкість зносу краплин агрохімікатів.
3. Розроблений стенд задовільно виконує свої функції при імітації руху обприскувача від 0,75 км/год до 20 км/год.
4. Розроблений тензометричний витратомір дозволяє визначити продуктивність форсунок обприскувачів в діапазоні від 0,2 л/хв до 6,0 л/хв з похибкою  $\pm 0,5\%$ .

### **Література:**

1. Високоєфективний обприскувач. Барановський О.С. – Вісник аграрної науки. □ 1999, №4.
2. Техника для опрыскивания. Высококачественные навесные и прицепные опрыскиватели Спридомат Д 2, Стридо-Трайн и СпридоПорт/ проспект фирмы RAU □ 1996.
3. Інформаційні матеріали фірми Lechler (Німеччина) за результатами досліджень розпилювальних пристроїв.
4. Обладнання для захисту рослин; Наконечники обприскувачів розпилювальні. Кольорове кодування для ідентифікації ДСТУ ISO

10625:2006. (ISO 10625:2005, IDT). — Вид. офіц. — К. : Держспоживстандарт України, 2009. — IV, 3с. — (Національний стандарт України).

5. Випробування сільськогосподарської техніки. Обприскувачі тракторні та самохідні. Методи випробувань. СОУ 74.3-37-266:2005 – Чинний від 2006-01-01/ - Київ.: Мінагрополітики України, 2005. – 34 с.

6. Обприскувачі тракторні штангові. Загальні технічні вимоги. СОУ 29.3-37-259:2005 – Чинний від 2006-01-01/ - Київ.: Мінагрополітики України, 2005. – 30 с.

7. Испытания сельскохозяйственной техники. Опрыскиватели, опыливатели, расселители энтомофагов, машины для приготовления и транспортировки рабочей жидкости. Программа и методы испытаний. РД 10.6.1-89.

### **Аннотация**

*На качество выполнения технологической операции существенно влияет техническое состояние оборудования, его соответствие установленным требованиям. Однако оценка работы опрыскивателя требует определенных, иногда значительных, затрат труда, времени и материальных ресурсов. Особенно это касается определения неравномерности утечки между форсунками. Для снижения затрат труда и материальных ресурсов при проведении оценки качества работы штанговых опрыскивателей, предотвращения ущерба окружающей среде и эффективного использования пестицидов разработан тензометрический расходомер для определения производительности форсунок опрыскивателей*

### **Summary**

*The quality of technological operations is significantly affected by the technical condition of equipment, its compliance with the established requirements. However, the evaluation of the sprayer requires certain, sometimes considerable, expenditures of labor, time and material resources. Especially this concerns the definition of leakage unevenness between the nozzles. To reduce the cost of labor and material resources in the assessment of the quality of the beam sprayers, preventing damage to the environment and to efficiently use the pesticides a tensometric flow-meter was designed to determine nozzles performance.*