

УДК 004.896

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ВИТРАТ ПРИ ЗАМІНІ БАТАРЕЇ АГРОРОБОТА

Olt Juri¹, проф.,
Ігнат'єв Євген², к.т.н.,
Іванов С.В.²

¹*Estonian University of Life Sciences*

²*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя, Україна.*

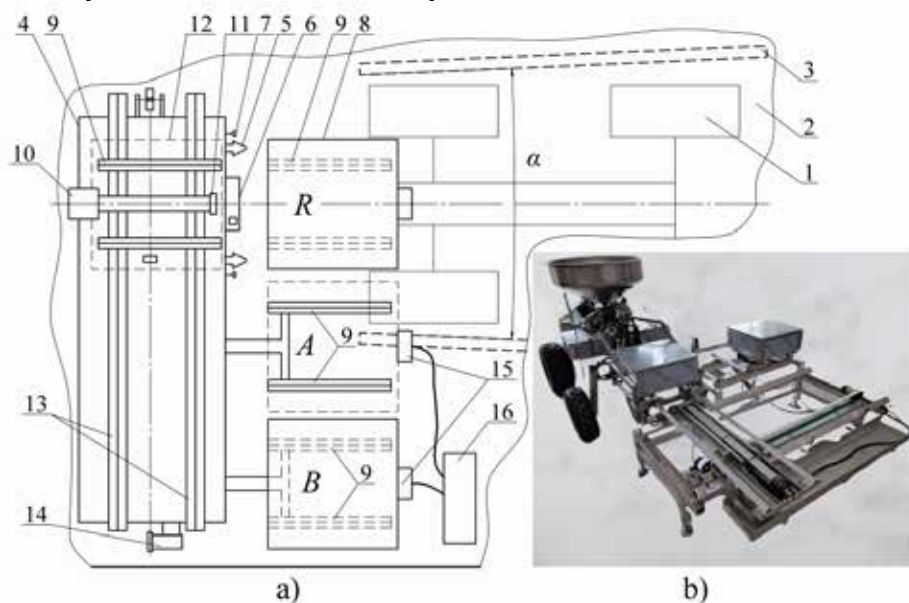
Постановка проблеми: Під час попереднього патентного пошуку та аналізу науково-технічної літератури з'ясувалося, що наразі у світі немає готових технічних рішень для автоматичної заміни батарей у аграрних роботах. Існують переважно варіанти для літальних дронів або електромобілів, які через певні технічні та технологічні особливості не підходять для автономного аграрного робота [1, 2].

Метою цього дослідження було представити прототип пристрою для заміни батарей, розробленого під час виконання науково-дослідних робіт, та провести експериментальне визначення енергетичних витрат.

Основні матеріали досліджень. Розроблена мобільна сервісна станція розташована на колісному причепі, що дозволяє переміщувати її на необхідне поле. Платформа 2, на якій знаходиться пристрій для заміни батарей 4, розміщується на певній висоті над рівнем землі [3]. Аграрний робот 1 з керованими передніми колесами заїжджає на платформу через нахилені пандуси. Для полегшення його позиціонування відносно пристрою для заміни батарей 4 до підлоги платформи 2 прикріплені направляючі 3, які сходяться під кутом. Точніше стикування забезпечують два конічні направляючі 5 на рамі пристрою для заміни батарей 4 і відповідні частини на передній частині аграрного робота 1. Фіксація здійснюється електромагнітним захватом 6 зі сторони пристрою та електрично керованими замками зі сторони робота 3.

Після успішного паркування, підтвердженого сигналом від двох механічних датчиків 7 і датчика наявності закритого магнітного поля, суміщеного з електромагнітним захватом 6, починається цикл заміни розрядженої батареї. Вона знаходиться в захищеному контейнері 8, оснащеному спеціальними роликами для переміщення по направляючих 9 ромбоподібного перерізу. Спочатку лінійний привід 10 висувається та приєднується до корпусу батареї 8 за допомогою спеціального захвату 11. Цей захват має замок батареї, датчик положення відносно рами робота 1 і датчик наявності батареї у захваті. Потім привід 10 тягне батарею 8 на візок 12, який має аналогічні направляючі 9. Візок 12, оснащений роликами, може переміщатися у

поперечному напрямку завдяки направляючим 13, закріпленим на рамі пристрою. Переміщення в порожню зарядну комірку А здійснюється за допомогою крокового двигуна з редуктором 14, а зупинка у правильному положенні забезпечується оптичними датчиками.



1 – аграрний робот; 2 – мобільна сервісна станція;
3 – направляючі для коліс робота; 4 – пристрій заміни батарей (ПЗБ);
5 – конічні направляючі; 6 – електромагнітний захват; 7 – механічні датчики; 8 – контейнер для батарей; 9 – направляючі; 10 – лінійний привід; 11 – захват; 12 – візок; 13 – направляючі візка; 14 – кроковий двигун з редуктором; 15 – роз'єми; 16 – автоматичний зарядний пристрій (АЗП).

Рис. 1. Конструктивна схема (а) та розроблений прототип (б) пристрою заміни батарей (ПЗБ) з приєднаним до нього аграрним роботом

Далі привід 10 встановлює батарею 8 у зарядну комірку, де її фіксують електрично керованим замком. Після цього батарея підключається до автоматичного зарядного пристрою 16 через роз'єм 15, де починається її діагностика та відновлення заряду. Візок 12 переміщується до зарядної комірки В, де знаходиться повністю заряджена батарея, і за тим самим алгоритмом встановлює її в робот. Після цього робот залишає платформу сервісної станції і продовжує свою роботу.

Таким чином, був розроблений пристрій, інтегрований у сервісну станцію для обслуговування безпілотної аграрної техніки, який виконує свою основну функцію — заміну батарей. Для оцінки енергетичних витрат було виготовлено прототип пристрою та проведено експериментальні дослідження.

Результати: На лініях живлення основних споживачів енергії встановлено датчики струму і напруги, які реєстрували споживану потужність кожного елемента під час роботи. Встановлено, що блок

управління споживає $0,48 \pm 0,06$ Вт, а пристрій поздовжнього переміщення — $9,28 \pm 0,16$ Вт. Їх значення є стабільними незалежно від режиму роботи. Для пристрою поперечного переміщення отримано залежність енергетичних витрат (рис. 2).

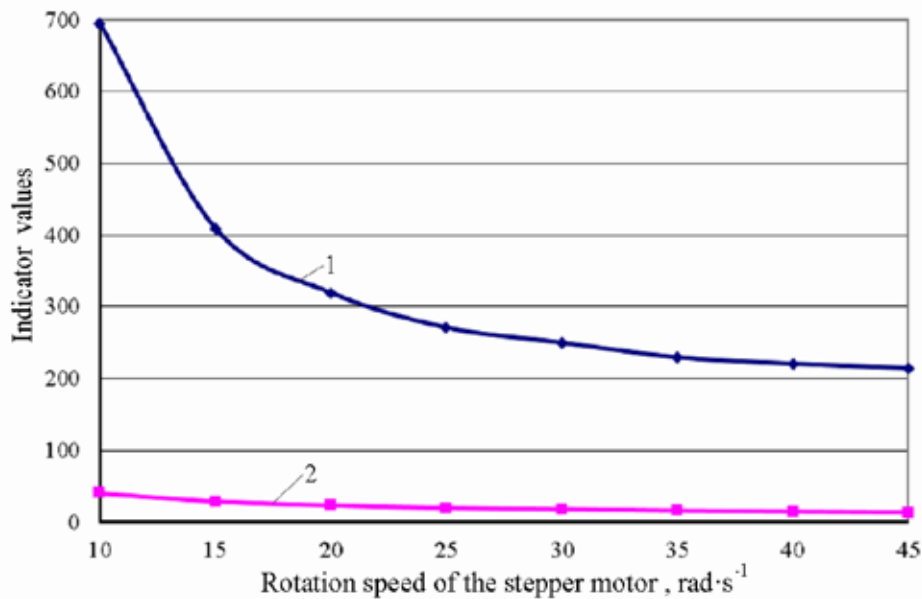


Рис. 2. Енергетичні та часові витрати на поперечні переміщення батареї залежно від частоти обертання привода: 1 – споживана потужність, Вт; 2 – час роботи, с.

Висновки: Пристрій для заміни батарей споживає від 9,8 до 10,4 Вт енергії за цикл заміни, залежно від режиму роботи візка поперечного переміщення. Найбільш енерговитратним є поздовжнє переміщення батареї, яке потребує $9,28 \pm 0,16$ Вт. Енергоспоживання є незначним, що важливо для автономних пристроїв з живленням від внутрішніх джерел та сонячних батарей.

Список використаних джерел

1. Ivanovs, S., Bulgakov, V., Nadykto, V., Ihnatiev, Ye., Smolinskyi, S., Kiernicki, Z. Experimental study of the movement controllability of a machine-and-tractor aggregate of the modular type. *INMATEH - Agricultural Engineering*, 2020, 61(2), pp. 9–16.
2. Bulgakov, V., Kuvachov, V., Nozdrovický, L., Findura, P., Smolinskyi, S., Ihnatiev, Y. The study of movement of the wide span tractor-based field machine unit with power method of its control. *Acta Technologica Agriculturae*, 2018, 21(4), pp. 160–165.
3. Olt, J., Ihnatiev, Y., Lillerand, T., Virro, I. Development of a Battery Swapping and Charging Unit in Servicing Station for Farming Robot: A Review. *Lecture Notes in Civil Engineering*, 2024, 609 LNCE, pp. 333–345.