УДК 631.117

ОБГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНОЇ СХЕМИ СЕРВІСНОЇ СИСТЕМИ ПОЛЬОВОГО РОБОТА

Jevtuševski Andrei [1],
Olt Juri [1], проф.,
Ігнатьєв Євген [2] , к.т.н.
[1]*Естонський університет природничих наук, м. Тарту, Естонія.*
[2]*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя, Україна.*

Постановка проблеми. Енергоємність сучасних акумуляторних батарей дозволяє створювати машини й роботи з досить тривалим часом автономної роботи. Тому виникає гостра необхідність у швидкій зарядці цих батарей або, у випадку зупинки важливого технологічного процесу, можлива навіть заміна відпрацьованої батареї на заряджену, що дозволяє скоротити час простою при технологічному обслуговуванні.

Для підвищення економічної ефективності вирощування сільськогосподарських культур доцільною є механізація всіх технологічних операцій, але при цьому виникає необхідність у створенні роботизованої системи догляду за ягідниками з автоматизацією всіх основних процесів [1]. Оскільки польовий робот є безпілотною мобільною робочою машиною, його застосування в польових умовах має підтримуватися сервісною системою [2], основними завданнями якої є керування польовим роботом та в разі потреби проводити поповнення технологічних матеріалів і зарядку-заміну батарей.

Мета досліджень. Обґрунтування конструктивної схеми сервісної системи для обслуговування польового робота.

Основні матеріали досліджень. Існують різні способи поповнення рівня заряду акумуляторних батарей мобільних машин і роботів: бездротова зарядка, звичайна, прискорена й заміна батареї.

Бездротова зарядка найбільш зручна для використання але припускає використання спеціальних приймально-передаючих пристроїв (антен). Відповідно вона має такий недолік, що при необхідності створення високих зарядних струмів даний спосіб небажаний через збільшення маси й площі прийомного контуру антени на стороні мобільного автономного робота.

Звичайна зарядка передбачає використання найкращих з погляду хімії акумулятора режимів, але її тривалість для сучасних батарей коливається в діапазоні 1-2,5 години, що є неприйнятним для використання в мобільних машинах і роботах з електроприводом.

Здавалося б рішенням даної проблеми може бути застосування прискореного методу заряду, але він передбачає використання високих струмів і жорсткий контроль за температурою й іншими параметрами батареї. До того ж прискорений заряд шкідливий для акумулятора й зменшує його ресурс.

Рішенням даного питання – зменшення часу простою при відновленні запасу енергії й збереження оптимальних режимів заряду акумулятора може бути його автоматична заміна на певній, умовно мобільній, автоматизованій станції обслуговування. Особливо актуальним таке рішення є в сфері створення роботизованых сільськогосподарських технологічних систем, тому що тут ці роботи використовуються в межах обмежених виробничих площ конкретного підприємства або господарства.

Відповідно, найбільш близьким прототипом є патент US9139310B1. Де метою винаходу є розширення автономності використання безпілотних літальних апаратів (БПЛА), шляхом використання стаціонарного пристрою автоматичної заміни елементів акумуляторних батарей (АКБ). Пристрій автоматичної заміни АКБ, містить у собі вертикальний пристрій позиціонування, револьверну головку для зберігання акумуляторів і ліфтовий пристрій з маніпулятором для транспортування акумуляторів від БПЛА до револьверної головки й назад.

Недоліком патенту US9139310B1 є наявність проміжного ліфтового механізму між револьверною головкою й БПЛА, що збільшує шлях транспортування АКБ, і збільшує час заміни. Також недоцільно використовувати револьверний магазин акумуляторних батарей при їхній кількості менше чотирьох і великих масогабаритних параметрах батареї. Наявність безлічі рухомих елементів, вертикального ліфта й механізму захвата акумулятора з використанням маніпулятора, знижує надійність пристрою.

Існує також ряд рішень для заміни акумуляторних батарей автомобільних транспортних засобів US20170259675 і UA141092 шляхом знеособленої заміни уніфікованого акумулятора на шляху проходження. А також патенти RU2698963C1 які спрямовані на збільшення радіуса дії й автономності безпілотних літальних транспортних пристроїв із заміною батарей за допомогою зустрічно розташованих штовхачів. Недоліком даних пристроїв є необхідність наявності великої кількості уніфікованих акумуляторних батарей для проведення знеособленої заміни й відповідно складність систем їх складування й переміщення, особливо для переміщення важких батарей.

Внаслідок того, що акумуляторна батарея яка використовується на експериментальному зразку польового робота має значну масу близько 40 кг, то з метою зменшення витрат енергії й спрощення конструкції від її вертикальних переміщень у процесі заміни вирішено

було відмовитися. Для організації переміщень у горизонтальній площині використовуються напрямні по яких переміщаються каретки з опорними колесами.

Тому виходячи з аналізу існуючих конструкцій основними вимогами для автоматичної станції обслуговування батареї робота є точне позиціонування безпілотного сільськогосподарського енергетичного засобу, автоматична заміна й наступна зарядка АКБ, з високою надійністю й швидкістю заміни.

Для вирішення поставленої мети потрібно обґрунтувати алгоритм роботи та конструктивну схему станції заміни АКБ, що буде забезпечувати висунуті вимоги і буде позбавлена зазначених вище недоліків.

Таким чином розроблений алгоритм (рис. 1) роботи сервісної станції польового робота має включає наступні етапи:

- очікування необхідності в заправленні технологічним матеріалом або низького рівня заряду акумуляторної батареї;
- рух до станції обслуговування;
- заїзд на платформу й грубе позиціонування;
- точне позиціонування робота і його фіксація;
- добування батареї лінійним актуатором і переміщення в порожню комірку для зарядки;
- захват зарядженої батареї із сусідньої комірки, переміщення й установка її на робота;
- відключення фіксаторів і виїзд робота зі станції обслуговування.

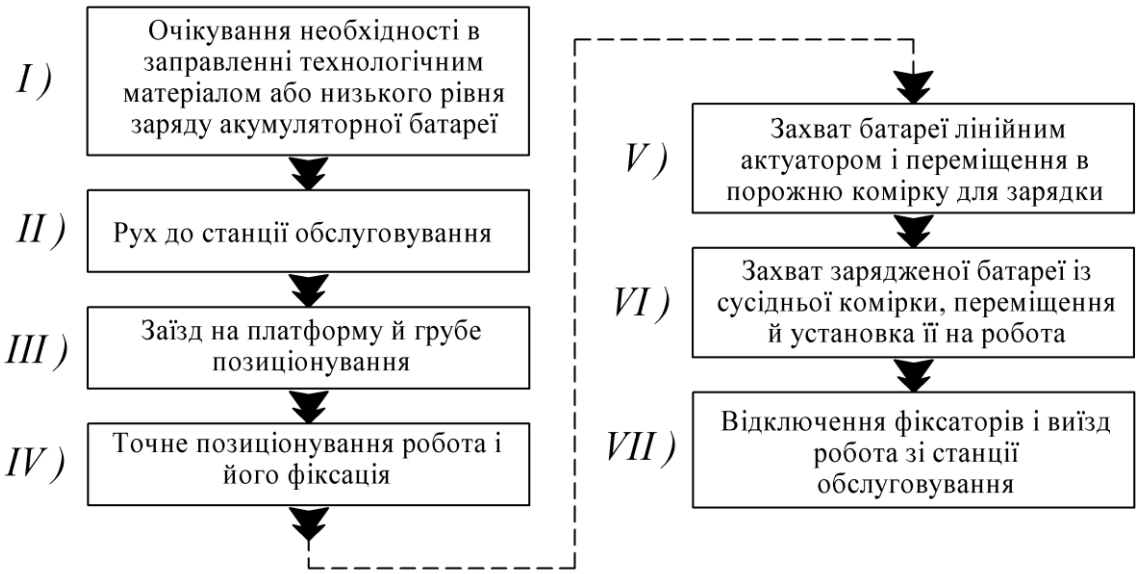
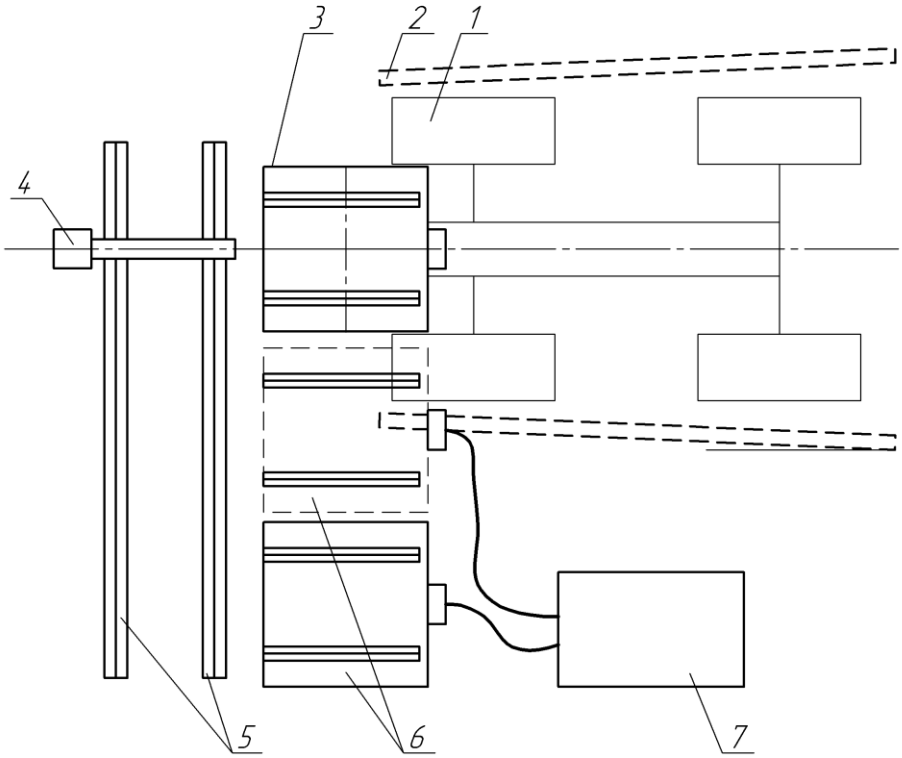


Рис. 1. Алгоритм роботи сервісної станції польового робота

Наступним етапом у впровадженні даної системи є розробка конструктивної схеми пристрою автоматичної заміни батарей на станції технічного обслуговування (рис. 2).



1 – робот; 2 – пристрій позиціонування; 3 – батарея; 4 – захват-актуатор; 5 – направляючі; 6 – комірки для зберігання і заряджання батареї; 7 – зарядно-керуючий пристрій.

Рис. 2. Конструктивна схема сервісної станції польового робота

Розв'язком даного питання – зменшення часу простою при відновленні запасу енергії й збереження оптимальних режимів заряду акумулятора може бути його автоматична заміна на умовно мобільній автоматизованій станції обслуговування. Особливо актуальним таке рішення є в сфері створення роботизованих сільськогосподарських технологічних систем, тому що тут ці роботи використовуються в межах обмежених виробничих площ конкретного підприємства або господарства.

Висновки. В результаті проведеного аналізу визначено, що найбільш доцільним способом поповнення запасу енергії польового робота є заміна батареї. Для зменшення часу перебування робота на обслуговуванні запропоновано схему та алгоритм роботи станції автоматичної заміни батареї.

Список використаних джерел

1. Lillerand, T., Virro, I., Maksarov, V. V., Olt, J. Granulometric parameters of solid blueberry fertilizers and their suitability for precision fertilization. Agronomy, 2021, 11(8), 1576.

2. Soots, K., Lillerand, T., Jogi, E., Virro, I., Olt, J. Feasibility analysis of cultivated berry field layout for automated cultivation. Engineering for Rural Development, 2021, 20, Pp. 1003–1008.

3. Patent US9139310B1. Systems and methods for UAV battery exchange. Mingxi Wang. 2015-09-22.

4. Patent US20170259675. BATTERY SWAPPING SYSTEM AND TECHNIQUES. Eric Orlando Gaffoglio, Alan Clarke, Matthew Lee Brown. 14.09.2017.

5. Патент UA141092. Система зарядки безпілотного електричного транспортного засобу з використанням замінних акумуляторних батарей. Ніконов Олег Якович, Полосухіна Тамара Олегівна, Табулович Вячеслав Петрович. 25.03.2020

6. Патент RU2698963C1. Способ автоматической замены батарей для транспортных устройств и устройство для его осуществления. Редкокашин Илья Владимирович. 2019.09.02.

7. Ihnatiev Y. Theoretical substantiation of topping parameters without sugar beet head copying. IV International scientific Congress “Agricultural machinery”. Varna. Issue 18 (181). Vol. 1, 22-25 june 2016. Pp. 55–58.

8. Bulgakov V., Kuvachov V., Nozdrovický L., Kročko V., Findura P., Smolinskyi S., Ihnatiev Ye. The study of movement of the wide span tractor-based field. machine unit with power method of its control Acta Technologica Agriculturae. 2018. Issue 4. Pp. 163–168. DOI: 10.2478/ata-2018-0029.