

БЕЗПЛОТНІ ЕЛЕКТРОТРАКТОРИ СТАЮТЬ СЬОГОДЕННЯМ ФЕРМЕРСЬКИХ ГОСПОДАРСТВ

Стельмах І.В., студент, Приймак Б.І., к.т.н., доц.

КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра автоматизації електромеханічних систем та електроприводу

Вступ. Зростання світового населення та великі темпи урбанізації стали непростим викликом для сільського господарства. Для максимально продуктивного використання землі за останні кілька десятиліть сільськогосподарські технології, обладнання та методи різко змінилися. Сьогодні фермери повністю переглядають свою діяльність, додаючи автономні трактори до власного арсеналу техніки.

Мета роботи – оглянути та проаналізувати стан і перспективи розвитку безпілотних електротракторів, що може бути корисним для формування тематики магістерських дисертацій та науково-дослідних робіт кафедри.

Матеріали і результати досліджень. Фермери в усьому світі стикаються з однією проблемою: їм потрібно виробляти більшу кількість продуктів не збільшуючи кількість землі, яку вони використовують. Зрештою, найкращим способом вирішення цієї проблеми є використання автономного обладнання для виконання рутинних, повторюваних і трудомістких процедур.

Трактор без водія — це автономний сільськогосподарський транспортний засіб, який забезпечує високу тягу на низьких швидкостях і є придатним для виконання сільськогосподарських завдань. Трактор вважають безпілотним, якщо він може працювати без присутності на ньому людини. Як і інші безпілотні наземні транспортні засоби, автономні трактори запрограмовані на автоматичний моніторинг свого положення, визначення швидкості та уникнення перешкод, таких як люди, тварини або об'єкти на полі під час своєї місії. Вони працюють за допомогою оператора, який спостерігає за ходом роботи на станції керування, або за допомогою керованою людиною іншого трактора.

Безпілотний трактор був винайдений Френком У. Ендрю в 1940 році. Щоб керувати цим безпілотним трактором, у центрі поля розміщували нерухоме колесо, навколо якого намотували трос, прикріплений до керувального важеля у передній частині трактора.

Сучасні трактори можуть автоматично виконувати багато функцій водіння, але все одно вимагають оператора в кабіні. Наразі неможливо замінити людей роботами, оскільки повністю безпілотні системи на основі камер ще не доступні для продажу. Очікується, що підвищення ефективності та продуктивності врожайності, яке забезпечується безпілотними тракторами, сприятимуть розвитку ринку цих тракторів.

Основні переваги безпілотних тракторів є наступними:

- підвищення ефективності та точності в землеробстві;
- сприяння більшій тривалості роботи на фермі;
- надання достовірних даних для фермера;

– захист фермера від небезпеки.

Трактор складається із взаємозв'язаних механізмів, які за призначенням поділяються на такі групи (або агрегати): двигун, силова передача, ходова частина, органи керування, робоче, допоміжне і електричне обладнання.

Рівень сприйняття в основному стосується фізичних пристроїв, таких як датчики та виконавчі механізми. Фізичні пристрої можуть не працювати через випадкові або навмисні дії людини, віруси, зловмисне програмне забезпечення або кіберзлочинців [1]. Існує багато типів датчиків і технологій, які використовуються в додатках для розумного землеробства, і це різноманіття створює певні загрози безпеці. Безпілотний трактор вважається суперечливим з точки зору безпеки та визнання громадськості.

Є кілька основних виробників, які активно прагнули виготовити придатний для продажу безпілотний трактор і досягли успіхів у створенні значних прототипів своєї продукції. Зараз провідними виробниками є Deere, Solectar, Autonomous Tractor Corporation, Fendt і Case IH.

Проте в продажі повністю безпілотних тракторів на ринку наразі немає. Станом на 2022 рік John Deere, і компанія під назвою Monarch продемонстрували автономні трактори на виставці CES, плануючи випустити їх на ринок пізніше [2].

Трактор Monarch, розроблений Motivo, може керуватись людиною-пілотом або він може працювати самостійно, використовуючи алгоритми, запрограмовані в його комп'ютері. CES зробив Monarch одним із лауреатів премії Innovation Awards. Monarch Tractor, електричний трактор потужністю 40 к.с., доступний у Сполучених Штатах за 50 000 доларів США, і серія з чотирьох автономних тракторів Yanmar потужністю від 88 до 113 к.с. за ціною від 104 800 до 162 330 доларів США.

Компанія John Deere продемонструвала на виставці CES новий автономний трактор, який був набагато більшим за Monarch, але мотиви його створення були ті ж. John Deere зазначає, що до 2050 року очікується зростання населення світу з 8 мільярдів до 10 мільярдів. Тому значній кількості людей може загрожувати голод. У той же час середній вік фермерів становить 55 років і він збільшується. Отже для подолання зазначених проблем потрібен розвиток безпілотних тракторів.

Нижче представлена таблиця з основними характеристиками вже відомих електротракторів. Так, як параметри цих тракторів наразі невідомі, а за основу безпілотних тракторів взяті вже випущені моделі електротракторів цих самих виробників, тому порівняння складається з електротракторів двох відомих марок і електротрактору українського виробництва [3].

Електричні трактори мають ряд переваг перед своїми дизельними аналогами, наприклад, вони не викидають вуглекислого газу, мають менше рухомих частин, завдяки чому їх ремонт і технічне обслуговування є простими тощо. Очікується, що вищезгадані фактори сприятимуть збільшенню продажів електричних тракторів і, у свою чергу, сприятимуть зростанню світового ринку електричних тракторів у найближчому майбутньому. Крім того, суворі правила,

пов'язані з викидами та відновлюваною енергією, є причиною для впровадження електричного приводу у сільськогосподарській галузі.

Таблиця – Технічні дані сучасних електротракторів

Параметр	Cellestial 55 HP	Solectar e70N	ХТЗ 3512 Edison
Номінальна потужність, кВт	40	52	25,7
Експлуатаційна маса, кг	3060	2900	2250
Двигун	BLDC Motor	Brushless AC Induction	High Power BLDC Motor
Номінальна швидкість, км/год	20	20	9
Тип батареї	Літій-іонна	Літій-іонна	Літій-іонна
Ємність батареї, кВт*год	10,8	21,6	24
Країна випуску	Індія	США	Україна
Ціна	\$ 20,090	\$ 33,939	\$ 21,000
Рік випуску	2021	2022	2015

За даними Gartner, незалежної дослідницької групи, до 2023 року на світовому ринку може бути понад 740 000 автономних транспортних засобів. Західна Європа, Північна Америка та Китай лідируватимуть, оскільки в цих регіонах уже введено правила, що регулюють технології автономного водіння [4].

Висновки. У статті оглянуто стан розвитку безпілотних електротракторів. Обґрунтовано, чому за автономними тракторами майбутнє сільського господарства. Також показано, чому досі немає повністю безпілотних тракторів на ринку. Основним фактором цього є безпека. Проте з розвитком автоматизації та нових технологій, у найближчому майбутньому вказані ризики будуть зведені до мінімуму. Прогнозується високе зростання попиту на безпілотні електротрактори вже до 2030 р.

Система керування асинхронним двигуном безпілотного електротрактора, яка дозволяє отримати поліпшені енергетичні характеристики, незабаром буде представлена в магістерській дисертації на кафедрі АЕМС-ЕП.

Перелік посилань

1. Security challenges to smart agriculture. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590005620300333> (дата запити: 07.11.22).
2. Autonomous Tractors with Robot Brains Are Coming to Take Over the Farm 2022. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.autoweek.com/news/future-cars/a38705415/autonomous-tractors-robot-brains-for-farming/>. (дата запити: 07.11.22).
3. Електротрактор ХТЗ 2511 Е [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://ecoist.com.ua/elektrotraktor-htz-2511-e.htm> (дата запити: 13.11.22).
4. Newsroom: Gartner Forecasts More Than 740,000 Autonomous-Ready Vehicles to Be Added to Global Market in 2023 [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2019-11-14-gartner-forecasts-more-than-740000-autonomous-ready-vehicles-to-be-added-to-global-market-in-2023> (дата запити: 07.11.22).