

## Система контролю завантаження електротрактора

У статті представлена система контролю завантаження електротрактора, яка подовжує строк служби акумуляторної батареї та збільшує міжзарядний час роботи електротрактора. Встановлено, що електротрактор має дві особливості: джерело енергії портативне та хімічне або електромеханічне; тягове зусилля забезпечується тільки електродвигуном. Переваги електротрактора: відсутність шкідливих викидів; простота конструкції та управління; висока надійність і довговічність; низька вартість експлуатації; можливість підзарядки від побутової електричної мережі; коефіцієнт корисної дії електродвигуна становить 90–95%.

**Ключові слова:** Система контролю завантаження електротрактора, електротрактор, трактор, електродвигун, теоретичний тяговий розрахунок, тяговий діапазон, номінальна потужність двигуна.

**Суть проблеми.** В усьому світі все ширше застосовується електроенергія, яка не оминає й агросектор. Електротрактор – не новий напрямком для винахідників, але на сьогодні досить швидко почав розвивається. Науковці ННЦ «ІМЕСГ», врахувавши світові тенденції, розробили електротрактор ХТЗ-2511Е, який, виходячи з тягового розрахунку і лабораторно польових досліджень, обладнали додатково автоматизованим пристроєм оптимізації роботи силового електродвигуна та захистом акумулятора електричної енергії.

На сьогодні наявна велика кількість електротракторів різних типів, але основне завдання – потрібен трактор еквівалентного або навіть набагато кращого рівня за свого дизельного конкурента.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У попередніх роботах закордонних і вітчизняних учених, у тому числі фахівців Національного наукового центру ННЦ «ІМЕСГ», досліджено окремі питання організації роботи електротракторів, вибору силового електропривода [1,2,3,4], розробки принципів схем керування електроприводом, оцінки економічного, екологічного та соціального ефекту.

Недостатня розвиненість науково-прикладних передумов створення електротракторів та реально існуюча потреба в них зумовлює необхідність проведення досліджень для підвищення їхньої енергетичної ефективності, надійності та широкого впровадження [5, 6, 7], що надто важливо для України в екологічному та паливно-енергетичному аспектах.

**Мета досліджень.** Підвищення ефективності роботи електротрактора ХТЗ-2511Е під час виконання основних агротехнологічних операцій завдяки системі контролю завантаження.

**Методи дослідження.** Теоретичний тяговий розрахунок, відомчі випробування, лабораторно-польові дослідження, аналіз отриманих попередніх досліджень проводився на основі вивчення науково-технічної інформації у галузі мобільної енергетики на електроаккумуляторному приводі.

**Результати досліджень.** Встановлено, що на сьогодні приділяється велика увага електротранспорту, в нашому випадку електротракторам, через високий

ККД сучасних тягових електродвигунів, який досягає до 95%. Внаслідок проведення тягового розрахунку і лабораторно польових досліджень, на електротрактор ХТЗ-2511Е було розроблено систему контролю завантаження електротрактора (таблиця 1) [8].



Рис. 1 – Загальний вигляд трактора ХТЗ-2511Е (а) та ХТЗ-2511 (б)

Таблиця 1 – Коротка порівняльна характеристика ХТЗ-2511Е і ХТЗ-2511

Загальні дані	ХТЗ-2511Е	ХТЗ-2511
Тяговий клас	0,6	
Швидкість, км/год	0,1-25	1,37-30
Маса, кг	2150	2080
<b>Кількість передач</b>		
Вперед	8	8
Назад	8	6
<b>Двигун</b>		
Тип	Електро	Дизельний
Марка	Golden Motor 10KW Fan Cooling	Д120
Потужність, кВт: -експлуатаційна -номінальна -пікова	1-20 10 20	18,4 19,5 20
Частота обертання, об/хв	1-4000	800-1950
Охолодження	Повітряне	
Акумулятор	6 штук – «6СТ-190»-380А, 36V	6СТ-100А, 12V
Гідросистема	Електромеханічна	Механічна

Теоретичний тяговий розрахунок ХТЗ 2511Е і ХТЗ-2511 виконують з урахуванням місця, яке займають трактори у типажі сільськогосподарських тракторів згідно з міждержавним стандартом ГОСТ 27021-86 [9].

Визначення тягового діапазону трактора та тягового зусилля трактора на нижній межі вибраного діапазону.

Тяговий діапазон трактора обчислюють за формулою:

$$\delta_T = \varepsilon \cdot \frac{P_{ГК.Н}}{P'_{ГК.Н}} \quad (1)$$

де  $\varepsilon = 1,15 - 1,30$  – коефіцієнт розширення тягового діапазону трактора;

$P_{ГК.Н}$  і  $P'_{ГК.Н}$  – номінальне тягове зусилля на гаку досліджуваного трактора і трактора нижчого тягового класу, кН.

Експлуатаційна потужність двигуна трактора визначається за формулою:

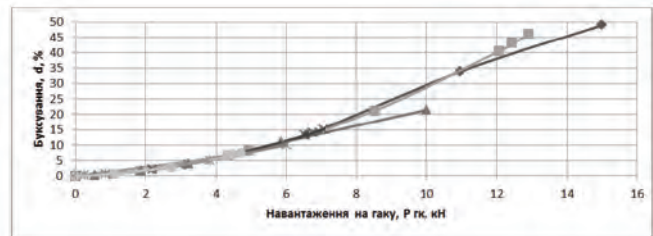
$$N_E = \frac{P_{ГК.Н} \cdot \nu_1}{\eta_{ТЯГ.Н}}, \quad (2)$$

де  $\eta_{ТЯГ.Н}$  – тяговий ККД трактора при його роботі з номінальним тяговим зусиллям на гаку.

Для визначення номінальної потужності двигуна  $N_{ен}$ , одержане значення  $N_E$  необхідно збільшити на 4...8 % за формулою:

$$N_{ен} = N_E \cdot (1,04...1,08). \quad (3)$$

За отриманими результатами теоретичного тягового розрахунку побудовано графіки (рис. 2).



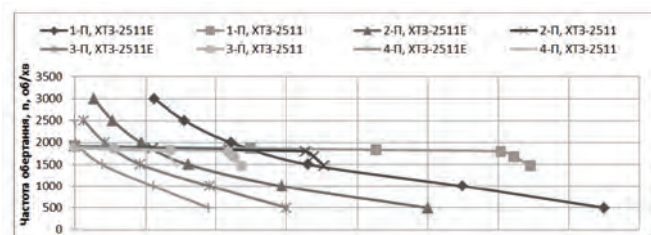
г)

Рис. 2 – Графік порівняння тягової характеристики ХТЗ-2511Е з ХТЗ-2511;

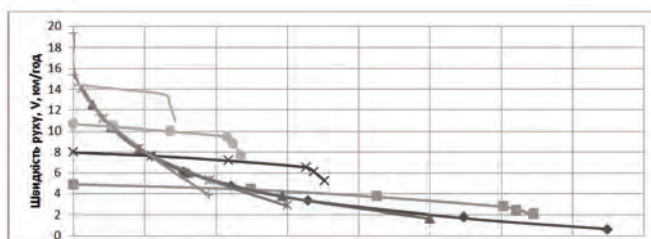
а) частота обертання; б) швидкість руху; в) тягова потужність; г) буксування в залежності від навантаження на крюку

Електротрактор має дві особливості: джерело енергії портативне та хімічне чи електромеханічне; тягове зусилля забезпечується тільки електродвигуном. Переваги електротрактора: відсутність шкідливих викидів; простота конструкції та керування; висока надійність і довговічність (до 20–25 років) порівняно зі звичайним трактором; низька вартість експлуатації; можливість підзарядки від побутової електричної мережі, але такий спосіб у 5–10 разів триваліший, ніж від спеціального зарядного пристрою; коефіцієнт корисної дії електродвигуна становить 90–95%; масове застосування електротрактора допоможе у вирішенні проблеми "енергетичного піка" за рахунок підзарядки акумуляторів у нічний час [10].

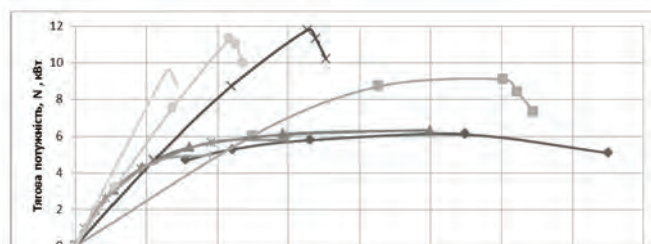
На основі проведених досліджень розробляється система контролю завантаження електротрактора через формування сигналу оператору про необхідність зменшення чи збільшення передатного числа трансмісії коробки зміни швидкостей залежно від величини робочого струму (рис. 3).



а)



б)



в)

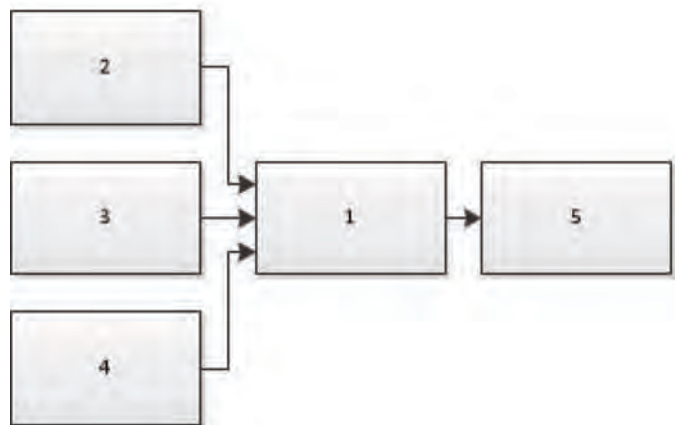


Рис. 3 – Система контролю завантаження електротрактора: 1 – блок аналізу обчислення та формування керуваного сигналу, 2 – датчик струму, 3 – датчик напруги, 4 – датчик обертів, 5 – графічний інформаційний дисплей, на якому відображається інформація на перемикачній передатній, стан заряду акумуляторної батареї і швидкість руху електротрактора

**Висновки.** Система контролю завантаження електротрактора подовжує строк служби акумуляторної батареї та збільшується міжзарядний час роботи трактора при виконанні агротехнологічних операцій за рахунок раціонального використання електричної енергії.

## Список літератури

1. Адамчук В. В., Мироненко В. Г., Третяк В. М., Мельник Р. В. Електрифікація, як фактор створення мобільної сільськогосподарської техніки нового покоління. Науково-теоретичний журнал «Вісник аграрної науки» – 2013.-№4. – 29 с.
2. Інноваційні пріоритети паливно-енергетичного комплексу України / Під заг. ред. А. К. Шидловського. – К. : Українські енциклопедичні знання, 2005. – 521 с.
3. Величко С. А. Енергетика навколишнього середовища України (з електронними картами). Навчально-методичний посібник для магістрантів. Науковий редактор проф. І.Г.Черваньов – Х. : Харківський національний університет імені В.Н.Каразіна. - 2003. – 52 с.
4. Мироненко В. Г., Мельник Р. В. Електротрактор ХТЗ-2511Е. Аграрна наука-виробництво – 2014. - №4. – 29 с.
5. Мироненко В. Г., Тютюнник Н. В. 2005. Перспективи використання електрифікованих мобільних агрегатів у рослинництві. Механізація та електрифікація сільського господарства. Вип.89. С.192-200.
6. Мироненко В. Г., Мельник Р. В., Тимошук Д. В., Слободян В. М. 2014. Розвиток електрифікованих мобільних енергетичних засобів. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Техніка та енергетика АПК. Вип. 194 (1).
7. Мироненко В. Г., Мельник Р. В. 2014. Електротрактор ХТЗ-2511Е. Аграрна наука-виробництво. №4. С.29.
8. Солдатенко В., Кубкин М., Вихрава Л. 2014. Імітаційна модель гібридної електроенергетичної системи з поновлюваними джерелами енергії. Вип. 16. С.4 233-240.
9. Корчемний М. О., Юсупов Н. А., Філоненко А. Ф., Жоров С. В. 2003. Електропривод мобільного агрегату. Електрифікація та автоматизація сільського господарства, № 1. С. 41- 44.

10. Мельник Р. В. 2015. Ефективність роботи мобільних електрифікованих засобів сільськогосподарського призначення. Збірник наукових праць Кіровоградського Національного технічного університету, техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. Вип. 27. Кіровоград.

**Аннотация.** В статье представлена система контроля загрузки электротрактора, которая увеличивает срок службы аккумуляторной батареи и время работы электротрактора. Установлено, что электротрактор имеет две особенности: источник энергии портативный и химический или электромеханический; тяговое усилие обеспечивается только электродвигателем. Преимущества электротрактора: отсутствие вредных выбросов; простота конструкции и управления; высокая надежность и долговечность; низкая стоимость эксплуатации; возможность подзарядки от бытовой электрической сети; коэффициент полезного действия электродвигателя составляет 90-95%.

**Summary.** The paper presents a control system for loading an electric tractor, which increases the service life of the battery and the operating time of the electric tractor. It is established that the electric tractor has two features: a portable and chemical or electromechanical power source; traction effort is provided only by the electric motor. Advantages of the electric tractor: no harmful emissions; simplicity of design and management; high reliability and durability; low cost of operation; possibility of recharging from the household electric grid; the efficiency of the electric motor is 90-95%.

Стаття надійшла до редакції 16 червня 2017 р.

УДК 621.18/ 621.181.27

Рудик Л., молодший науковий співробітник (УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого)

## Енергоощадні рішення на «Aquaterm Kyiv 2017»

У статті наведена інформація про нові енергоощадні рішення, представлені на 19-й Міжнародній виставці енергоефективного опалення, водопостачання, вентиляції, кондиціонування, відновлювальної енергетики, сантехніки та басейнів, яка відбулася 30.05 - 02.06. 2017 року в Києві у Міжнародному виставковому центрі. Велику зацікавленість викликали твердопаливні котли промислового призначення автоматичної серії. Конструкція котлів дозволяє використовувати низькосортне паливо: дрова, відходи деревини, торф, пелети та інше паливо.

**Ключові слова:** міжнародна виставка, енергоощадні рішення, відновлювальна енергетика.

З 30 травня по 2 червня 2017 року відбулася 19-та Міжнародна виставка енергоефективного опалення, водопостачання, вентиляції, кондиціонування, відновлювальної енергетики, сантехніки та басейнів «Aquaterm Kyiv 2017». Організатор виставки лідер на ринку організації міжнародних виставок – ДП «Прем'єр

Експо».

«Aquaterm Kyiv 2017» – унікальна галузева подія, на якій представлено інноваційні системні рішення для кожного сектора.

Своє обладнання представили такі іноземні компанії: Австрія, Бельгія, Білорусь, Болгарія, Велика

© Рудик Л. 2017