

УДК 631.3.83  
© 2013

*В.В. Адамчук,*  
академік НААН

*В.Г. Мироненко,*  
доктор технічних наук

*В.М. Третьак,*

*Р.В. Мельник,*  
кандидати  
технічних наук

Національний  
науковий центр «ІМЕСГ»

## **ЕЛЕКТРИФІКАЦІЯ ЯК ФАКТОР СТВОРЕННЯ МОБІЛЬНОЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ НОВОГО ПОКОЛІННЯ**

*Проаналізовано сучасний стан розвитку механізації сільськогосподарського виробництва, розкрито перспективи подальшої електрифікації технологічних процесів і переведення мобільної техніки на електричний привід. Висвітлено умови, необхідні для створення та введення в експлуатацію тракторів на електроаккумуляторному приводі.*

**Ключові слова:** мобільна техніка, електротрактор, акумуляторні батареї.

В умовах глобалізації кожна країна може розраховувати на своє місце у світовій економіці залежно від рівня інноваційної політики — науково-технічної активності та державної підтримки створення конкурентоспроможного вітчизняного виробника. Активізація світових глобалізаційних процесів збіглася з глибокими соціально-економічними реформами в Україні, що призвело до сировинної переорієнтації нашої економіки та кризової залежності від економік більш успішних країн.

У галузі механізації сільськогосподарського виробництва це спричинило занепад власного машинобудування та заповнення внутрішнього ринку імпортною технікою. Ці процеси мають системний і практично незворотний характер. Очевидно, що інноваційний розвиток галузі слід здійснювати, спираючись передусім на особливості, характерні виключно для України. На основі цих особливостей необхідно розробляти інноваційні проекти, які давали б змогу здійснювати технологічні прориви у виробництві і використанні сільськогосподарської техніки п'ятого технологічного укладу. П'ятий технологічний уклад — це комп'ютеризація, інформатизація, сучасні сфери електротехнічної промисловості, приладобудування, питома частка яких у промисловому комплексі України не перевищує 5% [2].

Однією з характерних особливостей виробництва сільськогосподарської продукції в Україні є значна залежність від імпортних енергоносіїв:

потреба України в енергоресурсах становить 220 млн т у. п., зокрема, імпорту — понад 60%, а власний видобуток нафти — близько 30% від необхідного;

дизельне паливо лише за виконання основних технологічних процесів рослинництва становить понад 20% від собівартості рослинної продукції; спочатку продається (і в досить обмежені терміни) продукція рослинництва, а потім купується паливо. Будь-яке зростання прибутку від реалізації продукції рослинництва легко втрачається під час закупівлі палива. Країна, яка продає хліб, завжди у програшу порівняно з країною, що продає паливо.

Водночас Україна сьогодні є однією з найбільш розвинутих і перспективних країн світу щодо виробництва електричної енергії: вона має потужну систему теплоелектростанцій (14 теплових електростанцій зі встановленою потужністю понад 30 тис. МВт). При цьому запасами вугілля Україна забезпечена на 400 років [2]; за встановленими потужностями ядерної енергетики Україна посідає 8 місце у світі і має значні запаси уранової руди; частка електроенергії, отриманої від енергії сонця і вітру, на 2030 рік має становити 15%, сучасний вітроенергетичний потенціал України становить 30000 ГВт·год за рік [1]; перспективним є використання відходів рослинництва для виробництва електроенергії в умовах окремого господарства.

Динаміка зростання цін на одиницю енергії у вигляді електроенергії в Україні менша, ніж у вигляді дизельного палива (рис. 1), притому, що прибуток за рахунок різниці ціни реалізації та собівартості виробництва залишається в країні.

Отже, можна стверджувати, що одним із чинників ефективності сільського господарства України в подальшому стане освоєння нового рівня електрифікації виробництва. Велике зна-

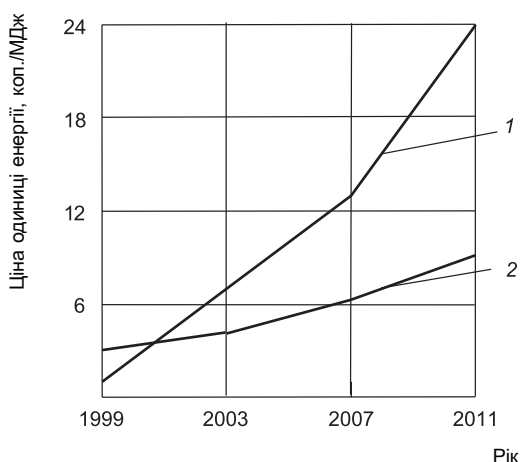


Рис. 1. Динаміка зміни ціни одиниці енергії: 1 – дизельне паливо; 2 – електроенергія для сільської місцевості

чення в цьому процесі має питання переведення мобільних енергозасобів, зокрема тракторів сільськогосподарського призначення, на електричний привід.

Статистика використання тракторів у сільському господарстві (рис. 2) показує, що енергоємні ґрунтообробні роботи виконуються машинно-тракторними агрегатами класу тяги 2 і більше, а робочий час витрачається переваж-

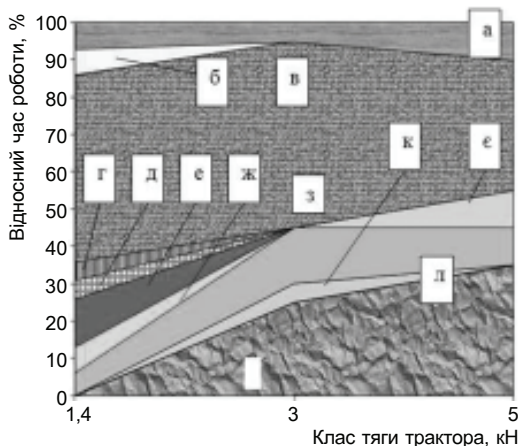


Рис. 2. Завантаженість тракторів за виконання агротехнологічних операцій: а – бульдозерні та навантажувальні роботи; б – внесення добрив; в – транспортні роботи; г – збирання зернових і силосних культур; д – збирання картоплі та коренеплодів; е – заготівля сіна; є – посів; ж – міжрядна обробка; з – культивация; к – дискування; л – оранка

но на транспортні та допоміжні роботи, які не потребують постійної максимальної потужності від джерела енергії і виконуються з невеликими технологічними швидкостями. При цьому часто застосовуються класи тяги 1,4 та меншої потужності з технологічними зупинками. Загалом витрати енергії під час використання електротяги можуть бути у 5–7 разів менші порівняно з дизельним двигуном [4].

Отож, якщо для інших країн електротрактор — це лише перспективний етап розвитку машинобудування, то для України — це особливо важливий фактор завоювання гідного місця на ринку сільськогосподарської продукції.

За останні кілька років практично у всіх прогресивних країнах світу відзначається надзвичайно активна робота зі створення електричних самохідних машин на акумуляторному приводі (рис. 3).

Загальною перешкодою для масового впровадження машин на електроакумуляторному приводі вважається відсутність потрібних акумуляторів і систем їх зарядки.

У багатьох країнах світу інтенсивно розробляються і впроваджуються нові види високо-

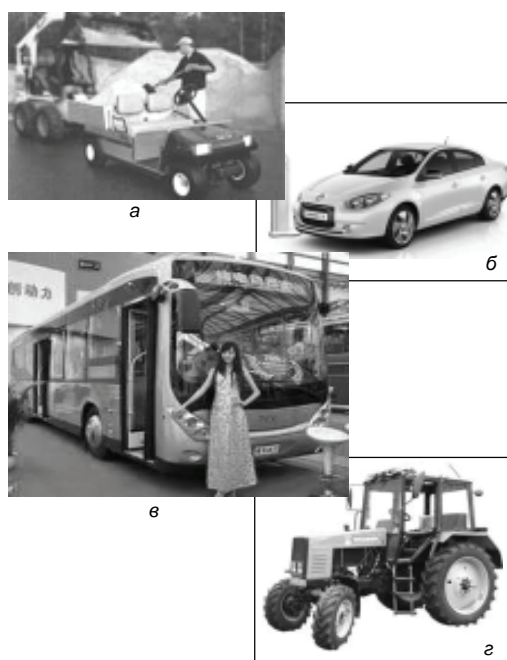


Рис. 3. Загальний вигляд сучасних електричних самохідних машин: а – вантажний електротрактор (США); б – легковий автомобіль (Франція); в – електроавтобус (Китай); г – електротрактор (Росія – Білорусь)

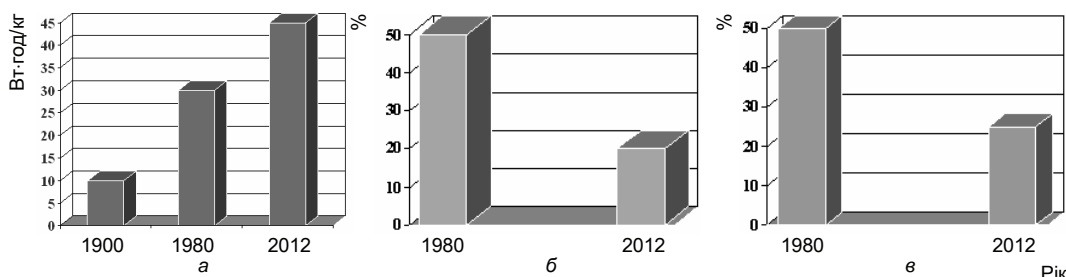


Рис. 4. Динаміка зміни основних характеристик електротрактора: а – питома енергоємність АКБ, Вт·год/кг; б – співвідношення ваги акумуляторів та електротрактора, %; в – співвідношення ціни акумуляторів та електротрактора, %

енергетичних акумуляторів: літій-іонних (занадто дорогі); натрій-сірчаних (робоча температура понад 300°C); нікель-металгідридних; на основі поліпропілену, паливних елементів, іоністорів, фотоелементів тощо. Проте найбільш доступними, надійними та поширеними поки що залишаються свинцево-кислотні акумуляторні батареї (АКБ). За останній час їхні характеристики як джерела енергії для електротрактора значно покращилися (рис. 4) — питома енергоємність досягла 45 Вт·год/кг; за 2-годинної безперервної роботи машинно-тракторного агрегату з 80%-м навантаженням співвідношення ваги акумуляторів та електротрактора, на який вони встановлюються, становить від 20%, а співвідношення ціни відповідних акумуляторів і трактора становить близько 25%.

Порівняльні характеристики свинцево-кис-

лотних і *Lithium* акумуляторних батарей показують, що на сьогоднішній день використання свинцево-кислотних батарей є дешевшими, але загальна маса їх досить велика за використання *Lithium*, а під час виконання технологічних операцій при однаковій масі ємність акумуляторних батарей *Lithium* буде втричі більшою (рис. 5).

Щодо перезарядження акумуляторів, то для електротракторів це питання вирішується дещо простіше, ніж для автомобілів, що пов'язано з обмеженістю території, на якій працює трактор, чітко визначеним маршрутом і незначними відстанями його переміщення. Створивши відповідну кількість станцій швидкої заміни батарей (3–5 хв) та оптимізувавши план виробничих завдань, можна досягти практично безперервної роботи електротрактора протягом всієї ро-

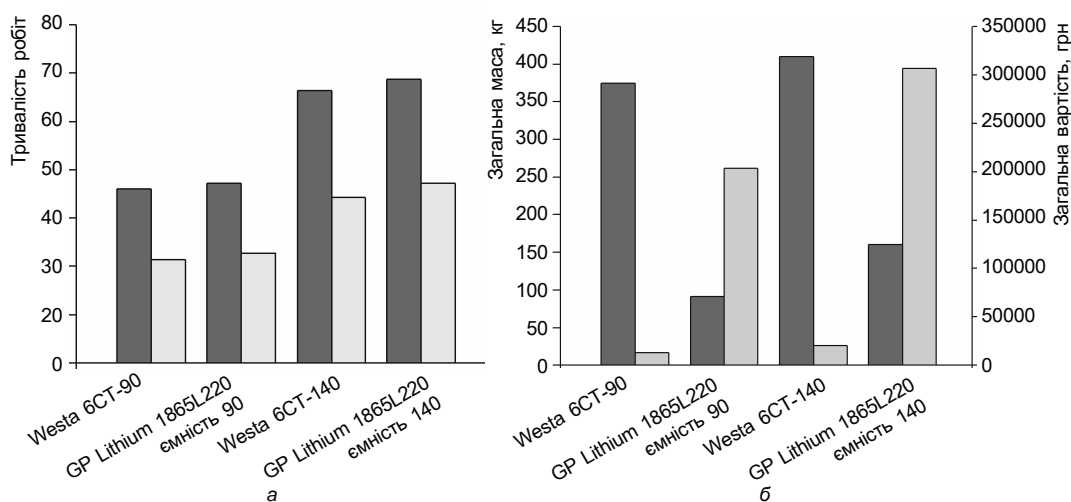


Рис. 5. Порівняльні характеристики свинцево-кислотних і *Lithium* акумуляторних батарей: а – тривалість роботи під час виконання технологічних операцій [■ – тривалість транспортних робіт (P=10кВт) хв; □ – тривалість роботи на оранці (P=20кВт) хв]; б – загальна маса і загальна вартість [■ – загальна маса; □ – загальна вартість, грн]

бочої зміни. На кожній станції заміни батарей встановлюється необхідна кількість блоків батарей, заміна яких на тракторі виконується в автоматизованому режимі, а підзарядження проводиться від одного з можливих джерел енергії: централізованої електромережі, вітроелектричного пристрою, фотоелектричного модуля, теплового електрогенератора на біопаливі (солома, біогаз тощо) та ін.

У попередніх працях зарубіжних і вітчизняних вчених, зокрема фахівців Національного наукового центру «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства» [3], досліджено окремі питання організації роботи електротракторів, вибору силового електроприводу, розроблення принципів схем керування електроприводом, оцінки економічного, екологічного та соціального ефекту.

Враховуючи потужний потенціал ПАТ «Харківський тракторний завод», а також високий рівень розвитку електроенергетичної галузі, Україна має всі умови для вирішення за корот-

кий термін усіх технічних питань та успішного впровадження у виробництво вітчизняних тракторів з електроакумуляторним приводом.

Використання силового електроприводу в умовах інтенсивного насичення мобільних сільськогосподарських агрегатів засобами інформатизації та автоматизації відкриває можливість створення техніки нового покоління з високим рівнем електрифікації технологічних процесів та елементами комп'ютеризації, що дасть змогу значно знизити витрати енергії, підвищити комфортність та екологічність життя і загальну ефективність використання сільськогосподарських угідь. Наприклад, енергоємність електроімпульсного знищення однорічних і багаторічних бур'янів у 8,7 та 5,5 рази менша, ніж за використання гербіцидів, і в 16,1 та 3 рази менша, ніж за культивування [5], а спеціалізований сільськогосподарський робот на електроакумуляторному приводі має засоби навігації, управління рухом і роботою робочих органів, технічного зору і комунікації [6].

## Висновки

*Ефективність сільського господарства значною мірою визначатиметься освоєнням нового рівня електрифікації виробництва, зокрема переведенням мобільних енергозасобів*

*на електричну тягу. Сьогодні Україна має всі необхідні умови для створення та введення в експлуатацію тракторів на електроакумуляторному приводі.*

## Бібліографія

1. Величко С.А. Энергетика навколишнього середовища України (з електронними картами): навч.-метод. посіб. для магістрантів: наук. ред. І.Г. Черваньов. — Х.: Нац. ун-т імені В.Н. Каразіна, 2003. — 52 с.
2. Інноваційні пріоритети паливно-енергетичного комплексу України/за заг. ред. А.К. Шидловського. — К.: Українські енциклопедичні знання, 2005. — 521 с.
3. Корчемний М.О., Юсупов Н.А., Філоненко А.Ф., Жоров С.В. Електропривід мобільного агрегату// Електрифікація та автоматизація сільського госпо-

- дарства. — 2003. — № 1. — С. 41–44.
4. Улексин В.А. Мостовое земледелие: монография. — Днепропетровск: Пороги, 2008. — 224 с.
5. Юдаев И.В. Технические и технологические характеристики процесса электроимпульсной культивации//Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве: Труды 7-й Междунар. науч.-техн. конф. — Ч. 2. — М.: ВИЭСХ, 2010. — С. 172–177.
6. Efficient robots for precision farming. — Режим доступа: <http://www.fieldrobot.nl>, свободный. — Загл. с экрана.

Надійшла 25.02. 2013.