



УДК 631: 629.114.2

НАУКОВЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТВОРЕННЯ І ЕФЕКТИВНОГО ВИКОРИСТАННЯ МОБІЛЬНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ЗАСОБІВ

В.В. Адамчук, докт. техн. наук, академік НААН;
М.І. Грицишин, канд. техн. наук, **В.М. Третяк**, канд. техн. наук,
ННЦ "ІМЕСГ"

Розглянуто стан забезпечення сільського господарства тракторами та наукового супроводження створення нових моделей тракторів в Україні. Запропоновано концепцію конструкції перспективних тракторів вітчизняного виробництва, їх структуру за потужністю для сільськогосподарських підприємств України. Розглянуто нові напрями створення енергетичних засобів.

Ключові слова: тракторобудування України, розвиток конструкцій, мобільна енергетика, модуль.

Виробництво сільськогосподарської продукції потребує значних витрат енергії та затрат праці. Переважна кількість технологічних операцій з виробництва продукції виконується мобільними машинно-тракторними агрегатами.

Основним енергетичним засобом для комплектування мобільних сільськогосподарських машинно-тракторних агрегатів є трактори. На початок 1991 року в сільськогосподарських підприємствах України обліковувалось 426,4 тисяч тракторів з потужністю двигуна від 18 кВт до

© В.В. Адамчук, М.І. Грицишин, В.М. Третяк.
Механізація та електрифікація сільського господарства. Вип. 96. 2012.

220 кВт, з яких трактори українського виробництва склали близько 40 %. Сумарна номінальна потужність двигунів усіх тракторів становила 31414,7 тис. кВт. Сільське господарство України щорічно купувало 52-53 тис. нових тракторів, з експлуатації вибували 34-35 тис. тракторів. Коефіцієнт оновлення парку тракторів щорічно був у межах 8-9 %.

Середня потужність тракторів, що використовувались у сільському господарстві у 1991 році, становила 80,9 кВт. На 100 га посівної площі припадало близько 100 кВт потужностей тракторних двигунів, що було удвічі менше, ніж у США і більше, ніж у 5 разів - проти фермерських господарств ФРН (табл.).

Таблиця. Рівень забезпечення потужностями тракторних двигунів сільського господарства України та економічно розвинутих країн світу

Країни	Потужність двигунів тракторів (к.с/100 га) ріллі
Україна	100
США	200
Великобританія	178
Франція	277
Данія	293
Німеччина	540

Тракторобудівні заводи України виробляли в рік понад 100 тисяч тракторів (у 1990 р. – 106,2 тис. тракторів).

З переходом до ринкових відносин і реформуванням аграрного сектора України сільськогосподарські товаровиробники в силу відомих причин втратили платоспроможність. Обсяги придбання тракторів та сільськогосподарських машин різко зменшилась. Кількість тракторів, що вибувала з експлуатації в сільськогосподарських підприємствах, перевищувала кількість придбаних тракторів, розпочався перетік частини тракторів із сільськогосподарських підприємств у господарства населення. Зниження коефіцієнта оновлення парку тракторів призвело до його морального і фізичного зношування. Кількість тракторів, що експлуатуються за межами амортизаційного терміну досягло 81 % (рис. 1).

В структурі парку тракторів 67 % становлять трактори з потужніс-

тю двигуна 40-100 кВт і лише 27 % трактори з потужністю двигуна більше 100 кВт (рис. 2). В той же час новітні технології виробництва продукції рослинництва потребують тракторів великої потужності. При загальній негативній динаміці кількісного складу тракторів у сільському господарстві їх кількість у господарствах населення зростала і у 2009 році їх частка перевищила 50 % (рис. 3). Із зменшенням кількісного складу тракторів зростало навантаження на один трактор і середня потужність одного обліковуваного трактора, які у 2010 році у сільськогосподарських підприємствах досягли відповідно 105,2 га та 82 кВт.

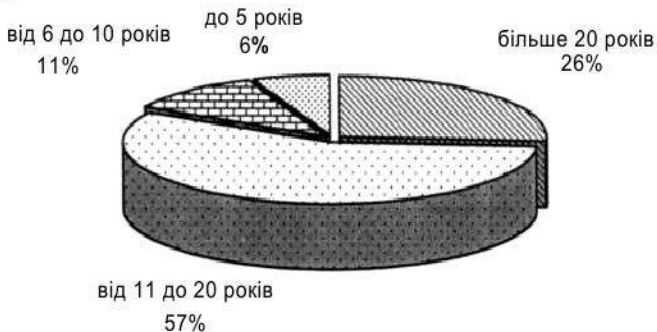


Рис. 1. Структура парку тракторів за тривалістю знаходження в експлуатації

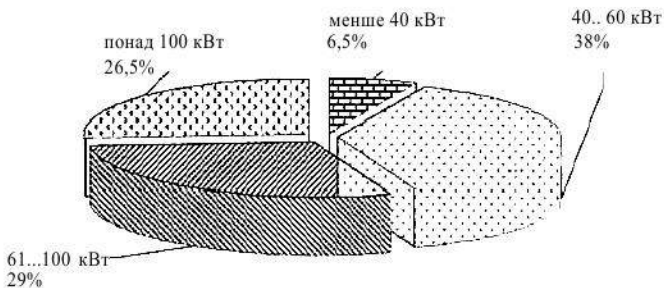


Рис. 2. Структура парку тракторів у сільськогосподарських підприємствах за потужністю

Науковці ННЦ „ІМЕСГ”, починаючи з перших років вітчизняного тракторобудування, тісно співпрацювали із конструкторськими бюро і заводами тракторобудування, обґрунтовували напрями удосконалення їх конструкцій та експлуатаційно-технічні характеристики, досліджу-

вали умови їх раціонального використання, розробляли нові технічні засоби для їх агрегативання. В результаті такої співпраці було обґрунтовано параметри технічних засобів для роботи тракторів на підвищених швидкостях, встановлено вплив робочих швидкостей на величину питомого опору машин, витрати пального і техніко-економічні показники машинно-тракторних агрегатів.



Рис. 3. Динаміка парку тракторів у сільському господарстві України

Для забезпечення роботоздатного стану тракторів впродовж усього їх життєвого циклу, науковцями ННЦ „ІМЕСГ” у співпраці з іншими науковими установами була розроблена система технічного сервісу тракторів, яка базувалась на засадах планово-попереджувальних заходів, що виконувались з науково обґрунтованою періодичністю. Було обґрунтовано зміст кожного заходу та технології виконання робіт з технічного обслуговування і ремонту тракторів, комплекти ремонтного обладнання та пристроїв для діагностування технічного стану основних компонентів конструкцій тракторів.

Основними виробниками тракторів в Україні були Харківський тракторний завод, який у кращі роки випускав понад 80 тисяч тракторів, Південний машинобудівний завод – 62 тисячі тракторів та Харківський завод тракторних самохідних шасі – 17 тисяч самохідних шасі. Двигуни для комплектування тракторів виготовляли Харківський завод тракторних двигунів та завод „Серп і молот” (м. Харків). Проте недостатня увага до інноваційного розвитку підприємств призвела до відставання технічного рівня їх продукції.

Надходження на вітчизняний ринок тракторів провідних зарубіжних фірм загострило проблему конкурентоздатності вітчизняних

тракторів на внутрішньому ринку. При зростанні обсягів продаж імпортованих тракторів, продаж вітчизняних тракторів і їх виробництво зменшились у 50 і більше разів. Це негативно вплинуло на спроможність підприємств до інноваційного розвитку. Помилки, допущені при приватизації підприємств сільськогосподарського машинобудування, призвели до втрати вітчизняного двигунобудування. Це змушує українських тракторобудівників купувати двигуни в РФ, Білорусі чи інших країнах.

На підтримку вітчизняних виробників держава спрямовує певні кошти через програми фінансового лізингу, часткової компенсації вартості техніки і кредитів комерційних банків. Проте незначні обсяги коштів, що спрямовуються через державні програми, не забезпечують суттєвого збільшення платоспроможного попиту, який сприяв би нарощуванню обсягів виробництва і відродженню галузі тракторобудування. Тут не можна обійти мовчанням і проблему упередженого ставлення сільськогосподарських товаровиробників до техніки вітчизняного виробництва. Її придатність до ремонту сьогодні є основним чинником того, що трактори виробництва ПАТ „ХТЗ” та ДП „ВО ПМЗ” знаходяться в експлуатації вже другий амортизаційний термін і в більшості господарств є основними енергетичними засобами, що забезпечують виконання польових робіт.

Інноваційна модель розвитку агротехнологій та їх технічного забезпечення активно відпрацьовується і впроваджується в провідних країнах світу. Її суть полягає в оптимізації термінів виконання всього комплексу операцій та агротехнічних вимог до їх якості. Тому техніка для реалізації таких технологій має бути більш наукоємною, а її параметри мають забезпечувати високі показники виробництва сільськогосподарської продукції з мінімальними технологічно необхідними витратами енергетичних ресурсів, живої та уречевленої праці. Тому на заміну одноопераційним машинам створені і набувають поширення багатоопераційні та багатофункціональні технічні засоби. Для агрегування такі технічні засоби потребують тракторів підвищеної енергонасиченості, з мінімальним негативним впливом на ґрунтове середовище.

Узагальнивши вимоги агротехніки та екології і досягнення науково-технічного прогресу, ННЦ „ІМЕСГ” сформовано концепцію розвитку конструкцій тракторів. Це має бути універсальний тягово-приводний енергетичний засіб на агрофільних рушіях, обладнаний комфортабельною кабіною, задньою і передньою начіпними системами великої

потужності з дистанційним управлінням, двохшвидкісним валом відбору потужності, здатним передавати до 100 % потужності двигуна. На тракторах мають застосовуватись паливно-економічні двигуни з різним рівнем потужності, багатодіапазонні коробки зміни передач з переключенням без розриву потоку потужності і стандартизовані системи автоматичного контролю та управління роботою МТА, які забезпечать швидкісні режими від 1,5 до 50 км/год.

В конструкціях тракторів вітчизняного виробництва потужністю до 180 кВт доцільно зберегти класичну компоновку із збільшеними передніми приводними колесами, що дозволить баластувати трактори для підвищення їх тягово-зчіпних властивостей при агрегуванні із ґрунтообробними зняряддями. Трактори з потужністю двигуна понад 180 кВт можуть виготовлятися як з жорсткою рамою, так і з шарнірно-з'єднаною на рівновеликих колісних русіях чи еластичних гусеницях.

На рисунку 4 показано варіант інтегрального трактора з гібридною трансмісією та кабіною, яка переміщується для покращення оглядовості оператора.

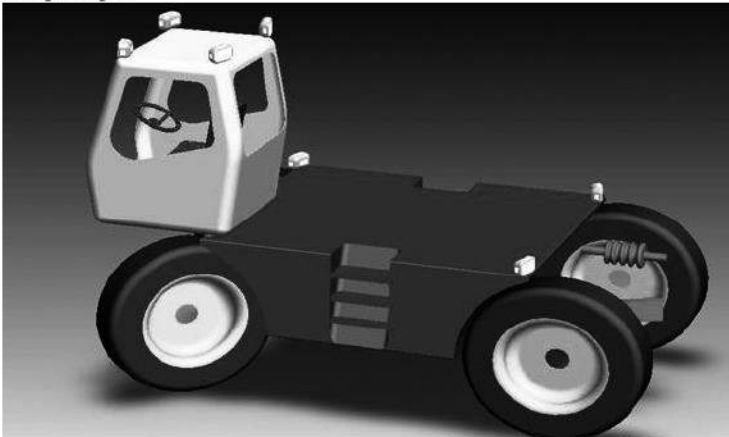


Рис. 4. Розробка концептуального варіанта інтегрального трактора для роботи з комбінованими агрегатами

З урахуванням організаційної структури аграрних формувань, технологій та обсягів виробництва окремих видів продукції типорозмірний ряд тракторів, пріоритетних для сільськогосподарських підприємств, має включати трактори з потужністю двигуна від 25 кВт до 350 кВт, з кроком за потужністю 20-25 кВт для тракторів з потужністю двигуна до 180 кВт та 30-35 кВт для тракторів потужністю

понад 180 кВт, оскільки питомий опір сучасних комбінованих багатоопераційних машин становить 30-35 кВт на один метр ширини захвату. Сьогодні трактори з потужністю двигуна від 22 кВт до 132 кВт виготовляє ПАТ „ХТЗ”; 58-90 кВт - ДП „Південний машзавод”; 22-58 кВт – „Укравтозапчастина”, 58-220 кВт – група компаній „Техноторг”; 128-185 кВт – ТОВ „Слобожанська промислова компанія” (м. Харків) і 132-160 кВт – „Українська агротехнічна компанія сільськогосподарського машинобудування”. В ПАТ „ХТЗ” ведуться розробки трактора потужністю 160 кВт.

Не дивлячись на всі зусилля вітчизняних тракторобудівників, частка їх продукції на ринку України не перевищує 30 %.

Основними країнами, що експортують трактори в Україну, є Білорусь, продукція якої займає 90 % ринку тракторів у класі потужності 60 кВт, Китай – 90 % у класі до 40 кВт, США і Німеччина у класі потужності понад 100 кВт.

Для виробництва продукції за енергоощадними технологіями з використанням машин нового покоління сільськогосподарським підприємствам необхідно мати близько 280 тис. тракторів. З урахуванням теперішньої організаційно-виробничої структури сільськогосподарських підприємств в структурі парку тракторів доцільно мати близько 3 % тракторів з потужністю двигуна понад 220 кВт, 36 % - 121-220 кВт і 61 % з потужністю двигуна до 120 кВт.

За науково-технічною програмою «Механізація та електрифікація» Національної академії аграрних наук України ННЦ «ІМЕСГ» виконує дослідження з розвитку конструкцій тракторів, підвищення їх технічного рівня і конкурентоздатності на ринку.

ННЦ „ІМЕСГ” тісно співпрацює з творчими колективами ПАТ „ХТЗ” та „Укравтозапчастина”.

За результатами співпраці ПАТ „ХТЗ” ННЦ „ІМЕСГ” передано пропозиції щодо поліпшення компоновання гідроагрегатів, підвищення надійності систем керування, поліпшення умов праці, придатності тракторів до технічного обслуговування. Спільно з ПАТ «ХТЗ» розроблено експериментальні зразки тракторів тягового класу 4 ТС з колісними і гусеничними рушіями. На рис.5. показано перші 2 зразки нової моделі тракторів ХТЗ-22021, які впродовж двох років пройшли виробничі випробування на дослідних полях ННЦ „ІМЕСГ”.

В результаті лабораторних та лабораторно-польових досліджень встановлено, що основні технічні характеристики дослідних зразків тракторів ХТЗ-22021 відповідають технічному завданню.



Рис. 5. Трактори ХТЗ-22021 на оранці та з агрофільними шинами

Попередні дослідження показали, що на транспортних роботах тиск повітря в колесах переднього моста трактора ХТЗ-22021 необхідно підтримувати в межах 140...160 кПа, а в колесах заднього моста – 90...110 кПа.

Кут поперечної статичної стійкості трактора більше 35° , що відповідає вимогам ГОСТ 12.2.019-.

Підвищення тягового ККД доцільно проводити баластуванням задньої піврами трактора додатковою масою 1,0...1,5 т та вирівнюванням тиску в колесах переднього і заднього мостів відповідно до стану опорної поверхні.

На підставі теоретичних та експериментальних досліджень запропоновано шляхи удосконалення начіпних систем, які дозволяють на тракторах ХТЗ підвищити тягову потужність, зменшити буксування та покращити паливну економічність. Збільшення величини кута між горизонтальною площиною задньої піврами трактора та нижніми важелями начіпного пристрою дає можливість збільшити вертикальну складову сили опору ґрунтообробного знаряддя і за рахунок цього збільшити нормальну складову дотичної сили тяги задніх приводних коліс тракторів та зменшити їх буксування.

Для зменшення витрати пального та подолання «паразитної» потужності, яка створюється в замкнених контурах системи тракторів «трансмсія – рушій – опорна поверхня» необхідно вирівнювати радіуси кочення всіх колісних рушіїв. Це забезпечить економію до 8 % пального.

Запропоновано нову безступінчасту гідрооб'ємну систему повороту з гусеничним трактором. Встановлено, що впровадження нової безступінчастої гідрооб'ємної системи повороту дозволить зменшити погектарну витрату пального на 7-11,5 % за рахунок зменшення втрат

енергії на гальмування фракційних барабанів та зменшення швидкості трактора на поворотах.

За результатами математичного моделювання встановлена доцільність розподілу нестабільної споживаної тягової потужності ґрунтообробного знаряддя на постійну (75...70%) і змінну (25...30%) складові, які розподіляються між двома тягово-енергетичними модулями. Передній – модуль керування, як показано на рис. 6, це звичайний трактор, а задній – тягово-енергетичний модуль. При такому розподілі двигун тягового енергетичного модуля – «бустера», який створює більшу тягову потужність, працює в найбільш економічній зоні коректорної гілки регуляторної характеристики, а ДВЗ модуля керування, компенсує коливання тягової потужності в межах від 0 до максимуму на регуляторній гілці своєї характеристики.

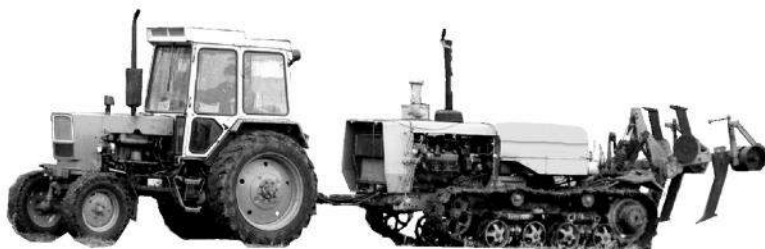


Рис. 6. Макетний зразок модульного машинно-тракторного агрегату потужністю 170 кВт у складі трактора та тягово-енергетичного модуля

Розроблено теорію модульно-енергетичних тягово-транспортних засобів, які можна створювати на базі існуючих виробничих потужностей України і комплектувати з них типорозмірний ряд тягових засобів потужністю до 230 кВт з підвищеною паливною економічністю машинно-тракторних агрегатів. Комп'ютерне моделювання показало, що робота двох ДВЗ на різних гілках зовнішніх регуляторних характеристик на одне навантаження зі змінною величиною може забезпечити економію пального до 15 %.

Теоретично обґрунтовано взаємозв'язок між потужністю та площею контакту ходової системи трактора з ґрунтом. Встановлено, що на 1 кВт потужності двигуна необхідно 0,5...1,0 дм² площі опорної поверхні рушіїв, що еквівалентно підводу потужності 25...45 кВт на одне колесо. Тому для реалізації колісним трактором тягової потужності понад 180 кВт необхідно змінювати ходову систему (викорис-

товувати спарені колеса, гусеничні рушії, додатковий ведучий міст та інші конструкційні рішення).

Для ефективного використання тракторів нового покоління обґрунтовано шлейф машин для їх агрегування, окремі з яких потребують розроблення та освоєння виробництвом.

Разом з конструкторами ВО «Південний машинобудівний завод ім. Макарова» виконуються дослідження з обґрунтування раціональної компоновальної схеми, швидкісних режимів, техніко-експлуатаційних параметрів тракторів тягового класу 1,4 т.с.

Разом з фахівцями ВАТ «Укравтозапчастина» виконуються дослідження і проектні роботи зі створення сучасного сервісного центру, розроблення кабіни тракторів, поліпшення системи керування, вибору параметрів трансмісії і підготовки до освоєння їх виробництва.

Основними проблемами вітчизняного тракторобудування є:

- малосерійне виробництво, що зумовлено недостатнім платоспроможним попитом сільськогосподарських товаровиробників і низькою конкурентоздатністю вітчизняних тракторів на ринку;
- відсутність обігових коштів для інноваційного розвитку підприємств;
- застарілі технології виготовлення елементної бази конструкцій;
- низька якість комплектуючих і матеріалів;
- втрати висококваліфікованих інженерно-технічних працівників;
- відсутність єдиного координаційного центру з розроблення конструкцій тракторів;
- висока вартість конструкційних матеріалів та енергоресурсів.

ННЦ „ІМЕСГ” тісно співпрацює з науковцями установ НАНУ з проблем розроблення перспективних конструкцій тракторів. Зокрема, спільно з Інститутом електродинаміки НАНУ створено макетний зразок трактора з комбінованою силовою установкою та електротрансмісією.

Ведуться дослідження з використання біодизельного пального, зокрема встановлено раціональні пропорції суміші метилових естерів з дизельним паливом для різних температурних режимів експлуатації тракторів.

Висновки

1. В процесі переходу до ринкової економіки і реформування відносин власності тракторобудівна промисловість України знизилася обсяги виробництва більш, ніж у 50 разів, що негативно вплинуло на інноваційний розвиток галузі, технічний рівень і конкурентоспроможність

продукції на внутрішньому і зовнішньому ринках.

2. Недостатні преференції держави вітчизняним тракторобудівникам на внутрішньому ринку не сприяють відродженню галузі, нарощуванню обсягів виробництва і реалізації тракторів.

3. В результаті виконаних спільно з спеціалістами ПАТ «ХТЗ» дослідно-конструкторських робіт створено нові моделі тракторів тягового класу 4 т.с. з колісними і гусеничними рушіями, проведено їх лабораторні та лабораторно-польові дослідження. Встановлено, що кут поперечної статичної стійкості тракторів ХТЗ-22021 становить 35° , для зменшення буксування тиск повітря в колесах тракторів на транспортних роботах необхідно підтримувати в передніх 140-160 кПа, задніх 90-110 кПа.

4. Дослідженнями взаємозв'язку між потужністю двигуна трактора, що передається на рушій, і площею контакту рушіїв з ґрунтом встановлено, що для мінімізації буксування коліс на 1 кВт підведеної потужності необхідно не менше 0,5-1 дм^2 площі контакту колісного рушія з ґрунтом.

5. Для виробництва продукції рослинництва за сучасними енергоощадними технологіями в сільськогосподарському виробництві необхідно сформуванати тракторний парк, у структурі якого доцільно мати близько 3 % тракторів з потужністю двигуна більше 220 кВт, 36 % - 121-220 кВт і 61 % з потужністю двигуна до 120 кВт.

НАУЧНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СОЗДАНИЯ И ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОБИЛЬНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

Рассмотрено состояние обеспеченности сельского хозяйства тракторами и научного сопровождения создания новых моделей тракторов в Украине. Предложено концепцию конструкции перспективных тракторов, их структуру в составе МТП за мощностью двигателя. Рассмотрены новые направления создания энергетических средств.

Ключевые слова: тракторостроение Украины, развитие конструкций, мобильная энергетика, модуль.

SCIENTIFIC SUPPORT OF CREATION AND EFFECTIVE USE OF MOBILE ENERGY MEANS

Considered are the state of provision of the agriculture with tractors and the scientific support of the creation of new tractor makes in Ukraine. Offered is a conception of designs of promising tractors of domestic production, their power structure for agricultural enterprises of Ukraine. New directions of designing energy means are considered.

Key words: tractor of industry Ukraine, development of structures, mobile power, unit modules.