

## Література

1. Агропромисловий комплекс України: стан, тенденція та перспективи розвитку: Інформаційно-аналітичний збірник. Вип. 3/ *За ред. Саблука П.Т.* – К.: ІАЕ, 1999.-452 с.
2. Україна у цифрах у 2002 році. Державний комітет статистики України. *За редакцією О.Г.Осавуленка.* 2003.
3. *Погорельий А.В.* Снижение затрат ручного труда в животноводстве / *А.В. Погорельий, В.Г. Рожков, Н.П. Мечта.* – К.: Урожай, 1987. – 200 с.
4. *Андрійчук В.Г.* Економіка аграрних підприємств: Підручник / *В.Г. Андрійчук.* - 2-ге вид., доп. і перероблене. – К.: КНЕУ, 2002.– 624 с.

### ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ СВИНОВОДСТВА И ОВЦЕВОДСТВА В УКРАИНЕ

Коломеец С.М.

*Аннотация* – в статье представлено современное состояние и приведены предложения дальнейшего развития механизированных технологий свиноводства и овцеводства.

### THE PECULIARITIES OF THE DEVELOPMENT OF UKRAINIAN SHEEP BREEDING AND PIG BREEDING

S. Kolomyiets

#### *Summary*

The analysis of the condition and the suggestion for further development of Ukrainian sheep breeding and pig breeding are given in this article.

УДК 631.

## АНАЛІЗ ШЛЯХІВ ЕФЕКТИВНОГО ВИКОРИСТАННЯ МТА НА ОСНОВІ МОДУЛЬНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ЗАСОБІВ

Парахін О.О. асп.<sup>12</sup>*Таврійський державний агротехнологічний університет*

Тел. (0619) 42-06-94

**Анотація** – розглянуто шляхи підвищення ефективності використання машинно-тракторних агрегатів (особливо транспортних) на основі модульних енергетичних засобів

**Ключові слова** – трактор, логіста, енергонасиченість, модульний енергетичний засіб, енергетичний модуль, технологічний модуль

**Постановка проблеми.** Розв'язання більшості проблем сільськогосподарського виробництва припадає і припадатиме на енергетичні засоби. При цьому, не зважаючи на різноманіття їх конструктивного виконання та функціонального призначення, за час свого еволюційного розвитку вони, як вважає д.т.н. Кутьков Г.М., мають пройти три стадії [1]. Кожна із цих стадій описується відповідною логістичною кривою (рис.1).

Слід підкреслити, що такої ж думки притримувався і такий відомий український вчений, як академік УААН та РАСГН Л.В. Погорілий [2].

На першому етапі енергетичні засоби розвиваються згідно з тяговою концепцією. В ідеалі суть її полягає у жорсткому співвідношенні таких основних конструктивних параметрів тягового засобу (ТЗ), якими є його експлуатаційна маса ( $G_t$ ) і потужність двигуна ( $Ne$ ) [1]:

$$E = \frac{Ne}{G_t} = \text{const}, \quad (1)$$

де  $E$  – енергонасиченість енергетичного засобу, кВт/т.

Залежність (1) означає, що потужність двигуна ТЗ може бути використаною тільки через його тягове зусилля. При збереженні незмінності технологічних швидкостей машинно-тракторних агрегатів (МТА) це є цілком природним. Адже, коли значина  $Ne$  перевищуватиме відповідну їй значину експлуатаційної ваги ТЗ ( $G_t$ ), то вона ( $Ne$ ), із-за низки причин, може бути не реалізованою на тягових операціях. Останні ж на першому етапі розвитку енергетичних засобів є абсолю-

<sup>1</sup> - науковий керівник д.т.н., проф. Надикто В.Т.

<sup>2</sup> © інженер Парахін О.О.

тно переважаючими. У протилежному випадку МТА працюватиме з меншою швидкістю, а отже і продуктивністю, що є небажаним.

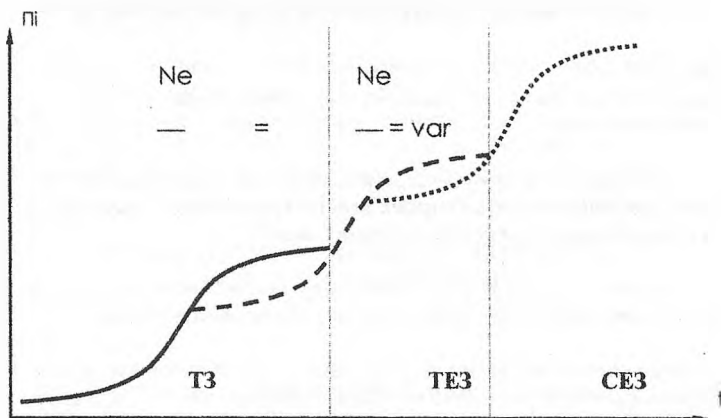


Рис. 1. Основні концепції розвитку енергетичних засобів [1]:

- (—) - тягова;
- (- - -) - тягово-енергетична;
- (.....) - енергетична;
- ТЗ - тяговий засіб;
- ТЕЗ - тягово-енергетичний засіб;
- СЕЗ - стаціонарний енергетичний засіб.

Цілком зрозуміло, що в реальних умовах залежність (1) не може бути строгою. Проте, ступінь кореляції оцінюваних конструктивних параметрів має бути досить високою. Це повністю підтверджується аналізом процесу розвитку і впровадження системи тракторобудування минулих років (рис.2). Так, для гусеничних енергетичних засобів залежність між експлуатаційною масою енергетичного засобу та потужністю його двигуна була лінійною і з коефіцієнтом кореляції  $R_r = 0,98$  описувалась наступним рівнянням [3]:

$$G_t = 0,08 \cdot Ne + 1,10$$

У колісних тракторів ця залежність була теж лінійна з не менш високою значиною коефіцієнта кореляції [9]:

$$G_t = 0,06 \cdot Ne + 0,13; \quad R_r = 0,96$$

Що стосується енергонасиченості, то для енергетичних засобів обох ходових систем з довірчою ймовірністю 95% її можна вважати постійною (див. рис.2). Середня значина показника  $E$  для колісних

тракторів становила при цьому 14,8 кВт/т, а для гусеничних - на 37% більше (10,8 кВт/т).

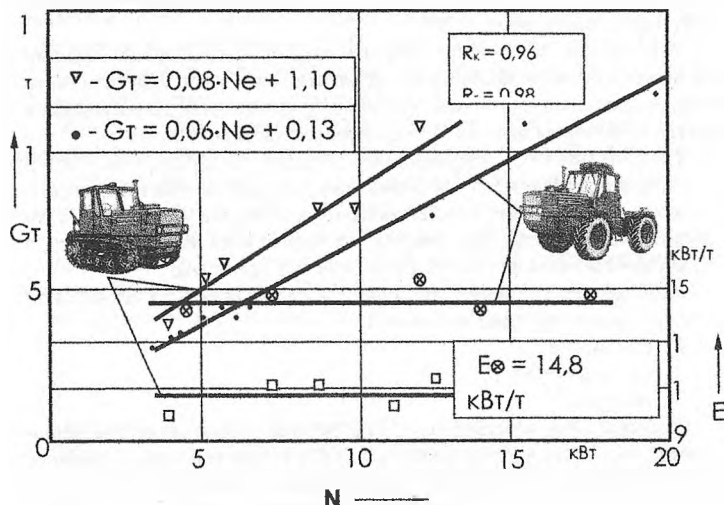


Рис.2. Залежність експлуатаційної маси ( $G_t$ ) і енергонасиченості ( $E$ ) тягових засобів від потужності їхніх двигунів ( $N_e$ ) [3]:

$\nabla, \square$  - гусеничні трактори;  $\bullet, \otimes$  - колісні трактори.

На думку деяких вчених верхня межа енергонасиченості трактора тягової концепції повинна становити 18...20 кВт/т [4]. В цьому випадку практично вся потужність його двигуна може бути реалізована через тягове зусилля.

Слід підкреслити, що при строгому підході це не зовсім так. Д.т.н. Кутьков Г.М. вважає [5], що із-за нелінійності регуляторної характеристики двигуна його паспортну потужність повністю використати не можна. Причина полягає в тому, що паспортна (потенційна) потужність двигуна визначається при постійному моменті його завантаження, а в реальних умовах він (момент) має перемінний (стохастичний) характер.

Аналіз показує, що перспективи підвищення продуктивності праці, зменшення питомих витрат палива тощо машинно-тракторними агрегатами на основі тракторів тягової концепції практично вичерпані [6, 7]. По-перше, відсутній запас потужності їхніх двигунів не дозволяє суттєво збільшити робочу швидкість МТА.

По-друге, зростання продуктивності праці шляхом збільшення ширини захвату теж досягло своїх меж. Суттєвим обмежуючим фак-

тором цього є буксування рушіїв енергетичних засобів. На енергоємних ґрунтообробних та інших тягових операціях воно досягло агротехнічно допустимого рівня – 20%.

Крім цього, збільшення ширини захвату с.-г. знарядь і машин вимагає відповідного збільшення експлуатаційної маси енергетичного засобу. А зростання останньої, яке відомо, призводить до ущільнення ґрунту, яке останнім часом стало проблемою світового рівня [8].

Д.т.н. Кутьков Г.М. справедливо стверджує, що протиріччя між необхідністю зменшення маси мобільних енергетичних засобів і збереження їх тягового – зчіпних властивостей може бути вирішене у складі МТА тоді, коли в якості зчіпної буде використовуватися маса усього агрегату, а не тільки маса його енергетичної частини (тобто трактора).

Нині відомо три варіанти з'єднання енергетичної та технологічної частин машинно-тракторного агрегату:

- 1) причіпний;
- 2) напівнавісний;
- 3) навісний.

Дослідженнями встановлено [9], що найменшу питому матеріалоемність має технологічна частина МТА з напівнавісною зчіпкою та відносно вузькозахватними секціями сільськогосподарських знарядь. Зчіпка при цьому приєднується спереду трактора, а не ззаду.

Вчені пояснюють це тим, що частина ваги такої зчіпки ( $\Delta P$ ) довантажує ходову систему трактора. В результаті створюються потенційні можливості відповідного зменшення зчіпної маси останнього на величину  $g \cdot \Delta P$  ( $g$  - прискорення вільного падіння). На практиці це можна здійснити шляхом зменшення маси баласту переднього мосту трактора на ту ж саму величину  $g \cdot \Delta P$ .

Довантаження трактора через задній навісний механізм менш ефективне, тому що в цьому випадку суттєво погіршується розподіл зчіпної ваги енергетичного засобу по осях (або котках) його ходової системи.

Попри все, більш радикальним засобом збільшення відносної долі зчіпної ваги у агрегаті, як вважають Г.М.Кутьков [1] і В.Т.Надикто [3], є обладнання його технологічної частини активно привідними рушійми.

При цьому слід мати на увазі, що активний привід ходових систем с.-г. машин і знарядь є мало ефективним. Причина полягає у їх відносно невеликій питомій матеріалоемності. Наприклад, відносна доля маси плуга ПТК-9-35 у складі орного агрегату на основі трактора класу 5 (К-701) не перевищує 20%. Тому, навіть при повній активізації маси цього орного знаряддя зменшення тягового зусилля, яке розвиває вказаний енергетичний засіб, - менше 20% [10]. В принципі цього недосить, аби завантажити високоенергонасичений трактор (більше 20 кВт/т) за потужністю.

Вирішити проблему можна лише шляхом реалізації модульної побудови енергетичного засобу. Для цього трактор доповнюють технологічним візком з активним приводом коліс [1,3]. Трактор при цьому називається енергетичним (ЕМ), а візок - технологічним (ТМ) модулем. У сукупності ЕМ і ТМ представляють модульний енергетичний засіб (МЕЗ) перемінного тягового класу.

Енергетичний модуль МЕЗ повинен мати енергонасиченість, яка перевищує цей показник для тракторів тягової концепції у 1,5...2 рази [1,3]. А така зміна конструкції трактора не дає можливості реалізувати концепцію, яка полягає у зменшенні його питомої маси.

За модульної побудови енергетичного засобу уже зникає потреба дотримання строгої відповідності між масою енергетичного модуля і потужністю його двигуна. ЕМ в цьому випадку розвивається як трактор нової, тягово-енергетичної концепції, згідно з якою

$$E = \frac{N_e}{G_t} = \text{var}, \quad (2)$$

В принципі вираз (2) означає, що за модульної побудови МТА маса його технологічної частини (до якої за певних умов може відноситися і технологічний модуль) буде збільшуватися без відповідного зростання потужності двигуна. Оптимальну значину енергонасиченості МЕЗ встановив у своїх дослідженнях д.т.н. Надикто В.Т. За його даними [3]:

$$E_{\text{опт}} = \frac{D_1 \cdot M_t^2 + D_2 \cdot M_t}{M_t^2 - M_t \cdot D_3 - D_4} \cdot (D_5 + D_6/M_t) + D_7/M_t \quad (3)$$

$$\begin{aligned} \text{де } D_1 &= V_0 \cdot f \cdot g; \\ D_2 &= V_0 \cdot P_{\text{кр.т}} \cdot (1+3 \cdot V_x); \\ D_3 &= A \cdot P_{\text{кр.т}} \cdot (1+3 \cdot V_x)/g; \\ D_4 &= B \cdot [P_{\text{кр.т}} \cdot (1+3 \cdot V_x)/g]^2; \\ D_5 &= -2 \cdot g \cdot (\lambda_{\tau} - 1) \cdot \eta_s \cdot i_{\text{тр.ввп}}/2 \cdot \rho_{\text{шм}} \cdot (2 \cdot V_{\text{ш}} \cdot r_{\text{шм}})^{1/2} \cdot \eta_{\text{тр.м}}; \\ D_6 &= K_{\text{вп}}/\eta_{\text{тр.т}} + 2 \cdot \pi \cdot \eta_s \cdot i_{\text{тр.ввп}} \cdot r_{\text{шм}}/\eta_{\text{тр.м}}; \\ D_7 &= N_{\text{ввп}}/\eta_{\text{тр.ввп}}. \end{aligned}$$

У виразі (3)  $M_t$  – маса енергетичного модуля МЕЗ;  $V_0$  – робоча швидкість руху блоково-модульного МТА;  $f$  – коефіцієнт опору коченню;  $g$  – прискорення вільного падіння;  $P_{\text{кр.т}}$  – номінальне тягове зусилля енергетичного модуля МЕЗ;  $V_x$  – коефіцієнт варіації коливань гакового навантаження енергетичного засобу;  $A, B$  – коефіцієнти апроксимації кривої буксування енергетичного модуля МЕЗ;  $\lambda_{\tau}$  – коефіцієнт навантаження передніх коліс ЕМ;  $\eta_s$  – кінематична характеристика, що визначає кількість обертів синхронного ВВП за один метр шляху, пройденого задніми колісми енергетичного модуля МЕЗ;  $i_{\text{тр.ввп}}$  – пере-

даткове відношення трансмісії від синхронного валу відбору потужності (ВВП) ЕМ до коліс ТМ;  $p_{\text{вм}}$  - тиску в шинах коліс ТМ;  $B_{\text{ш}}$  - ширина шини коліс ТМ;  $r_{\text{шт}}$  - статичний радіус шин коліс ТМ;  $\eta_{\text{тр.м}}$  - коефіцієнт корисної дії (ККД) приводу коліс технологічного модуля;  $K_{\text{вп}}$  - коефіцієнт кінематичної невідповідності в приводі передніх коліс ЕМ;  $\eta_{\text{тр.т}}$  - ККД трансмісії енергетичного модуля МЕЗ;  $N_{\text{ввп}}$ ,  $\eta_{\text{тр.ввп}}$  - потужність і ККД приводу ВВП технологічного модуля МЕЗ.

Оптимальна значина експлуатаційної маси ЕМ модульного енергетичного засобу знаходиться при цьому із виразу [3]:

$$M_T = \sqrt[3]{-(q/2) + \sqrt{D}} + \sqrt[3]{-(q/2) - \sqrt{D}}$$

$$\text{де } q = \frac{2 \cdot r^3}{27} \frac{r \cdot s}{3} + t;$$

$$p = \frac{3}{(3 \cdot s - r^2)};$$

$$D = (p/3)^3 + (q/2)^3;$$

$$r = -2 \cdot D^{1/3};$$

$$s = -(D_2 \cdot D_3 + 3 \cdot D_1 \cdot D_4) / D_1;$$

$$t = -2 \cdot D_2 \cdot D_4 / D_1$$

Одним із шляхів практичної реалізації потужності двигуна тягово-енергетичної концепції є створення на його основі блоково-модульних МТА. МЕЗ при цьому можуть бути універсально-просапного та загального призначень. Нині в Україні низка організацій реалізує трактори типу МТЗ-1221, які мають синхронний ВВП, а за рівнем енергонасиченості ( $\approx 20$  кВт/т) в першому наближенні відповідають тракторам тягово-енергетичної концепції.

Тому, за наявності відповідних технологічних модулів, лише на основі цих енергетичних засобів можна створити а нашій країні МЕЗ універсально-просапного призначення.

Енергетичний модуль такого МЕЗ практично повністю відповідає сформульованим раніше вимогам [3]. А саме, він має повнопривідну ходову систему з блокованим міжосьовим приводом, коля і ширина шин якої дозволяють йому вписуватися у міжряддя просапних культур шириною 70 см. Керування цього ЕМ класичної компоновки здійснюється поворотом передніх коліс.

Технологічний модуль розташований ззаду енергетичного. Їх безпосередній зв'язок в поздовжньо – вертикальній площині здійснюється з допомогою штатного чотириланкового навісного механізму, налаштованого за три точковою схемою і переведеного у положення «плаваюче».

В горизонтальній площині присіднання ТМ до ЕМ може бути як жорстким, так і шарнірним. Своїми дослідженнями В.Т.Надикто встановив, що для забезпечення задовільної керованості і стійкості руху, а також повороткості блоково-модульних машинно-тракторних агрегатів технологічний модуль МЕЗ на гоні повинен бути нерухомим, а поворотній смузі - рухомим відносно ЕМ [3]. Кутова рухомість ( $\pm 30^\circ$ ) технологічного модуля відносно енергетичного в горизонтальній площині забезпечується установленим між ними вертикальним шарніром. На гоні цей шарнір блокується двома гідроциліндрами, керування якими здійснюється у автоматичному режимі спеціальним пристроєм. Під час маневрування агрегату на поворотній смузі, яке потребує повороту керованих коліс ЕМ на кут більше  $8^\circ$ , гідроциліндри автоматично розблоковуються і технологічний модуль може повертатися відносно енергетичного. В результаті МЕЗ може повертатися з радіусом, який дорівнює мінімальному радіусу повороту ЕМ.

Наявність автоматичного блокування вертикального шарніру технологічного модуля МЕЗ, як уже підкреслювалося вище, забезпечує стійкість і керованість руху блоково-модульних машинно-тракторних агрегатів у горизонтальній площині. Водночас, при цьому з'являється і низка недоліків. По-перше, зростає складність конструкції модульного енергетичного засобу. По-друге, надійність роботи електрогідравлічної системи блокування вертикального шарніру ТМ суттєво залежить від технічного стану її (системи) клапана та пристрою автоматичного блокування диференціалу (АБД) заднього мосту ЕМ. При найменшому зносі першого (тобто клапана) і будь-якій відмові другого (АБД) відбувається перетікання масла із порожнин одного із циліндрів в інший, що призводить до розблокування вертикального шарніру ТМ з усіма впливаючими звідси негараздами щодо стійкості та керованості руху блоково - модульного машинно - тракторного агрегату.

**Висновки.** Приведений вище аналіз вказує на потребу пошуку такого технічного рішення, яке б дозволило вирішити дві наступні задачі:

- 1) усунути описані вище недоліки системи з'єднання ТМ і ЕМ у горизонтальній площині;
- 2) принаймні не погіршити стійкість і керованість руху МТА на основі МЕЗ.

#### Література

1. *Ксєневич И.П.* Технологические основы и техническая концепция трактора второго поколения / *И.П.Ксєневич, Г.М.Кутьков.* - Тракторы и сельскохозяйственные машины, 1982, №2. -с.5-10.

2. *Погорельий Л.В.* Сельскохозяйственная техника и технологии будущего / *Л.В. Погорельи.* -К.: Урожай, 1988.-176 с.



3. *Надыкто В.Т.* Основы агрегатирования модульных энергетических средств / *В.Т. Надыкто.* – Мелітополь: ММД, 2003. – 240 с.
4. Перспективные мобильные энергетические средства (МЭС) для сельскохозяйственного производства; *Под ред. М.М.Севернева.* – Минск: Наука и техника, 1982.-272 с.
5. *Кутьков Г.М.* Основы теории трактора и автомобиля. -М.: Колос, 1996.-274 с.
6. *Юдкин В.В.* Оптимизация скорости движения и ширины захвата почвообрабатывающих агрегатов / *В.В. Юдкин.* //Механизация и электрификация сельского хозяйства, 1988, N4.- с. 5-10.
7. *Колчин С.Н.* К вопросу о модульном построении широкозахватных сельскохозяйственных агрегатов /Агрегатирование с.-х. техники / *С.Н. Колчин.* - Труды ВИСХОМ. М.,1989. –с. 110-115.
8. *Надыкто В.Т.* Колійна та мостова системи землеробства / *В.Т. Надыкто, В.О. Улексін.* – Мелітополь: ТОВ «Видавничий будинок «ММД», 2008. –270 с.
9. *Габай Е.В., Кутьков Г.М.* Анализ материалоемкости и энергозатрат широкозахватных машинно - тракторных агрегатов / *Е.В. Габай, Г.М. Кутьков.* // Тракторы и сельхозмашины, 1985, N3. – с. 10-15.
10. *Тумурхонов В.В.* Исследование и обоснование конструктивных параметров многокорпусного плуга с опорно-ведущими колесами: автореф. дис. канд. техн. наук: спец. 05.20.01. В.В.Тумурхонов. – Челябинск, 1979. – 20 с.

### **АНАЛИЗ ПУТЕЙ ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МТА НА ОСНОВЕ МОДУЛЬНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ**

Парахин О.О.

*Аннотация* – рассмотрены пути повышения эффективности использования машинно-тракторных агрегатов (особенно транспортных) на основе модульных энергетических средств

### **ANALYSIS PATHS EFFECTIVE USING MTU ON BASE OF MODULAR ENERGETIC MEANS**

O.Parakchin

#### **Summary**

The paths effective using machine-tractors units (especially transport) on base of modular energetic means are inspected

## ОСОБЛИВОСТІ ВИБОРУ УНІВЕРСАЛЬНИХ ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАННЯ ДОВЖИН, НА ЯКІ ВСТАНОВЛЕНІ ОСНОВНІ ДОПУСКИ

Серий І.С., професор,<sup>1</sup>  
Холод А.П., асистент,  
Полудненко О.В., асистент.  
*Таврійський Агротехнологічний Університет*  
Тел. (0619)42-20-74

**Анотація** - Обґрунтовано методику вибору універсальних засобів вимірювання довжин на розміри з основними допусками.

**Ключові слова** - вибір універсальних засобів вимірювання, основні допусками.

**Аналіз останніх досліджень.** У зв'язку з введенням ДСТУ ISO 2768 - 1 - 2001 основних розмірів без спеціального позначення основних допусків необхідно уточнити методику вибору засобів вимірювання, однак ніяких робіт у цьому напрямку не проведено.

**Формулювання цілей статті.** Метою цієї статті є обґрунтування методики вибору засобів вимірювання довжин на розміри з основними допусками.

**Основна частина.** Кожний вимірювальний інструмент або прилад при вимірюванні дає якусь похибку, яка виникає під впливом множини факторів. Тому в метрології прийнято вважати, що похибка універсальних засобів вимірювання є випадковою величиною, яка підлягає закону нормального розподілення. Основною характеристикою точності вимірювання не є точність відліку, а гранична похибка засобу вимірювання  $\Delta \text{lim} \pm 3\delta$ . При цьому достовірність результату вимірювання визначається довірчою імовірністю  $P = 0,9973$ .

При контролі розмірів деталей умова придатності записується як

$$D_{\min} \leq D_e \leq D_{\max}$$

де  $D_e$  - дійсний розмір деталі, отриманий після її вимірювання;

$D_{\max}$  - граничні допустимі розміри деталі, задані на кресленні номінальним розміром і граничними відхилами.

<sup>1</sup> © к.т.н. Серий І.С., інженер Холод А.П., інженер Полудненко О.В.