

## ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ ТЯГОВО-ЕНЕРГЕТИЧНИХ ЗАСОБІВ БАЛАСТУВАННЯМ

**Макаренко М. Г., доц., Макаренко О. М., інженер, Ковальов О.В., магістр**

*Харківський національний технічний університет сільського господарства  
імені Петра Василенка*

**Піпченко О. М., інженер**

*Харківська філія УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого*

*Наводяться результати досліджень по підвищенню ефективності використання тягово-енергетичних засобів високих тягових класів шляхом диференціації їх маси при виконанні різних за енергоємністю робіт.*

**Вступ.** Необхідність проведення польових робіт в стислі агротехнічні терміни вимагає застосування високопродуктивних агрегатів на базі тракторів підвищеного тягового класу з ефективною потужністю двигуна 200...300 к.с. і більше. Однак, загальна маса машинно-тракторних агрегатів (МТА), складених для реалізації новітніх енергоощадних технологій, досягає значної величини. При цьому на частку тягово-енергетичного засобу (трактора) припадає лише 60...80 % загальної маси агрегату. З метою реалізації високої потужності двигуна в тягове зусилля трактор повинен мати значну масу.

Однак, при підвищенні маси трактора збільшується витрата потужності на пересування МТА, що знижує тяговий ККД на малоенергоємних операціях (боронування, посів і ін.) до 0,50...0,55. Крім того, через великий питомий тиск рушіїв (особливо колісних) на ґрунт відбувається надмірне його переущільнення. Використання таких важких тракторів у складі агрегатів на ряді операцій по енергетичних і агротехнічних показниках нерационально.

**Аналіз публікацій.** Аналіз засобів поліпшення тягово-зчіпних властивостей агрегатів дозволив зробити припущення про те, що диференціація маси тягово-енергетичного засобу залежно від тягового навантаження дозволить підвищити ефективність роботи агрегату [1, 2]. При цьому важливу роль має вирішення проблеми взаємозв'язаного вибору маси, швидкості і потужності двигуна машин відповідно до характеру і суті технологічного процесу.

В роботах [3, 4] проведений аналіз зчіпних властивостей автомобільних шин з опорною поверхнею. Вказані дослідження підтверджують залежність коефіцієнта зчеплення від тиску в контакт і дотичної напруги в площині контакту, а також розглядають зв'язок коефіцієнта зчеплення з напругою елементів шини в контакт.

**Мета і постановка задачі.** Метою дослідження є вирішення проблеми підвищення ефективності використання тягово-енергетичних засобів (ТЕЗ) високих тягових класів шляхом диференціації їх маси при виконанні різних за енергоємністю робіт.

**Вирішення задачі.** Аналіз енергетичних і агротехнічних показників МТА показав, що при використанні агрегатів з ТЕЗ підвищеного тягового класу виникає проблемна ситуація. Перш за все ТЕЗ повинен мати досить значні нормальні реакції від ґрунту на ведучі колеса для реалізації високої потужності, що забезпечить його використання з широкозахватними та комбінованими сільськогосподарськими машинами (СГМ) при виконанні енергоємних технологічних операцій.

Однак, застосування важких ТЕЗ з великою експлуатаційною масою приводить до збільшеного опору руху, а, відповідно, високих витрат енергії на пересування агрегату по полю та спричинює переущільнення ґрунту рушіями. Як наслідок, знижується енергетична і агротехнічна ефективність використання даних ТЕЗ з комплексом СГМ на ряді технологічних операцій.

При використанні МТА встановлено, що силова дія СГМ на ТЕЗ досить складна і різноманітна: на ТЕЗ частково або повністю передається сила ваги навішеного СГМ і реактивний опір ґрунту, що діє його на робочі органи. За інших рівних умов силова дія СГМ залежить від місця його розташування відносно ТЕЗ, способу зв'язку з ТЕЗ і методу регулювання його положення. Зміна характеру навантаження, що діють на ходову частину ТЕЗ може позначатися як позитивно, так і негативно на основних показниках агрегату в забезпеченні якісного виконання робочого процесу при заданих показниках продуктивності: стійкості руху, керованості, плавності ходу, тягово-зчіпних властивостях і, таким чином, визначати в цілому її ефективність.

Аналіз засобів поліпшення тягово-зчіпних властивостей МТА показав, що найбільш доцільним способом, що дозволяє підвищити ефективність використання агрегатів, є диференціація експлуатаційної маси ТЕЗ за допомогою додаткових знімних вантажів. Під диференціацією в даному випадку розуміється зміна загальної маси ТЕЗ і раціонального розміщення на ньому вантажів.

Аналіз взаємозв'язків маси ТЕЗ з енергетичними і агротехнічними показниками агрегату дозволив констатувати, що при зміні маси ТЕЗ (на прикладі трактора Т-150К) змінюються крюкова потужність, крюкова тяга, витрата палива, буксування і реальна швидкість трактора (табл. 1).

Таблиця 1 – Тягові показники трактора Т-150К

Маса трактора, кг	Передача	Показники при найбільшій тяговій потужності					
		Нкр.мах, к. с.	Ркр, кГ	V, км/год	G, кг/год	g, г/к. с. год	δ, %
Стерня							
7995	II	102,0	3740	7,36	30,00	294	16,0
7995	III	105,0	3200	8,80	30,00	286	11,6
9300	II	109,0	3800	7,70	30,60	282	12,0
9300	III	113,5	3400	9,01	30,40	268	9,1
Поле, підготовлене під посів							
8190	II	85,0	2900	7,90	29,00	342	13,2
8190	III	98,0	2890	9,15	30,38	310	13,0
11300	II	106,5	3600	8,00	30,60	287	10,1
11300	III	108,5	3200	9,15	29,80	275	7,8

**Тягове зусилля (Ркр.) трактора Т-150К залежно від його маси**

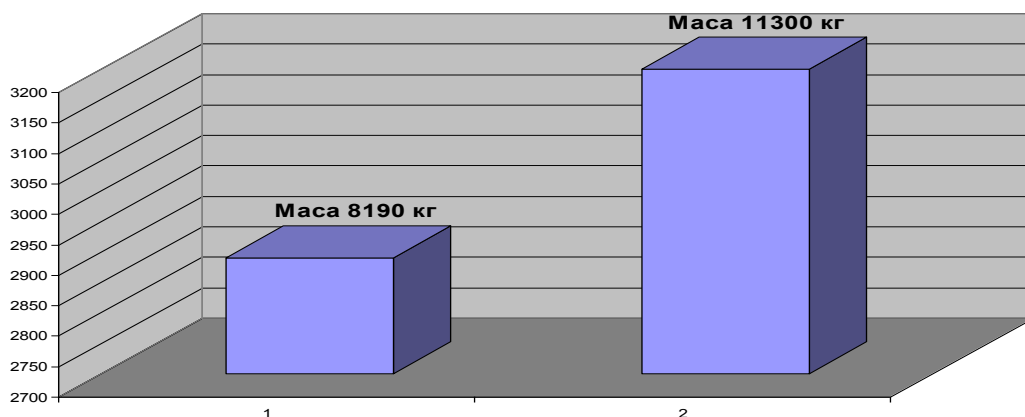


Рис. 1 – Тягове зусилля (Ркр) трактора Т-150К на III передачі залежно від його маси на полі, підготовленому під посів

**Питома витрата палива (g, г/к. с. год.) трактора Т-150К залежно від його маси**

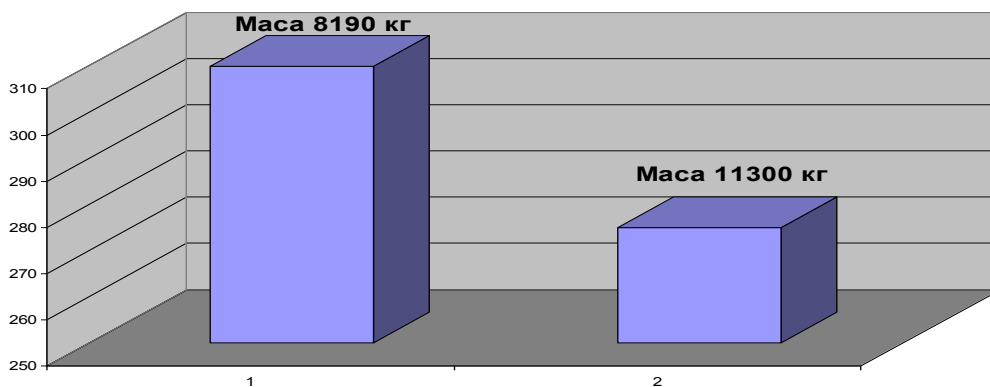


Рис. 2 – Питома витрата палива (g, г/к. с. год.) трактора Т-150К на III передачі залежно від його маси на полі, підготовленому під посів

**Буксування (δ, %) трактора Т-150К залежно від його маси**

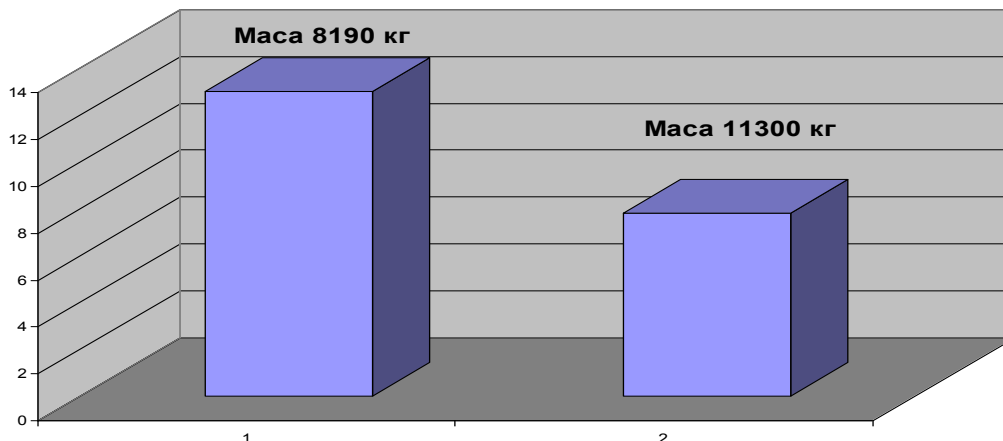


Рис. 3 – Буксування (δ, %) трактора Т-150К на III передачі залежно від його маси на полі, підготовленому під посів

Характерним показником ТЕЗ є зміна тягового ККД залежно від питомої сили тяги.

Вибір раціональної маси і місцеположення вантажів на ТЕЗ зводиться до того, щоб виконувалися наступні умови:

$$\left. \begin{array}{l} \eta_T \rightarrow \max \\ p_{ПК}, p_{ЗК}, \rho, T \rightarrow \min \end{array} \right\}, \quad (1)$$

де  $\eta_T$  – тяговий ККД ТЕЗ;  
 $p_{ПК}, p_{ЗК}$  – питомий тиск відповідно передніх і задніх коліс на ґрунт;  
 $\rho, T$  – відповідно щільність і твердість ґрунту по сліду рушіїв ТЕЗ.

Взаємозв'язок тягового ККД з питомою силою тяги ТЕЗ має вигляд:

$$\left. \begin{array}{l} \eta_T = \frac{\varphi_{кр} \cdot \eta_{тр} (b - \varphi_{кр} (1 + a))}{\varphi_{кр} (b - f \cos \alpha + \sin \alpha) - \varphi_{кр}^2 + b (f \cos \alpha + \sin \alpha)}; \\ 0 \leq \varphi_{кр} \leq \frac{b}{a + 1}. \end{array} \right\}, \quad (2)$$

де  $\varphi_{кр}$  – питома сила тяги;  
 $\eta_{тр}$  – ККД трансмісії ТЕЗ;  
 $a, b$  – емпіричні коефіцієнти, що залежать від типу ходової системи ТЕЗ і агрофону, на якому використовується МТА;  
 $\alpha$  – кут підйому агрегату, град.;  $f$  – коефіцієнт опору пересуванню ТЕЗ по полю.

Використання ТЕЗ підвищеного тягового класу ефективно лише при високих тягових навантаженнях, тобто при виконанні ним у складі МТА найбільш енергоємних технологічних операцій (оранки, роботи з широкозахватними комбінованими машинами і т.д.), на яких тяговий ККД досягає максимального значення (питома сила тяги дорівнює 0,3...0,4) (рис. 4).

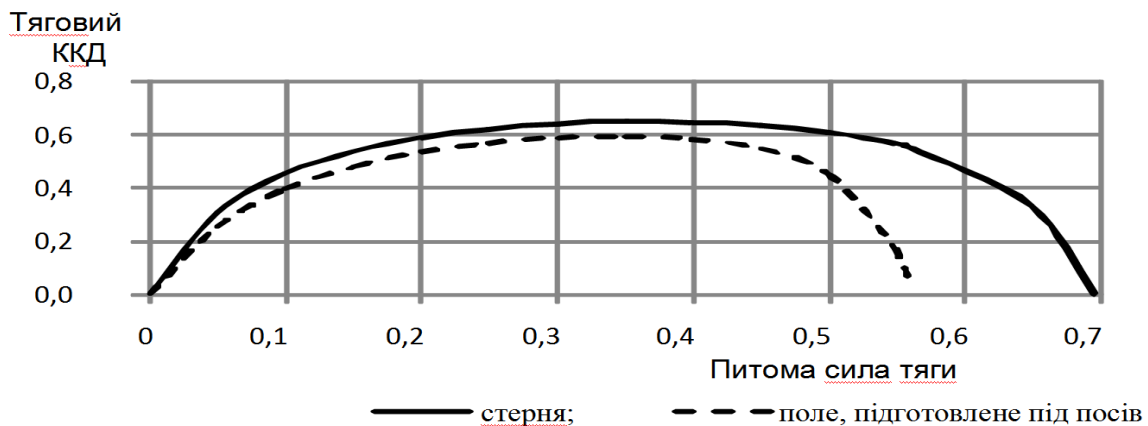


Рис 4 – Зміна тягового ККД ТЕЗ 4К46 залежно від питомої сили тяги

При виконанні даним ТЕЗ з тією ж масою малоенергоємних операцій (боронування, дискування, посів дисковими сівалками), коли тяговий опір знарядь невеликий (значення питомої сили тяги складає 0,1...0,2), тяговий ККД знижується на 8...20 % і може досягати величини менше 0,5. Це викликано збільшенням частки витрат енергії на пересування ТЕЗ по полю в структурі балансу потужності МТА через його високу експлуатаційну масу. Для підвищення енергетичної ефективності використання даних агрегатів необхідно змінювати масу ТЕЗ.

Щоб агрегат працював з максимальним тяговим ККД, він повинен мати раціональне значення питомої сили тяги.

Після диференціювання рівняння (2) отримана залежність раціональної питомої сили тяги від типу ходової системи ТЕЗ, агрофону, на якому працює агрегат:

$$\varphi_{кр} = \frac{bc\cos\alpha}{1+a + \sqrt{(1+a)^2 + \frac{(1+a)((b-f)\cos\alpha - \sin\alpha) - bc\cos\alpha}{fc\cos\alpha + \sin\alpha}}}. \quad (3)$$

## Висновки

Аналіз енергетичних і агротехнічних показників швидкісних широкозахватних МТА на базі колісних ТЕЗ підвищеного класу тяги показав, що разом з їх високою продуктивністю спостерігаються великі втрати енергії на пересування ТЕЗ по полю і питомий тиск рушіїв на ґрунт унаслідок їх великої експлуатаційної маси, що знижує ефективність їх застосування на деяких технологічних операціях.

По аналітичній залежності тягового ККД від питомої сили тяги трактора встановлено, що диференціація експлуатаційної маси ТЕЗ підвищеного тягового класу, що працює з комплексом СХМ, збільшує тяговий ККД агрегату до 12...19 %. Раціональним перерозподілом зчіпної маси від встановлених додаткових вантажів з'являється можливість забезпечити покращення тягових якостей ТЕЗ.

Отримана методика може бути використана для забезпечення заданих тягових показників як на стадії проектування, так і при експлуатації.

## Список використаних джерел

1. Гуськов В.В. Оптимальные параметры сельскохозяйственных тракторов М. Машиностроение, 1966, 195 с.
2. Проектирование, конструирование и расчёт тракторов. Под ред. И.П. Ксеневича. М. Машиностроение, 1991, 544 с.
3. Подригало М.А., Бобошко А.А. Синтез законов рационального управления поворотом колесной машины // Вестник Харьковского государственного автомобильно-дорожного технического университета. Вып. 15 - 16. - Харьков: Изд-во ХНАДУ. - 2001. - с. 143 - 145.
4. Подригало М., Гречко Л., Бобошко О. Підвищення маневреності колісних тракторів // Машинознавство. - 1999. - № 10. - с. 55 - 58.

## **Аннотация**

### **ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТЯГОВО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ БАЛЛАСТИРОВАНИЕМ**

Макаренко Н.Г., Макаренко А.Н., Ковальов О.В.

*Приводятся результаты исследований по повышению эффективности использования тягово-энергетических средств высоких тяговых классов путем дифференциации их массы при выполнении разных за энергоемкостью работ.*

## **Abstract**

### **RISE OF OPERATING INDEXES HAULING-POWER FACILITIES BY BALASTOUVANNYAM**

N. Makarenko, A. Makarenko, A. Kovalov

*The results of researches on the rise of efficiency of the use of hauling-power facilities of high hauling classes by differentiation of their mass at implementation of different after energoemkostyu works are led.*