

РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТЯГОВОЇ ДИНАМІКИ ТРАКТОРА ХТЗ-243К

Мельник В.І., д.т.н., проф., Антощенко Р.В., д.т.н., доц., Антощенко В.М., к.т.н., проф., Кісь В.М., к.т.н., доц., Галич І.В., ст. викл.
Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка

В роботі наведено результати тягових-енергетичних експериментальних досліджень колісного трактора ХТЗ-243К.20. Результати досліджень отримано за допомогою виміральної системи динаміки і енергетики мобільних машин. Наведено характеристики двигуна ЯМЗ 53645-01. Побудовано залежності буксування рушіїв трактора та тягової потужності трактора від сили тяги на гаку.

Постановка проблеми. Розвиток конструкцій тракторів направлено на підвищення продуктивності машинно-тракторних агрегатів (МТА) та поліпшення умов праці тракториста. Вирішення цих завдань пов'язане з вдосконаленням конструкцій всіх механізмів, вузлів і агрегатів трактора, а також з підготовкою висококваліфікованих кадрів для тракторобудування.

Сучасне виробництво розвивається в умовах науково-технічної революції. Важлива роль належить науці, яка стає безпосередньо продуктивною силою. Тому випробування машин є джерелом даних, необхідних для перевірки технічних рішень як розрахунковими, так і польовими методами. До випробувань залучаються найбільш кваліфіковані фахівці.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На базі навчально-дослідного поля ХНТУСГ (м. Мерефа) співробітниками університету регулярно проводяться науково-дослідні роботи по визначенню тягово-динамічних показників МТА та сільськогосподарських агрегатів. Було проведено дослідження таких тракторів як ХТЗ-280Т [1] та ХТЗ-242 [2] виробництва ПАТ «Харківський тракторний завод ім. С. Орджонікідзе». Окрім даних моделей в рамках програми науково-технічних досліджень у відповідності з договором про науково-технічне співробітництво та проведення експериментальних досліджень було проведено динаміко-тягові випробування дослідного зразка колісного трактора ХТЗ-243К.20.

Метою даної роботи є визначення тягової динаміки трактора ХТЗ-243К з різними типами ходових систем і баластним вантажем шляхом проведення польових досліджень.

Результати досліджень. На Харківському тракторному заводі спроектовано нову модель колісного універсального трактора, параметри якого максимально наближені до європейських стандартів. Розроблена на основі трактора ХТЗ-170 машина, що отримала назву ХТЗ-243К (рис. 1), вигідно відрізняється від попередніх фірмових розробок поліпшеними економічними та експлуатаційними характеристиками.



Рис.1 – Трактор ХТЗ-243К

Основне призначення трактора – сільське господарство: обробіток ґрунту, посів, збирання врожаю, транспортування, кормозаготівля. Трактор за розмірами ідентичний машинам рівного діапазону за потужністю.

– компактні габарити машини вагою 8,5 тон знаходяться в межах 6,4 / 2,46 / 3,46 метра;

– база ходової частини в межах 2,86 м, ширина колії 1,86 метра;

– висота дорожнього кліренсу – 0,40 м;

– радіус повороту без пригальмовування не більше – 6,7 метра.

При установці спарених коліс ширина збільшується на 1 метр, але при цьому відбувається дворазове зниження питомого тиску на ґрунт [3].

Модернізація вузлів:

КПП – модернізована система очищення оливи. Застосовано новий фільтр зі збільшеним терміном використання з 250 до 500 год, Винесено перепускний клапан в доступне місце та перенесено заправну горловину [4].

Двигун ЯМЗ 53645-01 – шестициліндровий, рядний, потужністю 250 к.с., оснащений системою Common Rail, екологічний – Stage III A. Характеристики двигуна наведено на рис. 2.

Програма випробувань включала в себе проведення наступних видів робіт:

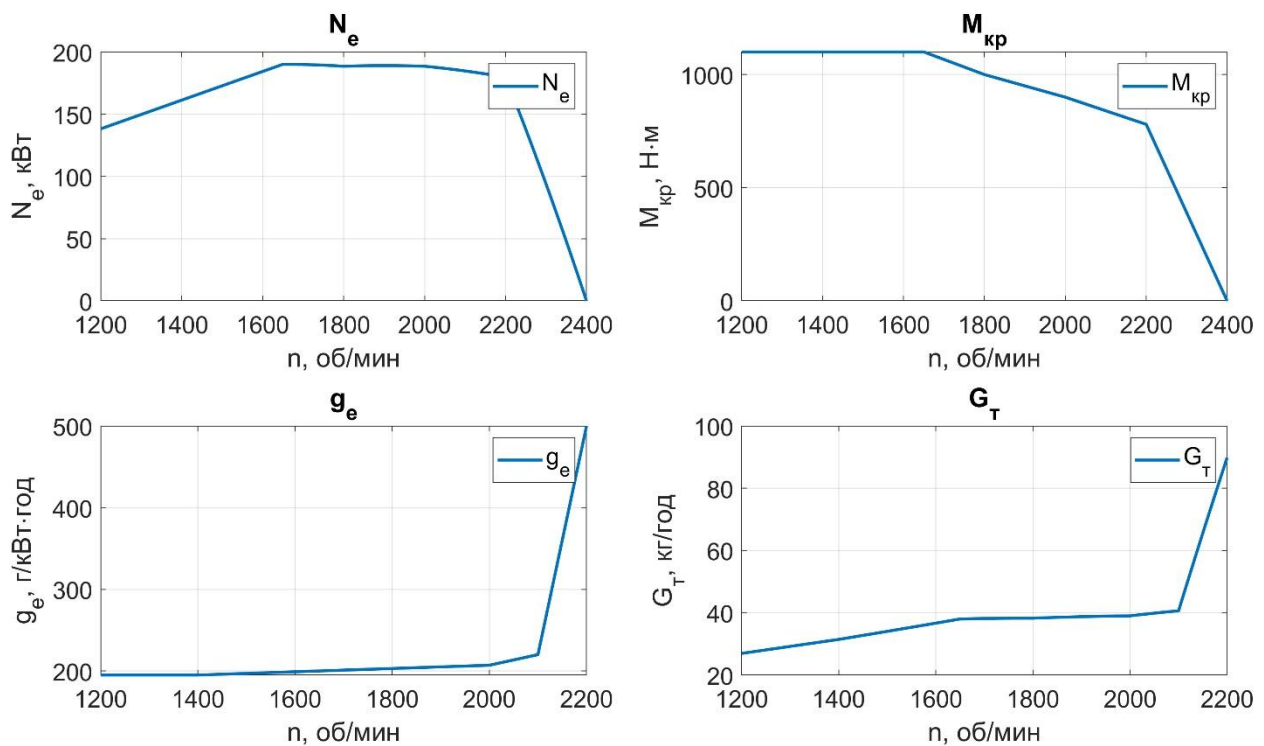
– підготовка трактора до експериментальних (польових) випробувань;

– зняття тягових характеристик трактора з одинарними колесами 23,1R26 і баластом;

– зняття тягових характеристик трактора зі здвоєними колесами 23,1R26 (x2) і баластом;

– зняття тягових характеристик трактора зі здвоєними колесами 23,1R26 (x2) без баласту;

– зняття тягових характеристик трактора з одинарними колесами 23,1R26 без баласту.



N_e – ефективна потужність, кВт; M_e – ефективний крутний момент, Н·м; g_e – питома витрата палива, г/кВт·год; G_T – годинна витрата палива, кг/год

Рис. 2 – Характеристики двигуна ЯМЗ 53645-01

Всі роботи по вимірюванню тягових характеристик було проведено на одному агрофоні.

Дослідження динамічних і тягово-енергетичних характеристик трактора відбувалося під час:

- руху одиночного трактора по полю на транспортних передачах для визначення динамічних радіусів коліс;
- руху трактора ХТЗ-243К, до якого через тензометричний датчик і трос, приєднувався трактор ХТЗ-280Т і плуг ПНЛ-8-35 для визначення тягової характеристики трактора.

При проведенні випробувань використовувалась «Вимірювальна система динаміки і енергетики мобільних машин» (рис. 3) [5], яка включає обчислювальний блок, ноутбук і наступні датчики:

- інерційно-вимірювальний пристрій – це ув'язнені в одному корпусі трьох осей акселерометр і гіроскоп;
- навігаційний приймач GPS, антена якого розташовувалась на даху трактора;
- датчики швидкості обертання коліс, які встановлювались співвісно з бортовими редукторами трактора;
- датчик тягового зусилля (електронний динамометр).



1 – обчислювальний модуль; 2 – датчики; 3 – блок живлення

Рис. 3 – Загальний вигляд вимірювальної системи і датчиків

Система визначає лінійні прискорення і кутові швидкості обертання навколо осей симетрії мобільної машини, поступову швидкість, географічне положення, витрату палива, тягове зусилля, швидкості обертання коліс.

При проведенні досліджень визначали наступні показники його роботи:

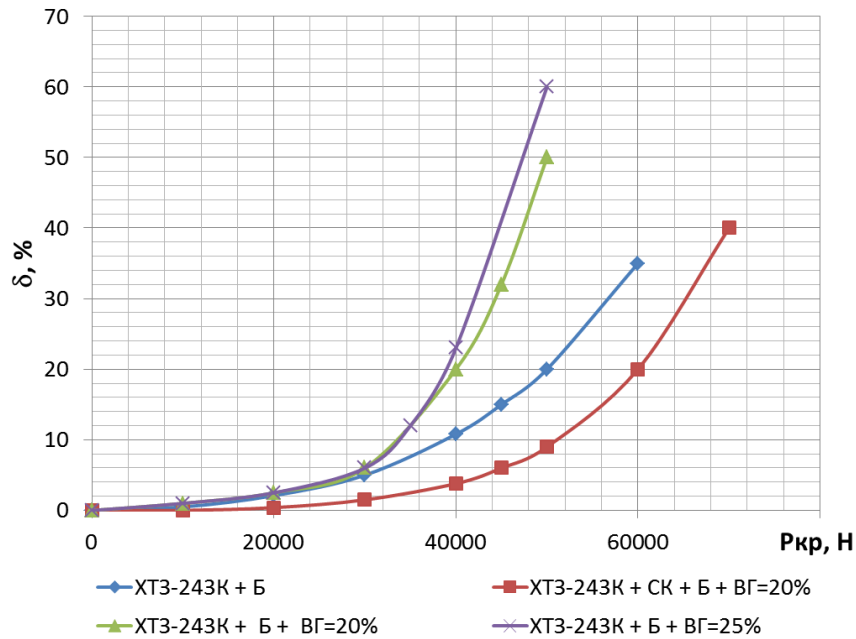
- силу тяги на різних передачах;
- дійсну швидкість руху;
- буксування рушіїв;
- динамічні радіуси коліс.
- тягову потужність (розрахунковим методом);
- траєкторії руху трактора.

Показники стану ґрунту на полі, де проводилися випробування: вологість ґрунту в шарах 0-5 см, 5-10 см, 10-15 см і 15-20 см коливалася в межах 15,8-25%, 11,12-18%, 8,08- 12%, 8,08-12% відповідно; твердість ґрунту в тих же шарах становила 2,9 / 3,86 МПа, 3,4 / 3,8 МПа, 3,0 / 4,01 МПа, 2,9 / 6,2 МПа.

При проведенні випробувань вологість ґрунту становила 20-25%. Стан ґрунту не відповідав нормативам для проведення тягових випробувань відповідно до [6]. На рис. 4 наведено зовнішній вигляд ґрунту (ґрунтозацепів шин трактора). Спостерігалось налипання ґрунту на шини і забивання ґрунтозацепів. Отримані залежності буксування (рис. 5) при вологості ґрунту 20-25% не дозволяють адекватно оцінити тягові характеристики трактора.



Рис. 4 – Стан ґрунтозацепів шин трактора



ХТЗ-243К + Б – трактор з встановленим баластом, вологість ґрунту 15%; ХТЗ-243К + Б + ВГ=20% – трактор з встановленим баластом, вологість ґрунту 20%; ХТЗ-243К + Б + ВГ=25% – трактор з встановленим баластом, вологість ґрунту 25%; ХТЗ-243К + СК + Б + ВГ=20% – трактор на здвоєних колесах і встановленим баластом, вологість ґрунту 20%

Рис 5. Залежності буксування коліс трактора ХТЗ-243К для різних колісних систем і баластування від сили тяги на гаку

Отримана залежність буксування коліс трактора ХТЗ-243К на одинарних колесах з баластом при вологості ґрунту 15% від сили тяги на гаку відповідає характеристиці буксування трактора ХТЗ-242К [2] з такими ж умовами агрегування (одинарні колеса + баласт). У зв'язку з недостовірними умовами проведення випробувань трактора ХТЗ-243К, враховуючи, що показники потужності та вагові характеристики збігаються з трактором ХТЗ-242К, розраховуємо тягові характеристики трактора ХТЗ-243К за характеристиками буксування трактора ХТЗ-242К.

Для трактора ХТЗ-243К на одинарних колесах з баластом залежність буксування від сили тяги на гаку має вигляд:

$$\delta = 2 \cdot 10^{-13} \cdot P_{кр}^3 - 3 \cdot 10^{-9} \cdot P_{кр}^2 + 8 \cdot 10^{-5} \cdot P_{кр} \quad (1)$$

Для трактора ХТЗ-243К на здвоєних колесах з баластом залежність буксування від сили тяги на гаку має вигляд:

$$\delta = 8 \cdot 10^{-22} \cdot P_{кр}^4 + 7 \cdot 10^{-17} \cdot P_{кр}^3 + 2 \cdot 10^{-12} \cdot P_{кр}^2 + 3 \cdot 10^{-8} \cdot P_{кр} + 0,0002 P_{кр} \quad (2)$$

Для трактора ХТЗ-243К на здвоєних колесах без баласту залежність буксування від сили тяги на гаку має вигляд:

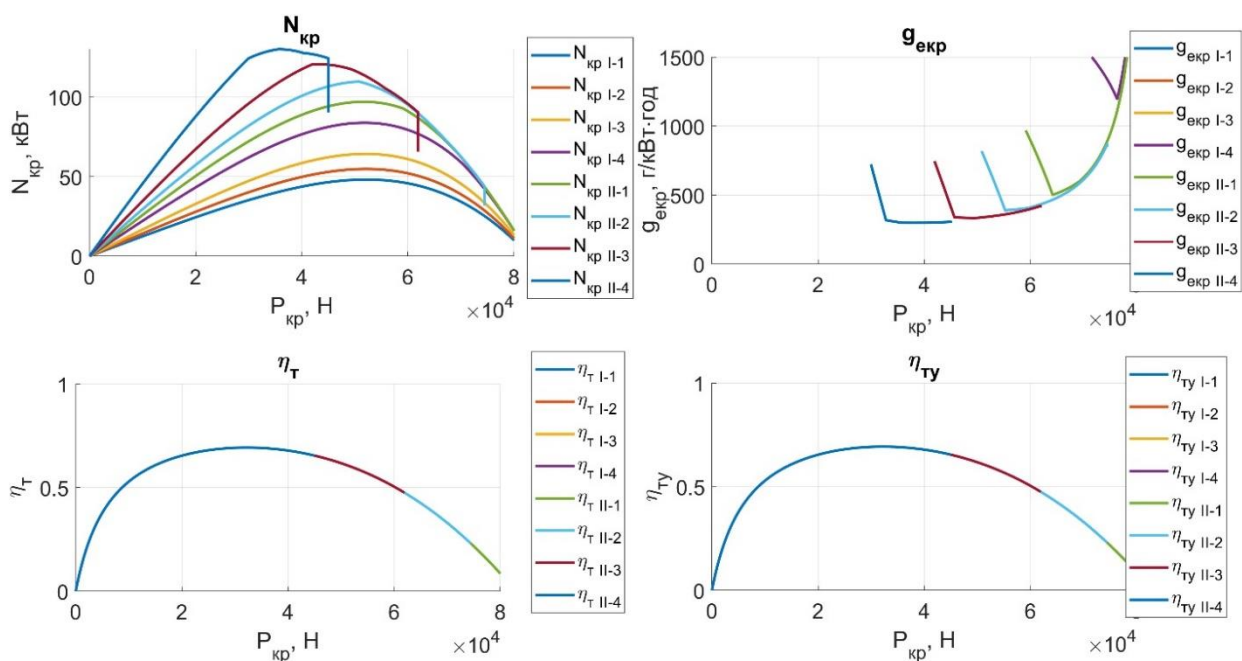
$$\delta = 8 \cdot 10^{-22} \cdot P_{кр}^5 - 8 \cdot 10^{-22} \cdot P_{кр}^4 + 7 \cdot 10^{-17} \cdot P_{кр}^3 - 2 \cdot 10^{-12} \cdot P_{кр}^2 + 3 \cdot 10^{-8} \cdot P_{кр} + 2 \cdot 10^{-4} \cdot P_{кр} \quad (3)$$

Для трактора ХТЗ-243К на одинарних колесах без баласту залежність буксування від сили тяги на гаку має вигляд:

$$\delta = 2 \cdot 10^{-17} \cdot P_{кр}^4 - 1 \cdot 10^{-12} \cdot P_{кр}^3 + 4 \cdot 10^{-8} \cdot P_{кр}^2 + 2 \cdot 10^{-4} \cdot P_{кр} . \quad (4)$$

В результаті аналізу даних тягових випробувань трактора ХТЗ-243К рекомендується його обладнати баластом вагою 1500 кг для зниження буксування. Для легких ґрунтів і весняних робіт рекомендується встановлювати здвоєні колісні системи.

В результаті досліджень отримано тягові характеристики трактора ХТЗ-243К на одинарних колесах з баластом при вологості ґрунту 15% від сили тяги на гаку (рис. 6).



$N_{кр}$ – потужність на гаку трактора, кВт; $g_{екр}$ – гакова питома витрата палива; η_t – тяговий ККД; $\eta_{ту}$ – тяговий умовний ККД

Рис. 6 – Тягові характеристики трактора ХТЗ-243К на одинарних колесах з баластом при вологості ґрунту 15%

Максимальна тягова потужність $N_{кр} = 127$ кВт досягається при швидкості $v = 15$ км/ч, тяговому ККД $\eta_t = 0,68$ та силі тяги $P = 29$ кН (рис. 6). Максимальне буксування коліс трактора по агротехнічним вимогам $\delta = 15\%$ досягається при силі тяги на гаку $P = 45$ кН.

Висновки.

1. Максимальна тягова потужність $N_{кр} = 127$ кВт досягається при швидкості $v = 15$ км/ч, тяговому ККД $\eta_t = 0,68$ та силі тяги $P = 29$ кН. Максимальне буксування коліс трактора по агротехнічним вимогам $\delta = 15\%$ досягається при силі тяги на гаку $P = 45$ кН.

2. В результаті аналізу даних тягових випробувань трактора ХТЗ-243К

рекомендується його обладнати баластом вагою 1500 кг для зниження буксування. Для легких ґрунтів і весняних робіт рекомендується встановлювати здвоєні колісні системи.

Список використаних джерел

1. Шаповалов Ю. К., Мельник В. І., Антощенко Р. В. та ін. Результати експериментальних досліджень тягової динаміки чотирьох гусеничного трактора ХТЗ-280Т // Вісник ХНТУСГ імені Петра Василенка. – Харків, 2018. Вип. 190. С. 243-250.
2. Шаповалов Ю. К., Мельник В. І., Антощенко Р. В. та ін. Результати експериментальних досліджень тягової динаміки трактора ХТЗ-242К // Інженерія природокористування. – 2018. – №. 1 (9). – С. 6-15.
3. Тракторы ХТЗ-240К – Особенности модернизации модельного ряда. Режим доступу – <http://agromania.com.ua/traktory-xtz-240k-osobennosti-modernizacii-modelnogo-ryada/>.
4. ХТЗ-243К.20. Режим доступу – <http://xtz.ua/ru/kolisni-tractory/xtz-243k-20.html>
5. Антощенко Р. В., Антощенко В. М. Спосіб та вимірювальна система для визначення енергетичних витрат мобільної машини // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – 2014. – №. 145. – С. 211-216.
6. ДСТУ ГОСТ 7057:2003 Трактори сільськогосподарські. Методи випробування (ГОСТ 7057:2001, IDT). 15 с.

Аннотация

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ТЯГОВОГО ДИНАМИКИ ТРАКТОРА ХТЗ-243К

Мельник В.И., Антощенко Р.В., Антощенко В.М., Кись В.Н., Галич И.В.

В работе приведены результаты тяговых энергетических экспериментальных исследований колесного трактора ХТЗ-243К.20. Результаты исследований получены с помощью измерительной системы динамики и энергетики мобильных машин. Приведены характеристики двигателя ЯМЗ 53645-01. Построены зависимости буксования движителей трактора и тяговой мощности трактора от силы тяги на крюке.

Abstract

RESULTS OF EXPERIMENTAL STUDIES OF TRACTOR TYPE DYNAMICS XTZ-243K

V. Melnik, R. Antoshchenkov, V. Antoshchenkov, V. Kis, I. Galych

The results of traction-energy experimental researches of wheeled tractor XTZ-243K.20 are presented in the work. The research results are obtained using the measuring system of dynamics and energy of mobile machines. The characteristics of the ЯМЗ 53645-01 engine are shown. The dependence of the tractor's towing capacity on the hook and the traction power of the tractor have been constructed.