

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ТА ТЯГОВОГО ОПОРУ МТА

Артёмов Микола Прокопович д.т.н., професор

Шуляк Михайло Леонідович к.т.н., доцент

Кот Олександр Володимирович інженер

Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П.Василенка

Artiomov M.

Shulyak M.

Kot A.

Kharkov National Technical University of Agriculture named of Petro Vasilenko

Анотація: якісне і швидке проведення оцінки функціонування машинно-тракторних агрегатів (МТА) є однією з важливих задач наукових досліджень. З великою ймовірністю можливо стверджувати що, як тяглова концепція трактора, так і методи оцінки тягово-динамічних і експлуатаційних властивостей потребують змін в умовах сучасного тракторобудування. Дослідження основних тягових показників МТА на основі динамічних параметрів є перспективним напрямком розвитку сучасної науки. Оцінка тягово-динамічних властивостей тракторів надасть можливість враховувати стохастичні навантаження при виконанні технологічних операцій, та отримати динамічну тягову характеристику дозволить найбільш повно імітувати роботу системи при проведенні математичного моделювання. Наведеними результатами експериментальних досліджень доведено можливість використовувати запропоновану методику, яка дозволяє суттєво зменшити час проведення експерименту, його собівартість та отримати динамічні і кваліметричні показники роботи будь-яких сільськогосподарських знарядь, в тому числі найбільш складних для дослідження – начіпних.

Ключові слова: прискорення трактора, тягово-динамічні властивості, експериментальні дослідження, тягова характеристика, тяговий опір.

Постановка проблеми

Стандартний підхід оцінки тягової динаміки МТА (сила тяги, тягова потужність, сила опору) по статичній тяговій характеристиці, в основі якої лежить динамометрування та тензометрування, відрізняється високою трудомісткістю, а для деяких сільськогосподарських агрегатів, наприклад ґрунтообробних начіпних, його застосування досить складне. Практика ставить перед агротехнічною наукою вирішення актуальної задачі з розробки універсального методу та технічних засобів оцінки тягово-енергетичних властивостей тракторних агрегатів при виконанні технологічних процесів. Сучасні технічні засоби для визначення енергетичних показників сільськогосподарських агрегатів дають можливість їх контролювати при виконанні ними технологічних операцій та контролю динамічних процесів, що відбуваються в механічній системі «трактор – сільськогосподарська машина». У зв'язку з цим виникає необхідність по новому підійти до існуючих розрахунково-експериментальних методів проведення тягових випробувань.

Аналіз останніх досягнень і публікацій

Для вирішення завдань експериментального визначення тягових показників тракторів і опору сільськогосподарських агрегатів присвячено багато досліджень як вітчизняних так і закордонних авторів. Більшість із зазначених методів базується на використанні тензометричних ланок, що встановлюються на зчепці сільськогосподарського агрегату [1]. Однак відомий спосіб має наступні основні недоліки: переривається технологічний процес, випробування проводяться в польових умовах кваліфікованим персоналом із використанням складного устаткування, реалізація цього методу потребує багато часу та матеріальних витрат.

Як альтернативу польовим тяговим випробуванням використовують гідромеханічні [2] та механічні тягово-гальмівні стенди [3]. Такі випробування дозволяють провести оцінку без врахування властивостей агрофону та сільськогосподарської машини. Максимальну силу тяги на гаку можна визначити на стаціонарі в режимі рушення машини з місця без запасу ходу силової ланки тягового пристрою [4]. Також останнім часом, завдяки високій оперативності, універсальності і невисоких капітальних витратах набули досить широкого застосування безгальмівні методи діагностування [5].

Розглянуті методи за виключенням останнього не враховують взаємодію рушія з несучою поверхнею та динаміку зміни тягового опору сільськогосподарських машин.

Особливу увагу необхідно звернути на метод [6] який ґрунтується на використанні експериментально вимірних парціальних прискорення і є еквівалентною заміною раніше



запропонованих методів проведення динамічних випробувань МТА та одиничних тракторів.

Експериментальні дослідження динамічних властивостей мобільних машин ґрунтуються на вимірюванні параметрів руху різними інерційними чутливими елементами і системами в реальних умовах руху. Запропонований авторами робіт [6, 7, 11, 12] метод парціальних прискорень дозволяє визначати тягові показники мобільних сільськогосподарських агрегатів з використанням трьохкомпонентних датчиків лінійних прискорень.

Мета роботи

Обґрунтувати вимоги до проведення оцінки тягово-динамічних і експлуатаційних властивостей тракторів, що надасть можливість враховувати стохастичні навантаження МТА при виконанні технологічних операцій, та отримати динамічну тягову характеристику.

Викладення основного матеріалу дослідження

Рух і робота агрегату відбуваються в результаті взаємодії різних сил. Як відомо, згідно основних законів механіки, рух відбувається під дією зовнішніх сил, тому що внутрішні сили, які діють на агрегат, взаємно врівноважуються і не можуть викликати його переміщення. Рух агрегату можливий при наявності дотичної сили тяги трактора і сил опору руху.

Запропонована методика дозволяє визначити, як тягові показники у функції максимального тягового зусилля, так і опір сільськогосподарської машини без втручання в їх конструкцію.

Для трактора без сільськогосподарських машин, що проходить випробування, справедливо [8]:

$$P_{об} = \frac{dv}{dt} \cdot m_{np} = P_{кр\max} - P_i, \quad (1)$$

де m_{np} – приведена маса трактора; $P_{кр\max}$ – максимальне тягове зусилля.

При тягових випробуваннях трактор розганяється до заданої швидкості. Динамічні показники фіксуються за допомогою вимірювального комплексу і надалі обробляються аналітично.

Якщо розглянути трактор як абсолютно тверде тіло то прискорення точки k механічної системи, що задає рушійну силу, буде складатися з компонент парціальних прискорень прикладених до трьох координатних осей. У такому випадку рівняння динаміки точки k для просторової системи буде мати вигляд:

$$\vec{V}_k = \bar{i}(\dot{x}_{ek} + \dot{x}_{ik}) + \bar{j}(\dot{y}_{ek} + \dot{y}_{ik}) + \bar{k}(\dot{z}_{ek} + \dot{z}_{ik}), \quad (2)$$

де \bar{i} , \bar{j} , \bar{k} – основні вектори або орти; \dot{x}_{ek} , \dot{x}_{ik} , \dot{y}_{ek} , \dot{y}_{ik} , \dot{z}_{ek} , \dot{z}_{ik} – модулі проекцій векторів парціальних прискорень на координатні осі.

Таким чином, при відомій масі точки і її парціального прискорення визначається сила, що на неї діє.

Парціальне прискорення, що задається відповідною силою можливо визначити під час вільного вибігу одиночного трактора шляхом вимкнення муфти зчеплення та встановлення нейтральної передачі трансмісії трактора із певної початкової швидкості руху.

За результатами розрахунків отримано залежності:

$$\dot{V}_T(V) = -g[f(V) + f_T(V)] < 0; \quad (3)$$

де g – прискорення вільного падіння; $f(V)$ – функція зміни коефіцієнту опору коченню коліс трактора від швидкості; $f_T(V)$ – коефіцієнт зменшення опору коченню коліс трактора при зниженні швидкості руху.

Першим етапом дослідження є встановлення еталонної для обраного трактора сили тяги. Для чого трактор без сільськогосподарських машин розганяється з місця до усталеної швидкості руху, на агрофоні «бетонна дорога», випробування проводяться згідно до вимог заданих ГОСТ 7057 – 2001.

Величина прискорення, що задається рушійною силою трактора, враховує стохастичні чинники, які виникають в процесі руху трактора на заданому агрофоні (коефіцієнти опору коченню і буксування) та коливання крутного моменту двигуна (рис. 1), це дозволяє на основі отриманих даних за короткий строк побудувати динамічну тягову характеристику (рис. 2)[8].

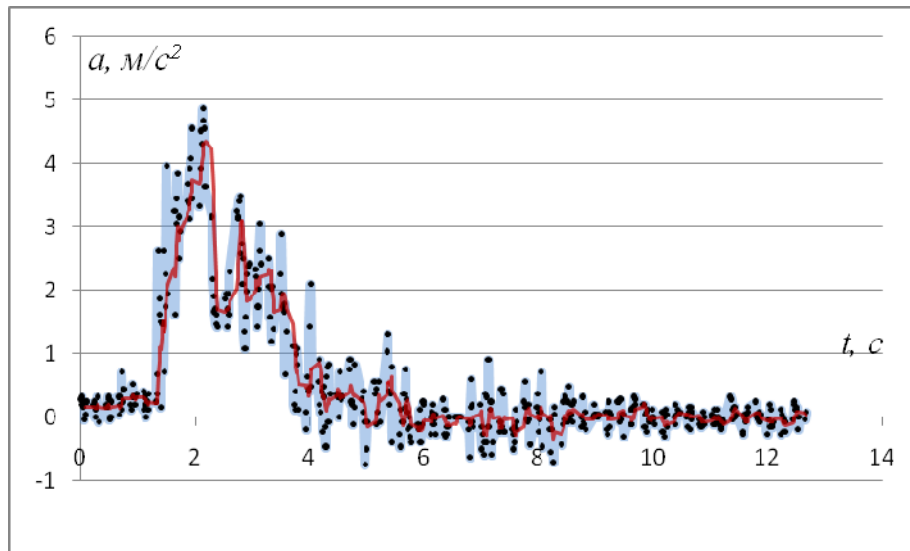


Рис. 1. Прискорення одиночного трактора МТЗ – 80 на 6 передачі

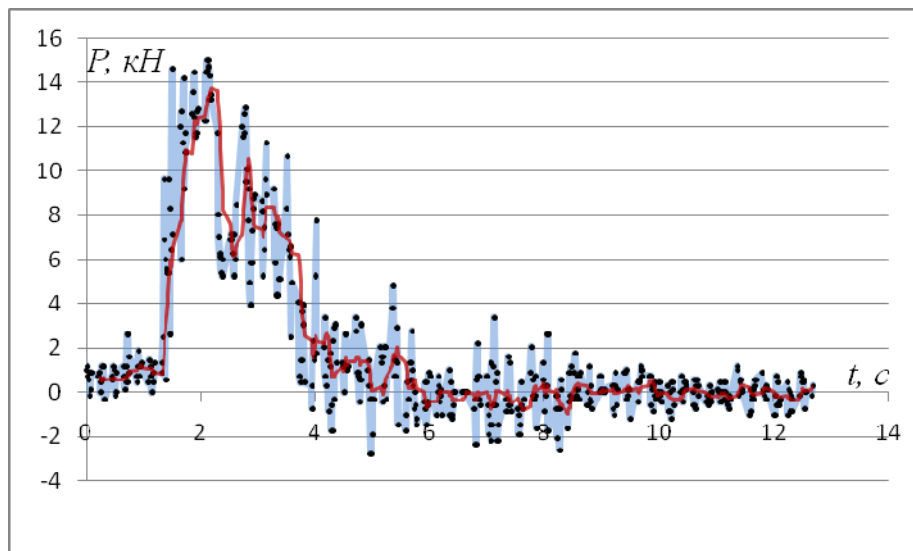


Рис. 2. Результати розрахунків тягового зусилля на 6 передачі

На другому етапі досліджень проводиться визначення тягового опору сільськогосподарської машини.

Сільськогосподарський агрегат, який просто рухається або виконує агротехнічні операції, є автономною динамічною системою, основні зовнішні впливи на яку, призводять до зміни сил опору руху і зміни кількості енергії, що використовується на переміщення. Ці дії, як правило, викликають зміну швидкості V_{az} поступального руху агрегату, що характеризується рівнянням:

$$\frac{dV}{dt} = \frac{P_T - \sum P_c}{m_{az}}, \quad (4)$$

де P_T – рушійна сила агрегату (сила тяги трактора); $\sum P_c$ – сума всіх сил опору руху агрегату; m_{az} – маса агрегату приведена до поступально рухомих частин.

У класичній механіці [9] згідно рівняння (1) оцінюється несталий рух системи, тобто $\dot{V}_{az} \neq 0$, при $P_T \neq \sum P_c$. Запропонованим методом вирішується задача динаміки: при відомому \dot{V}_{az} оцінюються P_T і $\sum P_c$. В даному випадку при жорсткому зв'язку трактора з агрегатованою сільгоспмашиною, рух агрегату, як функція (V) описується рівнянням динаміки поступального руху згідно (3):



$$m_{az} \dot{V}_{az}(V) = P_T(V) - P_{zk}(V) - m_{az} g [f(V) + f_{az}(V)] \quad (5)$$

де $\dot{V}_{az}(V)$ – лінійне прискорення агрегату; $P_T(V)$ – тягове зусилля на ведучих колесах трактора, умовно визначене для випадку відсутності втрат енергії в трансмісії; $P_{zk}(V)$ – функція зміни зусилля на гаку трактора від швидкості руху; g – прискорення вільного падіння; $f_{az}(V)$ – умовне збільшення коефіцієнту опору коченню коліс агрегатованого трактора за рахунок приведення до коліс опору в трансмісії і ходовій частини.

З урахуванням співвідношення $\dot{V}_{azk} = -\frac{P_{zk}(V)}{m_T}$ знаходимо залежність тягового зусилля на гаку трактора від швидкості руху

$$\frac{P_{zk}(V)}{m_{az}} = -\left(1 + \frac{m_{cm}}{m_{az}}\right) \dot{V}_{azk}(V) + \dot{V}_{Tf}(V). \quad (6)$$

Тягове зусилля P_T на ведучих колесах трактора визначаємо з рівняння руху МТА (5) в тяговому режимі трактора масою m_T при виконанні технологічного процесу:

$$\frac{P_T}{m_T} = \left(1 + \frac{m_{cm}}{m_{az}}\right) [\dot{V}_{az}(V) - \dot{V}_{azk}(V)]. \quad (7)$$

Таким чином, при визначенні P_T оцінюється прискорення вибігу агрегату під дією тільки опору коченню на колесах. Для визначення P_T при відомих m_T , m_{cm} оцінюється різниця прискорення розгону $\dot{V}_{az}(V)$ та вибігу $\dot{V}_{azk}(V)$ агрегату.

Після підстановки у рівняння статичних і кінематичних параметрів агрегату отримаємо наступну нелінійну систему звичайних диференціальних рівнянь, які моделюють процес руху МТА [10]:

$$\left. \begin{aligned} m\ddot{\xi} - m_1 b_1 \cos \psi_1 \dot{\psi}_1^2 - m_1 b_1 \sin \psi_1 \dot{\psi}_1 - m_2 b_2 \cos \psi_2 \dot{\psi}_2^2 - m_2 b_2 \sin \psi_2 \dot{\psi}_2 &= \\ = (T_{II} + T_{JI} - W_{II} - W_{JI}) \cos \psi_1 - R_X \cos \psi_2 + R_Y \sin \psi_2; \\ m\ddot{\eta} - m_1 b_1 \sin \psi_1 \dot{\psi}_1^2 + m_1 b_1 \cos \psi_1 \dot{\psi}_1 - m_2 b_2 \sin \psi_2 \dot{\psi}_2^2 + \\ + m_2 b_2 \cos \psi_2 \dot{\psi}_2 &= (T_{II} + T_{JI} - W_{II} - W_{JI}) \sin \psi_1 - R_X \sin \psi_2 - R_Y \cos \psi_2; \\ - m_1 \ddot{\xi} b_1 \sin \psi_1 + \dot{\eta} b_1 m_1 \cos \psi_1 - \dot{\xi} b_1 m_1 \cos \psi_1 \dot{\psi}_1 - \dot{\eta} b_1 m_1 \sin \psi_1 \dot{\psi}_1 + \\ + 2J_1 \ddot{\psi}_1 + C(\psi_1 - \psi_2) &= (T_{II} + T_{JI} - W_{II} - W_{JI}) \frac{B_T}{2}; \\ - m_2 \ddot{\xi} b_2 \sin \psi_2 + \dot{\eta} b_2 m_2 \cos \psi_2 - \dot{\xi} b_2 m_2 \cos \psi_2 \dot{\psi}_2 - \dot{\eta} b_2 m_2 \sin \psi_2 \dot{\psi}_2 + \\ + 2J_2 \ddot{\psi}_2 - C(\psi_1 - \psi_2) &= R_Y l \cos \psi_2 - R_X l \sin \psi_2. \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

де $\ddot{\xi}$, $\ddot{\eta}$, $\dot{\psi}_1$, $\dot{\psi}_2$ – друга похідна узагальнених координат.

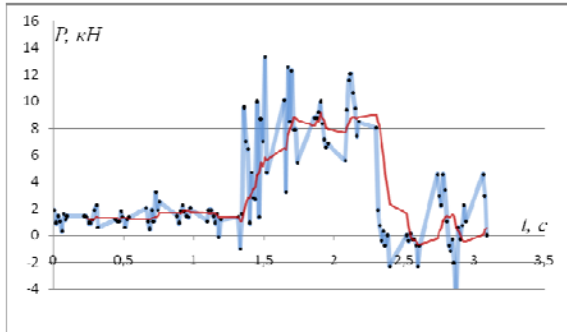
Припустимо, що відомі прискорення в двох контрольних точках M_1 та M_2 трактора (місця установки датчиків прискорень) є функціями часу на інтервалі $(0, t_0)$. Такі вхідні дані можуть бути отримані в результаті експериментальних вимірювань. Координати точок M_1 та M_2 також вважаються відомими щодо системи координат (\overline{XOY}) , жорстко пов'язаної з рухомим МТА. Позначимо компоненти прискорень в цих точках наступним чином: точка $M_1 - a_{x1}, a_{y1}$, точка $M_2 - a_{x2}, a_{y2}$. Ці компоненти вимірюються відносно нерухомої системи координат, в якій розглядається рух МТА. Потрібно з цими вхідними даними за допомогою системи рівнянь (1), що моделює рух МТА, визначити силові характеристики T , як функції часу.

При проведенні експерименту використані датчики прискорень ММА 7260 QT – ємнісні акселерометри з трьома робочими осями і межею вимірювання $\pm 1,5g$. Ці датчики мають вбудований фільтр корекції зміни температури, фільтр нижніх частот, граничних значень і не вимагають

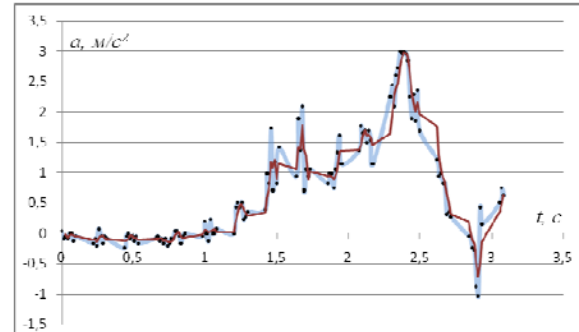


додаткових пристроїв. Датчики використовують низьку напругу (2,2V ...3,6V) та мають високу чутливість (800 мВ/г).

Для підтвердження можливості обґрунтувати раціональні режими роботи МТА для конкретних умов агрофону, були проведені експериментальні дослідження трактора серії МТЗ-80 в агрегаті з плугом ПЛН 3-35, підчас яких імітувалися зміна значення тягового опору за рахунок збільшення заглиблення сільськогосподарського знаряддя.



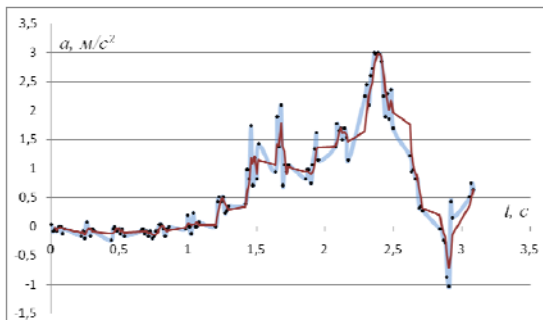
а)



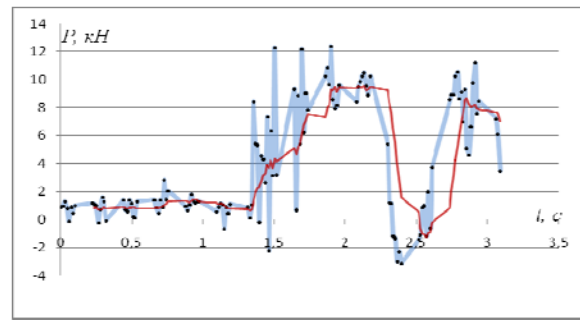
б)

Рис. 3. Розгін агрегату МТЗ – 80 + ПЛН 3–35 (недовантаження двигуна): а – прискорення; б – тяговий опір

Аналіз графічних залежностей дозволяє стверджувати, що при глибині обробки, що відповідає недовантаженню двигуна на 40 %, агрегат розганяється до сталого режиму руху за 2,37с та розвиває максимальне прискорення в повздовжній осі 3 м/с^2 (рис. 3а) при цьому розрахункове значення опору сільськогосподарського знаряддя знаходиться в межах 8 кН (рис. 3б).



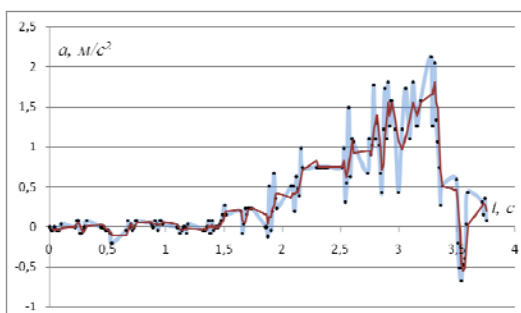
а)



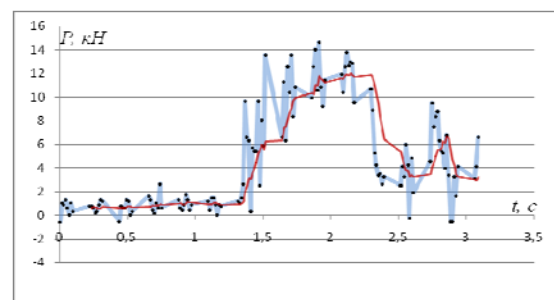
б)

Рис. 4. Розгін агрегату МТЗ – 80 + ПЛН 3–35 (номінальний режим роботи): а – прискорення; б – тяговий опір

При завантаженні двигуна близько номіналу 90 – 95 %, агрегат розганяється до сталого режиму руху за 2,68с та розвиває максимальне прискорення в повздовжній осі $2,61 \text{ м/с}^2$ (рис. 4а) при цьому розрахункове значення опору сільськогосподарського знаряддя знаходиться в межах 10 кН (рис. 4б).



а)



б)

Рис. 5. Розгін агрегату МТЗ – 80 + ПЛН 3–35 (перевантаження двигуна): а – прискорення; б – тяговий опір



У режимі незначного перевантаження двигуна близько 105 – 110 %, агрегат розганяється до сталого режиму руху за 3,3 с та розвиває максимальне прискорення в повздовжній осі $1,75 \text{ м/с}^2$ (рис. 5а) при цьому розрахункове значення опору сільськогосподарського знаряддя знаходиться в межах 12 кН (рис. 5б).

Висновки

Методика дослідження тягових показників МТА на основі динамічних параметрів є перспективним напрямком розвинення сучасної науки. Врахування саме стохастичних режимів дозволить найбільш повно імітувати роботу системи при проведенні математичного моделювання. Запропонована методика дозволяє суттєво зменшити час проведення експерименту, його собівартість та отримати показники роботи будь-яких сільськогосподарських знарядь, в тому числі найбільш складних для дослідження – начіпних. Запропонована методика дозволяє визначити, як тягові показники у функції максимального тягового зусилля, так і опір сільськогосподарської машини без втручання в їх конструкцію.

Список літератури

1. Лихачев В.С. Испытания тракторов / В.С. Лихачев – М.: Машиностроение, 1974. – 286с.
2. Пат.2140627 РФ.G01M17/00, G01L5/13. Гидромеханическое тягово-тормозное устройство для технического диагностирования транспортных средств / Хабардин В.Н., Хабардин С.В., Сарпулов П.Н., / патентообладатель: Иркутская государственная сельскохозяйственная академия.- С197100705/28, заявл.10.01.1997.-опубл.27.10.1999 - 4с.
3. Пат.2144659 РФ.G01M17/00, Механическое тягово-тормозное устройство для технического диагностирования транспортных средств / Хабардин В.Н., Парунов В.В., Сарпулов П.Н., Иванов Н.П. / патентообладатель: Иркутская государственная сельскохозяйственная академия.- С197100704/28, заявл.10.01.1997.-опубл.20.01.2000 - 3с.
4. Пат.2164670 РФ.7G01L5/13, Способ определения максимальной силы тяги на крюке транспортного средства / Хабардин В.Н. / патентообладатель: Иркутская государственная сельскохозяйственная академия. - С296115966/28, заявл.31.07.1996. - опубл.27.03.2001 – 6 с.
5. Казаков Д.В. Совершенствование методики диагностирования энергетических показателей сельскохозяйственных тракторов в эксплуатационных условиях: Автореф. дис. канд. тех. наук: 05.20.03.-Зерноград, 2008. – 19 с.
6. Метод парциальных ускорений и его приложения в динамике мобильных машин / Артемов Н.П., Лебедев А.Т., Подригало М.А., Полянский А.С., Клец Д.М., Коробко А.И., Задорожная В.В.] Под ред. М.А. Подригало – Харьков: Мисьдрук, 2012. – 220 с.
7. Определение необходимого числа акселерометров и места их установки при динамических испытаниях мобильных машин / [М.А. Подригало, Н.П. Артемов, Д.М. Клец, А.И.Коробко] // Технические науки: Ученые записки Крымского инженерно-педагогического университета. – Симферополь, 2012, – Вып.36 – С. 20 – 26.
8. Артёмов М.П. Оцінка тягово-динамічних властивостей на основі прискорення трактора / М.П. Артёмов, А.Т. Лебедев, М.Л. Шуляк, Ю.М. Кулаков // Інженерія природо користування – 2015. – № 1 (3). – С. 84 – 89.
9. Тарг С.М. Краткий курс теоретической механики [Текст] / С.М. Тарг. – М.: Наука, 1968.–480 с.
10. Артёмов М.П., Лебедев А.Т., Кот О.В. Щодо залежності тягової динаміки мобільних сільськогосподарських агрегатів від технічного стану / М.П. Артёмов, А.Т. Лебедев, О.В. Кот // Інженерія природо користування – 2014. – № 2 (2). – С. 9 – 14.
11. Пат. 54188 МПК (2009) G01L5/13. Спосіб визначення та обмеження динамічних навантажень при роботі тракторного агрегату:// Пат. Україна МПК (2009) G01L5/13 – № у 2010 06298; заявл. 25.05.2010; Опубл. 25.10.2010; Бюл. № 20 // М.П. Артёмов, А.Т. Лебедев, М.А. Подригало, О.С. Полянский, Є.О. Дубінін, О.Г. Хворост, В.В. Задорожня, О.В. Кот.
12. Пат. 82732 МПК (2013.01) G01L1/00 Спосіб визначення сили опору сільськогосподарських машин // Пат. Україна МПК (2013.01) G01L1/00. –№ у 201300215; заявл. 4.01.2013; Опубл. 12.08.2013; Бюл. № 15. // С.А. Лебедев, А.Т. Лебедев, М.П. Артёмов, О.В. Кот

References

1. Lihachev V.S. Ispytaniya traktorov / V.S. Lihachev – M.: Mashinostroenie, 1974. – 286s.
2. Pat.2140627 RF.G01M17/00, G01L5/13. Gidromekhanicheskoe tyagovo-tormoznoe ustroystvo dlya tehnikeskogo diagnostirovaniya transportnyih sredstv / Habardin V.N., Habardin S.V., Sarapulov P.N., / patentoobladatel: Irkutskaya gosudarstvennaya selskohozyaystvennaya akademiya.- S197100705/28, zayavl.10.01.1997.-opubl.27.10.1999 - 4s.
3. Pat.2144659 RF.G01M17/00, Mehanicheskoe tyagovo-tormoznoe ustroystvo dlya tehnikeskogo diagnostirovaniya transportnyih sredstv / Habardin V.N., Parunov V.V., Sarapulov P.N., Ivanov N.P. / patentoobladatel: Irkutskaya gosudarstvennaya selskohozyaystvennaya akademiya.- S197100704/28, zayavl.10.01.1997.-opubl.20.01.2000 - 3s.
4. Pat.2164670 RF.7G01L5/13, Sposob opredeleniya maksimalnoy silyi tyagi na kryuke transportnogo



sredstva/ Habardin V.N / patentoobladatel: Irkutskaya gosudarstvennaya selskohozyaystvennaya akademiya. - S296115966/28, zayavl.31.07.1996. - opubl.27.03.2001 – 6 s.

5. Kazakov D.V. Sovershenstvovanie metodiki diagnostirovaniya energeticheskikh pokazateley selskohozyaystvennykh traktorov v ekspluatatsionnykh usloviyakh: Avtoref. dis. kand. teh. nauk: 05.20.03.- Zernograd, 2008. – 19 s.

6. Metod partialnykh uskoreniy i ego prilozheniya v dinamike mobilnykh mashin /Artemov N.P., Lebedev A.T., Podrigalo M.A., Polyanskiy A.S., Klets D.M., Korobko A.I., Zadorozhnaya V.V.] Pod red. M.A. Podrigalo – Harkov: MIskdruk, 2012. – 220 s.

7. Opredelenie neobhodimogo chisla akselerometrov i mesta ih ustanovki pri dinamicheskikh ispytaniyakh mobilnykh mashin / [M.A. Podrigalo, N.P. Artemov, D.M. Klets, A.I.Korobko] // Tehnicheskie nauki: Uchenyie zapiski Kryimskogo inzhenerno-pedagogicheskogo universiteta. – Simferopol, 2012, – Vyip.36 – S. 20 – 26.

8. Artomov M.P. OtsInka tyagovo-dinamichnykh vlastivostey na osnovI priskorennya traktora / M.P. Artomov, A.T. LebedEv, M.L. Shulyak, Yu.M. Kulakov // InzhenerIya prirodo koristuvannya – 2015. – # 1 (3). – S. 84 – 89.

9. Targ S.M. Kratkiy kurs teoreticheskoy mehaniki / S.M. Targ. – M.: Nauka, 1968.–480 s.

10. Artomov M.P., Lebedev A.T., Kot O.V. Schodo zalezhnosti tyagovoyi dinamiki mobilnih silskogospodarskikh agregativ vid tehnichnogo stanu / M.P. Artomov, A.T. Lebedev, O.V. Kot // Inzheneriya prirodo koristuvannya – 2014. – # 2 (2). – S. 9 – 14.

11. Pat. 54188 MPK (2009) GO1L5/13. CposIb viznachennya ta obmezheniya dinamichnykh navantazhen pri robotI traktornogo agregatu:// Pat. UkraYina MPK (2009) GO1L5/13 – # u 2010 06298; zayavl. 25.05.2010; Opubl. 25.10.2010; Byul. # 20 // Artomov M.P., A.T. LebedEv, M.A. Podrigalo, O.S.Polyanskiy, E.O. DubInIn, O.G. Hvorost, V.V. Zadorozhnaya, O.V. Kot

12. Pat. 82732 MPK (2013.01) GO1L1/00 SposIb viznachennya sili oporu silskogospodarskikh mashin // Pat. UkraYina MPK (2013.01) GO1L1/00. –# u 201300215; zayavl. 4.01.2013; Opubl. 12.08.2013; Byul. # 15. // S.A. LebedEv, A.T. LebedEv, M. P. Artomov, O.V. Kot

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И ТЯГОВОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ МТА

Анотация: необходимость проведения оценки функционирования МТА является одной из важных задач современной науки. С большой вероятностью можно утверждать, что, как тяговая концепция трактора, так и методы оценки тягово-динамических и экономических свойств, требуют изменений в условиях современного тракторостроения. Исследование основных тяговых показателей МТА на основе динамических параметров является перспективным направлением развития современной науки. Оценка тягово-динамических свойств тракторов, при условии учета стохастических нагрузок, во время выполнении технологических операций, позволит получить динамическую тяговую характеристику и наиболее полно имитировать работу системы при проведении математического моделирования. Приведенными результатами экспериментальных исследований доказана возможность использования предложенной методики, которая позволяет существенно уменьшить время проведения эксперимента, его себестоимость и получить динамические и квалитетические показатели работы любых сельскохозяйственных орудий, в том числе наиболее сложных для исследования - навесных.

Ключевые слова: ускорение трактора, тягово-динамические свойства, экспериментальные исследования, тяговая характеристика, тяговое сопротивление.

RESEARCH OF DYNAMIC PROPERTIES AND THE TRACTIVE RESISTANCE OF MTU

Summary: the need to evaluate the functioning of the MTU is one of the important problems of modern science. With high probability might be argued that, as traction tractor concept and evaluation methods pull-dynamic and economic properties require changes in the modern tractor industry. Research main traction performance MTU based on dynamic parameters is a promising direction of the development in modern science. Evaluation of pull-dynamic and economic properties of tractors, which will provide an opportunity to consider stochastic load, while in technological operations and receive dynamic traction will more fully simulate system performance during mathematical modeling. The experimental results proved possible to use the proposed methodology, which allows to significantly reduce the time of the experiment, its costs and obtain performance of any agricultural tools, including the most difficult to study - hinged.

Keywords: acceleration of the tractor, traction and dynamic properties, experimental research, traction characteristics, tractive resistance.