

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА ІМЕНІ ПЕТРА ВАСИЛЕНКА

Назаренко Олексій Олексійович

УДК 629.114

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ
МАШИННО-ТРАКТОРНИХ АГРЕГАТІВ ОБГРУНТУВАННЯМ
РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧИХ РЕЖИМІВ**

05.05.11 – машини і засоби механізації сільськогосподарського
виробництва

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Харків – 2013

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Полтавській державній аграрній академії Міністерства аграрної політики та продовольства України.

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор,
Заслужений діяч науки і техніки України
Головчук Андрій Федорович,
Дніпропетровський національний університет
залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна,
професор кафедри теплотехніки.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Пастухов Валерій Іванович,
Харківський національний технічний університет
сільського господарства імені Петра Василенка,
завідувач кафедри сільськогосподарських машин

кандидат технічних наук, доцент
Ярошенко Павло Миколайович,
Сумський національний аграрний університет,
доцент кафедри експлуатації техніки

Захист відбудеться «26» червня 2013 р. о 13 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 64.832.01 в Харківському національному технічному університеті сільського господарства імені Петра Василенка за адресою: 61002, м. Харків, вул. Артема, 44.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка за адресою: 61002, м. Харків, вул. Артема, 44.

Автореферат розісланий «23» травня 2013 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

О.Д. Черенков

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Ефективність сільськогосподарського виробництва в значній мірі залежить від експлуатаційних показників машинно-тракторних агрегатів (МТА) при виконанні технологічних операцій, які характеризуються зміною режимів завантаження. Сучасні МТА – це складні енергонасичені комплекси, які є одними з основних споживачів паливно-енергетичних ресурсів у сфері виробництва сільськогосподарської продукції.

Проведеним аналізом наукових досліджень з питань ефективного використання МТА на базі колісних тракторів, шляхом підвищення експлуатаційних показників, встановлено, що транспортні роботи та поверхневий обробіток ґрунту складають 55...85% при навантаженні двигуна до 60%. На транспортних роботах, частка яких складає більше 40%, для двигунів колісних тракторів характерні неусталені режими, коли часто і швидко змінюється швидкість та навантаження. При цьому двигуни енергетичних засобів при виконанні технологічних операцій, як правило, працюють на часткових навантаженнях. Одним із резервів зниження експлуатаційної витрати палива є оптимізація характеристик паливоподачі до умов роботи МТА.

Таким чином, підвищення ефективності експлуатації МТА та зниження витрати палива при виконанні технологічних операцій є актуальним та перспективним науково-прикладним завданням для механізації сільськогосподарського виробництва України.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертація виконана відповідно з Державними програмами: “Виробництво технологічних комплексів машин і обладнання для агропромислового комплексу в 1998-2005 роках”, розробленою відповідно до Постанови Кабінету Міністрів України від 1 грудня 1997 року № 1341; “Розробка і впровадження у виробництво машинно-технологічних систем для механізованого виробництва сільськогосподарської продукції на основі енергозберігаючих, екологічно безпечних технологій і технологічних засобів для різних форм господарювання” (ДР № 0100U005610, 2005-2010 рр.); “Розробка і впровадження у виробництво енергозберігаючих, екологічно безпечних технологічних систем у рослинництві” (ДР № 0106U001213, 2006-2011 рр.); з Комплексною програмою розвитку сільського господарства Полтавської області у 2001-2010 роках; з договором про науково-технічне співробітництво з ВАТ “Чугуївська паливна апаратура” і ВАТ “Кошманівське ремонтне підприємство”. Результати роботи впроваджені в реалізацію Державної програми з технічної політики в агропромисловому комплексі на період до 2010 р., затвердженої розпорядженням Кабінету Міністрів України № 93-Р від 15.02.2006 р.

Мета і завдання дослідження. Метою роботи є підвищення ефективності експлуатації МТА у складі із колісним енергетичним засобом тягового зусилля 30 кН шляхом обґрунтування ресурсозберігаючих параметрів системи регулювання паливоподачі та режимів роботи.

Для досягнення поставленої мети визначені наступні завдання:

- виконати аналіз результатів наукових досліджень з підвищення ефективності МТА шляхом регулювання системи паливоподачі двигунів колісних тракторів тягового зусилля 30 кН;

- удосконалити математичну модель динамічної системи МТА “енергетичний засіб – силові та ходові частини – технологічні операції”, та визначити ресурсозберігаючі характеристики паливоподачі в залежності від режимів навантаження;

- розробити програму, виготовити і провести порівняльні дослідження експериментальної системи паливоподачі, формалізувати їх результат, перевірити адекватність удосконаленої математичної моделі;

- провести порівняльні дослідження роботи МТА, до складу якого входить трактор тягового зусилля 30 кН, на польових та транспортних роботах із застосуванням експериментальної ресурсозберігаючої системи паливоподачі та без неї;

- визначити економічну ефективність впровадження у виробництво розробленої системи регулювання паливоподачі.

Об’єкт дослідження: процес експлуатації МТА, зв’язок процесу з параметрами системи паливоподачі.

Предмет дослідження: підвищення ефективності експлуатації МТА обґрунтуванням ресурсозберігаючих режимів.

Методи дослідження: теоретичні дослідження виконані із застосуванням основних положень теоретичної механіки, вищої математики, математичної статистики. Експериментальні дослідження проведені на стендах і на МТА в умовах сільськогосподарського виробництва з використанням відомих методів моделювання та математичної статистики. Розрахунки та обробка результатів експериментальних досліджень виконані з використанням програмного забезпечення Visual Fortran 5.0 та Microsoft Office Excel 2003.

Наукова новизна одержаних результатів:

– вперше, на основі теоретичних досліджень, встановлено, що для зменшення витрати палива МТА необхідно використовувати паливну систему із визначеними ресурсозберігаючими режимами [1, 2, 6];

– для керування ефективністю МТА вперше виконано комплексне обґрунтування ресурсозберігаючих режимів розробленої системи паливоподачі в залежності від навантаження МТА [3, 5];

– для визначення впливу системи регулювання паливоподачі на експлуатаційні показники уточнено математичну модель динамічної системи МТА “енергетичний засіб – силові та ходові частини – технологічні операції”, яка відрізняється від відомих тим, що враховує рівняння тягового зусилля і погектарної витрати палива при неусталених навантаженнях та режимах роботи [4].

Практичне значення одержаних результатів:

– запропонована і обґрунтована нова універсальна конструкція системи паливоподачі, яка дозволяє при дворезимному регулюванні зменшити експлуатаційну витрату палива на 4,6...6,1% на транспортних роботах та 3,7...8,9% при поверхневому обробітку ґрунту, порівняно із всережимним;

– одержані результати теоретичних та експериментальних досліджень впроваджені в ВАТ “Чугуївський завод паливної апаратури” та ВАТ “Кошманівське ремонтне підприємство” при проектуванні та удосконаленні нових регуляторів паливних насосів високого тиску;

– ефективність запропонованих технічних рішень підтверджена економічним ефектом, отриманим від впровадження розробленої системи паливоподачі у ВАТ “Кошманівське ремонтне підприємство” Полтавської області при виконанні транспортних перевезень МТА, що склав 7820 грн у рік на один трактор.

Основні положення наукової роботи використовуються в навчальному процесі при підготовці спеціалістів з напрямку 6.100102 “Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва” в Полтавській державній аграрній академії та Уманському національному університеті садівництва.

Особистий внесок здобувача. Основні результати дисертаційної роботи здобувачем отримані самостійно. У наукових працях, виконаних у співавторстві, особистий внесок такий:

[1] – проведений аналіз існуючих схем регуляторів швидкості мобільних енергетичних засобів, розроблений універсальний регулятор, обладнаний ресурсозберігаючою системою регулювання паливоподачі дизеля трактора, розроблена методика і проведені експериментальні дослідження характеристик паливоподачі на різних режимах регулювання;

[2] – розроблена конструкція та досліджена робота автоматичної ресурсозберігаючої системи регулювання паливоподачі для МТА з трактором тягового зусилля 30 кН при виконанні транспортних та польових робіт.

Апробація результатів дисертації. Результати дисертаційної роботи доповідалися на міжнародній науково-практичній конференції (МНПК) “АГРОМЕХ-2004” (Львів, ЛДАУ, 2004 р.); на МНПК “Проблеми та перспективи розвитку аграрної механіки” (Дніпропетровськ, ДДАУ, 2004 р.); на XIII Міжнародній науково-технічній конференції (МНТК) “Технічний прогрес у сільськогосподарському виробництві” (Глеваха, ННЦ ІМЕСГ, 2005 р.); на МНПК “Проблеми конструювання та експлуатації сільськогосподарської техніки” (Дніпропетровськ, ДДАУ, 2005 р.); на МНПК “Проблеми та перспективи розвитку механізації агропромислового виробництва” (Полтава, ПДАА, 2006 р.); на МНПК “Технічний прогрес в АПК” (Харків, ХНТУСГ ім. П. Василенка, 2007 р.); на Міжнародному науково-практичному семінарі “Перспективи та шляхи використання машин в аграрному виробництві” (Полтава, ПДАА, 2007 р.); на МНТК “Технічне забезпечення інноваційних технологій АПК” (Харків, ХНТУСГ ім. П. Василенка, 2010 р.); на МНПК “Енергозбереження і альтернативні джерела енергії: проблеми та шляхи їх вирішення” (Полтава, ПДАА, 2010 р.); на XI МНТК АС ПГП “Промислова гідравліка і пневматика” (Мелітопіль, ТДАУ, 2010 р.); на щорічних науково-технічних конференціях професорсько-викладацького складу Полтавської державної аграрної академії (2003 – 2012 рр.).

Публікації. Основний зміст дисертаційної роботи опубліковано в 6 наукових статтях фахових видань та 2 тезах доповідей, з яких 4 статті – самостійно. Отримано 3 патенти України на винахід.

Структура й обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, загальних висновків, додатків і списку використаних літературних джерел із 158 найменувань. Повний обсяг дисертації викладено на 227 сторінках комп'ютерного тексту (65 сторінок додатків). Основна частина дисертації складає 146 сторінок і містить 57 рисунків та 7 таблиць.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ

У вступі обґрунтована актуальність теми, викладено зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, сформульовані мета, завдання, та описано методи досліджень; наведено наукову новизну та практичне значення одержаних результатів.

У першому розділі наведено аналіз наукових досліджень з ефективного використання МТА на базі колісних тракторів шляхом забезпечення підвищення експлуатаційних показників. Аналіз показав, що транспортні роботи та поверхневий обробіток ґрунту складають 55...85% при навантаженні двигуна МТА до 60%. На транспортних роботах, частка яких складає більше 40%, для двигунів колісних тракторів характерні неусталені режими, при яких часто і швидко змінюється швидкість та навантаження. При цьому енергетичні засоби, як правило, працюють на часткових навантаженнях.

Враховуючи, що колісні сільськогосподарські трактори використовуються як на польових так і на транспортних роботах, коли перехід від одного виду робіт до другого має випадковий характер, аналіз використання колісних тракторів необхідно вести по основних польових і транспортних роботах.

Проведеним аналізом встановлено, що при використанні енергонасичених тракторів на операціях з навантаженням по потужності менше 50% значно погіршується паливна економічність агрегату. Так, при роботі з навантаженням по потужності 50% коефіцієнт ефективності експлуатації складає для колісних тракторів 0,82 та 0,7 для гусеничних.

В умовах реальної експлуатації досягти постійності навантаження двигуна трактора важко. Це обумовлено нерівномірністю опору ґрунту по довжині гону, навіть у межах однієї ділянки поля. При цьому в умовах інтенсивної експлуатації неусталені режими двигунів складають до 85% загального часу роботи.

Проведеним аналізом результатів наукових досліджень визначені резерви подальшого підвищення ефективності експлуатації МТА та модернізації систем автоматичного регулювання паливopодачі мобільних енергетичних засобів.

Основні напрямки роботи з дослідження систем регулювання паливopодачі та продуктивності МТА розглянуті в працях В.М. Болтінського, В.І. Крутова, П.І. Андрусенка, Л.Є. Агеєва, Ю.К. Кіртбая, М.С. Ждановського, А.В. Ніколаєнка, В.С. Шкрабака, А.А. Грунауєра, А.Б. Свірщевського, А.А. Юшина, Л.Г. Гром-Мазнічевського, К.Є. Долганова, Г.М. Кутькова, Ю.Ф. Гутаревича, А.Ф. Головчука, А.Г. Говоруна, Є.І. Блаженова, В.І. Шестухіна, С.А. Іофінова, А.Б. Лур'є, Б.С. Свірщевського, В.Ю. Ільченка, Ю.П. Нагірного, А.С. Лімонта, А.Т. Лебедева, В.І. Мельника, М.З. Макеєва, А.І. Бойка, В.Т. Надикта,

В.А. Войтова, О.В. Козаченка, Д.Ф. Гуревича, В.І. Пастухова, П.А. Миронова, В.І. Мельниченка, І.Є. Каньковського, В.І. Левчука, Р.М. Харака, О.С. Пушки та ін.

Аналізом напрямків покращення паливної економічності та підвищення продуктивності встановлено, що найбільш прогресивним способом зниження експлуатаційної витрати палива енергетичними засобами є оптимальне пристосування характеристик паливopодачі до умов роботи МТА.

Таким чином, необхідно вирішити науково-прикладне завдання з обґрунтування зв'язку параметрів процесу експлуатації МТА з конструктивно-технічними параметрами системи паливopодачі при виконанні енергетичним засобом технологічних операцій.

У другому розділі досліджено закономірності змінювання швидкісних характеристик і перехідних режимів роботи мобільного енергетичного засобу тягового зусилля 30 кН з ресурсозберігаючою системою регулювання паливopодачі.

Для математичного моделювання процесів рушання, розгону та усталеного руху МТА вдосконалена структурно-функціональна схема МТА, яка складається із трьох блоків (рис. 1):

1 – енергетичний засіб; 2 – силові та ходові частини; 3 – технологічна операція.

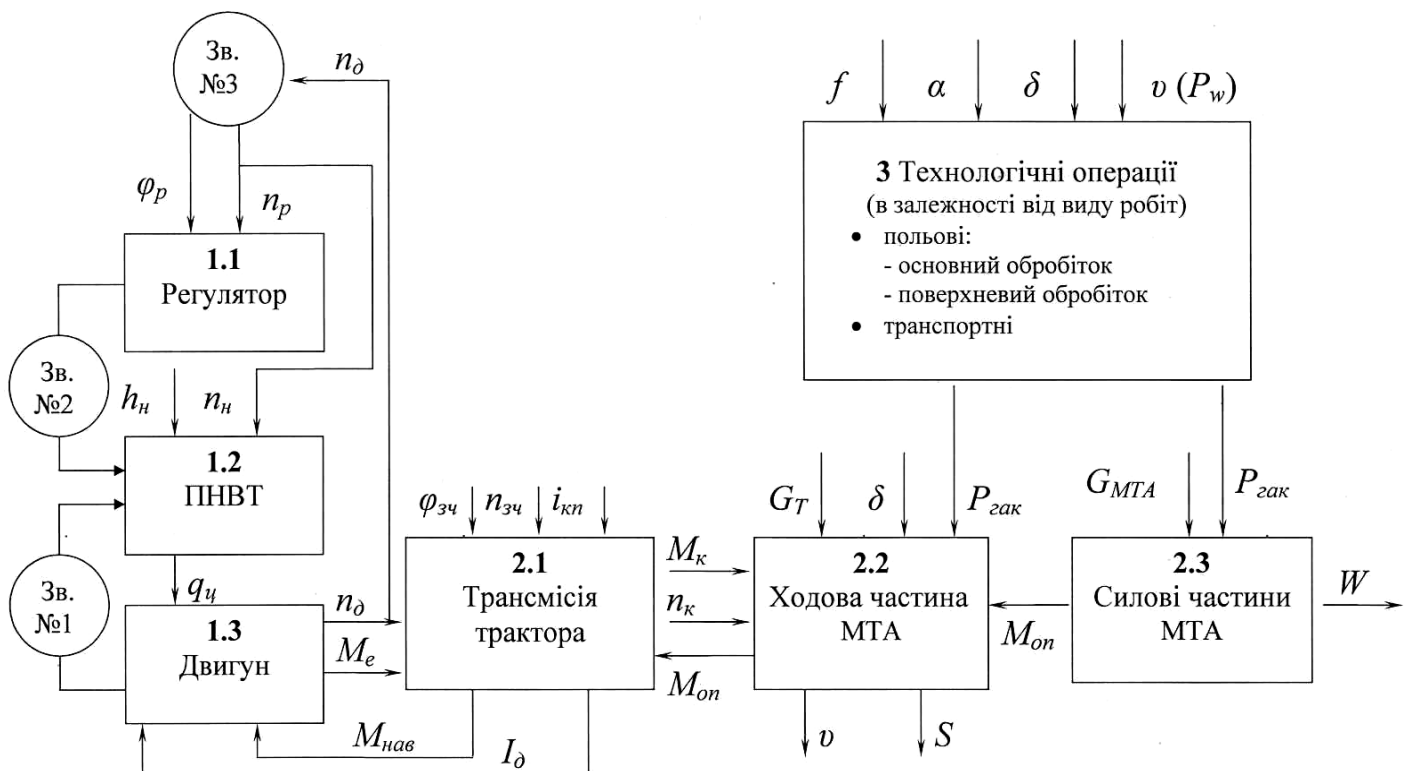


Рис. 1. Структурно-функціональна схема МТА “енергетичний засіб – силові та ходові частини – технологічні операції”

В ланці 1.1 – універсальним регулятором швидкості в залежності від кута положення ручного важеля керування подачею палива φ_p та значень частоти

обертання колінчастого вала двигуна внутрішнього згоряння (ДВЗ) n_d виконується автоматичний вибір режиму регулювання паливоподачі і формується положення дозаторів паливного насоса високого тиску (ПНВТ), координата h_n . При цьому частота обертання вала регулятора і кулачкового вала ПНВТ визначається зв'язком 2 по поточному значенню частоти обертання n_d колінчастого вала ДВЗ.

Отримані параметри координати положення рейки h_n і частоти обертання n_n вала ПНВТ передаються до ланки 1.2 – ПНВТ. Ланка 1.2 – ПНВТ об'єднує в собі систему ПНВТ – трубопроводи високого тиску – форсунки і формує величину циклової подачі палива $q_{ц}$, яка передається до ланки 1.3 – ДВЗ.

В ланку 1.3 – ДВЗ із блоку 2 – силові та ходові частини МТА від ланки 2.1 – трансмісія надходить момент навантаження $M_{нав}$ і сумарний момент інерції рухомих мас трансмісії та ходової частини трактора і причіпної машини I_0 , приведений до колінчастого вала ДВЗ. Враховуючи значення моменту навантаження $M_{нав}$, в блоці 1 (в ланці 1.3) визначається ефективний обертовий момент M_e і частота обертання колінчастого вала ДВЗ n_d , які передаються до ланки 2.1 – трансмісія блоку 2.

До ланки 2.1 – трансмісія також прикладені сила опору P_{on} , момент опору M_{on} . Сумарна сила тягового опору руху $P_{зак}$ МТА визначається в блоці 3 – сила тяги на гаку трактора і залежить від експлуатаційної ваги $G_{МТА}$ і швидкості v МТА, коефіцієнта опору перекочуванню f , кута підйому α та інших параметрів при русі МТА.

Із врахуванням передаточних чисел коробки передач, головної і кінцевої передач трактора, к.к.д. трансмісії трактора від ланки 1.3 блоку 1 – ДВЗ через ланку 2.1 – трансмісія до ланки 2.2 – ходова частина передається обертовий момент M_k і частота обертання n_k .

Враховуючи ці параметри, а також положення педалі керування зчепленням $\varphi_{зч}$ і номер ввімкненої передачі коробки передач $i_{кп}$ в ланці 2.2 – ходова частина, визначається швидкість руху v та шлях S , пройдений МТА. Окрім цих показників визначаються режимні параметри ДВЗ і експлуатаційні показники МТА на базі трактора тягового зусилля 30 кН.

Основними показниками, що визначають ефективність способу регулювання паливоподачі мобільних енергетичних засобів є показники паливної економічності та продуктивності МТА. Тому доцільно щоб математична модель описувала реальні неусталені процеси роботи двигуна мобільного енергетичного засобу, які мають стохастичний характер. Такі дослідження забезпечать можливість перевірки адекватності математичної моделі з високою точністю. Це дає можливість визначити техніко-економічні показники МТА шляхом теоретичних та експлуатаційних досліджень.

Задача теоретичних досліджень полягає в складанні диференційних і алгебраїчних рівнянь, що відображають механізм перетворення вхідних та вихідних координат по кожному блоці й ланці структурно-функціональної блок-схеми МТА “енергетичний засіб – силові та ходові частини – технологічні операції”.

Вдосконалена математична модель МТА “енергетичний засіб – силові та

ходові частини – технологічна операція” з розробленою ресурсозберігаючою системою регулювання паливоподачі виражена у вигляді систем рівнянь.

Сила тягового опору при виконанні транспортної роботи повноприводним трактором:

$$P_{\text{аае}}^* = \frac{G_T \cos \alpha (L - a + a_{\text{п}}) \pm G_T h_y \sin \alpha \pm G_{\text{п}} \delta_{\text{п}} h_y \pm \left[\frac{I_3 \frac{dv}{dt}}{r_3 (1 - \delta_3)} + \frac{I_{\text{п}} \frac{dv}{dt}}{r_{\text{п}} (1 - \delta_{\text{п}})} \right]}{L - a_3 + a_{\text{п}} \left\{ \frac{1}{\lambda (\varphi_{\text{п}} - f_{\text{п}}) + \varphi_3 - f_3} - \frac{\cos mt \left[\text{tg } \beta (L + l + a_{\text{п}}) + h_{\text{е\delta}} \right]}{L + a_3 + a_{\text{п}}} \right\}}, \quad (1)$$

де G_T – вага трактора; m – період зміни сили тяги на гаку; t – поточний час; $\frac{dv}{dt}$ – прискорення МТА; $\varphi_{\text{п}}, \varphi_3$ – коефіцієнти зчеплення передніх і задніх коліс; $h_{\text{кр}}$ – висота точки причепу; β – кут нахилу лінії тяги до горизонту; l – відстань від осі задніх коліс до точки причепу; h_y – вертикальна координата центра ваги трактора; a – повздовжня координата центра ваги трактора; $a_{\text{п}}, a_3$ – відстані точок прикладення нормальних навантажень на осі передніх і задніх коліс; $\delta_{\text{п}}, \delta_3$ – коефіцієнти буксування передніх і задніх ведучих коліс трактора; L – повздовжня база трактора; r_3 – радіус кочення задніх коліс; $r_{\text{п}}$ – радіус кочення передніх коліс; I_3 – момент інерції задніх коліс; $I_{\text{п}}$ – момент інерції передніх коліс; λ – коефіцієнт розподілу навантаження.

Сила тягового опору ґрунтообробних машин при виконанні основного обробітку ґрунту:

$$P_{\text{аае}}^* = \hat{e}_c \cdot b \cdot h \cdot i \pm G_{\text{пл}} \cdot c' \frac{i}{100}, \quad (2)$$

де κ_c – питомий опір робочого органу ґрунтообробної машини; b – ширина захвату робочого органу машини; h – глибина обробітку ґрунту; n – кількість робочих органів ґрунтообробної машини; $G_{\text{пл}}$ – вага ґрунтообробної машини; c' – поправочний коефіцієнт, який враховує вагу ґрунту на робочих органах ґрунтообробної машини; i – нахил місцевості.

Сила тягового опору ґрунтообробних машин при виконанні поверхневого обробітку ґрунту

$$P_{\text{аае}}^{**} = \sqrt{k^2 \left[\left(\frac{\alpha'}{180} \right) \pi r_K B_K \varepsilon \right]^2 - G_M^2}, \quad (3)$$

де k – робочий питомий опір машини; r_K – радіус робочого органу сільськогосподарської машини; B_K – конструктивна ширина захвату машини; G_M – вага машини; ε – коефіцієнт, що враховує особливості поверхні робочих органів; α' – кут активного контакту поверхні робочого органу з ґрунтом.

Погектарна витрата палива агрегатом:

при виконанні транспортно-польових робіт (транспортуванні та внесенні органічних добрив)

$$q_{\ddot{a}} = \frac{3,7 \cdot 10^{-3}}{B_p} \left(\frac{45 \cdot 10^3 n_{\ddot{a}}^3 \ddot{a}^3 q_{\ddot{a}}}{v_p} + \frac{\theta}{\eta_T} \times \left[G_T \cos \alpha L - a + a_i \pm G_T h_y \sin \alpha \pm G_i \delta_{\alpha} h_y \pm \left[\frac{I_3 \frac{dv}{dt}}{r_3(1-\delta_3)} + \frac{I_i \frac{dv}{dt}}{r_i(1-\delta_i)} \right] \right] \times \frac{1}{L - a_3 + a_i} \left\{ \frac{1}{\lambda(\varphi_i - f_i) + \varphi_3 - f_3} - \frac{\cos mt [tg \beta (L + l + a_i) + h_{e\delta}]}{L + a_3 + a_i} \right\} \right); \quad (4)$$

при виконанні основного обробітку ґрунту

$$q_{\ddot{a}}^* = \frac{3,7 \cdot 10^{-3}}{B_p} \left(\frac{45 \cdot 10^3 n_{\ddot{a}}^3 \ddot{a}^3 q_{\ddot{a}}}{v_p} + \frac{\theta \left(\hat{e}_c \cdot b \cdot h \cdot \ddot{i} \pm G_{iE} \cdot c' \frac{i}{100} \right)}{\eta_T} \right); \quad (5)$$

при виконанні поверхневого обробітку ґрунту

$$q_{\ddot{a}}^{**} = \frac{3,7 \cdot 10^{-3}}{B_p} \left(\frac{45 \cdot 10^3 n_{\ddot{a}}^3 \ddot{a}^3 q_{\ddot{a}}}{v_p} + \frac{\theta \left(\sqrt{k^2 \left[\left(\frac{\alpha'}{180} \right) \pi r_K B_K \varepsilon \right]^2 - G_M^2} \right)}{\eta_T} \right), \quad (6)$$

де i_u – кількість циліндрів двигуна; i_n – передаточне число від колінчастого вала двигуна до кулачкового вала ПНВТ; $q_{\ddot{a}}$ – циклова подача палива; θ – коефіцієнт пропорційності; η_T – к.к.д. трактора; v_p – робоча швидкість агрегату.

Перед початком теоретичного дослідження динамічних процесів МТА, до складу якого входить трактор тягового зусилля 30 кН, перевірено правильність вибору початкових даних. Для цього проведено розрахунок швидкісних характеристик при всережимному і дворезимному регулюванні тракторного дизеля.

При розрахунках швидкісних характеристик ПНВТ визначали підтримуючу силу відцентрового регулятора:

$$P_u = (a_{u1} + a_{u2} \cdot z) n_n^2, \quad (7)$$

де a_{u1} , a_{u2} – постійні коефіцієнти апроксимації; z – осьова координата муфти регулятора; n_n – частота обертання кулачкового вала ПНВТ.

Відновлюючу силу регулятора в загальному вигляді визначали з рівняння:

$$E_j = c_j z_{z\delta j} + z - z_{ночj}, \quad (8)$$

де c_j , $z_{z\delta j}$ – жорсткість та попередня деформація приведених до муфти регулятора пружин; $z_{ночj}$ – початкові координати осьового положення муфти регулятора на горизонтальних ділянках зовнішньої швидкісної характеристики.

З (8) знаходили осьову координату муфти регулятора:

$$z = \frac{P_{\text{ц}} \pm T - c_j z_{\text{зд}j} + z_{\text{поч}j} + c_l z_{\text{зд}l} + z - z_{\text{поч}l}}{c_j + c_l}, \quad (9)$$

де T – сила сухого тертя в регуляторі, яка приведена до його муфти; c_l – жорсткість приведеної до муфти регулятора пускової пружини.

Зв'язок між муфтою регулятора та дозаторами ПНВТ визначали з рівняння:

$$h_n = h_{n.\text{поч}j} - i_m (z - z_{\text{поч}j}), \quad (10)$$

де i_m – передаточне число між муфтою регулятора і дозаторами; $h_{n.\text{поч}j}$ – початкові координати положення дозаторів.

Формування циклової подачі палива за відомими значеннями частоти обертання кулачкового вала n_n і координат h_n дозаторів ПНВТ описуємо рівнянням:

$$q_{\text{ц}} = K_{\text{П}} (a_{n1} + a_{n2} n_n + a_{n3} h_n + a_{n4} n_n^2 + a_{n5} n_n^2 + a_{n6} n_n h_n), \quad (11)$$

де $K_{\text{П}}$ – коефіцієнт подачі паливного насоса; $a_{n1} \dots a_{n6}$ – коефіцієнти апроксимації.

Після визначення циклової подачі палива математична модель “енергетичний засіб – силові та ходові частини – технологічні операції” дозволяє дослідити техніко-економічні показники МТА.

Систему диференційних рівнянь інтегрували за допомогою числового методу Рунге-Кутта-Фельдберга і реалізована на мові програмування *VISUAL FORTRAN 5.0*.

На рис. 2 показано порівняльні дослідження розрахункових перехідних процесів МТА (Т-150К+РЖТ-8) при рушанні та розгоні з переключенням передач від I до IV і до швидкості 25 км/год. Маса вантажу $G_B=9000$ кг, загальна маса МТА $G_{\text{МТА}}=20097$ кг. Розгін МТА виконувався шляхом математичного задавання переміщення важеля управління системою регулювання паливоподачі із початкового положення до заданого.

Розгін МТА починався із усталеного режиму, частота обертання колінчастого вала при цьому становила $n=1500$ хв⁻¹. Тривалість перехідних процесів розгону МТА з місця із переключенням передач становила 21 с, а стабілізація значення частоти обертання колінчастого вала двигуна відбувалась при $n=2000$ хв⁻¹.

За рахунок з'єднання через муфту зчеплення вала двигуна із елементами трансмісії рушання МТА з місця відбувалось через 2 с (рис. 2 г, д).

Після рушання з місця розгін проводився з переключенням передач у висхідному порядку до стабілізації частоти обертання колінчастого вала.

Розрахунки (рис. 2) виконано для двох випадків паливоподачі: при всережимному та дворежимному регулюванні.

Процеси рушання і розгону МТА при всережимному регулюванні показано суцільними лініями.

Переключення передач починається при номінальній частоті обертання $n_0=2100 \text{ хв}^{-1}$. Перед переключенням кожної з передач відбувається виключення зчеплення з одночасною перестановкою важеля управління регулятором в положення мінімального холостого ходу. Після рушання МТА, при включенні наступної передачі, зчеплення трактора Т-150К включається, а важіль управління регулятором переміщується на повний хід з такою ж швидкістю, як при рушанні. При розрахунках приймали однакові інтервали часу, протягом яких відбувається переключення кожної передачі, рівні 0,6 с.

Аналогічно протікають розглянуті процеси при дворежимному регулюванні паливоподачі (штрихові лінії, рис. 2), але відбуваються вони швидше.

На рис. 2, а порівнюється зміна ефективного моменту M_e . При всережимному регулюванні під час рушання з місця ефективний момент двигуна досягає $M_e=622 \text{ Н}\cdot\text{м}$, а при переключенні передач $M_e=560 \text{ Н}\cdot\text{м}$.

При включенні муфти зчеплення частота обертання колінчастого вала (рис. 2, б) знижується до $n=800 \text{ хв}^{-1}$ при всережимному регулюванні та до $n=960 \text{ хв}^{-1}$ при дворежимному. Під час переключення передач амплітуда коливання частоти обертання при всережимному та дворежимному регулюванні становить $1800\dots2100 \text{ хв}^{-1}$ і $1860\dots2000 \text{ хв}^{-1}$ відповідно.

Максимальний показник питомої витрати палива (рис. 2, в) становив $g_e=285,8 \text{ г/кВт}\cdot\text{год}$. Стабілізація його відбулася на значенні $g_e=247,4 \text{ г/кВт}\cdot\text{год}$.

Пройдений МТА шлях (рис. 2, г) за розрахунковий час розгону становив $S=135,2 \text{ м}$, швидкість руху (рис. 2, д) досягла $v=6,86 \text{ м/с}$, а загальна витрата палива при розгоні з переключенням передач трактора (рис. 2, е) $G=229 \text{ г}$.

При дворежимному регулюванні спостерігається зниження ефективного моменту двигуна при рушанні до $M_e=532 \text{ Н}\cdot\text{м}$, а при переключенні передач $M_e=509 \text{ Н}\cdot\text{м}$, питома витрата палива досягає $g_e=267,5 \text{ г/кВт}\cdot\text{год}$ і стабілізується на значенні $g_e=247 \text{ г/кВт}\cdot\text{год}$. Пройдений МТА шлях становив $S=147,2 \text{ м}$, швидкість руху досягла $v=7,29 \text{ м/с}$, а загальна витрата палива $G=207 \text{ г}$.

Але із збільшенням вантажу в причепі економія палива стає меншою, збільшується тривалість розгону, більшим стає шлях, пройдений на ділянці розгону.

Таким чином, одержані результати при рушанні і розгоні МТА з переключенням передач показують, що так само, як при русі його по їздовому циклу, застосування дворежимного регулювання паливоподачі забезпечує зменшення витрати палива до 8,9%. А пройдений шлях та час розгону МТА з місця до усталеного руху на IV передачі при дворежимному регулюванні на 13,3% і 11,4% відповідно зменшується в порівнянні з всережимним регулюванням. При дворежимному регулюванні покращуються динамічні характеристики МТА.

У третьому розділі розроблено програми, методики лабораторних і польових досліджень МТА з дослідною системою регулювання паливоподачі.

Для проведення лабораторних досліджень та регулювання ПНВТ НД22/6Б4 використовували стенд КИ-15711М-01-ГОСНИТИ, який обладнаний відповідними контрольно-вимірювальними приладами (рис. 3). Під час досліджень вимірювали частоту обертання приводного вала та циклову подачу

ПНВТ. Частоту обертання приводного вала паливного насоса вимірювали стендовим тахолічильником КИ-15715. Подачу палива ПНВТ вимірювали об'ємним способом стандартними мірними колбами стенду з ціною поділки 0,2 см³ в інтервалі 0...40 см³ і 1,0 см³ – в інтервалі 10...130 см³.

Визначення швидкісних характеристик ПНВТ проводили згідно ГОСТом 8670-82.

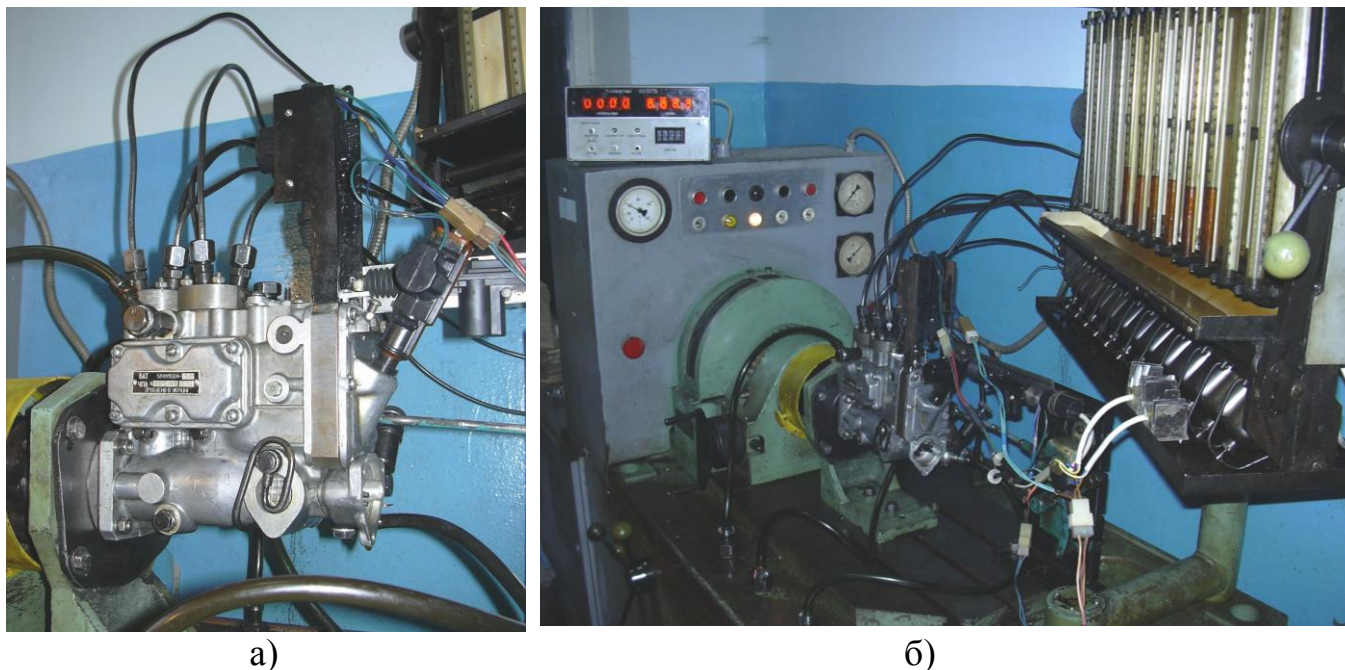


Рис. 3. Визначення швидкісних характеристик ПНВТ з розробленою ресурсозберігаючою системою регулювання паливоподачі: а) – ПНВТ НД 22/6Б4 із розробленою системою регулювання паливоподачі; б) – стенд для дослідження дизельної паливної апаратури КИ-15711М-01-ГОСНИТИ

Полеві дослідження проводили на тракторі Т-150К кафедри “Енергетичні засоби та сільськогосподарське обладнання” Полтавської державної аграрної академії (рис. 4), який був обладнаний необхідними датчиками і реєструючою апаратурою.

Реєструючу апаратуру розміщували в кабіні трактора. Це дозволяло контролювати параметри, які вимірювали.

Під час проведення дослідів вимірювали: витрату палива; тяговий опір сільськогосподарської машини; ширину захвату агрегату; глибину обробітку ґрунту; частоту обертання дизеля; частоту обертання ведучого та веденого коліс трактора; шлях, пройдений агрегатом; тривалість дослідів.

Витрату палива визначали об'ємним імпульсним двопоршневим витратоміром палива ДРТ-ЛСХИ, датчик якого під'єднували в розрив паливної магістралі між виходом підкачуючої помпи та фільтром тонкої очистки палива.

Кількість ходів поршнів реєстрували лічильником електроімпульсів СБ-1М/100 і паралельно USB-осцилографом у вигляді електронної копії JPEG-рисунок.

Тягове зусилля визначали за допомогою кільцевої тягової динамометричної ланки з тензорезисторами для безпідсилювального тензометрування.

Частоту обертання колінчастого вала двигуна вимірювали за допомогою індуктивного датчика, встановленого на маховику, і реєстрували USB-осцилографом.



а)

б)

Рис. 4. Польові дослідження трактора Т-150К з дослідною ресурсозберігаючою системою регулювання паливоподачі: а) – з комбінованим агрегатом КА-4,2; б) – з розкидачем рідких органічних добрив РЖТ-8

Частоту обертання ведучого та веденого коліс визначали за допомогою індуктивних датчиків ПЗ010-ВРКГ/П5689, розміщених на ступицях коліс та металевих пластин, встановлених на дисках коліс. Реєстрація електричних імпульсів відбувалася за допомогою електромагнітних лічильників імпульсів СБ-1М/100 та паралельно – USB-осцилографом.

Шлях, пройдений МТА за час дослідження, визначали за допомогою веденого колеса трактора. Паралельно із визначенням частоти обертання колеса датчиком ПЗ010-ВРКГ/П5689 визначали пройдений шлях агрегату кількістю електричних імпульсів, підрахованих електромагнітним лічильником імпульсів СБ-1М/100.

Час вимірювали секундоміром з ціною поділки секундної шкали 0,1 с.

Реєстрація основних параметрів МТА здійснювалась USB-осцилографом: відмітка часу, частота обертання дизеля, частоти обертання ведучого та веденого коліс, витрата палива та сила тягового опору агрегату.

Атмосферні умови: вологість повітря, атмосферний тиск і температура навколишнього середовища вимірювали баротермогігрометром БМ-2 № 32748 з межами вимірювання: атмосферний тиск – 0,92...0,106 МПа, відносна вологість – 30...100%, температура – 0...40 °С.

Продуктивність МТА, енергетичні затрати та витрата палива при виконанні польових сільськогосподарських робіт визначали методом контрольних змін.

Вплив системи регулювання паливоподачі при всережимному і дворежимному регулюванні на техніко-економічні показники МТА визначали при виконанні трактором Т-150К транспортних робіт та при основному і поверхневому обробці ґрунту. Важіль керування паливоподачею переміщався на повну $\gamma=1,0$ і неповну $\gamma=0,50...0,90$ подачу палива.

Обробку результатів експериментальних досліджень виконували за відомими методиками із застосуванням ПЕОМ.

У четвертому розділі наведені результати експериментальних досліджень та розрахунки техніко-економічних показників з визначенням економічного ефекту від покращення паливної економічності МТА та збільшення його продуктивності на транспортних роботах.

Паливні характеристики МТА у складі трактора Т-150К із розкидачем рідких добрив РЖТ-8 отримані при всережимному і дворежимному регулюванні паливоподачі показані на рис. 5 і 6.

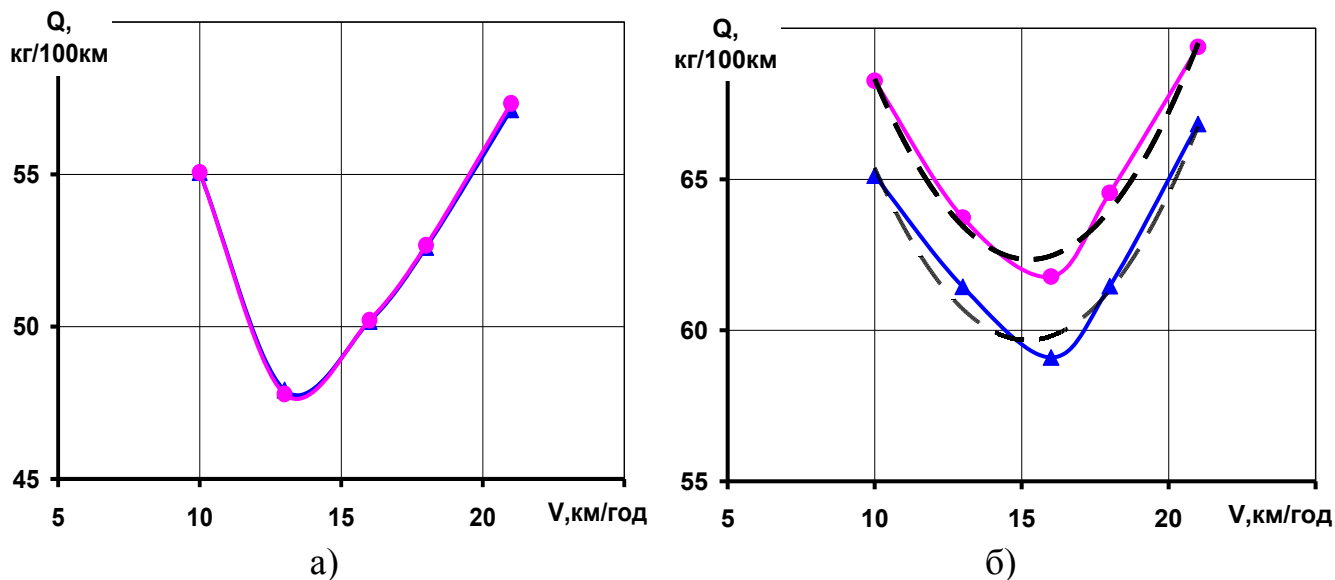


Рис.5. Залежності витрати палива МТА (Т-150К+РЖТ-8) з розробленою системою регулювання паливоподачі від швидкості руху: а) при усталеному русі по рівній асфальтованій дорозі; б) при неусталеному русі по ґрунтовій дорозі із змінним профілем: —●— — всережимне регулювання, —▲— — дворежимне, - - - - розрахункові криві

При русі на ґрунтовій дорозі із змінним профілем, в порівнянні із рівною, паливна характеристика зміщується вгору (рис. 5, б). Величина зміщення залежить від виду регулювання паливоподачі, нерівності рельєфу, інтенсивності дії тракториста на органи керування паливним насосом. При дослідженні усереднені показники витрати палива при всережимному і дворежимному регулюваннях склали $Q=64,7\dots65,2$ л/100 км та $Q=62,0\dots62,4$ л/100 км відповідно. Це у відсотковому співвідношенні становить 5,5% економії палива при дворежимному регулюванні відносно всережимного.

Продуктивність та витрату палива МТА визначали при виконанні обробітку ґрунту комбінованим агрегатом КА-4,2, важкою дисковою бороною БДТ-3 та кільчасто-шпоровим котком ЗКШ-6.

Експериментальним шляхом встановлено (рис. 6, б), що дворежимне регулювання частоти обертання колінчастого вала двигуна МТА при виконанні поверхневого обробітку ґрунту раціонально використовувати при силі тяги на гаку трактора $P_{зак} < 19,5\dots20,0$ кН. При перевищенні даного значення зменшується продуктивність МТА із $W=4$ га/год. при всережимному регулюванні до $W=3,8$ га/год. при дворежимному, а також підвищується витрата палива.

На інших польових роботах, пов'язаних із поверхневим обробітком ґрунту, дворежимне регулювання паливоподачі дозволяє зменшити витрату палива в порівнянні із всережимним регулюванням на 0,2...0,4 кг/га. Це на 3,7...8,9% менше в порівнянні з всережимним регулюванням. При цьому дещо зростає продуктивність МТА.

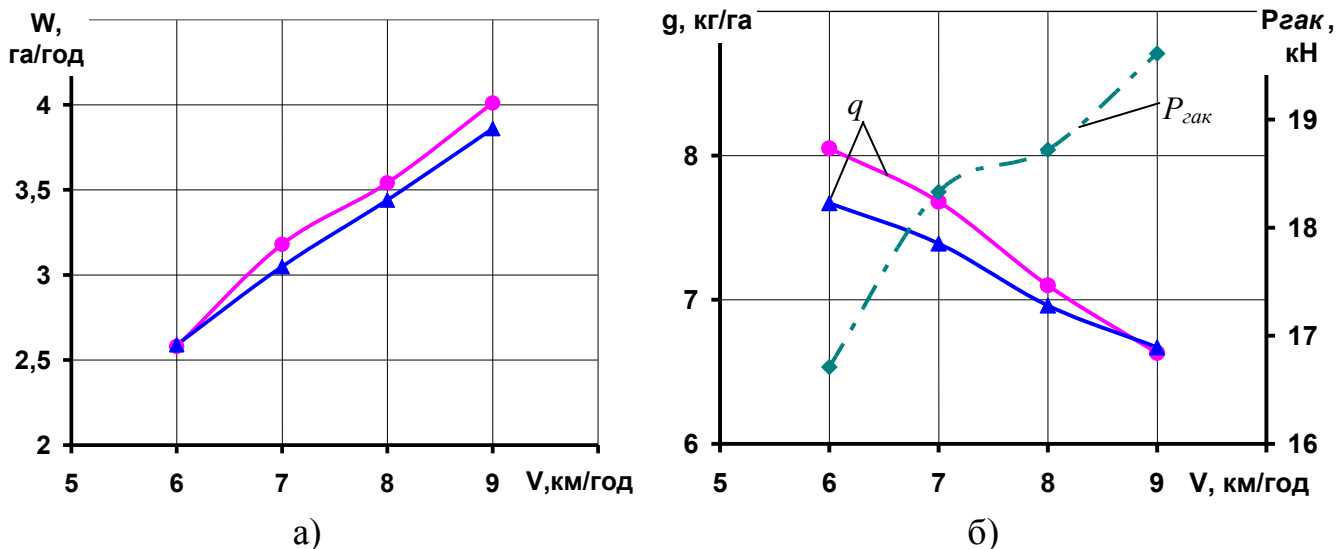


Рис.6. Залежності продуктивності (а) та витрати палива (б) МТА (Т-150К+КА-4,2) з розробленою системою регулювання паливоподачі від швидкості руху: ● – всережимне регулювання, ▲ – дворежимне

Адекватність математичних моделей, призначених для розрахунку техніко-економічних показників МТА з експериментальною системою регулювання паливоподачі дизеля, перевіряли шляхом співставлення розрахункових характеристик з дослідними (рис. 5).

При перевірці адекватності використовували табличні дані для критерію Фішера для 5% рівня значущості. Надійна ймовірність складає 95%. Це свідчить про адекватність математичної моделі динамічної системи МТА “енергетичний засіб – силові та ходові частини – технологічні операції”.

Економічний ефект від використання розробленої ресурсозберігаючої системи регулювання паливоподачі МТА в складі колісного трактора Т-150К та розкидача рідких добрив РЖТ-8 у ВАТ “Кошманівське ремонтне підприємство” Полтавської області при виконанні транспортних перевезень складає 7820 грн. у рік на один трактор.

ВИСНОВКИ

У дисертації наведено теоретичне узагальнення і нове вирішення наукового завдання, що виявляється в математичному моделюванні ресурсозберігаючих режимів МТА. Це дозволило підвищити ефективність експлуатації МТА.

Головними підсумками виконаної роботи є наступні результати:

1. Проведеним аналізом літературних джерел встановлено, що сільськогосподарські трактори 55...85% часу використовуються на транспортних

роботах і виконанні поверхневого обробітку ґрунту з навантаженням двигуна до 60% в широкому діапазоні швидкісних режимів. При цьому двигуни, переважно, працюють на часткових режимах, решту часу – на польових роботах, де необхідно точно підтримувати агротехнічну швидкість МТА. На колісних сільськогосподарських тракторах, які більше 40% часу працюють на транспортних роботах, доцільним є застосування дворежимного регулювання паливоподачі, а на польових роботах – всережимного. У зв'язку з цим необхідно виконати теоретичні та експериментальні дослідження розробленої системи паливоподачі МТА при виконанні польових та транспортних робіт.

2. Удосконалено математичну модель динамічної системи МТА “енергетичний засіб – силові та ходові частини – технологічні операції”, яка відрізняється від відомих тим, що враховує режими роботи та зміну навантаження МТА при виконанні технологічних процесів. Обґрунтовано ресурсозберігаючий спосіб регулювання паливоподачі, який враховує навантаження МТА і дозволяє підвищити ефективність енергетичного засобу при виконанні транспортних робіт та поверхневому обробітку ґрунту.

3. Теоретичним розрахунком динамічних процесів розгону МТА з розробленою системою регулювання паливоподачі під навантаженням встановлено зниження середньої питомої ефективної витрати палива з $g_e=285,8$ г/(кВт·год) до $g_e=267,5$ г/(кВт·год), що складає 6,4%; загальної витрати палива – із $G=229$ г до $G=207$ г, що складає 9,6% при дворежимному регулюванні відносно всережимного.

4. На основі математичного моделювання розроблена система регулювання паливоподачі з механізмом переключення режимів, яка забезпечує швидкісні характеристики при всережимному і дворежимному регулюванні. При всережимному регулюванні забезпечується вихід часткових регуляторних віток на зовнішню швидкісну характеристику, а при дворежимному – зростання циклової подачі палива при зниженні частоти обертання на часткових режимах, що виключає спеціальне регулювання мінімальної частоти обертання.

5. Експериментальними дослідженнями встановлено, що при дворежимному регулюванні пройдений шлях та час розгону МТА з місця до усталеного руху на IV передачі складає відповідно 132,4 м і 18,8 с, що на 13,3% і 11,4% є меншим у порівнянні зі всережимним регулюванням. При дворежимному регулюванні динамічні характеристики МТА покращуються.

6. Експериментально визначено, що дворежимне регулювання паливоподачі при виконанні поверхневого обробітку ґрунту агрегатом, до складу якого входить трактор тягового зусилля 30 кН, раціонально виконувати при силі тяги на гаку трактора $P_{зак}<19,5\dots20,0$ кН.

7. Польовими дослідженнями підтверджено адекватність математичної моделі динамічної системи МТА “енергетичний засіб – силові та ходові частини – технологічні операції” порівнянням теоретичних та експлуатаційних залежностей витрати палива. При перевірці адекватності за критерієм Фішера для 5% рівня значущості ймовірність досліджень складає 95,6 %.

8. Економічний ефект від використання дослідної системи регулювання паливоподачі енергетичного засобу МТА (Т-150К+РЖТ-8) у ВАТ “Кошманівське

ремонтне підприємство” Полтавської області при виконанні транспортних перевезень складає 7820 грн. у рік на один трактор.

СПИСОК ОСНОВНИХ ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Головчук А.Ф. Безмоторні дослідження універсального регулятора для розподільчих насосів типу НД. / А.Ф. Головчук, В.М. Арндаренко, Р.М. Харак, О.О. Назаренко // Агромех-2004: Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. – Львів: Львівський державний аграрний університет, 2004. – С. 155-162.

2. Головчук А.Ф. Розробка та дослідження системи переключення режимності роботи двигуна колісних тракторів. / А.Ф. Головчук, Р.М. Харак, О.О. Назаренко // Праці Таврійської державної агротехнічної академії. – Мелітополь: ТДАТА, 2006. – Вип. 40. – С. 11-16.

3. Назаренко О.О. Математичне моделювання динамічних та економічних показників машинно-тракторних агрегатів. / О.О. Назаренко // Праці Таврійського державного агротехнічного університету. Том 1. – Мелітополь: ТДАТУ, 2011. – Вип. 11. – С. 276-281.

4. Назаренко О.О. Математичне моделювання режимів роботи машинно-тракторних агрегатів на базі колісного трактора тягового класу 30 кН. / О.О. Назаренко // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. “Проблеми технічної експлуатації машин” – Харків, 2011. – Вип. 109. – С. 211-216.

5. Назаренко О.О. Результати досліджень експлуатаційних показників машинно-тракторних агрегатів. / О.О. Назаренко // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. “Проблеми технічної експлуатації машин” “Системотехніка і технології лісового комплексу” – Харків, 2010. – Вип. 94. – С. 137-141.

6. Назаренко О.О. Теоретичне дослідження системи переключення режимності роботи двигуна колісних тракторів. / О.О. Назаренко // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Том 2. “Механізація сільськогосподарського виробництва” – Харків, 2007. – Вип. 59. – С. 356-362.

Додаткові публікації

1. Арндаренко В.М. Дослідження кінематики універсального регулятора швидкості колісного трактора. / В.М. Арндаренко, Г.О. Лапенко, Р.М. Харак, О.О. Назаренко // Шостий міжнародний симпозіум українських інженерів - механіків у Львові: Тези доповідей. – Львів: КІНПАТРИ ЛТД.– 2003.– С. 174.

2. Головчук А.Ф. Покращення техніко-економічних показників МТА з універсальним регулятором. / А.Ф. Головчук., В.Е. Приходько, О.О. Назаренко // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. – Дніпропетровськ, 2004. – С. 212.

3. Патент № 69757А України, МКИ F02D1/04. Регулятор частоти обертання двигуна внутрішнього згоряння / А.Ф. Головчук, В.М. Арендаренко, Р.М. Харак, О.О. Назаренко, В.Д. Орехівський (Україна). – № 2003119884; Заявл. 04.11.03; Опубл. 15.09.04. – Бюл. № 9. – 4 с.

4. Патент № 10814 України, МКИ F02D1/04. Регулятор частоти обертання двигуна внутрішнього згоряння / А.Ф. Головчук, О.О. Назаренко, В.М. Арендаренко, Р.М. Харак, (Україна). – № u200506441; Заявл. 30.06.05; Опубл. 15.11.05. – Бюл. № 11.

5. Патент на винахід № 80173 України, МПК F02D1/04. Регулятор частоти обертання двигуна внутрішнього згоряння / А.Ф. Головчук, О.О. Назаренко, В.М. Арендаренко, Р.М. Харак, (Україна). – № a200506268; Заявл. 24.06.05; Опубл. 27.08.07. – Бюл. № 13.

АНОТАЦІЇ

Назаренко О.О. Підвищення ефективності експлуатації машинно-тракторних агрегатів обґрунтуванням ресурсозберігаючих режимів. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.05.11 – машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва. – Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка. Харків, 2013.

У дисертації вирішене наукове завдання, яке направлене на підвищення ефективності машинно-тракторних агрегатів (МТА) на базі колісних тракторів тягового зусилля 30 кН, обґрунтуванням ресурсозберігаючих режимів паливоподачі і розробки системи регулювання паливоподачі енергетичного засобу. Вдосконалено математичну модель розрахунку роботи МТА при виконанні технологічних процесів. Обґрунтовані режими регулювання паливоподачі при виконанні транспортних робіт та основного і поверхневого обробітку ґрунту. За результатами експлуатаційних випробувань системи регулювання паливоподачі встановлено, що запропонована система забезпечує зменшення експлуатаційної витрати палива на 4,6...6,1% на транспортних роботах та 3,7...8,9% при поверхневому обробітку ґрунту при дворегимному регулюванні, порівняно із всережимним. Результати досліджень систем регулювання паливоподачі прийняті до впровадження при конструктивних розробках, проектуванні та удосконаленні нових регуляторів паливних насосів високого тиску в ВАТ “Чугуївський завод паливної апаратури” та в ВАТ “Кошманівське ремонтне підприємство”.

Ключові слова: машинно-тракторний агрегат, ресурсозберігаючі режими, ефективність експлуатації.

Назаренко А.А. Повышение эффективности эксплуатации машинно-тракторных агрегатов обоснованием ресурсосохраняющих режимов. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.05.11 – машины и средства механизации сельскохозяйственного производства. – Харьковский национальный технический университет сельского

хозяйства имени Петра Василенко. Харьков, 2013.

В диссертации решено научное задание, направленное на повышение эффективности эксплуатации машинно-тракторных агрегатов (МТА) на базе колесных тракторов тягового усилия 30 кН, обоснованием ресурсосохраняющих режимов подачи топлива и разработки системы регулирования подачи топлива энергетического средства. В основу решения задачи заложены современные методы математического моделирования и экспериментальные исследования.

Теоретическим расчетом и анализом переходных процессов разгона МТА с разработанной системой регулирования подачи топлива под нагрузкой установлено снижение среднего удельного эффективного расхода топлива с $g_e=285,8$ г/(кВт·ч) до $g_e=267,5$ г/(кВт·ч), что составляет 6,4%; общего расхода топлива с $G=229$ г до $G=207$ г, что составляет 9,6% при двухрежимном регулировании относительно всережимного. При двухрежимном регулировании пройденный путь и время разгона с места к установившемуся движению на IV передаче составил, соответственно, 132,4 м и 18,8 с, что на 13,3% и 11,4% меньше относительно всережимного регулирования; улучшились динамические характеристики МТА.

Разработанная система регулирования подачи топлива с двухрежимно-всережимным регулированием и механизмом переключения режимов обеспечивает скоростные характеристики при всережимном и двухрежимном регулировании, которые соответствуют расчетным характеристикам. При всережимном регулировании обеспечивается выход частичных регуляторных характеристик на внешнюю скоростную характеристику, а при двухрежимном – рост цикловой подачи топлива при снижении частоты вращения на частичных режимах.

Разработано программу и методику проведения экспериментов, которые включают комплекс лабораторных и полевых исследований влияния предложенной системы регулирования топливоподачи на технико-экономические показатели работы МТА.

Эксплуатационными испытаниями разработанной системы регулирования подачи топлива с двухрежимно-всережимным регулированием ТНВД НД 22/6Б4 подтверждено, что предложенная система обеспечивает повышение производительности МТА на 10...12% и снижение погектарного расхода топлива на 3,7...8,9%, а эксплуатационного расхода топлива на 4,6...6,1% на транспортных работах.

На основании результатов проведенных испытаний, разработанные системы регулирования подачи топлива приняты к внедрению при конструктивных разработках, проектировании и усовершенствовании новых регуляторов топливных насосов высокого давления в ОАО “Чугуевский завод топливной аппаратуры” и в ОАО “Кошмановское ремонтное предприятие”.

Экономический эффект от использования опытной ресурсосохраняющей системы регулирования подачи топлива МТА в составе колесного трактора Т-150К и разбрасывателя жидких удобрений РЖТ-8 при выполнении транспортных перевозок составляет 7820 грн. в год на один трактор.

Ключевые слова: машинно-тракторный агрегат, ресурсосохраняющие режимы, эффективность эксплуатации.

O. Nazarenko. Increasing efficiency of exploitation machine-tractor aggregates by grounding reserve preservation modes. – Manuscript.

Thesis for a candidate degree in engineering sciences, speciality 05.05.11 – machinery and means of agricultural production mechanization. – Kharkiv national technical university of agriculture named after Petro Vasilenko. – Kharkiv, 2013.

A scientific task that is sent to increasing efficiency of machine-tractor aggregates (MTA) on the base of the wheeled tractors of hauling effort of 30 kN by grounding reserve preservation modes of fuel delivery and development of the system for adjusting fuel delivery of power means is decided in dissertation.

The mathematical calculation model of MTA work at implementation of technological processes is improved. The modes of fuel delivery adjusting at implementation of transport works and basic and superficial cultivation of soil are substantiated. By results of operating tests of fuel delivery adjusting system is determined that the offered system provides reduction of operating cost of fuel on 4,6...6,1% on transport works and 3,7...8,9% at superficial cultivation of soil at the dual-mode adjusting, by comparison to fully-variable. The research results of the system of fuel delivery adjusting are accepted to introduction at structural developments, planning and improvement of new regulators of high-pressure fuel pumps at VAT “Chuguivsky fuel apparatus plant” and at VAT “Koshmanivske repair enterprise”.

Keywords: machine-tractor aggregate, reserve preservation modes, efficiency of exploitation.

Підписано до друку 21.05.2013 р. Зам № 1005 Папір офсетний.
Друк – різнографія. Формат 60×90/16. Ум. друк. арк. 0,9.
Гарнітура Times New Roman Cyr. Тираж 100 прим.

Видавництво ОП “ШвидкоДрук”
36003, м. Полтава, вул. Чорновола 2^б
Свідоцтво В02 №414529 від 27.11.2007 р.

