

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА ІМЕНІ ПЕТРА ВАСИЛЕНКА

Шуляк Михайло Леонідович

УДК 629.114.2.01

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ  
МАШИННО-ТРАКТОРНИХ АГРЕГАТІВ  
З ВИКОРИСТАННЯМ БІОДИЗЕЛЬНИХ ПАЛИВ**

Спеціальність 05.05.11. – машини і засоби механізації сільськогосподарського  
виробництва

Автореферат  
дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук

Харків – 2012

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Харківському національному технічному університеті сільського господарства імені Петра Василенка Міністерства аграрної політики та продовольства України.

**Науковий керівник:**

доктор технічних наук, професор **Лебедєв Анатолій Тихонович**, Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка, завідувач кафедри тракторів і автомобілів.

**Офіційні опоненти:**

доктор технічних наук, професор **Дідур Володимир Аксентійович**, Таврійський державний агротехнологічний університет, завідувач кафедри гідравліки і теплотехніки;

кандидат технічних наук, доцент **Третяк Віктор Михайлович**, Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства», завідувач відділом мобільної енергетики та нетрадиційних видів палива.

Захист відбудеться «17» травня 2012 р. о 10.00 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 64.832.01 у Харківському національному технічному університеті сільського господарства імені Петра Василенка за адресою: 61002, м. Харків, вул. Артема, 44.

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

Автореферат розісланий «07» квітня 2012 р.

Вчений секретар  
спеціалізованої вченої ради



О.Д. Черенков

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Освоєння енергозберігаючих технологій виробництва продукції рослинництва є одним з пріоритетних напрямків розвитку машинно-технологічної сфери АПК. Першочерговим завданням є зниження енерговитрат машинно-тракторних агрегатів, що визначаються в основному вартістю моторних палив. Інтенсивне зростання ціни на дизельне паливо за останні роки (в 3-4 рази) і пов'язане з цим збільшення собівартості сільськогосподарської продукції зумовили актуальність розробок з використання біодизельного палива (БП), що представляє собою змішані в певній пропорції ефіри жирних кислот з мінеральним дизельним паливом (ДП). БП отримують з поновлюваних ресурсів, його хімічні властивості близькі до нафтового. Паливо володіє змащувальними властивостями, знижує негативне екологічне навантаження від токсичних викидів з відпрацьованими газами двигунів мобільної сільськогосподарської техніки, а його застосування направлено на виконання норм Правил ЄЕК ООН № 96, європейського стандарту EN 14214: 2003 та відповідного ДСТУ 6081: 2009.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Робота виконана у відповідності: з Державною цільовою програмою розвитку українського села на період до 2015 року (Постанова Кабінету Міністрів України від 19 вересня 2007 року № 1158); з Постановою Президії Національної академії наук України від 25.02.2009 р. № 55 «Основні наукові напрями та найважливіші проблеми фундаментальних досліджень у галузі природничих, технічних і гуманітарних наук на 2009 - 2013 роки» ч. 1, п. 1.7.5.3 «Енергетична ефективність та енергозбереження»; з комплексною програмою наукових досліджень у співдружності з ВАТ «ХТЗ» «Розробка заходів, спрямованих на модернізацію та обґрунтування раціональних конструктивних параметрів сільськогосподарських тракторів» (договори № 70/219, № 70/276, №70/27-23).

Робота спрямована на реалізацію постанови Кабінету Міністрів № 1774 від 22.12.2006 р. «Програма розвитку виробництва біопалива» і є частиною науково-дослідних держбюджетних тем: «Створення гнучких технологічних процесів механізованих робіт виробництва продукції рослинництва» ДР № 0104U004492, «Розробка ресурсозберігаючих технологій для міжрядної обробки просапних культур» ДР № U 015 00493741, які виконані згідно договорів № 6/04.24 від 20.02.2004 р. і № 40/8 від 04.12.2007 р. з Міністерством аграрної політики України.

**Мета та завдання дослідження.** Метою роботи є підвищення ефективності машинно-тракторних агрегатів (МТА) з використанням біодизельного палива в технологічних процесах виробництва продукції рослинництва шляхом обґрунтування раціонального співвідношення складових компонентів біодизельного палива та періодичності технічного обслуговування (ТО) в експлуатації елементів паливної системи.

Для досягнення поставленої мети визначені наступні завдання:

- виконати аналіз і визначити оціночні показники підвищення

ефективності МТА з використанням біодизельного палива;

- обґрунтувати залежності тягово-енергетичних параметрів МТА з використанням біодизельних палив для різних технологічних процесів рослинництва;

- розробити методики та пристрій для моделювання коксування соплових отворів розпилювачів форсунок при роботі на БП, обґрунтувати періодичність їх технічного обслуговування при експлуатації МТА;

- розробити рекомендації з підвищення ефективності роботи МТА з використанням БП.

**Об'єкт дослідження** – процес функціонування МТА в рослинництві з використанням БП.

**Предмет дослідження** – підвищення ефективності МТА з використанням БП.

**Методи дослідження** – використані аналітичні, числові та експериментальні методи досліджень, які базуються на основних положеннях теорії використання сільськогосподарських агрегатів, теоретичної механіки, математичного моделювання та використання сучасних вимірювальних засобів контрольованих параметрів. Експериментальні випробування проведені на стендах та сільськогосподарських агрегатах при виконанні характерних технологічних процесів.

**Наукова новизна одержаних результатів.**

*Вперше:*

- встановлені залежності зміни ефективності машинно-тракторного агрегату з використанням біодизельного палива, які дозволили обґрунтувати енергозберігаючі умови експлуатації [3,5,8];

- визначені залежності зміни тягово-енергетичних параметрів машинно-тракторного агрегату від зміни ефективного прохідного перерізу сопел розпилювачів дизеля внаслідок коксування, на основі яких обґрунтована раціональна періодичність технічного обслуговування в експлуатації основних елементів паливної системи двигуна [6,7,8].

*Удосконалено:*

- функціональну модель МТА, яка відрізняється від відомих тим, що дозволяє враховувати зміни параметру стану [8,9].

**Практичне значення одержаних результатів:**

- розроблена методика обґрунтування раціональної періодичності технічного обслуговування основних елементів паливної системи двигунів МТА з використанням БП;

- розроблена методика прискороного визначення схильності біодизельного палива до коксування розпилювачів дизельних форсунок передана в Інститут проблем машинобудування ім. А. М. Підгорного НАН України та ПАТ «Харківський тракторний завод», де отримала позитивну оцінку і прийнята для практичного використання.

**Особистий внесок здобувача.** В наукових працях, написаних у співавторстві, особистий внесок здобувача такий:

- проведені теоретична оцінка стійкості руху МТА на міжрядній обробці, польові дослідження [1,4];
- удосконалена методика підведення теплоти до розпилювача форсунки дизеля та подачі повітря в паливну суміш [2];
- проведене теоретичне та експериментальне дослідження впливу зміни ефективного сумарного прохідного перерізу соплових отворів розпилювачів форсунок на потужнісні показники МТА [7,8];
- проведена оцінка нестабільності динамічних показників МТА [9].

**Апробація результатів дисертації.** Основні положення та результати дисертаційної роботи доповідались та обговорювались на міжнародних науково-практичних конференціях (МНПК): «Технічний сервіс АПК, техніка та технології у сільськогосподарському машинобудуванні», ХНТУСГ, Харків, 2008; «Технічний прогрес у сільськогосподарському виробництві», ННЦ «ІМЕСГ», смт. Глеваха, 2010; «Технічний сервіс АПК», ХНТУСГ, Харків, 2010, 2011, 2012; «Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України», УкрНДШВТ ім. Погорілого смт. Дослідницьке, 2011; VII МНПК Vědecký rokrok na přelomu tisíciletí, 2011, Прага.

В повному обсязі дисертаційна робота обговорювалась та схвалена на розширених засіданнях кафедри тракторів і автомобілів Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка та кафедри технічної експлуатації та сервісу автомобілів Харківського національного автомобільно-дорожнього університету (ХАДІ).

**Публікації.** Основний зміст і результати дисертаційної роботи опубліковані в 7 наукових статтях спеціалізованих фахових видань, з них 2 без співавторів та 2 тезах доповідей. Одержано патент України.

**Структура й обсяг дисертації.** Дисертація складається зі вступу, 4 розділів, загальних висновків, списку використаних джерел з 140 найменувань і 9 додатків, дисертація викладена на 165 сторінках комп'ютерного тексту, з них основного тексту 137 сторінок, містить 52 рисунки, 14 таблиць і додатків на 14 сторінках.

У **вступі** обґрунтована актуальність теми дисертації, наведений зв'язок роботи із програмами, планами і темами НДР, сформульовані мета та завдання дослідження, відображена наукова новизна, практичне значення одержаних результатів і особистий внесок здобувача.

У **першому розділі «Огляд літератури за темою дисертації та вибір напрямів дослідження»** виконаний аналіз науково-технічної літератури за темою дисертації. Доведено, що одним із шляхів підвищення експлуатації МТА є розробки методів енергетичної оцінки технологій і зниження енерговитрат. За ГОСТ 4.40-84

Вагомий внесок у розвиток теорії та практики підвищення ефективності мобільних сільськогосподарських агрегатів здійснили Агеєв Л.Е., Головчук А.Ф., Гольверк А.А., Калачин С.В., Козаченко О.В., Лебедев А.Т., Надикто В.Т., Пастухов В.І., Погорілий Л.В., Трепененков І.І., Третьак В.М. та ін. У роботах

Аллілуєва В.А., Бельських В.І., Жданівського Н.С., Михлина В.М., Савельєва Д.П. та ін. зазначено, що одним із шляхів підвищення ефективності тягово-транспортних машин є їх своєчасне технічне обслуговування. В останні роки тенденція використання в дизелях альтернативного не нафтового палива пов'язана з вирішенням проблем адаптації двигунів до даного палива. В даному напрямку відомі роботи Абрамчука В.А., Войтова В.А., Дідура В.А., Звонова В.А., Марченко Д.П., Парсаданова І.В., Савельєва Г. С., Сандомирського М.Г., Семенова В.Г., Строкова А.П., Фокіна Р.В. та ін. У цих роботах відзначено, що палива, отримані з рослинної сировини БП і змішані в певній пропорції з ДП є найбільш перспективними в використанні для тягово-транспортних машин. У більшості розвинених країнах діють Державні програми з впровадження БП. В Європі в 2011 р. замінено 5,75% нафтових палив на БП (споживання  $\approx 15$  млн. т.).

Відомі дослідження з підвищення ефективності функціонування тягово-транспортних машин з використанням БП базується в основному на адаптації двигунів до даного палива без взаємозв'язку, наприклад МТА, з виконуваним технологічним процесом. Недостатньо досліджена нестабільність функціонування елементів паливної системи двигунів з використанням БП, періодичності їх технічного обслуговування в експлуатації, хоча в роботах Войтова В.А., Дідура В.А. та Звонова В.А. звернуто увагу на перспективність таких досліджень.

Таким чином, проведеним аналізом відомих досліджень в напрямку використання БП на тягово-транспортних машинах встановлено, що вирішення проблеми підвищення ефективності МТА актуально для механізації сільськогосподарського виробництва.

**У другому розділі «Теоретичне обґрунтування підвищення ефективності машинно-тракторного агрегату при використанні біодизельного палива» комплексним аналізом проблеми підвищення ефективності МТА обґрунтована система його адаптації до використання БП, що включає обґрунтування режимів роботи агрегату при виконанні різних технологічних процесів і обґрунтування періодичності технічного обслуговування елементів паливної системи двигунів.**

Теоретичне дослідження тягово-енергетичних параметрів МТА виконано при роботі двигуна трактора на дизельному паливі та суміші його з етиловими (ЕЕРО) та метиловими (МЕРО) ефірами ріпакової олії.

При цьому МТА розглянутий, як багатовимірна система зі змінними параметрами стану, зумовленими нестабільними як керованими (передавальне число трансмісії і рульового управління трактора, подача палива в двигун і т.д.), так і некерованими (тяговий опір сільгоспмашин, агрофон поля і т. д.) вхідними змінними.

Застосовуючи форму запису змінного стану, розглянуто рух МТА як автономної динамічної системи при зміні сил опору і кількості енергії, що використовується для руху. Цей вплив, як правило, викликає зміну швидкості  $v(t)$  поступального руху тракторного агрегату, що характеризується рівнянням:

$$\frac{dv(t)}{dt} = \frac{P_k - \sum R_c}{m_{az}}, \quad (1)$$

де  $P_k$  – рушійна сила (дотична сила тяги трактора);  $\sum R_c$  – сума сил опору руху агрегату;  $m_{az}$  – його приведена маса.

У (1) з достатнім наближенням можна прийняти постійною приведену масу ( $m_{az} = const$ ). Сили опору руху МТА в процесі роботи залежать від факторів, багато з яких є змінними, наприклад, стан ґрунту й рельєф поля, фізико-механічні властивості оброблюваного ґрунту, глибина обробки, швидкісний режим і т.д. Відповідно до зміни сил опору змінюється й рушійна сила агрегату. Тобто  $dv/dt$  при виконанні тракторним агрегатом певного технологічного процесу безперервно змінюється як по величині, так і за знаком.

Найбільший вплив на опір руху агрегату надає його швидкість. Внаслідок цього дана залежність може бути лінеаризована як монотонна безперервна функція. Після розкладання в ряд Фур'є опір руху агрегату може бути представлений рівністю:

$$\sum R_c = \sum R_{cy} + \frac{\partial \sum R_c}{\partial v} \Delta v + \Delta \sum R_{ci}, \quad (2)$$

де  $\sum R_{cy}$  – сталі значення опору;  $\frac{\partial \sum R_c}{\partial v}$  – значення похідної в сталому режимі руху;  $\Delta v$  – абсолютне відхилення швидкості агрегату;  $\Delta \sum R_{ci}$  – відхилення сил опору, що залежить від агрофону поля.

Рушійну силу агрегату також з достатнім наближенням можна вважати безперервною і монотонною функцією швидкості, яка може бути розкладена в рівняння вигляду:

$$P_k = P_{ky} + \frac{\partial P_k}{\partial v} \Delta v + \Delta P_{ki}, \quad (3)$$

де  $P_{ky}$  – сталі значення рушійної сили агрегату;  $\frac{\partial P_k}{\partial v}$  – значення похідної в сталому режимі;  $\Delta P_{ki}$  – зміна рушійної сили внаслідок впливу на неї факторів, наприклад теплотворної здатності палива, крім швидкості.

Підставляючи значення  $\sum R_c$  та  $P_k$  в (1) і маючи на увазі, що  $\sum R_{cy} = P_{ky}$ , отримаємо:

$$\frac{\partial v(t)}{\partial t} = \frac{1}{m_{az}} \left( \frac{\partial P_k}{\partial v} - \frac{\partial \sum R_c}{\partial v} \right) \Delta v + \frac{1}{m_{az}} (\Delta P_{ki} - \Delta \sum R_{ci}). \quad (4)$$

Таким чином, можна стверджувати, що при постійній масі МТА ( $m_{az} = const$ ) нестабільність швидкості його руху ( $v \neq const$ ) визначається нестабільністю рушійних сил ( $\Delta P_{ki} \neq const$ ) і сил опору руху ( $\Delta \sum R_{ci} \neq const$ ). При цьому рух МТА, наприклад при розгоні, обумовлено перевищенням рушійних сил у порівнянні з силами опору, тобто  $\Delta P_{ki} > \Delta \sum R_{ci}$ .

При використанні в МТА БП зі зниженою теплотворною здатністю в

порівнянні з ДП співвідношення  $\Delta P_{ki} > \Delta \sum P_{ci}$  зменшується, що призводить у кінцевому підсумку до зниження середньої швидкості руху МТА на гонах і, як результат, до зниження продуктивності.

Зниження  $\Delta P_{ki}$  трактора МТА з використанням БП пояснюється в основному зниженням ефективної потужності дизеля, для оцінки якої обґрунтована залежність:

$$N_e = \frac{Q_n^p \cdot \rho}{3600} \cdot \sqrt{\frac{2}{\rho} \cdot (P_e - P_u)} \cdot \Delta \cdot \mu \cdot \frac{\pi d^2 z}{4} \cdot \frac{\varphi_{en}}{\omega} \cdot \frac{\pi}{180} \cdot n \cdot \eta_e, \quad (5)$$

де  $Q_n^p$  – нижча теплота згоряння робочої суміші,  $\frac{МДж}{кг}$ ;  $\rho$  – густина палива,  $\frac{кг}{м^3}$ ;  $P_e$  – тиск впорску палива, Па;  $P_u$  – тиск газів в циліндрі, Па;  $\mu$  – коефіцієнти витрати;  $d$  – діаметр соплових отворів, м;  $z$  – кількість соплових отворів розпилювача;  $\varphi_{en}$  – тривалість впорскування, град. к.п.к.в.;  $\omega$  – кутова швидкість, рад/с;  $n$  – кількість форсунок двигуна;  $\eta_e$  – ефективний ККД двигуна.

У даній залежності коефіцієнт  $\Delta$  характеризує зміну прохідного перетину соплових отворів розпилювачів форсунок при експлуатації дизеля, оцінка якого виконана по залежності:

$$\Delta = 1 - \frac{\mu F - \mu F'}{\mu F}, \quad (6)$$

де  $\mu F, \mu F'$  – ефективний переріз соплових отворів розпилювача відповідно нового і у експлуатації.

За (6) відповідно до часу експлуатації отримані значення коефіцієнту  $\Delta$  для різних видів паливних сумішей (табл. 1).

Таблиця 1.

Значення коефіцієнта  $\Delta$  розпилювачів форсунок двигуна Д-240 для різних видів палива в залежності від часу експлуатації.

Вид палива	Напрацювання в мотогодинах									
	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
ДП	0,995	0,989	0,982	0,976	0,968	0,963	0,955	0,953	0,951	(0,949)
ЕЕРО	0,983	0,962	0,949	(0,927)						
90% ДП + 10% ЕЕРО	0,992	0,985	0,979	0,972	0,965	0,961	0,953	0,951	0,949	(0,941)
80% ДП + 20% ЕЕРО	0,990	0,983	0,975	0,969	0,962	0,958	0,950	0,944	(0,938)	
70% ДП + 30% ЕЕРО	0,988	0,980	0,971	0,965	0,959	0,954	0,947	(0,939)		
МЕРО	0,982	0,961	0,948	(0,925)						

**Примітка.** В дужках наведені значення коефіцієнта  $\Delta$ , при яких ефективна потужність двигуна зменшиться більше за допустиму, яка зазначена в ГОСТ 18509-88, а подальша експлуатація призведе до суттєвого підвищення витрати палива.



Для оцінки вимірювання тягової потужності трактора МТА з використанням БП обгрунтована залежність:

$$N_{зак} = \left[ \Delta \cdot N_e \cdot \frac{r_k}{r_o} \cdot \eta_{mp} - \gamma_{ш} \frac{G_i^3}{4\pi p_{ш}^2 r^3 r_c \left( \frac{\pi\alpha}{180} - \sin \alpha \right)} \right] \cdot V_T \cdot (1 - \delta), \quad (7)$$

де  $\eta_{mp}$  – механічний ККД трансмісії;  $r_o$  – динамічний радіус ведучих коліс, м;  $r_k$  – теоретичний радіус ведучих коліс, м;  $G_i$  – вертикальне навантаження на  $i$ -е колесо, Н;  $\gamma_{ш}$  – коефіцієнт пропорційності;  $p_{ш}$  – тиск повітря в камері шини, Па;  $r$  – вільний радіус шини, м;  $r_c$  – радіус перерізу шини, м;  $\alpha$  – кут обхвату шини ґрунтом, град;  $\delta$  – буксування рушіїв, %;  $V_T$  – теоретична швидкість руху, м/с.

По даній залежності виконано моделювання гакової потужності трактора МТЗ-80 при роботі дизеля на ДП і БП (рис.1).

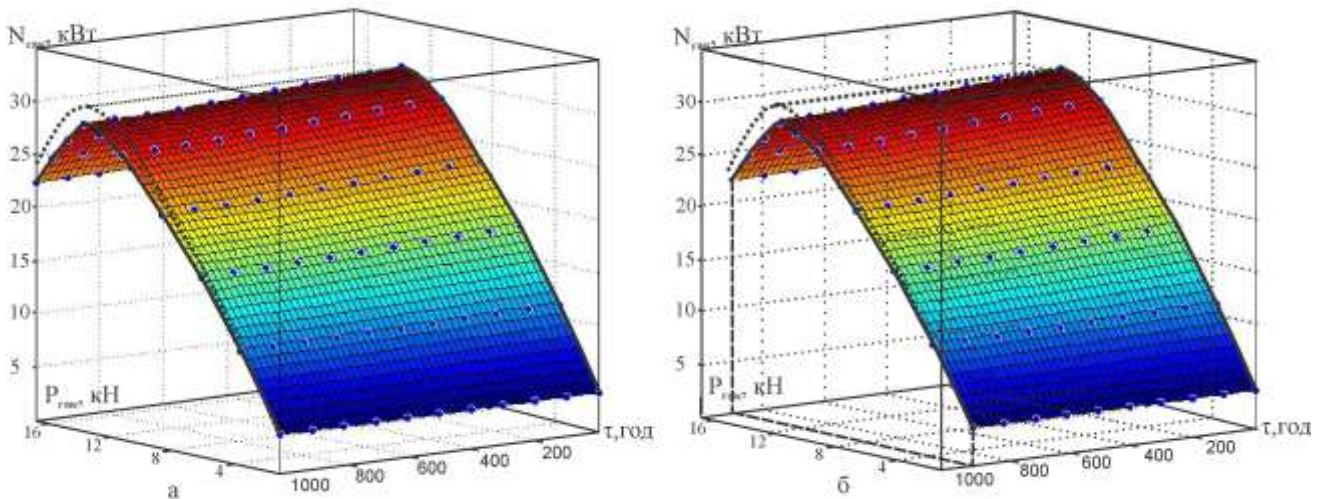


Рис. 1. Залежності гакової потужності трактора МТЗ-80 МТА від гакового зусилля і часу експлуатації двигуна з різними видами палива: а – ДП; б – БП (80% ДП + 20% БЕРО); ······ – початкове значення гакової потужності; ----- граничне значення для БП

Як видно в залежності від часу експлуатації гакова потужність зменшується внаслідок коксування соплових отворів: для ДП період зниження гакової потужності на 7,2 % (5 % зменшення ефективної потужності двигуна) складе 1000 мотогодин експлуатації, для сумішевого палива (80% ДП + 20% БЕРО) цей період зменшується до 865 мотогодин експлуатації.

Оцінка тягово-енергетичних показників трактора при виконанні МТА технологічних операцій з недозавантаженням двигуна (посів і посадка, догляд за посівом, внесення добрив і хімікатів і т.д.) виконана за

багатопараметровими тяговими характеристиками.

Аналізуючи данні характеристики, можна зазначити, що витрата палива при максимальній гаковій потужності збільшується на 9-10,5% для сумішевого палива (відносно еталонного дизельного), тягове зусилля зменшується на 10% та досить суттєво на 7-11% зменшується дійсна швидкість руху. Це підтверджує дослідження багатьох авторів і пов'язане, зокрема з більш низкою теплоотоємністю згорання сумішевих палив. Але при роботі на режимах, коли двигун суттєво недовантажений, отримуємо зовсім інші результати: питома витрата для сумішевого палива зростає не дуже суттєво на 2 – 3% в той час, як гакова потужність і дійсна швидкість зменшується не більше, як на 1,5 – 2%. Тому можна стверджувати, що використання сумішевих палив доцільне при виконанні робіт, пов'язаних з недовантаженням двигуна трактора МТА.

Для спрощення аналізу багатопараметрових тягових характеристик розроблено номограму (рис. 2), яка побудована на їх основі та дозволяє швидко виключити неможливі режими роботи МТА і, як наслідок, суттєво скоротити межі проведення аналізу. Також при використанні БП слід пам'ятати про термін безвідмовної роботи частин паливної апаратури, зокрема розпилювачів форсунок дизеля, час експлуатації яких зменшується пропорційно збільшенню частки біопалива в суміші.

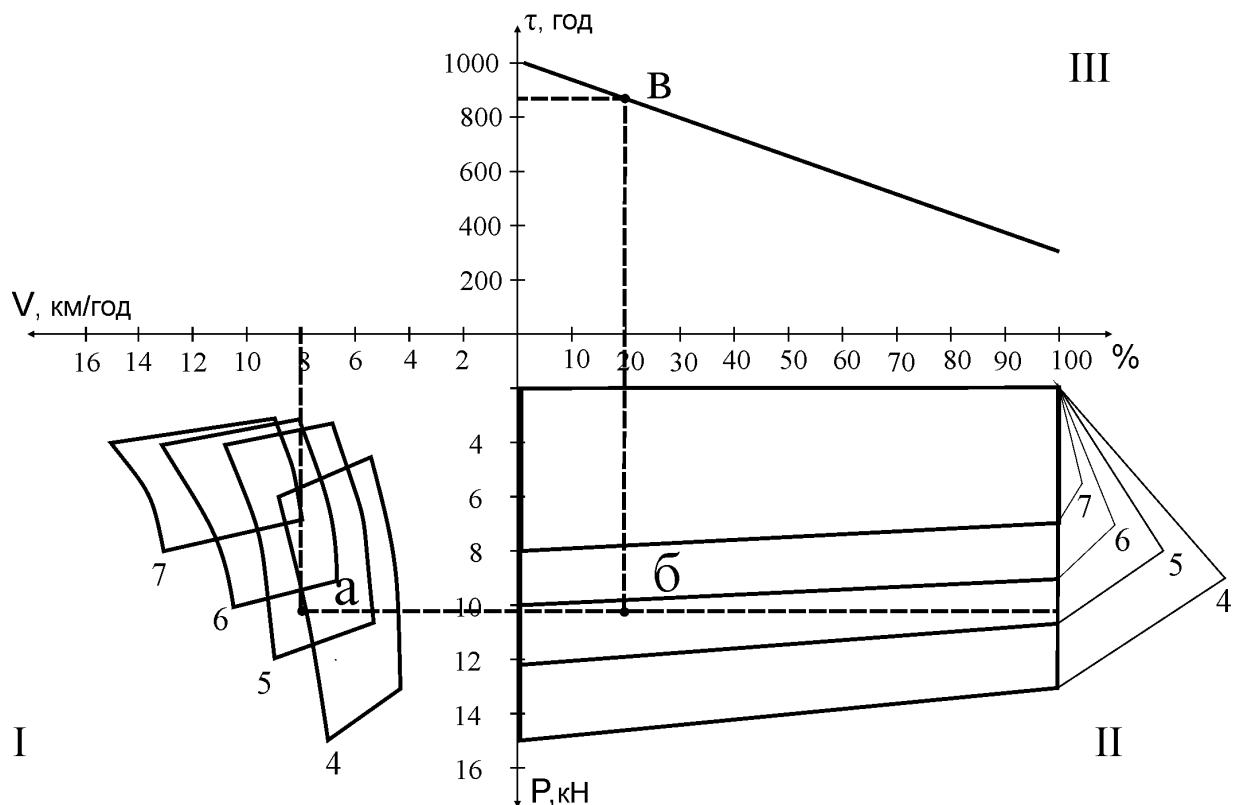


Рис. 2. Номограма ефективності МТА від відсоткової частки % біопалива в суміші з ДП з врахуванням терміну експлуатації  $\tau$  форсунок двигуна, ----- вибір оптимального режиму роботи МТА;  $V$  – швидкість руху;  $P$  – гакове зусилля 4,5,6,7 – передачі

Розглянемо розроблену номограму на прикладі МТА в складі МТЗ-80 + сівалка СЗ-5,4, задана швидкість руху 8 км/год, опір сільськогосподарської машини 10 кН.

З можливих передач 4,5,6 (квадрант I, точка а), що забезпечують швидкість руху 8,0 км/год агрегату МТЗ – 80 + СЗ – 5,4, оптимальна по завантаженню двигуна 5 передача. За допомогою багатопараметрової тягової характеристики уточнюємо режим роботи двигуна і частку біопалива в суміші з ДП (квадрант II, точка б). Щоб зробити остаточний висновок про вплив використання БП на роботу двигуна, при обиранні суміші палива спираємося на світовий досвід та обираємо суміш, частка біопалива (ЕЕРО) в якій складе 20 %. Встановлюємо термін роботи форсунок 865 мотогодин для даної суміші палива (квадрант III, точка в).

У третьому розділі «Програма та методика експериментальних досліджень» наведені програма та методика експериментальних досліджень, що включали лабораторні та польові дослідження двигуна Д – 240, трактора МТЗ – 80 та МТА в складі МТЗ – 80 з культиватором КОЗР – 5,4. Лабораторні дослідження проведені у відповідності до ДСТУ 3021-95, ДСТУ 2681-94, ДСТУ 2682-94, ДСТУ 3537-97, ДСТУ 3711-98, ДСТУ 3954-2000, ; польові - ГОСТ 7057 – 2001, ГОСТ 24055 – 88, ГОСТ 2457 – 80, ГОСТ 18509 – 88.

Наведена методика планування експериментальних досліджень при вивченні впливу коксування форсунок дизельного двигуна, працюючого на БП, на потужностно-енергетичні показники МТА. Отримано рівняння регресії, яке встановлює детермінований зв'язок між обертами колінчастого валу двигуна, домішками біопалива до дизельного та зміною ефективного прохідного перерізу соплових отворів розпилювача форсунок з гаковою потужністю МТА. Отримані поверхні відгуку, за допомогою яких проаналізовані процеси, які викликані даним зв'язком.

Для оцінки впливу зменшення сумарного ефективного прохідного перерізу соплових отворів розпилювачів форсунок дизеля та різних пропорцій біопалива в суміші з дизельним на гакову потужність, для визначення найбільш раціонального функціонування дизеля реалізований трьохрівневий план експерименту Бокса-Бенкіна для трьох факторів.

Після проведення експериментальних досліджень отримано рівняння регресії, яке описує зміну гакової потужності трактора в залежності від обраних параметрів. На основі отриманого рівняння побудовані поверхні залежності гакової потужності трактора від обертів колінчастого валу та соплового коефіцієнту при використанні БП (20 % ЕЕРО + 80 % ДП) (рис. 3).

На основі аналізу побудованих поверхонь відклику встановлено, що між обраними факторами та гаковою потужністю трактора МТА існує детермінований зв'язок: зниження гакової потужності та терміну експлуатації розпилювачів форсунок дизеля пропорційно збільшенню частки біопалива в суміші з ДП.

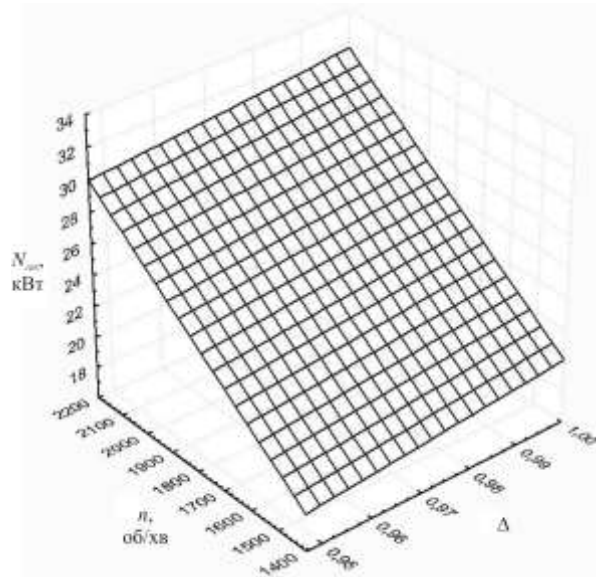
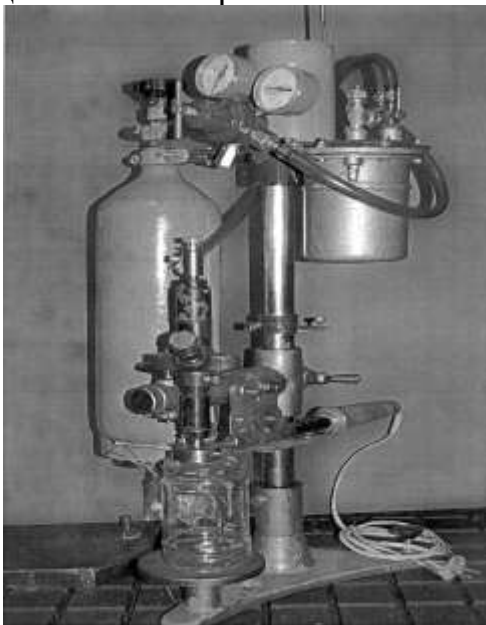
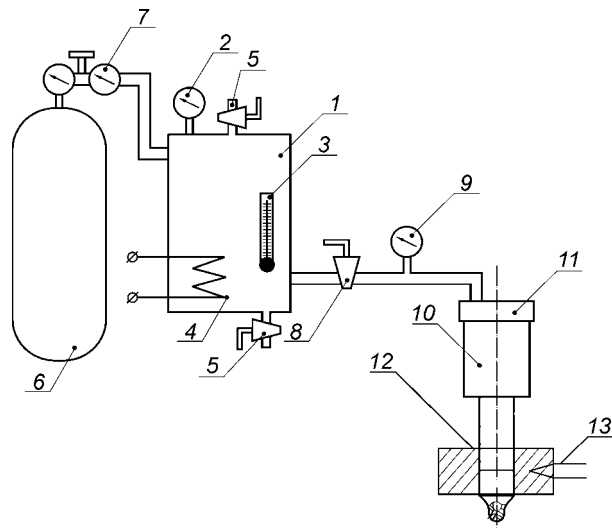


Рис. 3. Поверхня залежності гакової потужності  $N_{\text{гак}}$  трактора від обертів колінчастого валу дизеля  $n$  та соплового коефіцієнту  $\Delta$  (при 20% домішці біопалива до ДП).

Розроблені методика та пристрій прискореного випробування схильності БП до коксування розпилювачів форсунок дизеля (рис 4.), в основу яких покладений безмоторний спосіб.



а



б

Рис. 4. Пристрій для прискореного визначення схильності БП до коксування розпилювачів дизельних форсунок: а) – загальний вигляд; б) – схема пристрою: 1 – ресивер; 2, 9 – манометри; 3 – термометр; 4 – нагрівач; 5 – кран; 6 – балон зі стисненим повітрям; 7 – редуктор газовий; 8 – кран регулювальний витрати палива; 10 – розпилювач форсунки (з вийнятою голкою); 11 – кришка герметизуюча; 12 – нагрівач (латунна шайба товщиною 12 мм); 13 – термопара

Реалізація методу полягає в заповненні ресивера паливом, що досліджується, в якому за допомогою газового редуктора встановлюється

потрібний тиск, а за допомогою підігрівача – температура, від яких залежить концентрація повітря в паливі.

Включається електронагрівач і піднімають температуру розпилувача до бажаної (за рахунок регулювання струму), яка контролюється термопарою. Після досягнення необхідних значень відкривається кран регулювальний і вимірюється тиск за допомогою манометра та пропускну здатність, тобто час протікання обраного об'єму палива. Для можливості порівняння контрольні заміри проводять еталонною порцією палива при постійній температурі.

При виконанні польових випробувань застосовували сучасні датчики, апаратуру та прилади для заміру витрати палива, оцінювали тягове зусилля на гаку трактора.

Обробку результатів експериментальних досліджень виконували за стандартними методиками.

У четвертому розділі «Результати експериментальних досліджень» наведені результати експериментальних досліджень роботи МТА з використанням БП.

Визначено раціональне співвідношення дизельного і біопалива при роботі дизеля МТА на різних швидкісних режимах. Підтверджено, що при суттєвих недовантаженнях дизеля питома витрата палива збільшується несуттєво. Встановлено вплив швидкісного режиму на зміну ефективної потужності двигуна МТА та питомої витрати палива при використанні БП (рис. 5).

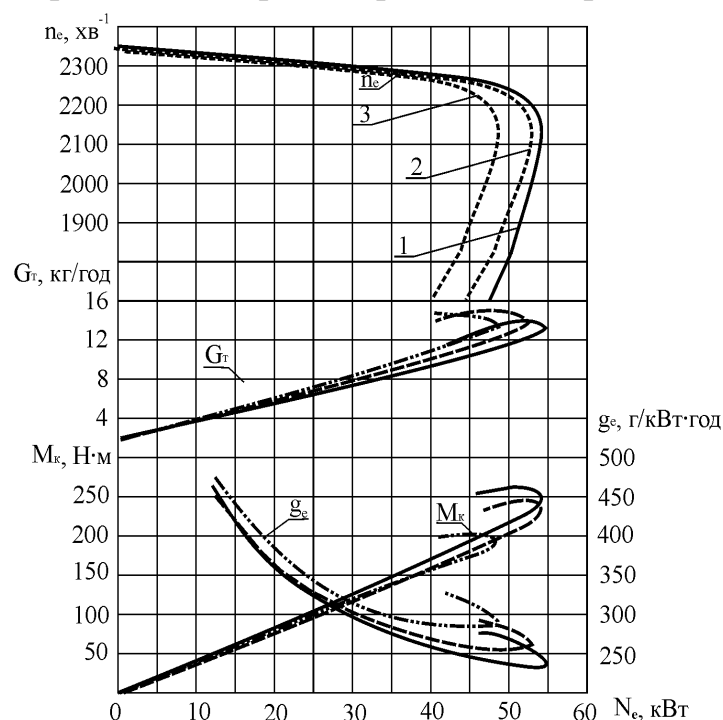


Рис. 5. Зовнішня регуляторна характеристика дизеля Д-240 при використанні палива: 1 – ДТ; 2 – 70% ДТ + 30 % ЕЕРО; 3 – ЕЕРО;  $n_e$  – оберти колінчатого валу;  $g_e$  – питома витрата палива;  $G_r$  – годинна витрата палива;  $M_k$  – крутний момент двигуна

Аналізом отриманих результатів встановлено, що тенденції до зменшення ефективної потужності дизеля та збільшення питомої витрати палива зберігаються на всіх проаналізованих швидкісних режимах і суттєво не

відрізняються: для всіх сумішей, в яких частка ЕЕРО була не вища за 30 %, спостерігається зменшення ефективної потужності на 3,5 – 4,3 % та збільшення питомої витрати палива на 4 – 5,2 %; при подальшому збільшенні кількості ЕЕРО в суміші ці параметри погіршуються і для 100 % ЕЕРО ефективна потужність зменшиться на 11,3 %, а питома витрата палива зросте до 12 %.

За межі допустимого погіршення потужностних показників дизеля не виходять сумішеві палива з вмістом біопалива до 30 %. Якщо дизель працює не на номінальній потужності, а є недовантаженим, то при всіх співвідношеннях та режимах роботи потужність та питома витрата палива погіршуються не більше ніж на 1 – 3 %. При суттєвому недовантаженні двигуна до 60 % і менше можна виконувати сільськогосподарські операції на БП, в якому частка біопалива коливається від 5 % до 100 %, без суттєвого погіршення продуктивності та витрати палива на одиницю виконаної роботи.

Оцінено вплив зміни ефективного прохідного перерізу соплових отворів розпилювача форсунки на потужностні показники дизеля МТА при роботі на різних видах палива. На основі безмоторних експериментів отримані криві залежності зміни прохідного перерізу сопел розпилювача від часу експлуатації та виду палива (рис. 6).

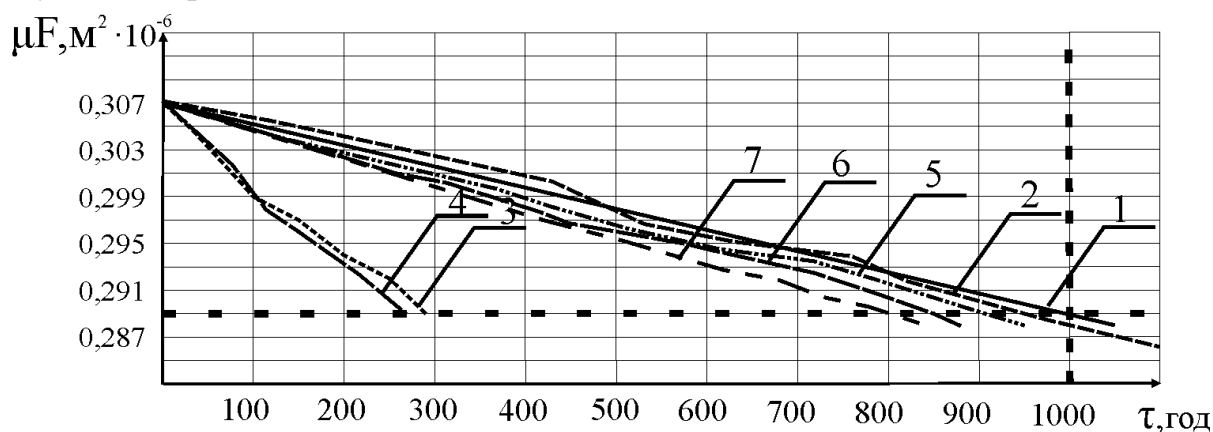


Рис. 6. Залежності зміни ефективного прохідного перерізу соплових отворів розпилювачів  $\mu F$  від часу  $\tau$  експлуатації дизеля Д-240 на різних видах палива: 1 – згідно розрахунків на ДП; 2 – згідно моделювання на ДП; 3 – на ЕЕРО; 4 – на МЕРО; 5 – на суміші 10% ЕЕРО + 90% ДП; 6 – на суміші 20% ЕЕРО + 80% ДП, 7 – на суміші 30% ЕЕРО + 70% ДП

Як видно з рис. 6, темп коксування соплових отворів розпилювачів при роботі на біопаливах (криві – 3, 4) більше ніж в 3 рази перевищує темп для ДП (криві 1, 2). Для виключення можливого впливу хімічних реакцій, виникаючих при змішуванні палива, на процес коксування, проведена серія випробувань для сумішевих палив з різним вмістом ЕЕРО, криві 5,6,7 зберігають пропорційний характер зменшення прохідного перерізу внаслідок коксування в функції часу експлуатації.

Для отримання залежності зміни питомої витрати палива від прохідного перерізу соплових отворів розпилювача паралельно моделюванню на установці проводили стендові випробування двигуна згідно до ГОСТ 18509-88. Отримана регуляторна характеристика роботи двигуна Д-240 на комплекті нових розпилювачів при роботі на ДП (базові показники двигуна для подальшого

порівняння). На установці (рис. 5) моделювалось коксування соплових отворів комплекту розпилювачів, що відповідає 300, 650, 1000 годинам експлуатації на дизельному паливі або 100, 200, 300 годинам при використанні ЕЕРО.

Відповідно 1000 годинам експлуатації питома витрата палива збільшується на 6,7% при моделюванні на установці і на 7,4% при експлуатації в польових умовах. Зазначено втрату потужності двигуна на 5,1% відносно базових показників. Збільшення питомої витрати палива пов'язане з тим, що при коксуванні зменшується ефективний прохідний переріз. Це впливає на характер впорску та на формування паливно-повітряної суміші. Питома витрата палива суттєво збільшується на режимах номінальної потужності та коректорному перевантаженні двигуна. На цих режимах великі вимоги до якості формування паливно-повітряної суміші, бо надлишок повітря в циліндрі дуже малий. Оцінювати вплив зміни ефективного прохідного перерізу соплових отворів розпилювачів форсунки внаслідок коксування необхідно на режимах номінальної потужності або на перевантаженому двигуні.

Проведена оцінка тягово-енергетичних показників трактора МТА при роботі двигуна на різних видах палива. Тягові випробування трактора МТЗ-80 проводили на агрофоні «поле під посів». Отримані дані оброблені згідно до вимог ГОСТ 7057-2001 (рис. 7).

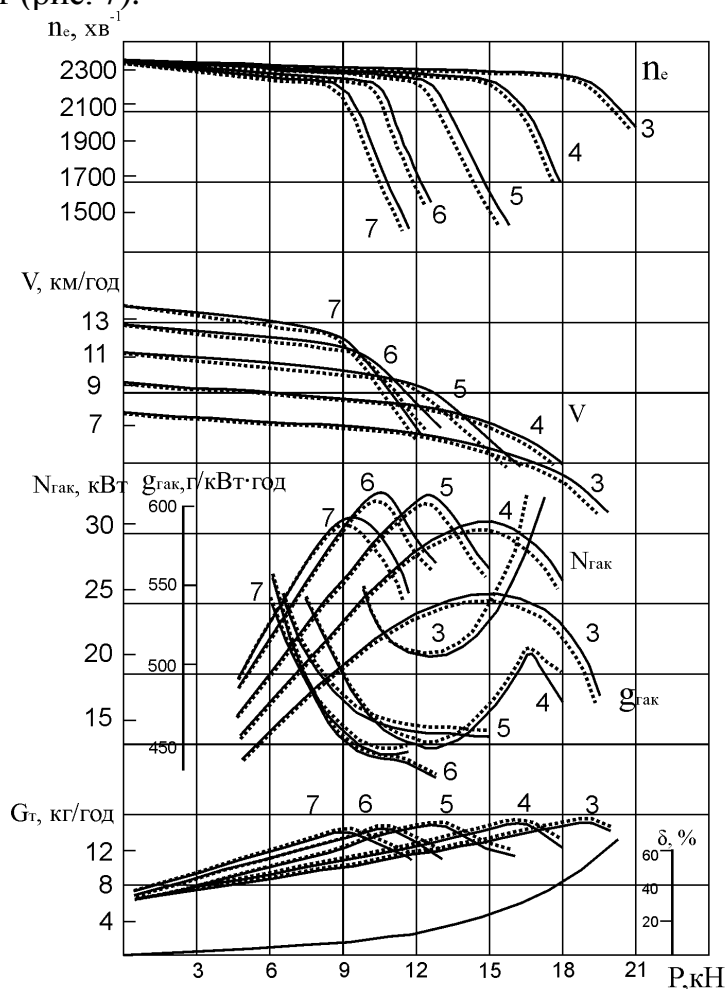


Рис. 7. Тягова характеристика трактора МТЗ – 80 на 3, 4, 5, 6, 7 передачах при використанні різних видів палива (агрофон – поле під посів):  $\delta$  – буксування; — ДП; - - - - - суміш 80% ДП + 20% ЕЕРО

З результатів польових випробувань МТА з використанням БП (80% ДТ + 20% ЕЕРО) видно, що: витрата палива при максимальній гаковій потужності збільшується на 8,5 – 10,5% для сумішевого палива, відносно еталонного дизельного; зменшується на 6,5 – 11% дійсна швидкість руху, що впливає на продуктивність роботи МТА. Але при роботі на режимах, коли двигун є недовантаженим, отримуємо передбачені в теоретичних дослідженнях результати: питома витрата для БП зростає на 1,5 – 3,5%; гакова потужність і дійсна швидкість зменшується не більше як на 1,5 – 2%. Тому можна стверджувати, що використання сумішевих палив доцільне при виконанні робіт пов'язаних з недовантаженням двигуна трактора МТА (внесення добрив і хімікатів, транспортні роботи, посів і посадка, догляд за посівом, збирання).

Використовуючи комплект розпилювачів з терміном експлуатації 1000 мотогодин на ДП або 330 мотогодин на ЕЕРО проведені експерименти з метою оцінки впливу коксування соплових отворів розпилювача на гакову потужність та гакову витрату палива (табл.2).

Таблиця 2.

Основні тягові показники трактора МТЗ – 80 МТА за результатами тягових випробувань (IV-передача) з комплектом нових розпилювачів та з терміном експлуатації 1000 мотогодин

Показники	Значення показників	
	На комплекті нових розпилювачів	На комплекті розпилювачів (час експлуатації 1000 мотогодин)
Тягове зусилля $P_{\text{гак max}}$ , кН	17,99	16,50
Швидкість руху $V_{\text{max}}$ при $P_{\text{гак max}}$ , км/год	7,00	6,50
Гакова потужність $N_{\text{гак max}}$ , кВт	33,50	30,90
Часова витрата палива $G_{\text{T}}$ при $P_{\text{гак max}}$ , кг/год	14,40	14,83

Результатом тягових випробувань встановлено, що при використанні розпилювачів з терміном експлуатації 1000 мотогодин витрата палива збільшується на 3 %, а гакова потужність – зменшується на 7,3 %. Тому використовувати БП без врахування факту більш швидкого темпу коксування соплових отворів розпилювачів форсунок дизеля недоцільно. Це призведе до суттєвого погіршення тягово-енергетичних показників МТА.

Експериментально доведено, що за узагальнений тягово-енергетичний параметр МТА може бути прийнятим час його розгону. Дане твердження підтверджено для МТА в складі МТЗ-80 + КОЗР 5,4 з використанням БП (рис. 8).



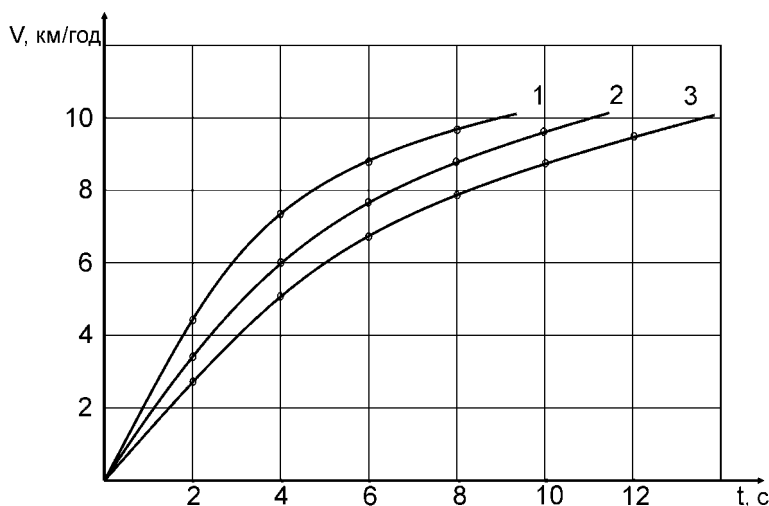


Рис. 8. Графіки розгону МТА до сталої швидкості при роботі двигуна трактора МТЗ-80 на різних видах палива: 1 – ДП, 2 – суміш ДП з ЕЕРО в пропорції 50/50 %, 3 – ЕЕРО

подальше використання МТА або потрібне проведення операцій технічного обслуговування (ТО).

Отриманий раціональний склад БП для різних технологічних операцій рослинництва та періодичність проведення операцій ТО в залежності від завантаження двигуна МТА (табл. 3).

Таблиця 3.

Раціональне співвідношення ДП та ЕЕРО в складі БП для виконання різних технологічних операцій і потрібна періодичність проведення ТО

Види робіт	Завантаження двигуна, %		Раціональне співвідношення ДП і ЕЕРО в складу БП							
Основна обробка ґрунту	79,8		до 20% ЕЕРО							
Посів і посадка	55,6		до 60% ЕЕРО							
Міжрядна обробка	56,6		до 50% ЕЕРО							
Внесення добрив і хімікатів	46,5		до 70% ЕЕРО							
Збір урожаю	69,0		до 30% ЕЕРО							
Транспортні роботи	45		до 100 % ЕЕРО							
Експлуатація МТА до проведення ТО в мотогодинах										
Частка ЕЕРО в БП	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
Час експлуатації	925	865	785	732	665	590	530	460	397	330

Експлуатаційно-технологічні показники МТА в складі МТЗ-80 та культиватора КОЗР-5,4 оцінені в технологічному процесі виробництва цукрового буряку при роботі на різних видах палива та з урахуванням зміни потужності двигуна трактора внаслідок коксування соплових отворів розпилювачів форсунок

дизеля проводилися ТОВ «Аграрник» с. Березівка Красноградського району Харківської області.

При роботі на БП продуктивність роботи МТА залишилась незмінною, а витрата палива збільшилася на 1,5 %. Завдяки використанню БП вдалося завантажити двигун трактора МТА на 78 %. Досягнутий ефект зниження собівартості технологічного процесу на гектар виконаної роботи на 8,7 %. З урахуванням загального часу річної зайнятості одного трактора МТЗ – 80 на просапних роботах річний економічний ефект склав *3410 грн.* в 2011 році.

При проведенні випробувань МТА на розпилувачах з терміном експлуатації 1000 мотогодин встановлено, що витрата палива підвищується на 6,6%, а продуктивність роботи зменшується на 2%. Тому при використанні БП необхідно проводити технічне обслуговування з урахуванням більш швидкого темпу коксування розпилувачів форсунок дизеля. Термін технічного обслуговування рекомендовано зменшити для розпилувачів форсунок при використанні біодизельного палива до: 925 мотогодин (90 % ДТ + 10% ЕЕРО); 865 мотогодин (80% ДТ + 20% ЕЕРО); 785 мотогодин (70 % ДТ + 30% ЕЕРО); 330 мотогодин (100% ЕЕРО).

## ВИСНОВКИ

У дисертації наведено теоретичне узагальнення і нове вирішення наукового завдання, що виявляється в створеному моделюванні тягово-енергетичних властивостей МТА з використанням БП. Це дозволило обґрунтувати раціональне співвідношення палив в суміші для виконання різних технологічних процесів рослинництва та встановити потрібну періодичність технічного обслуговування форсунок дизеля МТА. Основні наукові та практичні результати роботи і висновки полягають в наступному:

1. Проведеним аналізом відомих досліджень встановлено, що одним з перспективних напрямків підвищення ефективності МТА є застосування альтернативних видів палива, в тому числі біодизельного. Однак, питання оцінки тягово-енергетичних показників МТА та технічного обслуговування елементів паливної системи з використанням БП залишилися не вирішеними і є актуальними для сільськогосподарського виробництва України.

2. Вирішене нове наукове завдання спрямоване на підвищення ефективності роботи МТА з використанням БП. За допомогою вдосконаленої теорії оцінки формування дотичної сили тяги трактора запропоновані нові залежності тягових властивостей трактора в складі МТА, які відрізняються від відомих врахуванням зменшення прохідного перерізу соплових отворів розпилувача форсунок двигуна в експлуатації.

3. Обґрунтована модель ефективності МТА, що дозволяє врахувати зміни параметрів стану і обґрунтувати раціональну періодичність технічного обслуговування в експлуатації основних елементів паливної системи двигуна при використанні БП.

Рекомендована періодичність технічного обслуговування розпилувачів

форсунок двигуна при використанні біодизельного палива: 925 мотогодин (90 % ДТ + 10% ЕЕРО); 865 мотогодин (80% ДТ + 20% ЕЕРО); 785 мотогодин (70 % ДТ + 30% ЕЕРО); 330 мотогодин (100% ЕЕРО).

4. Розроблений метод визначення необхідності проведення технічного обслуговування паливної системи двигуна МТА з використанням БП, що знаходяться в експлуатації, шляхом порівняння еталонного прискорення при розгоні (при роботі на ДП та нових розпилювачах) з результатами випробувань.

5. Розроблені методики та пристрій для прискореного визначення схильності БП до коксування соплових отворів розпилювачів форсунок дизеля, які дозволяють моделювати термін їх експлуатації до технічного обслуговування і суттєво скоротити час ресурсних випробувань.

Час експлуатації 1000 мотогодин (ДП) коксування розпилювачів моделюється за 27,7 год., 925 мотогодин (90 % ДП + 10% ЕЕРО) – 24 год.; 865 мотогодин (80% ДП + 20% ЕЕРО) – 22,5 год.; 785 мотогодин (70 % ДП + 30% ЕЕРО) – 20 год., 330 мотогодин (100% ЕЕРО) – 8 год.

6. Обґрунтоване раціональне співвідношення по ефективності експлуатації ДП і біопалива, яке для МТА на базі універсально-просапних тракторів: при виконанні енергоємних технологічних процесів (оранка, суцільна культивуація і т. д.) не повинно перевищувати 30 % ЕЕРО в суміші; на малоенергоємних технологічних процесах (сівба, міжрядна обробка і т. д.) частка ЕЕРО може коливатися в межах від 5 до 100 %.

7. Результатами експлуатаційно-технологічних досліджень МТА в складі трактор МТЗ – 80 + культиватор КОЗР – 5,4 у ТОВ «Аграрник» с. Березівка Красноградського району Харківської області, встановлено зниження вартості технологічного процесу на гектар виконаної роботи на 8,7 %. З урахуванням загального часу річної зайнятості одного трактора МТЗ – 80 на просапних роботах річний економічний ефект склав *3410 грн.* в 2011 році.

8. Метод для визначення схильності біодизельного палива до коксування соплових отворів розпилювачів форсунок дизеля передано в Інститут проблем машинобудування ім. А. М. Підгорного і НАН України та ПАТ «Харківський тракторний завод», де отримав позитивну оцінку і прийнятий для практичного використання при адаптації дизеля до використання альтернативного палива.

## **СПИСОК ОСНОВНИХ ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ**

1. Єсіпов О.В. Підвищення стійкості руху МТА / О.В. Єсіпов, О.В. Максютя, М.Л. Шуляк // Тракторна енергетика в рослинництві. Вісник ХНТУСГ: – Х.: ХНТУСГ, 2007. Вип.60 – С. 63 – 68.

2. Сандомирський М.Г. Пристрій для прискореного визначення схильності альтернативних палив до коксування розпилювачів дизельних форсунок / М.Г. Сандомирський, Г.П. Мироненко, В.О. Шинкаренко, М.Л. Шуляк // Тези доповідей міжнародної науково-практичної конференції «Технічний сервіс АПК».– Х.: ХНТУСГ, 2010.– Вип. 89 – С. 131 – 135.

3. Шуляк М.Л. Енергетичні параметри роботи трактора на часткових швидкісних режимах / М.Л. Шуляк // Механізація сільськогосподарського виробництва. Вісник ХНТУСГ: – Х.: ХНТУСГ, 2010. Вип. 93 – С. 368 – 372.

4. Єсіпов О.В. Оцінка стійкості руху машинно-тракторного агрегату на міжрядній обробці просапних культур / О.В. Єсіпов, С.О. Поляшенко, М.Л. Шуляк // Механізація сільськогосподарського виробництва. Вісник ХНТУСГ: – Х.: ХНТУСГ, 2010. Вип. 103 – С. 190 – 197.

5. Шуляк М.Л. Вплив зміни прохідного перерізу соплових отворів розпилювача форсунок на потужносні показники двигуна при роботі на різних видах палива / М.Л. Шуляк // Тези доповідей міжнародної науково-практичної конференції «Технічний сервіс АПК».– Х.: ХНТУСГ, 2011.– Вип. 107 – С. 126 – 134.

6. Шуляк М.Л. Оцінка ефективності роботи МТА при роботі двигуна на різних швидкісних режимах та різних видах палива / М.Л. Шуляк // Ресурсозберігаючі технології, матеріали та обладнання у ремонтному виробництві. Вісник ХНТУСГ: – Х.: ХНТУСГ, 2011. Вип.110. – С. 327 – 332.

7. Лебедев А.Т. Планування експерименту при дослідженні впливу зміни ефективного прохідного перерізу соплових отворів розпилювача форсунок дизельного двигуна на потужносні характеристики МТА, працюючого на альтернативних видах палива / А.Т. Лебедев, М.Л. Шуляк, Є.І. Калінін // Системи обробки інформації. – Х.: ХУ ПС. – 2011. Вип. 8(89) – С. 109 – 115.

8. Лебедев А.Т. Вплив коксування соплових отворів розпилювачів форсунок двигуна при роботі на альтернативних видах палива на тягово-енергетичні показники МТА / А.Т. Лебедев, М.Л. Шуляк // Механіка та машинобудування. – Х.: ХП. – 2011. С. 114 – 125.

9. Лебедев А.Т. Нестабільність динамічних параметрів поступального руху тракторного агрегату / А.Т. Лебедев, М.Л. Шуляк, О.В. Кот // Механізація сільськогосподарського виробництва. Вісник ХНТУСГ: – Х.: ХНТУСГ, 2012. Вип. 124 – С. 49 – 54.

10. Спосіб визначення схильності палив до коксування розпилювачів дизельних форсунок: Д.п. 53393 Україна, МПК G08G 1/00/ М.Г. Сандомирський, В.О. Шинкаренко, М.Л. Шуляк (Україна). – u201113168. заяв. 18.11.2011.

#### *Додаткові публікації*

1. Шуляк М.Л. Вплив зміни перерізу соплових отворів розпилювача форсунок на гакову потужність МТА // Vědecký pokrok na přelomu tisíciletí – 2011. Praha, Education and Science, 2011. – С 26 – 30.

## АНОТАЦІЇ

Шуляк М.Л. Підвищення ефективності машинно-тракторних агрегатів з використанням біодизельних палив. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеню кандидата технічних наук за спеціальністю 05.05.11 – машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва. – Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка. Харків, 2012.

Дисертація присвячена вирішенню завдання підвищення ефективності роботи машинно-тракторного агрегату (МТА) з використанням біодизельного палива. Визначені нові залежності тягових показників трактора в складі МТА, що дозволяють оцінювати технічний стан розпилювачів форсунок двигуна в експлуатації і рекомендувати періодичність технічного обслуговування. Розроблено метод та пристрій прискореного визначення схильності біодизельного палива до коксування соплових отворів розпилювачів форсунок дизеля, що дозволяють істотно скоротити час на ресурсних випробуваннях. Обґрунтовано раціональне співвідношення дизельного і біопалива для МТА на базі універсально-просапного трактора при виконанні енергоємних (оранка, суцільна культивация і т.д.) і малоенергоємних (посів, міжрядна обробка і т.д.) технологічних процесів. Експериментальними дослідженнями міжрядної обробки посівів цукрових буряків агрегатом МТЗ-80 + КОЗР-5,4 встановлено зниження вартості технологічного процесу на 8,7% на гектар виконаної роботи.

*Ключові слова:* машинно-тракторний агрегат, біодизельне паливо, тягові властивості, технічне обслуговування, ефективність роботи.

Шуляк М.Л. Повышение эффективности машинно-тракторных агрегатов с использованием биодизельного топлива. - 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, 2010.

Диссертация посвящена решению задач повышения эффективности работы машинно-тракторного агрегата (МТА) при использовании биодизельного топлива. Освоение энергосберегающих технологий производства продукции растениеводства является одним из приоритетных направлений развития машинно-технологической сферы АПК. Первоочередным заданием является снижение энергозатрат машинно-тракторных агрегатов, что определяются в основном стоимостью нефтяных топлив. Интенсивный рост цены на дизельное топливо за последние годы (в 3-4 раза) и связанное с этим увеличение себестоимости сельскохозяйственной продукции обусловили актуальность разработок с использованием биодизельного топлива.

Для решения поставленных задач обоснованы новые зависимости тяговых показателей трактора в составе МТА, позволяющие оценивать техническое состояние распылителей форсунок двигателя в эксплуатации и рекомендовать периодичность технического обслуживания: 925 моточасов (ДТ 90 % + ЕЕРО

10%); 865 моточасов (ДТ 80% + ЕЕРО 20%); 785 моточасов ( ДТ 70 % + ЕЕРО 30%); 330 моточасов (ЕЕРО 100%); 310 моточасов (МЕРО 100%).

Разработана методика и устройство для ускоренного определения склонности биодизельного топлива к коксованию сопловых отверстий распылителей форсунок дизеля, позволяющие существенно сократить время на ресурсных испытаниях. Время эксплуатации 1000 моточасов (ДТ) коксования распылителей моделируется за 27,7 ч., 925 моточасов (90 % ДТ + 10% ЕЕРМ) – 24 ч.; 865 моточасов (80% ДТ + 20% ЕЕРО) – 22,5 ч.; 785 мотогодин (70 % ДТ + 30% ЕЕРО) – 20 ч., 330 моточасов (100% ЕЕРО) – 8 ч. Обосновано рациональное соотношение дизельного и биодизельного топлива для МТА на базе универсально-пропашного трактора: при выполнении энергоемких работ (вспашка, сплошная культивация и т.д.) не должно превышать 30 % ЕЕРО в смеси; при малоэнергоемких (посев, междурядная обработка и т.д.) может изменяться в пределах от 5 % до 100% ЕЕРО в смеси.

Экспериментальными исследованиями междурядной обработки посевов сахарной свеклы агрегатом МТЗ-80 + КОЗР-5,4 получено снижение стоимости технологического процесса на 8,7 % на гектар выполненной работы. Метод для определения склонности биодизельного топлива к коксованию сопловых отверстий распылителей форсунок дизеля передан в государственное предприятие «Институт проблем машинобудування ім. А. М. Підгорного» Минпромполитики и НАН Украины, ВАТ «Харьковский тракторный завод», где получил позитивную оценку и принят для практического использования при адаптации дизеля к использованию альтернативного топлива.

*Ключевые слова:* машинно-тракторный агрегат, биодизельное топливо, тяговые свойства, техническое обслуживание, эффективность работы.

M. Shulyak. Improving the effectiveness of machine-tractor unit when using biodiesel.. – Manuscript.

Thesis to obtain scientific degree of candidate technical science on specialty 05.05.11 – machines and means of mechanization of an agricultural production. – Kharkov national technical university of agriculture named after Peter Vasilenko. Kharkov, 2010.

The thesis is devoted to solving problems of improving the efficiency of the machine-tractor unit (MTA) when using biodiesel. To achieve the objectives. To achieve the objectives justified the new dependencies traction performance of the tractor in the MTA, possible to evaluate the technical condition of sprays jets engine to use and recommend maintenance intervals. The technique and apparatus for rapid determination of inclination of biodiesel to the coking spray nozzles of diesel to significantly reduce the time for endurance tests. Justified by a rational ratio of diesel and biodiesel to the MTA on the basis of universal tractors in the performance of energy-intensive (tillage, cultivation, and the solid, etc.) and low-power (planting, row cultivation, etc.) processes. Experimental studies of inter-row cultivation of sugar beet unit MTZ-80 + KOZR-5, 4 to 8.7% per hectare of work done.

*Keywords:* tractor operated machinery, bio-diesel fuel, traction, maintenance and operational efficiency.

Підписано до друку 05.04.2012 Формат 60x84 1/16. Папір офсетний.  
Різографія. Ум. друк. арк. 1,00. Обл. вид. лист 1,44  
Наклад 130 экз. Зак. № 60

Друк ФОП Томенко Ю.І.  
м. Харків, пл.. Руднева, 4  
тел. 757-93-82