



Всеукраїнський науково-технічний журнал

Ukrainian National Scientific Journal

№3 (95)



2016

Техніка

енергетика

транспорт АПК



**ТЕХНІКА,
ЕНЕРГЕТИКА,
ТРАНСПОРТ АПК**

Журнал науково– виробничого та навчального спрямування
Видавець: Вінницький національний аграрний університет

Заснований у 1997 році під назвою “Вісник Вінницького державного сільськогосподарського інституту”.
Правонаступник видання: Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Технічні науки.
Свідоцтво про державну реєстрацію засобів масової інформації
КВ № 16644– 5116 ПР від 30.04.2010 р..

Всеукраїнський науково – технічний журнал «Техніка, енергетика, транспорт АПК» / Редколегія: Калетнік Г.М. (головний редактор) та інші. – Вінниця, 2016. – №3 (95) – 249 с.

Друкується за рішенням Вченої ради Вінницького національного аграрного університету (протокол № 3 від 30.09.2016 р.)

Свідоцтво про державну реєстрацію засобів масової інформації №21906-11806 Р від 12.03.2016р.

Журнал є друкованим засобом масової інформації, який внесено до переліку наукових фахових видань України з технічних наук (Додаток 12 до наказу Міністерства освіти і науки України 16.05.2016 № 515).

Національна редакційна колегія:

Головний редактор

Калетнік Г.М. – д.е.н., проф., академік НААНУ, Вінницький національний аграрний університет

Заступник головного редактора

Паламарчук І.П. – д.т.н., проф., Вінницький національний аграрний університет

Члени редакційної колегії

Друкований М.Ф. – д.т.н., проф., Вінницький національний аграрний університет

Анісімов В.Ф. – д.т.н., проф., Вінницький національний аграрний університет

Іскович – Лотоцький Р.Д. – д.т.н., проф., Вінницький національний технічний університет

Сивак І.О. – д.т.н., проф., Вінницький національний технічний університет

Огородніков В.А. – д.т.н., проф., Вінницький національний технічний університет

Бурдо О.Г. – д.т.н., проф., академік АНТКУ, Одеська національна академія харчових технологій

Гулько І.В. – к.т.н., доц., Вінницький національний аграрний університет

Матвійчук В.А. – д.т.н., проф., Вінницький національний аграрний університет

Цуркан О.В. – к.т.н., доц., Вінницький національний аграрний університет

Булгаков В.М. – д.т.н., проф., академік НААН, Національний університет біоресурсів і природокористування України

Солона О.В. – к.т.н., доц., Вінницький національний аграрний університет

Іванов М.І. – к.т.н., проф., Вінницький національний аграрний університет

Кондратюк Д.Г. – к.т.н., доц., Вінницький національний аграрний університет

Любін М.В. – к.т.н., доц., Вінницький національний аграрний університет

Пришляк В.М. – к.т.н., доц., Вінницький національний аграрний університет

Серета Л.П. – к.т.н., проф., Вінницький національний аграрний університет

Веселовська Н.Р. – д.т.н., проф., Вінницький національний аграрний університет

Гевко Р.Б. – д.т.н., проф., Тернопільський національний економічний університет

Бандура В.М. – к.т.н., доц., Вінницький національний аграрний університет

Зарубіжні члени редакційної колегії

Володимир Крочко – д.т.н., проф., Словацький аграрний університет (м. Нітра, Словачія)

Януш Новак – д.т.н., проф., Люблінський аграрний університет (м. Люблін, Польща)

Маріан Веселовські – д.т.н., проф., Люблінський природничий університет (м. Люблін, Польща)

Зденко Ткач – д.т.н., проф., Словацький аграрний університет (м. Нітра, Словачія)

Семенс Івановс – д.т.н., проф., Латвійський аграрний університет (м. Улброка, Латвія)

Людвікас Шпокас – д.т.н., проф., Університет Олександра Стулгинського (Литва)

Марош Коренко – д.т.н., проф., Словацький аграрний університет (м. Нітра, Словачія)

Ян Франчак – д.т.н., проф., Словацький аграрний університет (м. Нітра, Словачія)

Володимир Юрча – д.т.н., проф., Чеський університет сільськогосподарства (м. Прага, Чехія)

Гржжина Езевська– Вітковська – д.т.н., проф., Люблінський аграрний університет (м. Люблін, Польща)

Відповідальний секретар редакції **Цуркан О.В.**, кандидат технічних наук, доцент

Технічний редактор **Зозуляк О.В.**, Графічний дизайнер **Янович В.П.**

Редагування, корекція й переклад на іноземну мову **Матієнко О.С.**, **Марцінко Т.І.**

Адреса редакції: 21008, Вінниця, вул. Сонячна 3, Вінницький національний аграрний університет, тел. 46– 00– 03

Сайт журналу: <http://tetapk.vsuau.org/>

Електронна адреса: tehnovnu@mail.ru



ЗМІСТ

МАШИНОВИКОРИСТАННЯ У РОСЛИННИЦТВІ ТА ТВАРИННИЦТВІ

<i>Kaletnik H., Adamchuk V., Bulgakov V., Kyurchev V., Nadykto V.</i> MAIN PROBLEMS IN THE FIELD OF AGRICULTURAL MECHANIZATION IN UKRAINE.....	6
<i>Калетнік Г.М., Булгаков В.М., Адамчук В.В., Борис М.М., Ігнат'єв Є.І.</i> ВЛАСТИВОСТІ ГИЧКИ ЦУКРОВОГО БУРЯКА ПРИ ЇЇ ЗБИРАННІ.....	13
<i>Барановський В. М., Пулька Ч.В., Паньків М.Р., Теслик В.В.</i> ЕНЕРГООЩАДНИЙ СПОСІБ ЗБИРАННЯ ГИЧКИ КОРЕНЕПЛОДІВ	21
<i>Головач І.В., Дерев'яно Д.А., Дерев'яно О.Д.</i> ЗНИЖЕННЯ ТРАВМУВАННЯ НАСІННЯ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ГУМОВИХ МАТЕРІАЛІВ ТА ВДОСКОНАЛЕННЯ ОЧИСТКИ	26
<i>Гришун А.В., Бабін І.А., Сінгаєвський В.П.</i> ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ РОБОЧОГО ПРОЦЕСУ МОБІЛЬНОГО ПОДРІБНЮВАЧА- РОЗДАВАЧА ГРУБИХ КОРМІВ.....	31
<i>Любін М.В., Токарчук О.А., Єленіч М.П.</i> РОЗШИРЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ПРИГОТУВАННЯ КОРМОСУМІШІ ЗА ДОПОМОГОЮ СКРЕБКОВОГО ТРУБЧАСТОГО ТРАНСПОРТЕРА- ЗМІШУВАЧА.....	35
<i>Павленко С.І.</i> ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ЗМІШУВАННЯ КОМПОНЕНТІВ ГНОС- КОМПОСТНОЇ СУМІШІ РОБОЧИМ ОРГАНОМ ЗМІШУВАЧА-ФОРМУВАЛЬНИКА БУРТІВ.....	42
<i>Паламарчук І.П., Горбатюк Р.М., Зозуляк І.А.</i> РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ВІБРАЦІЙНОЇ МАШИНИ З АКТИВАТОРОМ ДЛЯ ПОВЕРХНЕВОГО ЗМІЦНЕННЯ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БІОПАЛИВА.....	48
<i>Паламарчук І.П., Похвалюк С.Г., Бандура В.М., Буряк М.М.</i> КУЛЬТИВАТОР ДЛЯ СУЦІЛЬНОГО І МІЖРЯДНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ДО АДАПТОРА ДЛЯ МОТОБЛОКУ “МОТОР СІЧ”.....	52
<i>Пришляк В.М., П'ясецький А.А., Бурака С.А.</i> ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ АВТОТРАКТОРНИХ ДВИГУНІВ, АДАПТОВАНИХ ДЛЯ ЧАСТКОВИХ РЕЖИМІВ НАВАНТАЖЕННЯ	57
<i>Пономаренко Н. О., Ільченко В.Ю., Яропуд В.М., Усенко А.І.</i> АРГУМЕНТАЦІЯ СЕРЕДНЬОЇ ВІДСТАНІ ПРОБІГУ ПЕРЕСУВНИХ ЗАСОБІВ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ МАШИН.....	63
<i>Спірін А.В., Твердохліб І.В., Лановий М.М.</i> МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПРОДУКТИВНОСТІ МАШИНИ ДЛЯ ВИТИРАННЯ НАСІННЯ.....	67
<i>Груханська О.О.</i> ШЛЯХИ ЗНИЖЕННЯ ПОШКОДЖЕННЯ КОРЕНЕПЛОДІВ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ КОМБІНОВАНОЇ ОЧИСНОЇ СИСТЕМИ.....	76
<i>Цуркан О.В., Герасимов О.О., Коломієць О.С., Присяжнюк Д.В.</i> ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ОЗОНУ В ПІСЛЯЗБИРАЛЬНІЙ ОБРОБЦІ ЗЕРНА.....	80
<i>Шленський О.Б., Серєда Л.П.</i> ТЕХНОЛОГІЯ СМУГОВОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ «СТРИП-ТІЛ» - ЕНЕРГЕТИЧНІ ТА ЕКОНОМІЧНІ ПЕРЕВАГИ ПОРІВНЯНО З ІНШИМИ ТЕХНОЛОГІЯМИ.....	85

ТЕХНІЧНИЙ СЕРВІС МОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

<i>Гулько І.В., Коваль Л.Г.</i> ЕНЕРГООЩАДНІ БЕЗКОНТАКТНІ МЕТОДИ ДІАГНОСТУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ МОБІЛЬНОЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ.....	89
--	----

ПРОЦЕСИ ТА ОБЛАДНАННЯ ПЕРЕРОБНИХ ТА ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

<i>Бандура В.М.</i> ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ІНФРАЧЕРВОНОГО ТА МІКРОХВИЛЬОВОГО ПОЛЯ В	
---	--



ПРОЦЕСИ ПЕРЕРОБКИ ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР	94
<i>Бандура В.М., Коляновський О.М.</i>	
ПОСИЛЕННЯ ВИРОБНИЦТВА ОЛІЇ ІЗ РІПАКУ	102
<i>Власенко В.В., Бондар М.М., Семко Т.В., Соломон А.М.</i>	
ФУНКЦІОНАЛЬНІ ХАРЧОВІ ПРОДУКТИ З НАПОВНЮВАЧАМИ	106
<i>Власенко В.В., Крижак С.В., Петлюк Л.А., Крижак Л.М.</i>	
ТЕХНОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ М'ЯСНОГО ФАРШУ З СТАРТОВОЮ КУЛЬТУРОЮ РІЦІ-47	110
<i>Дзись В.Г., Ярошенко Л.В., Олійник А.І.</i>	
СУШАРКА З ТЕПЛОВИМ НАСОСОМ СТРІЛІНГА	114
<i>Крижак С.В., Власенко В.В., Коляновська Л.М., Новгородська Н.В.</i>	
ЗМІНИ ДИНАМІКИ НАКОПИЧЕННЯ ЛЕТКИХ ЖИРНИХ КИСЛОТ, ВМІСТУ ВОЛОГИ ПРИ ВИКОРИСТАННІ МОЛОЧНОКИСЛИХ БАКТЕРІЙ У ВИРОБНИЦТВІ КОВБАС	117
<i>Котов Б.І., Степаненко С.П.</i>	
ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СЕПАРАЦІЇ НАСІННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ПРОТИТЕЧІЙНОЇ ПОДАЧІ МАТЕРІАЛУ В ГОРИЗОНТАЛЬНИЙ ПОВІТРЯНИЙ ПОТІК	121
<i>Паламарчук І.П., Янович В.П., Купчук І.М.</i>	
ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЗЕРНОВОЇ КРОХМАЛОВМІСНОЇ СИРОВИНИ ЯК ОБ'ЄКТА ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ДІЇ СПИРТОВОГО ВИРОБНИЦТВА	126
<i>Паламарчук І.П., Янович В.П., Купчук І.М.</i>	
ДОСЛІДЖЕННЯ РЕОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗЕРНОВОЇ КРОХМАЛЕВМІСНОЇ СИРОВИНИ СПИРТОВОГО ВИРОБНИЦТВА	130
<i>Пришляк В.М., Завальнюк П.Г.</i>	
НАУКОВО ОБҐРУНТОВАНІ СПОСОБИ, МЕТОДИ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ МОДЕЛІ ЗНИЖЕННЯ ЕНЕРГОВИТРАТ НА СУШІННЯ ПРОДОВОЛЬЧОЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ	135
<i>Солоня О.В., Котов Б.І., Спирін А.В., Калініченко Р.А.</i>	
СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ ТЕПЛОВОЇ І МЕХАНІЧНОЇ ПЕРЕРОБКИ ЗЕРНОВОЇ СИРОВИНИ НА КОРМ	139

МАШИНОБУДУВАННЯ ТА МАТЕРІАЛООБРОБКА

<i>Веселовська Н.Р., Яремчук О.А.</i>	
ДОСЛІДЖЕННЯ ГІДРАВЛІЧНОГО СЛІДКУЮЧОГО ПРИВОДУ З ЧОТИРЬОХ ЩІЛНИМ ДРОСЕЛЬНИМ РОЗПОДІЛЬНИКОМ	143
<i>Дубчак В.М.</i>	
МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ПОРІВНЯННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК В ОДНІЙ ПРИКЛАДНІЙ ЗАДАЧІ	151
<i>Краєвський В.О.</i>	
АНАЛІЗ МЕТОДІВ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ МАКСИМІЗАЦІЇ НАКОПИЧЕНОЇ ДЕФОРМАЦІЇ ПРИ БАГАТОСТУПЕНЕВОМУ ГАРЯЧОМУ ДЕФОРМУВАННІ	155
<i>Матвійчук В.А., Бубновська І.А.</i>	
АНАЛІЗ СХЕМ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ КОМПРЕСОРНИХ ЛОПАТОК ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ОПЕРАЦІЇ ГАРЯЧОГО ВАЛЬЦЮВАННЯ	160
<i>Матвійчук В.А., Явдик В.В.</i>	
РОЗРОБКА І ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ШТАМПУВАННЯ ОБКОЧУВАННЯМ ВІСЕСИМЕТРИЧНИХ ВИРОБІВ З ДНИЦАМИ І ГОРЛОВИНАМИ	166
<i>Найко Д.А.</i>	
РОЗВИТОК ТЕОРІЇ АПРОКСИМАЦІЙНИХ ОПЕРАТОРІВ ТИПУ ПОЛІНОМІВ БЕРНШТЕЙНА	171
<i>Штуць А.А., Матвійчук В.А.</i>	
КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ШТАМПУВАННЯ ОБКОЧУВАННЯМ ТРУБНИХ ЗАГОТОВОК	178

ЕНЕРГОТЕХНОЛОГІЇ ТА АЛЬТЕРНАТИВНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ

<i>Веселовська Н.Р., Гуцаленко О.В.</i>	
ВОДНЕВЕ ПАЛИВО ДЛЯ ТЕПЛОВИХ ДВИГУНІВ – АЛЬТЕРНАТИВА	



ТРАДИЦІЙНОМУ	185
<i>Друкований М.Ф., Алексевич І.М., Ковальова І.М.</i>	
ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ ВИКОРИСТАННЯ БІОДИЗЕЛЯ	190
<i>Комаха В.П., Рябошапка В.Б.</i>	
ДОСЛІДЖЕННЯ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКУ ЕФЕКТИВНИХ ПОКАЗНИКІВ ДВИГУНА ТА ТЯГОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТРАКТОРА З ВИКОРИСТАННЯМ БІОДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА НА ОСНОВІ ТЯГОВО-ПОТУЖНІСНОГО БАЛАНСУ	193
<i>Лежнюк П.Д., Гунько І.О., Рубаненко О.Є., Малогулко Ю.В.</i>	
ОПТИМІЗАЦІЯ СЕКЦІОНУВАННЯ В ЛОКАЛЬНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ З РІЗНОТИПНИМИ РОЗПОДІЛЕНИМИ ДЖЕРЕЛАМИ ЕНЕРГІЇ	199
<i>Прядько В.А., Рубаненко О.О.</i>	
ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТА РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ МЕТОДИ, ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВЕРМИКОМПОСТУВАННЯ ВІДХОДІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА ТА ПОБУТУ	206
<i>Sapan Eminov</i>	
FRUCTOSE CONVERSION TO 5-HYDROXYMETHYLFURFURAL (HMF) CATALYZED BY METAL HALIDES IN IONIC LIQUIDS	211
<i>Стадник М.І., Рубаненко О.О., Бондаренко С.В.</i>	
ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ ГЕНЕРАЦІЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ НА СОНЯЧНІЙ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ ВІДНОСНО ЇЇ ВСТАНОВЛЕНОЇ ПОТУЖНОСТІ	213
<i>Хомяковський Ю.Л.</i>	
СОЦІАЛЬНІ ТА ПЕДАГОГІЧНІ АСПЕКТИ РЕАЛІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЙ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ	221
<i>Шевчук О.Ф.</i>	
ПЛІВКИ C_{60}, ЯК ЕФЕКТИВНІ ФОТОЕЛЕКТРИЧНІ ПЕРЕТВОРЮВАЧІ СОНЯЧНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ	226
<i>Яцковський В.І., Яцковська Р.О.</i>	
ВИКОРИСТАННЯ ПАРАЛЕЛЬНИХ ОБЧИСЛЕНЬ ПРИ ВИКОНАННІ ТЕПЛООВОГО РОЗРАХУНКУ ДВИГУНА ПРИ РОБОТІ НА АЛЬТЕРНАТИВНИХ ВИДАХ ПАЛИВА	231
ТРАНСПОРТНІ ТА ТРАНСПОРТНО - ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ ТА ОБЛАДНАННЯ	
<i>Любін М.В., Токарчук О.А., Яропуд В.М.</i>	
ОСОБЛИВОСТІ РОБОТИ КРУТОПОХИЛЕНИХ ГВИНТОВИХ ТРАНСПОРТЕРІВ ПРИ ПЕРЕМІЩЕННІ ЗЕРНОВОЇ ПРОДУКЦІЇ	235
<i>Паладійчук Ю.Б., Тарасюк Ю.М.</i>	
ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ КОНСТРУКЦІЙ ГВИНТОВИХ КОНВЕЄРІВ	241
АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ	
<i>Стадник Н.И.</i>	
МЕХАТРОННЫЕ СИСТЕМЫ АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ В АПК	245

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКУ ЕФЕКТИВНИХ ПОКАЗНИКІВ ДВИГУНА ТА ТЯГОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТРАКТОРА З ВИКОРИСТАННЯМ БІОДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА НА ОСНОВІ ТЯГОВО-ПОТУЖНІСНОГО БАЛАНСУ

Комаха Віталій Петрович к.т.н., доцент
Рябошапка Вадим Борисович асистент
Вінницький національний аграрний університет
Komacha V.
Ryaboshapka V.
Vinnytsia National Agrarian University

Анотація: проведенні теоретичні дослідження взаємозв'язку ефективних показників двигуна та тягових характеристик трактора при роботі на біопаливі для оцінки потужнісного балансу машинно-тракторного агрегату. Методи досліджень засновані на математичному моделюванні процесів, які відбуваються в структурних одиницях машинно-тракторного агрегату. В результаті, на основі теоретичних досліджень, отримано рівняння тягового-потужнісного балансу, що враховує вплив біопалива.

Ключові слова: біопаливо, ефективна потужність двигуна, тяговий баланс, потужнісний баланс, машинно-тракторний агрегат.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Дослідженням роботи двигунів машинно-тракторних агрегатів і тракторів на біопаливі та паливі з біокомпонентом займалися учені: Осетров О. О., Ліньков О. Ю., Шуляка М. Л. та ін.

Запропонована динамічна модель машинно-тракторного агрегату при змінних параметрах стану [1]. Математичне моделювання тягового навантаження МТА розглянуте в роботі [2]. Розрахунок і шляхи підвищення експлуатаційних показників розглянуті в роботах [3 - 9].

У роботах [10 - 12] розглянуті питання підвищення ефективності функціонування МТА за рахунок використання двокомпонентного біопалива, що являє собою суміш метилефірів рапсової олії (20 %) і дизельного палива (80 %).

На окрему увагу заслуговують питання математичного моделювання взаємозв'язку параметрів тракторного двигуна з параметрами функціонування мобільної машини, які розглядаються в роботах [13], а також дослідження роботи двигуна на біопаливі [14]. У роботі [15] досліджені тягово-зчіпні властивості шин ведучих коліс трактора. Також при дослідженні функціонування МТА для визначення основних параметрів слід враховувати основні відомі залежності, представлені в роботах, а для розрахунків і моделювання тягових характеристик трактора необхідно знати його технічну характеристику [16].

Результати досліджень роботи дизельних двигунів на біопаливі показують, що тракторні дизелі можуть працювати на біопаливі без особливої зміни в конструкції двигуна.

Мета статті

Метою досліджень є уточнення математичних залежностей з урахуванням використання біопалива для оцінки потужнісного балансу машинно-тракторного агрегату.

Виклад основного матеріалу

У структурі тягового машинно-тракторного агрегату з однієї сторони працює двигун, що перетворює теплову енергію згорання палива в механічну роботу, з іншої сторони від сільськогосподарської машини прикладається тяговий опір та опір переміщенню трактора. Таким чином, задача математичного моделювання роботи агрегату зводиться до тягово-потужнісного балансу.

Розглянемо методику розрахунку ефективних показників двигуна, враховуючи вид палива.

З аналізу існуючих досліджень було встановлено, що найбільш точний метод розрахунку регуляторних характеристик – за допомогою теплового розрахунку.

Визначимо в даній роботі основні параметри зовнішньої характеристики двигуна для номінального режиму, використовуючи відомі залежності.

Ефективна потужність двигуна [17]:

$$N_e = \frac{p_e \cdot V_h \cdot n \cdot i}{30 \cdot \tau_{де}}, \quad (1)$$



де p_e – середній ефективний тиск в циліндрі, МПа;

V_h – робочий об'єм циліндра, M^3 ;

n – частота обертів колінчастого валу, $X\theta^{-1}$;

i – частота обертів колінчастого валу, $X\theta^{-1}$;

$\tau_{\text{де}}$ – тактність двигуна.

Представимо p_e як різницю [17]:

$$p_e = p_i - p_m, \quad (2)$$

де p_i – дійсний середній індикаторний тиск, з урахуванням закруглення індикаторної діаграми, МПа;

p_m – тиск механічних втрат, МПа.

Визначаємо p_i за формулою [17]:

$$p_i = p'_i \cdot \nu, \quad (3)$$

де p'_i – теоретичний середній індикаторний тиск, МПа;

ν – коефіцієнт закруглення індикаторної діаграми;

Теоретичний середній індикаторний тиск визначаємо за формулою Гринивецького-Мазинга для змішаного циклу дизеля [17]:

$$p'_i = \frac{p_c}{\varepsilon - 1} \cdot \left[\lambda \cdot (\rho - 1) + \frac{\lambda \cdot \rho}{n_2 - 1} \cdot \left(1 - \frac{1}{\delta^{n_2 - 1}} \right) - \frac{1}{n_1 - 1} \cdot \left(1 - \frac{1}{\varepsilon^{n_1 - 1}} \right) \right], \quad (4)$$

де p_c – тиск в кінці такту стиску, МПа;

ε – ступінь стиску двигуна;

ρ – ступінь попереднього розширення;

δ – ступінь подальшого розширення;

n_1 – показник політропи стиску;

n_2 – показник політропи розширення;

λ – ступінь підвищення тиску, що визначаємо з характерних точок індикаторної діаграми [17]:

$$\lambda = \frac{p_z}{p_c}. \quad (5)$$

де p_z – максимальний тиск робочого циклу двигуна, МПа;

Середній тиск механічних втрат [17]:

$$p_m = a + b \cdot W_{n.cp}, \quad (6)$$

де a і b – емпіричні коефіцієнти, МПа і МПа с/м відповідно;

$W_{n.cp}$ – середня швидкість поршня (м/с), що для практичних розрахунків визначається за формулою [17]:

$$W_{n.cp} = \frac{S \cdot n}{30}, \quad (7)$$

де S – хід поршня, м;

Після деяких перетворень, використовуючи формули (1 – 7), враховуючи кінематику кривошипно-шатунного механізму та відомі залежності взаємозв'язку, а також визначення об'ємів циліндра, отримуємо кінцеву формулу для визначення ефективної потужності двигуна:



$$\begin{aligned}
 N_e = & \frac{\pi \cdot D^2 \cdot S \cdot n \cdot i}{120 \cdot \tau_{об}} \times \left(\frac{p_c \cdot v}{\varepsilon - 1} \cdot \left\langle \frac{p_z}{p_c} \right\rangle \cdot \left\{ \frac{\varepsilon - 1}{2} \cdot \left[1 - \cos \varphi_z + \frac{1}{\lambda_{ш}} \cdot (1 - \cos \beta_z) \right] + \right. \right. \\
 & \left. \left. + \frac{1 + \frac{\varepsilon - 1}{2} \cdot \left[1 - \cos \varphi_z + \frac{1}{\lambda_{ш}} \cdot (1 - \cos \beta_z) \right]}{n_2 - 1} \right\} \times \left[1 - \right. \right. \\
 & \left. \left. - \frac{1}{\left(\frac{\varepsilon}{1 + \frac{\varepsilon - 1}{2} \cdot \left[1 - \cos \varphi_z + \frac{1}{\lambda_{ш}} \cdot (1 - \cos \beta_z) \right]} \right)^{n_2 - 1}} \right] \cdot \frac{1}{n_1 - 1} \cdot \left(1 - \frac{1}{\varepsilon^{n_1}} \right) \right] - \\
 & \left. - \left[a + \frac{b \cdot n \cdot S}{30} \right] \right), \tag{8}
 \end{aligned}$$

де φ_z та β_z – кути, відповідно положення кривошипа та відхилення шатуна від вертикальної осі, що відповідають кінцю максимальному тиску робочого циклу двигуна;

$\lambda_{ш}$ – постійна кривошипно-шатунного механізму (відношення радіуса кривошипа до довжини шатуна).

Для спрощення запису у формулу (8) вводимо коефіцієнти:

$$K_1 = \frac{\varepsilon - 1}{2} \cdot \left[1 - \cos \varphi_z + \frac{1}{\lambda_{ш}} \cdot (1 - \cos \beta_z) \right], \tag{9}$$

$$K_2 = n_2 - 1. \tag{10}$$

За допомогою формули (8), визначаємо номінальну потужність на двох характерних режимів – номінального та режиму максимального крутного моменту. Що стосується інших режимів двигуна, то потрібно використовувати спосіб розрахунку за емпіричним рівнянням кубічного тричлена:

$$N_{ex} = N_{enom} \cdot \frac{n_x}{n_{nom}} \cdot \left[A + B \cdot \frac{n_x}{n_{nom}} - B \cdot \left(\frac{n_x}{n_{nom}} \right)^2 \right], \tag{11}$$

де A, B, B – емпіричні коефіцієнти, що залежать від типу двигуна і виду палива;

N_{enom} – номінальна потужність двигуна, кВт;

n_x – поточне значення частоти обертання колінчастого валу двигуна, хв^{-1} ;

n_{nom} – номінальна частота обертів колінчастого валу хв^{-1} .

Зв'язок ефективного крутного моменту двигуна з ефективною потужністю, визначаємо з відомої залежності [17]:

$$M_e = \frac{9550 \cdot N_e}{n}. \tag{12}$$

З іншої сторони крутний момент може визначатися з умов подолання прикладеного до агрегату тягового опору:

$$M_e = \frac{(P_{зак} + m \cdot g \cdot 10^{-3}) \cdot (d_k + 1,66 \cdot b_k)}{U_{кпп} \cdot U_p \cdot U_{гп} \cdot U_{кп} \cdot \eta_{цп}^{k_{цп}} \cdot \eta_{кк}^{k_k} \cdot \eta_x \cdot 78,74} \tag{13}$$

де $P_{зак}$ – тягове зусилля трактора, кН;

m – експлуатаційна маса трактора, кг;

d_k – діаметр ободу ведучого колеса, дюйм;

b_k – ширина ведучого колеса, дюйм;



$U_{КПП}, U_P, U_{ГП}, U_{КП}$ – передаточні числа відповідно коробки передач, редуктора, головної та кінцевої передач трактора;

$\eta_{ЦП}, \eta_{КП}, \eta_x$ – коефіцієнти корисної дії відповідно циліндричних, конічних передач та холостого ходу трансмісії;

K_u, K_k – відповідно кількість циліндричних та конічних передач трансмісії.

На основі формул 8 – 13 отримуємо рівняння тягового балансу агрегату у вигляді:

$$\frac{\pi \cdot D^2 \cdot S \cdot i}{\tau_{\text{ос}}} \cdot \left(\frac{p_c \cdot v}{\varepsilon - 1} \cdot \left\langle \frac{p_z}{p_c} \cdot \left\{ K_1 + \frac{1 + K_1}{K_2} \cdot \left[1 - \frac{1}{(1 + K_1)^{K_2}} \right] \right\} - \frac{1}{n_1 - 1} \cdot \left(1 - \frac{1}{\varepsilon^{n_1}} \right) \right\rangle - \left[a + \frac{b \cdot n \cdot S}{30} \right] \right) \cdot \left[A + B \cdot \frac{n_x}{n_{\text{ном}}} - B \cdot \left(\frac{n_x}{n_{\text{ном}}} \right)^2 \right] = \frac{(P_{\text{зак}} + m \cdot g \cdot 10^{-3}) \cdot (d_k + 1,66 \cdot b_k)}{6269,8 \cdot U_{КПП} \cdot U_P \cdot U_{ГП} \cdot U_{КП} \cdot \eta_{ЦП}^{K_u} \cdot \eta_{КП}^{K_k} \cdot \eta_x} \quad (14)$$

З урахуванням зв'язку ефективних потужності та крутного моменту (12), визначаємо також баланс потужності тягового машинно-тракторного агрегату:

$$\frac{\pi \cdot D^2 \cdot S \cdot i}{120 \cdot \tau_{\text{ос}}} \cdot \left(\frac{p_c \cdot v}{\varepsilon - 1} \cdot \left\langle \frac{p_z}{p_c} \cdot \left\{ K_1 + \frac{1 + K_1}{K_2} \cdot \left[1 - \frac{1}{\left(\frac{\varepsilon}{1 + K_2} \right)^{K_2}} \right] \right\} - \frac{1}{n_1 - 1} \cdot \left(1 - \frac{1}{\varepsilon^{n_1}} \right) \right\rangle - \left[a + \frac{b \cdot n \cdot S}{30} \right] \right) \cdot n_x \cdot \left[A + B \cdot \frac{n_x}{n} - B \cdot \left(\frac{n_x}{n} \right)^2 \right] = \frac{N_{\text{зак}}}{\eta_{ЦП}^{K_u} \cdot \eta_{КП}^{K_k} \cdot \eta_x \cdot \eta_{\delta} \cdot \eta_f} \quad (15)$$

де η_{δ}, η_f – коефіцієнти корисної дії що враховують втрати на буксування рушіїв та на переміщення трактора по ґрунту відповідно.

Висновок

Отримані рівняння тягово-потужнісного балансу виражає математичну модель взаємозв'язку ефективних показників двигуна та тягових характеристик трактора при роботі на альтернативному паливі.

Список літератури

1. Шуляк М.Л. Підвищення ефективності машинно-тракторних агрегатів з використанням біодизельних палив. Дис. канд. техн. наук: 05.05.11. – Харків: ХНТУСГ ім. Петра Василенка, 2012. – 165 с.
2. Кравченко В.А. Математическое моделирование тяговой нагрузки МТА / В.А. Кравченко, В.В. Дурягина, И.Э. Гамоліна.: // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – №100(06) [электронный ресурс] <http://cyberleninka.ru/article/n/matematiceskoe-modelirovanie-tyagovoy-nagruzki-mta>
3. Артьомов М.П. Вплив динаміки машинно-тракторних агрегатів на їх функціональну стабільність / М.П. Артьомов // Збірник наукових праць ВНАУ. Серія: Технічні науки. I. Машиновикористання у рослинництві та тваринництві. – Випуск №7. Вінниця. – 2011. – С. 5-10.
4. Ткаченко Д.И., Концепция повышения эффективности использования машинотракторного агрегата (МТА) / Д.И. Ткаченко, И.В. Колесник, С.Г. Гайдаш // Вісник ХНТУСГ. – Випуск 124. Том 2 (Технічні науки) – Харків 2012. С. 142-151. [электронный ресурс] http://khntusg.com.ua/files/sbornik/vestnik_124-2/09.pdf
5. Лебедев А.Т. Энергозберігаючий режим руху тракторного агрегату на гоні / А.Т. Лебедев, С.А. Лебедев, В.В. Погорілий // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – Випуск 107 «Механізація сільськогосподарського виробництва» Том 2 – Харків 2011. – С. 5-11.
6. Журавлев С.Ю. Методика расчета энергетической эффективности использования мобильных машинно-тракторных агрегатов / С.Ю. Журавлев // Вестн. КрасГАУ. – №8. – 2013 – С. 142-151.
7. Лебедев С.А. Эффективность использования по энергозатратам тракторов при основной обработке почвы / С.А. Лебедев, А.Н. Пипченко // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – Випуск 107 «Механізація сільськогосподарського виробництва» Том 2 – Харків 2011. – С. 18-22.
8. Журавлев С.Ю. Влияние переменных внешних факторов на производительность машинно-тракторных агрегатов / С.Ю. Журавлев // Вестн. КрасГАУ. – № 7. – 2011. – С. 148-153.



9. Журавлев С.Ю. Оценка эффективности функционирования мобильных сельскохозяйственных агрегатов с использованием тяговой характеристики трактора / С.Ю. Журавлев // *Вестн. КрасГАУ.* – № 9. – 2011. – С. 146–151.
10. Громаков А.В. Повышение эффективности функционирования машинно-тракторных агрегатов за счет применения биотоплива: Автореф. дис. к-та технічних наук: 05.20.01. – Ростов-на-Дону: ФГБОУ ВПО ДГТУ, 2012. – 19 с.
11. Громаков А.В. Биотопливо для дизеля и тяговая энергонасыщенность машинно-тракторного агрегата / А.В. Громаков В.П. Богданович // *Материалы 2-й Междунар. науч.-практ. конференции в рамках 12-й Междунар. агропромышленной выставки «Интерагромаш-2009» [Состояние и перспективы развития сельскохозяйственного машиностроения]* г. Ростов-на-Дону, ВЦ «Вертол Экспо» – 2009. – С. 472-475.
12. Громаков А.В. Рациональные режимы функционирования МТА на биотопливе / А.В. Громаков, В.П. Богданович // *Материалы 4-й Междунар. науч.-практ. конференции в рамках 14-й Междунар. агропромышленной выставки «Интерагромаш-2011» [Состояние и перспективы развития сельскохозяйственного машиностроения]* г. Ростов-на-Дону, ВЦ «Вертол Экспо» – 2011 – С. 70-72.
13. Варваров Л.М. До питання про визначення експлуатаційних показників транспортних засобів автотракторного типу / Л.М. Варваров, А.М. Антипенко // *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка.* – Випуск 107 «Механізація сільськогосподарського виробництва». Том 2 – Харків. – 2011. – С. 61-68.
14. Левчук В.І. Дослідження динаміки розгону дизеля при коректуванні паливоподачею за граничним значенням димності відпрацьованих газів / В.І. Левчук, В.М. Арендаренко, О.М. Іванов // *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка.* – Випуск 107 «Механізація сільськогосподарського виробництва» Том 2 – Харків 2011. – С. 93-100.
15. Гуськов А.В. Определение тягово-цепных качеств шин ведущих колес трактора / А.В. Гуськов // *Вестник ХНАДУ.* – №37 [электронный ресурс] <http://cyberleninka.ru/article/n/matematicheskoe-modelirovanie-tyagovoy-nagruzki-mta>
16. Анісімов В.Ф. Дослідження впливу кута випередження подачі на експлуатаційні показники роботи дизеля при переведенні його на біодизельне паливо / В.Ф. Анісімов, Л.П. Серета, В.Б. Рябошапка, А.А. Пясецький // *Промислова гідроліка і пневматика.* №2(20) – Вінниця 2008. – С.101-106.
17. Николаенко А.В. Теория, конструкция и расчет автотракторных двигателей / А.В. Николаенко. – М.: Колос. 1984. – 335 с., ил. - (Учебники и учеб. пособия для высш. с.-х. заведений).

References

1. Shulyak M.L. Pidvyshchennya efektyvnosti mashynno-traktornykh ahrehativ z Vykorystannya biodizelnykh paliv. *Dys. kand. tekhn. nauk: 05.05.11.* - Kharkiv: KHNTUS-H im. Petra Vasylenka, 2012. - 165 s.
2. Kravchenko V.A. Matematicheskoye modelirovaniye tyagovoy nagruzki MTA / V.A. Kravchenko, V.V. Duryagina, I.E Gamolina. // *politematicheskim setevoy elektronnyy nauchnyy zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta.* - №100 (06) [elektronnyy resurs] <http://cyberleninka.ru/article/n/matematicheskoe-modelirovanie-tyagovoy-nagruzki-mta>
3. Artom M.P. Vplyv dynamiky mashynno-traktornykh ahrehativ na yikh funktsionalnu stabilnist / M.P. Artom // *Zbirnyk naukovykh prats VNAU. Seriya: Tekhnichni nauky. I. Mashynovykorystannya u roslynnytstvi ta tvarynnytstvi.* - Vypusk №7. Vinnytsya. - 2011. - S. 5-10.
4. Tkachenko D.I., Kontseptsiya povysheniya efektyvnosti ispol'zovaniya mashinotraktornogo agregata (MTA) / D.I. Tkachenko, I.V. Kolesnik, S. Gaydash // *Vestnik KHNTUSG.* - Vypusk 124. Tom 2 (Tekhnicheskoye nauki) - Khar'kov 2012. S. 142-151. [Elektronnyy resurs] http://khntusg.com.ua/files/sbornik/vestnik_124-2/09.pdf
5. Lebedev A.T. Enerhozberihayuchiy rezhym rukhu traktornoho ahrehatu na honi / A.T. Lebedev, S.A. Lebedev, V.V. Pohorilyy // *Visnyk Kharkivskoho natsionalnogo tekhnichnogo universytetu silskoho hospodarstva imeni Vasylenka z Petra.* - Vypusk 107 «Mekhanizatsiya silskohospodarskoho vyrobnytstva» Tom 2 - Kharkiv 2011. - S. 5-11.
6. Zhuravlev S.YU. Metodika rascheta energeticheskoy efektyvnosti ispol'zovaniya mobil'nykh mashynno-traktornykh agregatov / S.YU. Zhuravlev // *Vestn. KrasGAU.* - №8. - 2013 - S. 142-151.
7. Lebedev S.A. Effektivnost' ispol'zovaniya po energozatrat traktorov pri osnovnoy obrabotke pochvy / S.A. Lebedev, A.N. Pipchenko // *Vestnik Khar'kovskogo natsional'nogo tekhnicheskogo universiteta sel'skogo khozyaystva imeni Petra Vasilenko.* - Vypusk 107 «Mekhanizatsiya sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva» Tom 2 - Khar'kov 2011. - S. 18-22.
8. Zhuravlev S.YU. Vliyaniye peremennykh vneshnikh faktorov na proizvoditel'nost' mashynno-traktornykh agregatov / S.YU. Zhuravlev // *Vestn. KrasGAU.* - № 7. - 2011. - S. 148-153.
9. Zhuravlev S.YU. Otsenka efektyvnosti funktsionirovaniya mobil'nykh sel'skokhozyaystvennykh agregatov s ispol'zovaniyem tyagovoy kharakteristiki traktora / S.YU. Zhuravlev // *Vestn. KrasGAU.* - № 9. - 2011. - S. 146-151.
10. Gromakov A.V. Povysheniye efektyvnosti funktsionirovaniya mashynno-traktornykh agregatov za schet primeneniya biotopliva: Avtoref. dis. k-ta tekhnicheskikh nauk: 05.20.01. - Rostov-na-Donu: FGBOU VPO DGTU, 2012. - 19 s.
11. Gromakov A.V. Biotoplivo dlya dizelya i tyagovaya energonasyshchennost' mashynno-traktornogo agregata / A.V. Gromakov V.P. Bogdanovich // *Materialy 2-y Mezhdunar. nauch.-metod. konferentsii v ramkakh 12-y*



Mezhdunar. agropromyshlennoy vystavki «Interagromash-2009» [Sostoyaniye i perspektivy razvitiya sel'skokhozyaystvennogo mashinostroyeniya] g. Rostov-na-Donu, VTS «Vertol Ekspo» - 2009. - S. 472-475.

12. Gromakov A.V. Ratsional'nyye rezhimy funktsionirovaniya MTA na biotoplive / A.V. Gromakov, V.P. Bogdanovich // *Materialy 4-y Mezhdunar. nauch.-metod. konferentsii v ramkakh 14-y Mezhdunar. agropromyshlennoy vystavki «Interagromash-2011» [Sostoyaniye i perspektivy razvitiya sel'skokhozyaystvennogo mashinostroyeniya] g. Rostov-na-Donu, VTS «Vertol Ekspo» - 2011 - S. 70-72.*

13. Varvarov L.M. K voprosu ob opredelenii ekspluatatsionnykh pokazateley transportnykh sredstv avtotraktornogo tipa / L.M. Varvarov, A.M. Antipenko // *Vestnik Khar'kovskogo natsional'nogo tekhnicheskogo universiteta sel'skogo khozyaystva imeni Petra Vasilenko. - Vypusk 107 «Mekhanizatsiya sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva». Tom 2 - Khar'kov. - 2011. - S. 61-68.*

14. Levchuk V.I. Doslidzhennya dynamiky roz-honu dyzelya pry korektuvanni palivopodacheyu za hranychnym znachennyam dimnosti vidpratsovanikh haziv / V.I. Levchuk, V.M. Arendarenko, O.M. Ivanov // *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu silskoho hospodarstva imeni Vasylenka z Petra. - Vypusk 107 «Mekhanizatsiya silskohospodarskoho vyrobnytstva» Tom 2 - Kharkiv 2011. - S. 93-100.*

15. Gus'kov A.V. Opredeleniye tyagovo-stsepykh kachestv shin vedushchikh koles traktora / A.V. Gus'kov // *Vestnik KHNADU. - №37 [elektronnyy resurs] <http://cyberleninka.ru/article/n/matematicheskoe-modelirovaniye-tyagovoy-nagruzki-mta>*

16. Anisimov V.F. Doslidzhennya vplivu kuta viperedzhennya podachi na ekspluatatsiyni pokazately roboty dyzelya pry perevedenni eho na biodizelne palyvo / V.F. Anisimov, L.P. Sereda, V.B. Ryaboshapka, A.A. Pyasetsky // *Promyslova hidravlika y pnevmatyka. №2 (20) - Vinnytsya 2008. - S.101-106.*

17. Nikolayenko A.V. Teoriya, konstruksiya i raschet avtotraktornykh dvigateley / A.V. Nikolayenko. - M. : Kolos. 1984. - 335 s., Il. - (Uchebniki i ucheb. Posobiya dlya vyssh. S.-kh. zavedeniy).

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ ЭФФЕКТИВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДВИГАТЕЛЯ И ТЯГОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТРАКТОРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИОДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА НА ОСНОВЕ ТЯГОВО-МОЩНОСНОГО БАЛАНСА

Аннотация: проведены теоретические исследования взаимосвязи эффективных показателей двигателя и тяговых характеристик трактора при работе на биотопливе для оценки мощностного баланса машинно-тракторного агрегата. Методы исследований основаны на математическом моделировании процессов, которые происходят в структурных единицах машинно-тракторного агрегата. В результате получено уравнение тягово-мощностного баланса, который учитывает влияние биотоплива.

Ключевые слова: биотопливо, эффективная мощность двигателя, тяговый баланс, мощностный баланс, машинно-тракторный агрегат.

A STUDY OF THE RELATIONSHIP OF THE EFFECTIVE PARAMETERS OF THE ENGINE AND TRACTION CHARACTERISTICS OF THE TRACTOR USING BIODIESEL ON THE BASIS OF TRACTION-POWER BALANCE

Summary: conducting theoretical research on the relationship of the effective parameters of the engine and traction characteristics of the tractor when operating on biofuels to assess power balance of machine-tractor unit. Research methods based on mathematical modeling of the processes occurring in the structural units of machine-tractor unit. As a result, on the basis of theoretical studies, the derived equation traction-power balance, which takes into account the impact of biofuels.

Keywords: biofuels, efficient engine power, traction and balance, power balance, machine-tractor unit.