



Всеукраїнський науково-технічний журнал

Ukrainian National Scientific Journal

№3 (92)



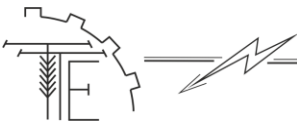
2015

Техніка

енергетика

транспорт АПК





## ЗМІСТ

## МАШИНОВИКОРИСТАННЯ У РОСЛИННИЦТВІ ТА ТВАРИННИЦТВІ

*Алієв Ельчин Бахтияр огли, Лабатюк Ю.М.***ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ РОЗМІЩЕННЯ РОБОЧИХ ОРГАНІВ  
ГЛИБОКОРОЗПУШУВАЧА НА РАМІ ЗНАРЯДДЯ.....5***Бойко В.Б.***ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ФОРМУВАННЯ ПСЕВДОЗРІДЖЕНОГО ШАРУ  
В ГІДРО-ПНЕВМАТИЧНОМУ ВИСІВНОМУ АПАРАТІ.....10***Гришун А.В., Бабин І.А., Гришун О.А.***ДЕЯКІ РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ МОБІЛЬНОГО ПОДРІБНЮВАЧА-РОЗДАВАЧА  
СТЕБЛОВИХ КОРМІВ.....17***Дудін В.Ю.***ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ МАЛОГАБАРИТНОГО ПОДРІБНЮВАЧА КОРЕНЕПЛОДІВ..20***Павленко С.І.***ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ВЗАЄМОДІЇ ЛОПАТИ РОБОЧОГО ОРГАНУ  
АЕРАТОРА З ГНОС-КОМПОСТНОЮ СУМІШШЮ.....24***Твердохліб І.В., Спирін А.В.***РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ВИТИРАННЯ НАСІННЯ  
ДИСКОВО-ТЕРКОВИМ ПРИСТРОЄМ.....28***Теслюк Г.В.***ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПЛУГА-БУКЕРА ДЛЯ  
ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ В СИСТЕМІ ОРГАНІЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА.....37**

## ТЕХНІЧНИЙ СЕРВІС МОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

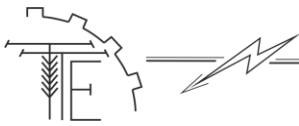
*Борисюк Д.В.***ВИМУШЕНІ КОЛИВАННЯ СИЛОВОГО АГРЕГАТА ТРАКТОРА.....40***Анісімов В.Ф., Гунько І.В., Борисюк Д.В., Зіменко Д.В.***МЕТОДИ БЕЗРОЗБІРНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ ДВИГУНІВ.....42***Калганков Є.В., Кириленко О.І., Герінг І.А.***ТЕОРІЯ І ПРАКТИКА ГІДРОАБРАЗИВНО-ВТОМНОГО ЗНОСА ДЕТАЛЕЙ ОБ'ЄМНОГО  
ГІДРОПРИВОДА ТРАНСМІСІЇ.....47**

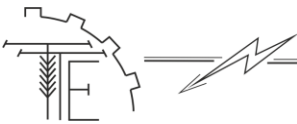
## ПРОЦЕСИ ТА ОБЛАДНАННЯ ПЕРЕРОБНИХ ТА ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

*Бандура В.М., Кірієнко О.О.***РОЗВИТОК ІНФРАЧЕРВОНОЇ ТЕХНІКИ ДЛЯ ОБРОБКИ ЗЕРНА.....53***Бандура В.М., Наконешнюк В.М.***ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СУШІННЯ НАСІННЯ РІПАКУ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ  
ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ.....58***Крижак С.В., Власенко В.В., Коляновська Л.М.***ОБҐРУНТУВАННЯ ТА РОЗРОБКА СУЧАСНИХ ПРОЦЕСІВ ВИРОБНИЦТВА  
СИРОКОПЧЕНИХ КОВБАС ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СПРЯМУВАННЯ.....62***Семко Т.В.***БЕЗПЕЧНІСТЬ МОЛОКА-СИРОВИНИ.....66***Янович В.П.***РОЗРОБКА ВІБРАЦІЙНОГО МЛИНА ОБ'ЄМНИХ КОЛИВАНЬ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА  
ВИСОКОАКТИВНИХ СУМІШЕЙ ПЕРОРАЛЬНИХ ПРЕПАРАТІВ.....69**

## ТРАНСПОРТНІ ТА ТРАНСПОРТНО - ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ ТА ОБЛАДНАННЯ

*Дерев'янку Д.А., Мельник В.І., Дерев'янку О.Д.***ВПЛИВ РОБОЧИХ ЕЛЕМЕНТІВ КОВШОВОГО ТРАНСПОРТЕРА НА ТРАВМУВАННЯ І  
ЯКІСТЬ НАСІННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР.....73**

**ЕНЕРГОТЕХНОЛОГІЇ ТА АЛЬТЕРНАТИВНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ***Алієв Ельчин Бахтияр огли***РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ УСТАНОВКИ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ПЕЛЕТ АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ.....79***Лежнюк П.Д., Гунько І.О., Рубаненко О.О.***ВПЛИВ РДЕ НА ВТРАТИ АКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ В ЛЕС.....84***Рябошапка В.Б.***РОЗРАХУНОК ТА ПОРІВНЯННЯ КРИВИХ ТЕПЛОВИДІЛЕННЯ ТРАКТОРНОГО ДИЗЕЛЯ ПРИ РОБОТІ НА ДИЗЕЛЬНОМУ ПАЛИВІ ТА БІОПАЛИВІ ЗА ДОПОМОГОЮ НОВОЇ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ.....90****АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ***Ловейкін В.С., Шимко Л.С.***ЕФЕКТИВНЕ УПРАВЛІННЯ РОБОЧИМИ ПРОЦЕСАМИ ВИВАНТАЖУВАЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ ЗБИРАЛЬНИХ МАШИН.....96**



УДК 621.436.12  
ББК 31.365  
Р97

## РОЗРАХУНОК ТА ПОРІВНЯННЯ КРИВИХ ТЕПЛОВИДІЛЕННЯ ТРАКТОРНОГО ДИЗЕЛЯ ПРИ РОБОТІ НА ДИЗЕЛЬНОМУ ПАЛИВІ ТА БІОПАЛИВІ ЗА ДОПОМОГОЮ НОВОЇ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ

*Рябошанка Вадим Борисович асистент  
Вінницький національний аграрний університет  
Ryaboshapka V.  
Vinnytsia National Agrarian University*

**Анотація:** в даній статті розглянуто порівняльні теоретичні розрахунки кривих тепловиділення. Для дослідження було обрано тракторний дизель 4Ч11,0/12,5, що працює дизельному паливі та біопаливі. Методика розрахунку заснована на використанні експоненціальної моделі Вібе І. І., враховуючи змінний показник характеру згорання.

**Ключові слова:** біодизельне паливо, показник характеру згорання, коефіцієнт тепловиділення (згорання), дизельний двигун, машинно-тракторний агрегат.

### **Постановка проблеми**

Основною характеристикою процесу згорання в дизелі є криві тепловиділення, що описують зміну кількості виділеного тепла та швидкість згорання в циліндрі двигуна в залежності від часу або від кута повороту колінчастого вала [1], що в значній мірі впливає на ефективність роботи тракторного двигуна та машинно-тракторного агрегату в цілому. При зміні палива на альтернативне, головним чином треба приділяти увагу розрахунку процесу тепловиділення в циліндрі двигуна під час згорання.

Для порівняння кривих тепловиділення на дизельному та біодизельному паливі пропонується використати розрахунковий чисельний метод, який би адекватно описував згаданий процес.

### **Аналіз останніх досліджень і публікацій**

Способи моделювання процесу тепловиділення в основному поділяються на математичні, що базуються на емпіричних формулах, отриманих шляхом аналізу експериментальних даних [2], та засновані на основних фізичних залежностях процесу сумішоутворення та згорання [3]. Більш точною та адекватною є модель розглянута в роботі [4], що поєднує в собі згадані вище способи. Для більш повного огляду процесу моделювання характеристик тепловиділення не залишається поза увагою модель процесу згорання в дизелях з використанням альтернативного палива, розглянута в роботі Лінькова О. Ю. [5].

Істотним недоліком вище наведених моделей є специфіка їх застосування, що прив'язує їх лише до конкретного двигуна одного типу та розмірності (в основному для дизелів з турбонадувом), що обмежує їх універсальність і не дає задовільних результатів при моделюванні процесу тепловиділення дизеля 4Ч11,0/12,5; або ж виникає потреба в додаткових експериментальних дослідженнях, як наприклад для моделі Разлейцева Н. Ф. [3].

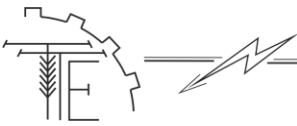
В роботах [6–10] висвітлюється математична модель, що базується на математичному розрахунку кривих тепловиділення, використовуючи експоненціальну модель Вібе І. І. зі змінним показником згорання, що представляє особливий інтерес для дослідження згаданого двигуна.

### **Задачі розрахунку**

За допомогою зазначеної моделі змоделювати процес згорання та побудувати порівняльні криві тепловиділення в циліндрі двигуна при використанні дизельного і біодизельного палив.

### **Мета статті**

Криві тепловиділення в циліндрі дизеля характеризують повноту, тривалість, швидкість та інтенсивність згорання, що важливо для дослідження можливості використання іншого виду палива і кращого розуміння сутності процесу. Характеристики процесу тепловиділення в свою чергу будуть впливати на характер протікання індикаторної діаграми двигуна. Тому, мета даної наукової праці – дослідити процес тепловиділення тракторного дизеля та залежність його від іншого виду палива

**Виклад основного матеріалу**

На основі попередніх публікацій [10] викладемо основні закономірності розробленої уточненої моделі.

Для розрахунку інтегральної характеристики тепловиділення використовуємо формулу [10]:

$$x = 1 - \exp\left(-C \left(\frac{\varphi}{\varphi_z}\right)^{m(\varphi)+1}\right), \quad (1)$$

де  $C$  – стала, що залежить від долі палива, що прореагувало до моменту кінця згорання  $\varphi_z$ ;

$\varphi$  – кут повороту колінчастого вала, рахуючи від моменту початку видимого згорання, град. повороту колінчастого вала (пкв);

$\varphi_z$  – тривалість згорання, град. пкв;

$m(\varphi)$  – змінний показник характеру згорання.

Постійна  $C$  визначається рівнянням:

$$C = \ln(1 - x_z), \quad (2)$$

де  $x_z$  – доля палива, що згоріло до моменту практичного кінця реакції.

Задаємося значенням  $x_z$  для двигуна 4Ч11,0/12,5 при роботі його на дизельному паливі:

$x_z = 0,9691$  на номінальному режимі ( $N_{enom}$ ) та  $x_z = 0,9820$  – на режимі максимального крутного моменту ( $M_{emax}$ ), отриманого з інтегральної експериментальної характеристики тепловиділення, що представлена в роботі [11]. Огляд літературних джерел відносно двигуна 4Ч11,0/12,5, показав, що ні характеристика тепловиділення, ні показник  $x_z$ , при роботі його на біопаливі не досліджені. Тому, в даній роботі пропонуємо визначити  $x_z$ , виходячи з характеристик тепловиділення двигуна 4Ч12,0/14,0, що досліджені експериментально і представлені в роботі [5], і становлять:  $x_z = 0,9199$  на режимі  $N_{enom}$  та  $x_z = 0,9037$  на режимі  $M_{emax}$  для дизельного палива;  $x_z = 0,9201$  на режимі  $N_{enom}$  та  $x_z = 0,9158$  на режимі  $M_{emax}$  для біодизельного палива.

Тому, дотримуючись умов еквідистантності кривих тепловиділення, як видно в роботі [5] запровадимо відношення сталих  $C$  на дизельному паливі та біопаливі:

$$B = \frac{C_{БП}}{C_{ДП}} - 1 \quad (3)$$

де  $C_{БП}$ ,  $C_{ДП}$  – стала  $C$  у формулі (1), що залежить від долі палива, що прореагувало до моменту кінця згорання  $\varphi_z$  відповідно на біодизельному та дизельному паливі.

Тоді, з формули (3) випливає:

$$C_{БП} = (B + 1) \cdot C_{ДП}. \quad (4)$$

Виходячи з наведених даних для двигуна 4Ч12,0/14,0, використовуючи формули (2 – 4) розраховуючи сталі  $C$  для двигуна 4Ч11,0/12,5 при роботі його на біопаливі для двох характерних режимів –  $N_{enom}$  та  $M_{emax}$ .

Кут повороту колінчастого вала  $\varphi$  у формулі (1) змінюємо від  $\varphi = 0$  на початку фази швидкого горіння [1] рахуючи від моменту початку видимого згорання до кінця згорання  $\varphi_z$  з кроком 1 град. пкв;

Змінний показник характеру згорання  $m(\varphi)$  у рівнянні (1) для двигуна 4Ч11,0/12,5 визначаємо з рівняння поліному [10]:

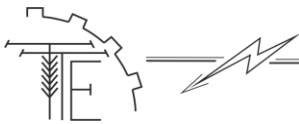
$$m(\varphi) = a_1 \cdot \varphi^6 - a_2 \cdot \varphi^5 + a_3 \cdot \varphi^4 - a_4 \cdot \varphi^3 + a_5 \cdot \varphi^2 - a_6 \cdot \varphi + a_7, \quad (5)$$

де  $a_1, a_2, a_i$  – коефіцієнти поліному, що залежать від режиму роботи двигуна та виду палива.

Для уточнення коефіцієнтів поліному (5) при роботі на біопаливі, використовуємо результати попередніх досліджень [10], а саме – відношення показників характеру згорання на дизельному та біодизельному паливах:

$$A = 1 - \frac{m_{БП} + 1}{m_{ДП} + 1}. \quad (6)$$

де  $m_{БП}$ ,  $m_{ДП}$  – показники характеру згорання відповідно на біодизельному та дизельному



паливах.

Тоді,

$$m_{\text{БП}} = (1 - A) \times (m_{\text{ДП}} + 1) - 1, \quad (7)$$

де  $A$  – відношення показників характеру згорання визначаємо з полінома [10]:

$$A = -c_1 \cdot \bar{\varphi}^{-6} + c_2 \cdot \bar{\varphi}^{-5} - c_3 \cdot \bar{\varphi}^{-4} + c_4 \cdot \bar{\varphi}^{-3} - c_5 \cdot \bar{\varphi}^{-2} + c_6 \cdot \bar{\varphi} + a_7, \quad (8)$$

де  $C_1, C_2, C_i$  – коефіцієнти поліному, що залежать від виду палива та режиму роботи двигуна; $\bar{\varphi}$  – відносний кут повороту колінчастого вала, який визначається за формулою:

$$\bar{\varphi} = \frac{\varphi}{\varphi_z}. \quad (9)$$

Підставляючи поліном (8) та формулу (9) в рівняння (7), отримаємо:

$$m_{\text{БП}} = \left( 1 + c_1 \cdot \left( \frac{\varphi}{\varphi_z} \right)^6 - c_2 \cdot \left( \frac{\varphi}{\varphi_z} \right)^5 + c_3 \cdot \left( \frac{\varphi}{\varphi_z} \right)^4 - c_4 \cdot \left( \frac{\varphi}{\varphi_z} \right)^3 + c_5 \cdot \left( \frac{\varphi}{\varphi_z} \right)^2 - c_6 \cdot \frac{\varphi}{\varphi_z} - c_7 \right) \times (m_{\text{ДП}} + 1) - 1. \quad (10)$$

За формулами (5 – 10), враховуючи коефіцієнти поліномів, що досліджені в попередній праці [10], визначаємо  $m_{\text{БП}}$  двигуна 4Ч11,0/12,5 для двох характерних режимів ( $N_{\text{enom}}$  та  $M_{\text{emax}}$ ). За допомогою редактора Microsoft Excel розраховуємо показник характеру згорання для двох видів палива на характерних режимах досліджуваного двигуна. Результати розрахунку наводимо на рис. 1.

Для розрахунку диференціальної характеристики тепловиділення використовуємо формулу [6]:

$$\frac{dx}{d\varphi} = -e^{c \left( \frac{\varphi}{\varphi_z} \right)^{m(\varphi)+1}} \times C \cdot \frac{dm}{d\varphi} \cdot \left[ \frac{m(\varphi)+1}{\varphi_z} \cdot \left( \frac{\varphi}{\varphi_z} \right)^{m(\varphi)} - \ln \varphi_z \cdot \left( \frac{\varphi}{\varphi_z} \right)^{m(\varphi)+1} \right]. \quad (10)$$

На основі отриманих кривих (рис. 1), за формулами (1,10) розраховуємо інтегральні та диференціальні характеристики тепловиділення двигуна 4Ч11,0/12,5 на різних паливах та для різних режимів, враховуючи змінний показник характеру згорання. Розрахунки проводимо в середовищі Microsoft Excel, а за їх результатами будемо криві тепловиділення, що являють собою зміну долі виділеного тепла та швидкості тепловиділення в залежності від кута повороту колінчастого вала (див. рис. 2).

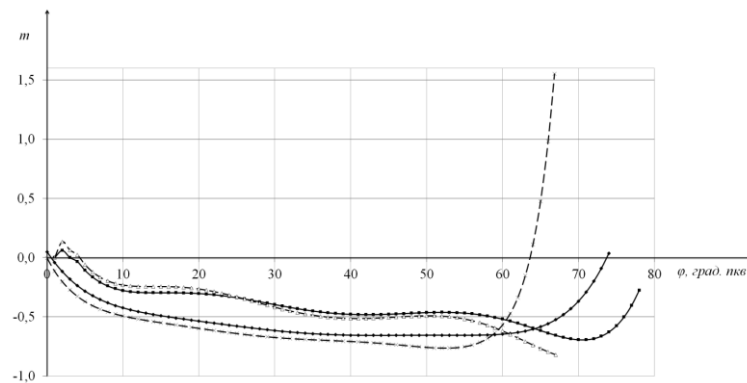
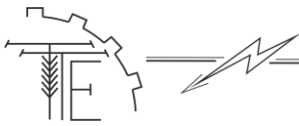


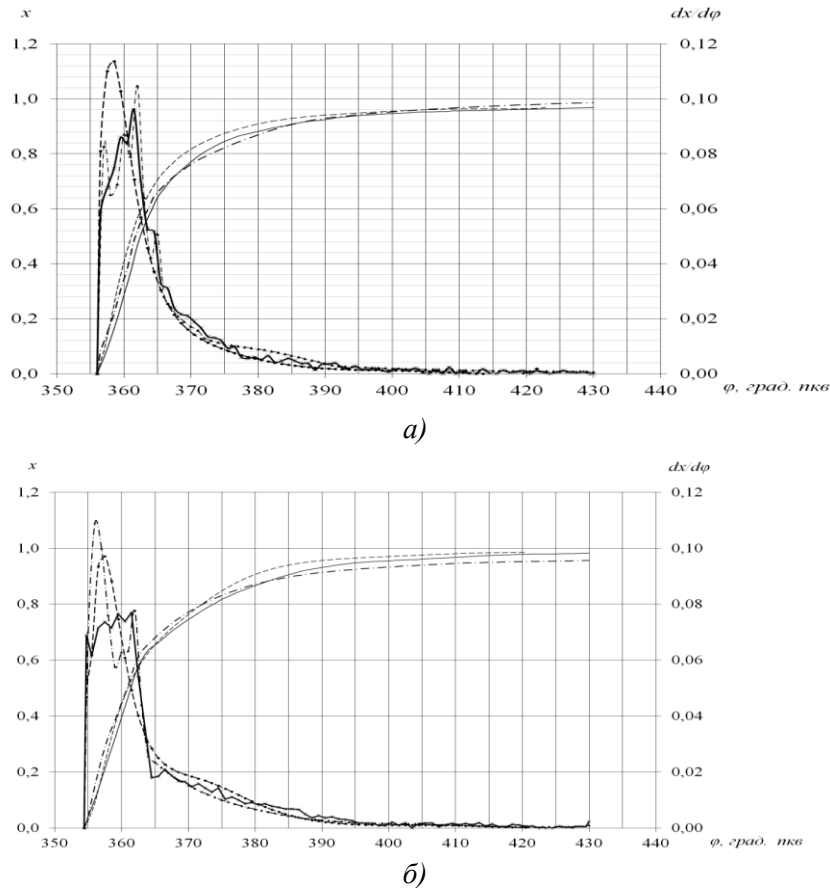
Рис. 1. Розрахункові криві змінного показника характеру згорання Вібе I. I. в залежності від кута повороту колінчастого вала дизеля 4Ч11,0/12,5:

- на дизельному паливі  $\bullet\text{---}\bullet\text{---}\bullet\text{---}\bullet$  - при  $N_{\text{enom}}$ ,  $\blacksquare\text{---}\blacksquare\text{---}\blacksquare\text{---}\blacksquare$  - при  $M_{\text{emax}}$ ;
- на біодизельному паливі  $\times\text{---}\times\text{---}\times\text{---}\times$  - при  $N_{\text{enom}}$ ,  $\triangle\text{---}\triangle\text{---}\triangle\text{---}\triangle$  - при  $M_{\text{emax}}$ .

Таким чином отримали нову, математичну модель процесу тепловиділення, що характеризується змінним показником характеру згорання  $m(\varphi)$ , уточненим в попередній роботі [10].Для перевірки адекватності розрахунку, суцільними лініями на графіку (рис. 2.) зображені експериментальні характеристики, визначенні з огляду літературних джерел [11] на ДП: інтегральна  $x = f(\varphi)$  та її похідна – диференціальна  $dx/d\varphi = f(\varphi)$ , отримана шляхом графічного диференціювання першої. Штрих-пунктиром показані розрахункові криві на дизельному паливі, а переривчастою лінією – на біодизельному паливі.



З рис. 2 видно, що для тракторного двигуна 4Ч11,0/12,5 при роботі його на номінальному режимі, кут початку горіння на дизельному і біодизельному паливі становить 356 град. пкв, а тривалість горіння на дизельному  $\varphi_z = 74$  град., на біодизельному паливі  $\varphi_z = 67$  град. повороту колінчастого вала.



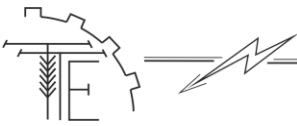
**Рис. 2. Характеристики тепловиділення в залежності від кута повороту колінчастого вала дизеля 4Ч11,0/12,5**

**а) на номінальному режимі, б) на режимі максимального крутного моменту:**

— — — — інтегральна експериментальна  $x = f(\varphi)$  на ДП при куті випередження подачі  $Q_{впр} = 26$  град.п.к.в.; — — — — інтегральна розрахункова  $x = f(\varphi)$  на ДП та — · — · — інтегральна розрахункова  $x = f(\varphi)$  на БП, отримані за допомогою нової математичної моделі; \* — \* — \* — диференційна, отримана шляхом графічного диференціювання експериментальної  $x = f(\varphi)$  на ДП, ← · — · — · — диференційна розрахункова  $dx/d\varphi = f(\varphi)$  на ДП та ● — ● — ● — диференційна розрахункова  $dx/d\varphi = f(\varphi)$  на БП, отримана за допомогою нової математичної моделі

Повнота згорання на дизельному паливі становить  $x_z = 0,9691$ , на біопаливі  $x_z = 0,9692$ . Інтегральні криві тепловиділення на дизельному та біодизельному паливі протікають одна відносно одної практично еквідистантно, з розташуванням кривої  $x = f(\varphi)$  на біодизельному паливі в середньому на 5,1 % вище за аналогічну криву на дизельному паливі, і перетинаються ближче до кінця процесу тепловиділення. Диференційна крива тепловиділення на дизельному та біодизельному паливі досягає свого максимуму при  $\varphi = 0,1$ .

При роботі цього ж двигуна на режимі перевантаження, кут початку горіння на дизельному і біодизельному паливі становить 354,5 град. пкв, а тривалість горіння на дизельному  $\varphi_z = 75,5$  град., на біодизельному паливі  $\varphi_z = 66$  град. повороту колінчастого вала. Повнота згорання на дизельному паливі становить  $x_z = 0,9820$ , на біопаливі  $x_z = 0,9857$ . Інтегральні криві тепловиділення на дизельному та біодизельному паливі протікають одна відносно одної практично еквідистантно, з розташуванням кривої  $x = f(\varphi)$  на біодизельному паливі в середньому на 5,0 % вище за аналогічну



криву на дизельному паливі, і перетинаються ближче до максимуму швидкості процесу тепловиділення. Диференційна крива тепловиділення на дизельному та біодизельному паливі досягає свого максимуму при  $\varphi = 0,1$ .

### Висновки і пропозиції

1. За допомогою нової моделі процесу згорання в дизелях, заснованої на експоненціальній моделі згорання І. І. Вібе і уточненої шляхом використання змінного показника характеру згорання, отримали розрахункові криві тепловиділення;
2. Аналіз розрахункових кривих тепловиділення показує, що для тракторного двигуна 4Ч11,0/12,5 інтегральні характеристики тепловиділення для дизельного та біодизельного палива як при роботі на номінальному режимі так і на режимі перевантаження протікають еквідистантно з перетином у деякій точці. Причому крива тепловиділення на біопаливі як правило протікає на 5 % вище;
3. Зважаючи на вище розташування інтегральної кривої тепловиділення при використанні біопалива для тракторного двигуна 4Ч11,0/12,5, можна зробити висновок, що згорання біодизельного палива проходить ефективніше порівняно з дизельним.

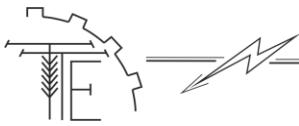
### Список літератури

1. Николаенко А. В. Теория, конструкция и расчет автотракторных двигателей. – М.: Колос, 1984. – 336 с
2. Вибе И. И. Новое о рабочем цикле двигателей. – М.: МАШГИЗ, 1962. – 273 с.
3. Разлейцев Н. Ф. Моделирование и оптимизация процесса сгорания в дизелях. – Харьков: Вища школа. Изд-во при Харьк. ун-те, 1980. – 169 с.
4. Филипповский А. И. – Совершенствование рабочего процесса дизеля 4Н32/32 на основе физического и математического моделирования: Автореф. дис. к-та технических наук: 05.04.02. – Харьков:, 1988. – 20 с.
5. Лінков О. Ю. – Вибір та обґрунтування параметрів сумішоутворення та згорання в швидкохідному дизелі, який працює на альтернативному паливі: Автореф. дис. к-та технічних наук: 05.05.03. – Харків:, 2004. – 22 с.
6. Семенов В. Г., Рябошапка В. Б. Применение модели Вибе И. И. для моделирования и аппроксимации процесса сгорания в дизеле 4Ч11,0/12,5 // “Повышение эффективности использования ресурсов при производстве сельскохозяйственной продукции – новые технологии и техника нового поколения для растениеводства и животноводства”: Сборник научных докладов XVII Международной научно-практической конференции, 24 – 25 сентября 2013 года, г. Тамбов. – Тамбов: Изд-во Першина Р.В. – С. 175-180.
7. Семенов В. Г., Рябошапка В. Б. Аппроксимация и моделирование процессов сгорания в дизеле 4Ч11,0/12,5 // “Перспективи розвитку тракторів і автомобілів”: Матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції присвяченій 25-річчю кафедри тракторів і автомобілів – Вінниця 2013. – С. 64-70.
8. Анісімов В. Ф., Комаха В. П., Рябошапка В.Б. Элементы математической модели процесса горения в дизелях, что врахуете зміну виду палива // “Перспективи розвитку двигунів внутрішнього згорання працюючих на різних видах палива”: Матеріали I регіональної науково-технічної конференції, присвяченій 80-річчю академіка Української академії наук, професора, доктора технічних наук Анісімова Віктора Федоровича – Вінниця 2015. – С 52-58.
9. Анісімов В. Ф., Рябошапка В. Б. Апроксимація і моделювання процесу згорання в сільськогосподарських тракторних дизелях з використанням біопалива // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції “Сучасні агротехнології: тенденції та інновації” у трьох томах – Вінниця, 2015. – Т.3. – С 4-7.
10. Семенов В. Г., Комаха В. П., Рябошапка В.Б. Моделирование процесса сгорания в тракторных и комбайновых дизелях, работающих на разных видах топлива за помощью уточненной модели И. И. Вибе с помощью аппроксимации экспериментальных данных // Всеукраїнський науково-технічний журнал «Техніка, енергетика, транспорт АПК» – Вінниця, 2015. – №1 (91) – С 52-58.
11. Романов С. А. – Исследование рабочего процесса дизеля 4Ч11,0/12,5 при работе на метаноле-топливной эмульсии: Автореф. дис. к-та технических наук: 05.04.02. – Санкт-Петербург:, 2010. – 19 с.

### References

1. Nikolaenko A. V. Theory, design and calculation of automotive and tractor engines. – М.: Kolos, 1984. – 336 s.
2. Vibe I. I. New about the working cycle of engines. – М.: MASHGIZ, 1962. – 273 s.
3. Razleytsev N. F. Simulation and optimization of combustion process in diesel engines. – Kharkov: High school. Publishing house of Kharkov. University, 1980. – 169 s.
4. Filippovsky A. I. – Improvement in the working process of diesel 4Н32/32 on the basis of physical and mathematical modeling: abstract dis. the technical Sciences: 05.04.02. – Kharkov:, 1988. – 20 s.
5. Linkov, A. J. – The Selection and justification of the parameters of mixture formation and combustion in





high-speed diesel engines that runs on alternative fuels: abstract.dis. the technical Sciences: 05.05.03. – Kharkov., 2004. – 22s.

6. Semenov V. G., Ryaboshapka V. B. Application of the model Vibe I. I. for the simulation and approximation of the combustion process in the diesel motor 4Ч11,0/12,5 // “Improving efficiency of resource use in the production of agricultural products – new technologies and a new generation of technology for crop and livestock production”: Collection of scientific reports of the XVII International scientific-practical conference, 24 – 25 September 2013, Tambov. – Tambov: Publishing house Pershin R. V. – P. 175-180.

7. Semenov V. G., Ryaboshapka V. B. Approximation and simulation of combustion processes in diesel motor 4Ч11,0/12,5 // “Prospects of development tractors first car”: Ukrainian Materials of the scientific conference for dedicated to the 25th anniversary the Department tractors first car – Vinnitsa 2013. – S. 64-70.

8. Anisimov V. F., Komakha V. P., Ryaboshapka V. B. Elements of the mathematical model of the combustion process in diesel engines, taking into account the change in fuel type // “Perspectives of development of internal combustion engines operating on various fuels”: Materials of regional scientific-technical conference dedicated to the 80th anniversary of academician of the Ukrainian Academy of Sciences, Professor, doctor of technical Sciences Anisimov Viktor Fedorovich – Vinnitsa 2015. – S. 52-58.

9. Anisimov V. F., Ryaboshapka V. B. Approximation and modeling of combustion in an agricultural tractor diesel engines using bio-fuel // proceedings of Ukrainian scientific-practical conference “Modern technologies: trends and innovations” in three volumes – Vinnitsa, 2015. – Т. 3. – S. 4-7.

10. Semenov V. G., Komakha V. P., Ryaboshapka V. B. The simulation of the combustion process in a tractor and combine diesel engines running on different fuels by using more refined models. I. I. Vibe by fitting experimental data // all – Ukrainian scientific- technical journal “Technology, energy, transportation, agriculture” – Vinnitsa, 2015. – №1 (91) – S 52-58.

11. Romanov, S. A. – Research of working process of diesel motor 4Ч11,0/12,5 when working on methanol-fuel emulsions: abstract dis. the technical Sciences: 05.04.02. – St. Petersburg., 2010. – 19 s.

#### РАСЧЕТ И СРАВНЕНИЕ КРИВЫХ ТЕПЛОТЫДЕЛЕНИЯ ТРАКТОРНОГО ДИЗЕЛЯ ПРИ РАБОТЕ НА ДИЗЕЛЬНОМ ТОПЛИВЕ И БИОТОПЛИВЕ С ПОМОЩЬЮ НОВОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

**Аннотация:** в статье рассмотрены сравнительные теоретические расчеты кривых тепловыделения. Для исследования были выбраны тракторный дизель 4Ч11,0/12,5, работающий на дизельном топливе и биотопливе. Методы расчета основаны на использовании экспоненциальной модели Вибей. И., учитывая переменный показатель характера сгорания.

**Ключевые слова:** биодизельное топливо, показатель характера сгорания, коэффициент тепловыделения (сгорания), дизельный двигатель, машинно-тракторный агрегат.

#### CALCULATION AND COMPARISON OF CURVES HEAT RELEASE AT TRACTOR DIESEL AT WORK ON DIESEL AND BIOFUEL THROUGH NEW MATHEMATICAL MODEL

**Summari:** in this article the comparative theoretical calculations of heat release curves. To investigate was chosen tractor diesel 4Ч11,0/12.5, running diesel and biofuel. The method of calculation is based on the exponential model Vibe I., given the nature of variable rate combustion.

**Keywords:** biodiesel, an indicator of character of combustion, the rate of heat release (combustion), diesel engine, machine-tractor unit.