

переработаное и дополненное).

2. Ковалев Н.Г. Сельскохозяйственные материалы (виды, состав, свойства) / Ковалев Н.Г., Хайлис Г.А., Ковалев М.М. – М.: ИК «Родник», 1998. – 208 с. – (Учебное пособие).

3. Хайлис Г.А. Основы теории и расчета сельскохозяйственных машин / Хайлис Г.А. – К.: Изд-во УСХА, 1992. – 240 с.

4. Кленин Н.И. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины / Н.И. Кленин, В.А. Сакун. – М.: Колос, 1980. – 671 с.

**Примаков О.А., Коропченко С.П., Соколик С.П. Внедрение новых технологических приемов уборки льна-долгунца**

Для осуществления процесса скашивания стеблей не требуется создание новой техники, а достаточно привлечь уже существующие образцы как отечественных так и зарубежных образцов технических средств. Это могут быть жатки типа ЖНР, ЖВН или ЖВП. В рамках внедрения новой технологии уборки исследована операция скашивания посевов льна-долгунца. Упрощение технологического процесса сборки позволяет повысить общую эффективность и привлекательность льноводства, расширяя сферу применения льнопродукции.

**Ключевые слова:** лен-долгунец, жатка, скашивание, высота среза, всхожесть семян, уборка.

**Primakov O.A., Koropchenko S.P., Sokolik S.P. Implementation of new technological methods of harvesting flax**

In implementing the new technology researched collection operation mowing crops of flax. After a theoretical and analytical studies of known headers and the analysis of their design features, Experiment Station scientists say that one of the acceptable options for cutting flax can be ZHNR header-4 (rapeseed). Also harvesting flax and linseed mowing can be drawn reaper type ZHVN, ZHNR or ZHVP. Some jobs require partial upgrades authorities for specific production conditions, but they are simple and do not require a total redesign of the machine. Research has established that header ZHNR-4 performs satisfactorily workflow.

Given the positive trend regarding the reaper mowing on crops of flax and quite good performance germination seed production obtained outlined method can be emphasized that the way picking crops of flax mowing can be used in production. At the study features of reaping ZHNR-4 and conducted research on the impact of harvesting method qualitative characteristics of the resulting seed. The main qualitative indicator that determined was the germination of seeds.

Complex studies conducted in experimental stations of Bast Crops confirm the applicability of new technologies picking flax crops, including mowing operation. To make the process of cutting the stems do not need to create a new technology, but rather involve existing samples of both domestic and international standards of technical equipment. It may be reaping type ZHNR, ZHVN or ZHVP. Using this technology will fully mechanize the process of gathering and processing. In turn, processing trusts for the same type fiber without discrimination of long and short simplifies the process, which will reduce metal and energy equipment and reduce the cost of the resulting fiber. Operation mowing blends into the technological scheme Flax harvesting, further corrective surgery, but without changing the general fact - obtaining seed and fibrous material. Simplify assembly process can increase overall efficiency and attractiveness of flax, expanding the scope of products.

**Keywords:** flax, reaper, mowing, height of cut, germination of seeds, flax harvesting.

Стаття надійшла в редакцію 27.09.2014р.

Рецензент: д.т.н., професор Тарельник В.Б.

УДК 631.372:62-843

**РЕЖИМИ НАГРІВУ ДИЗЕЛЬНОГО БІОПАЛИВА В ПАЛИВНОМУ БАЦІ**

**Г. А. Голуб**, д.т.н., професор, Національний університет біоресурсів і природокористування України

**В. В. Чуба**, Національний університет біоресурсів і природокористування України

**В. М. Зубко**, к.т.н., доцент, Сумський національний аграрний університет

Отримано залежності нагріву дизельного біопалива в паливному баці, визначено вплив режиму роботи дизельного двигуна внутрішнього згорання на показники процесу нагріву, обґрунтовано режим роботи дизельного двигуна Д-245 під час нагріву дизельного біопалива в паливному баці.

**Ключові слова:** теплообмін, дизельне біопаливо, паливо, бак.

**Постановка проблеми.** В структурі собівартості сільськогосподарського виробництва, суттєве значення мають витрати пов'язані з паливо-мастильними матеріалами, несвоєчасне забезпечення якими призводить до зменшення економічної ефективності господарювання. Застосування

відновлюваних біопалив у сільському господарстві зменшує енергетичну залежність від зовнішніх постачальників мінеральних викопних палив.

Дизельне біопаливо на основі метилових ефірів жирних кислот є одним із головних замінників моторного палива, проте поряд з перевагами має певну кількість недоліків пов'язаних першу чергу з гіршими низькотемпературними властивостями, що ускладнюють його використання в холодну пору року.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Проведені дослідження [4] зміни кінематичної в'язкості дизельного біопалива на основі метилових ефірів жирних кислот та їх сумішей з дизельним паливом від зміни температури, дозволяють стверджувати, що ефективний температурний діапазон застосування дизельного біопалива знаходиться при температурі навколишнього середовища вищій за 10°C. В роботі [2] виконано дослідження властивостей біопалива виготовленого на основі ріпакової олії та ізопропілового спирту. Встановлено, що таке паливо у

порівнянні з дизельним біопаливом на основі метилових ефірів має нижчу на 10 °C температуру застигання, проте у нього в три рази вище значення кінематичної в'язкості, що істотно ускладнює його застосування. У роботах [3, 4] для покращення властивостей палив запропоновано застосовувати нагрівання палива. Встановлено, що для безвідмовного функціонування двигуна на дизельному біопаливі доцільно виконувати підігрів дизельного біопалива до температури 30-35°C [5], для забезпечення його проходження паливопроводами низького тиску та фільтрування.

**Мета дослідження.** Дослідити експериментальну та теоретичну залежності нагріву дизельного біопалива в паливному баці та обґрунтувати режим роботи дизельного двигуна при здійсненні нагріву.

**Результати досліджень.** В результаті проведених досліджень [6] нами сформовано диференціальну модель нагріву палива в паливному баці:

$$(m_{ПБ} c_{П} + m_{БК} c_{БК}) \frac{dT}{d\tau} = (k_T F_T - k_{ТН} F_{ТН}) \left( \frac{T_{ОП} + T_{ОК}}{2} \right) - (k_T F_T + k_{ПН} F_{ПН}) T_{ПБ} + (k_{ТН} F_{ТН} + k_{ПН} F_{ПН}) T_{НС}, \quad (1)$$

де  $m_{ПБ}$  – маса палива в баку, кг;  $c_{П}$  – питома теплоємність палива, Дж/кг·°C;  $m_{БК}$  – маса бака, кг;  $c_{БК}$  – питома теплоємність матеріалу бака, Дж/кг·°C;  $k_T$  – коефіцієнт теплопередачі через плоску стінку між гріючим середовищем і паливом, Вт/м<sup>2</sup>·°C;  $F_T$  – площа теплообміну між гріючим середовищем та паливом в баку, м<sup>2</sup>;  $T_{ОП}$  – температура охолоджуючої рідини на вході в теплообмінник, °C;  $T_{ОК}$  – температура охолоджуючої рідини на виході з теплообмінника, °C;  $T_{ПБ}$  – температура палива в баку, °C;  $k_{ПН}$  – коефіцієнт теплопередачі через зовнішню стінку бака до навколишнього середовища, Вт/м<sup>2</sup>·°C;  $F_{ПН}$  – площа зовнішньої поверхні бака, що контактує з навколишнім середовищем, м<sup>2</sup>;  $T_{НС}$  – температура навколишнього середовища, °C;  $k_{ТН}$  – коефіцієнт теплопередачі через зовнішню стінку теплообмінника до навколишнього середовища, Вт/м<sup>2</sup>·°C;  $F_{ТН}$  – площа зовнішньої поверхні теплообмінника, що контактує з навколишнім середовищем, м<sup>2</sup>.

Отримано рішення даного диференціального рівняння нагріву палива відносно кінцевої температури палива в паливному баці, виходячи із

значень параметрів, які входять у рівняння процесу теплообміну:

$$T_{КПБ} = \frac{(k_T F_T - k_{ТН} F_{ТН}) \left( \frac{T_{ОП} + T_{ОК}}{2} \right) + (k_{ТН} F_{ТН} + k_{ПН} F_{ПН}) T_{НС}}{(k_T F_T + k_{ПН} F_{ПН})} \times \left( 1 - \exp \left( - \frac{k_T F_T + k_{ПН} F_{ПН}}{m_{ПБ} c_{П} + m_{БК} c_{БК}} \tau \right) \right) + T_{ПБ} \exp \left( - \frac{k_T F_T + k_{ПН} F_{ПН}}{m_{ПБ} c_{П} + m_{БК} c_{БК}} \tau \right) \quad (2)$$

Отримане рівняння визначає взаємозв'язок між технологічними та конструкційними параметрами паливного баку та рідинного теплообмінника для його нагріву, який розташований в паливному баці.

Для роботи на дизельному біопаливі, паливну систему трактора КИЙ-14102 було модернізовано згідно схеми приведеної в [7]. Встановлено бак дизельного біопалива, обладнаний рідинним теплообмінником, який включено в мале коло охолодження дизельного двигуна. З метою перевірки отриманої теоретичної залежності (2) виконано експериментальні дослідження процесу підігріву дизельного біопалива в паливному баці

при роботі двигуна на обертах холостого ходу. У ході досліджень визначені параметри теплообмінного процесу та отримано експериментальну залежність зміни температури палива в паливному баці (рис. 1). Коефіцієнти теплопередачі отримані розрахунковим шляхом згідно загальновідомих формул [8] та емпіричних залежностей [9].

На основі параметрів теплообмінного процесу та конструкційних параметрів паливного баку (табл. 1) виконано теоретичне моделювання процесу нагріву палива в паливному баку та побудовано теоретичну залежність динаміки нагріву палива (рис. 1).

Таблиця 1

Конструкційні та технологічні параметри теплообмінного процесу нагріву дизельного біопалива при виконанні теоретичного розрахунку

| № п/п | Назва параметру                                                                           | Позначення та одиниця виміру                      | Значення параметра |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------|
| 1     | Площа зовнішньої поверхні бака                                                            | $F_{\text{пн}}, \text{м}^2$                       | 0,388              |
| 2     | Товщина стінки бака                                                                       | $\delta_{\text{БС}}, \text{м}$                    | 0,004              |
| 3     | Коефіцієнт теплопровідності матеріалу стінки бака                                         | $\lambda_{\text{БС}}, \text{Вт/м}^\circ\text{С}$  | 51,5               |
| 4     | Швидкість руху повітря                                                                    | $V_{\text{пв}}, \text{м/с}$                       | 2                  |
| 5     | Коефіцієнт теплопередачі через зовнішню стінку бака до навколишнього середовища           | $k_{\text{пн}}, \text{Вт/м}^2\cdot^\circ\text{С}$ | 13,275             |
| 6     | Площа теплообміну між гріючим середовищем та паливом в баку                               | $F_{\text{т}}, \text{м}^2$                        | 0,08               |
| 7     | Швидкість гріючого теплоносія                                                             | $V_{\text{т}}, \text{м/с}$                        | 0,01683            |
| 8     | Коефіцієнт теплопередачі від гріючого середовища до палива                                | $k_{\text{т}}, \text{Вт/м}^2\cdot^\circ\text{С}$  | 220,196            |
| 9     | Площа теплообміну між гріючим середовищем та паливом в баку                               | $F_{\text{тн}}, \text{м}^2$                       | 0,268              |
| 10    | Коефіцієнт теплопередачі через зовнішню стінку теплообмінника до навколишнього середовища | $k_{\text{тн}}, \text{Вт/м}^2\cdot^\circ\text{С}$ | 13,295             |
| 11    | Температура охолоджуючої рідини двигуна на вході в теплообмінник                          | $T_{\text{оп}}, ^\circ\text{С}$                   | 81                 |
| 12    | Температура охолоджуючої рідини двигуна на виході з теплообмінника                        | $T_{\text{ок}}, ^\circ\text{С}$                   | 77                 |
| 13    | Температура навколишнього середовища                                                      | $T_{\text{нс}}, ^\circ\text{С}$                   | 13                 |
| 14    | Початкова температура палива в паливному баці                                             | $T_{\text{пб}}, ^\circ\text{С}$                   | 13                 |
| 15    | Маса палива в баку                                                                        | $m_{\text{пб}}, \text{кг}$                        | 25                 |
| 16    | Питома теплоємність дизельного біопалива                                                  | $c_{\text{п}}, \text{Дж/кг}\cdot^\circ\text{С}$   | 2100               |
| 17    | Маса бака                                                                                 | $m_{\text{БК}}, \text{кг}$                        | 30                 |
| 18    | Питома теплоємність матеріалу бака                                                        | $c_{\text{БК}}, \text{Дж/кг}\cdot^\circ\text{С}$  | 462                |

Величина відхилення експериментальних та теоретичних значень температури палива оцінена індексом детермінації, який становить  $\eta^2 = 0,953$ , що дає можливість зробити висновок про правильність вибраної методики теоретичних розрахунків. Розбіжність експериментальних та

теоретичних даних пояснюється тим, що під час проведення теоретичних досліджень, через складність визначення, не було враховано втрати тепла в результаті теплопередачі між баком та корпусними деталями трактора в точках кріплення баку.

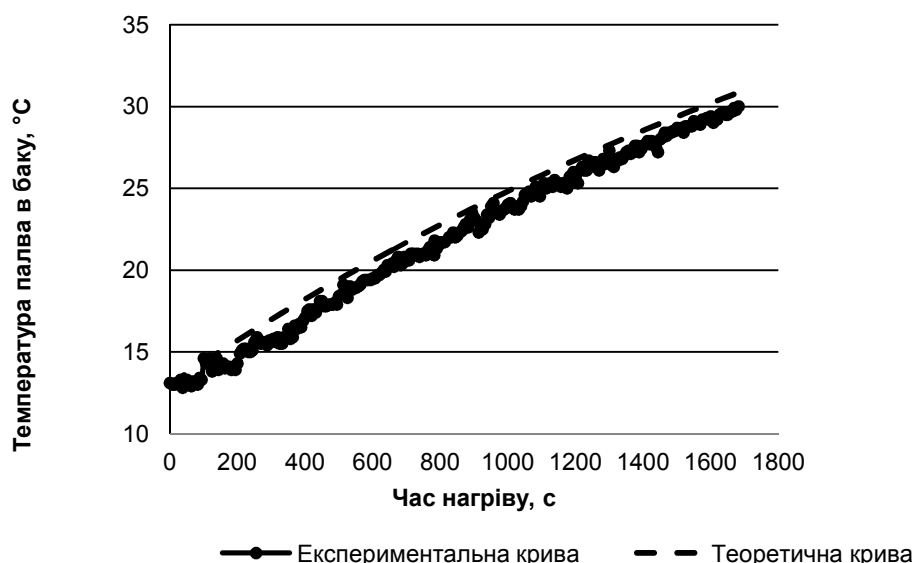


Рис. 1. Динаміка процесу нагріву дизельного біопалива в паливному баку

У ході проведення досліджень нами отримано експериментальні залежності впливу обертів колінчастого вала двигуна Д-245 при роботі на холостому ході на годинну витрату теплоносія, що проходить через теплообмінник (рис. 2) та годинну витрату палива (рис. 3). Для проведення подальших теоретичних досліджень біло здійснено апроксимацію отриманих експеримен-

тальних даних.

На основі отриманих даних про годинні витрати теплоносія та палива, параметрів теплообмінного процесу (табл. 1), за допомогою теоретичної залежності (2) виконано моделювання впливу режиму роботи двигуна на холостому ході на час та витрату палива при здійсненні нагріву палива в баці від 13 до 30°C (рис. 4).

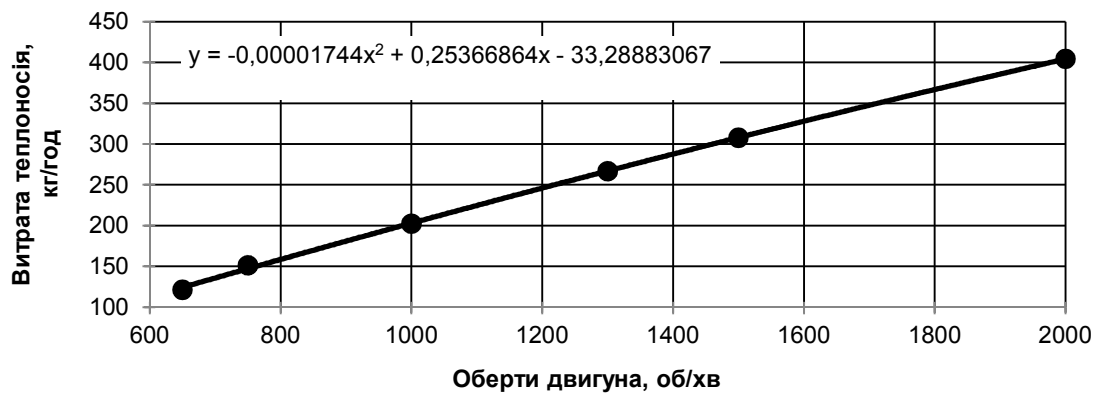


Рис. 2. Залежність зміни витрат теплоносія через теплообмінник від обертів двигуна при роботі на холостому ході

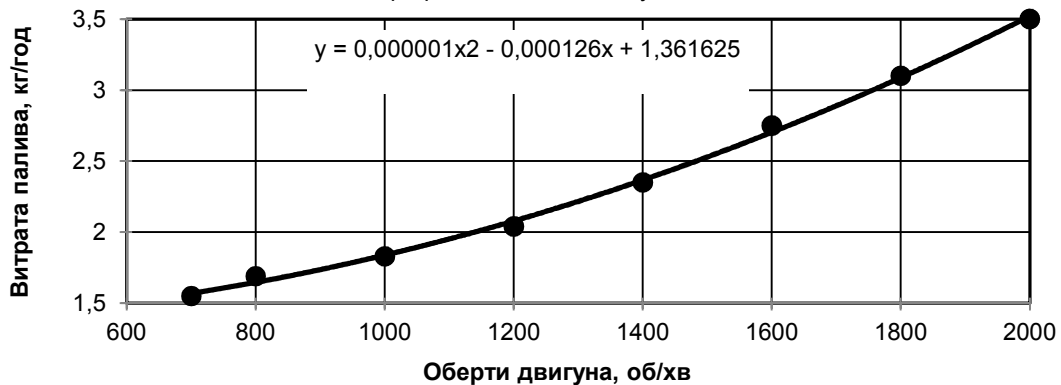


Рис. 3. Залежність годинної витрати палива від обертів двигуна при роботі на холостому ході

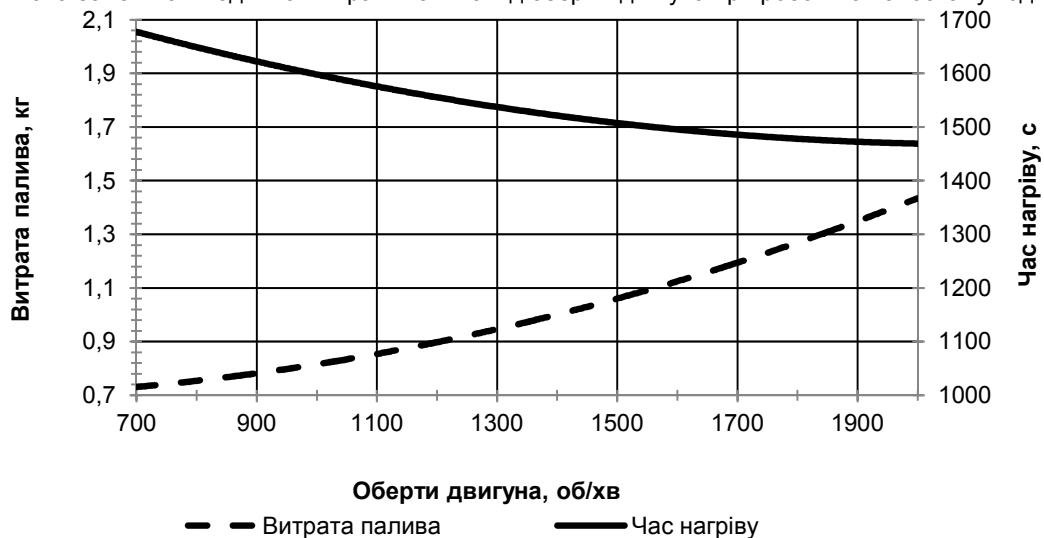


Рис. 4. Динаміка впливу зміни режимів роботи двигуна на час та витрату палива при нагріві палива

Аналіз отриманих залежностей вказує на несуттєвий вплив обертів двигуна на швидкість нагріву палива в паливному баці. Так збільшення обертів холостого ходу з 700 до 2000 об./хв. зменшує час нагріву палива на 13%, при цьому спостерігається збільшення витрати палива майже в двічі.

**Висновок.** Проведені дослідження дозволяють стверджувати, що оберти колінчастого валу двигуна мало впливають на час нагріву палива в паливному баку проте істотно впливають на збільшення витрати палива, тому доцільно здійснювати нагрів палива в паливному баці на мінімальних обертах холостого ходу двигуна.

#### Список використаної літератури:

1. Трегуб М. І. Температурні та в'язкісні аспекти використання біодизельного пального / М. І. Трегуб, В. В. Чуба, В. Р. Масло// Міжвід. темат. наук. зб. ННЦ "ІМЕСГ" НААН "Механізація та електрифікація сільського господарства". – Глеваха: ННЦ «ІМЕСГ», 2007. – Вип. 91. – 293 с. – С. 169-174.
2. Захарчук В. І. Розробка нового біопалива та дослідження його властивостей/ В. І. Захарчук, к.т.н.; В. В. Ткачук, к.т.н.; М. Б. Стахов // Сільськогосподарські машини: Зб. наук. ст. – Луцьк, 2012. – Вип. 22. – 280 с. – С. 83-89.

3. Спосіб забезпечення необхідних техніко-економічних та експлуатаційних характеристик дизельного двигуна під час переведення його на роботу на біодизельному паливі [Електронний ресурс] / А.П. Поляков, О.О. Галушак, Д.О., К.В. Нгаях Аббе // Наукові праці ВНТУ. – 2012. – №3. – Режим доступу до журн.: <http://praci.vntu.edu.ua/article/view/2330/2588>.

4. Грицюк А.В. Совершенствование конструкции топливной системы автотракторного дизеля для улучшения ее работы в условиях зимней эксплуатации / А.В. Грицюк, В.Г. Кондратенко, Г.А. Щербаков // Двигатели внутреннего сгорания – Харьков: НТУ «ХПИ», 2006. – №1. – 166с – С. 109-115.

5. Трегуб М. І. Спосіб використання біодизельного пального, виготовленого на основі рослинної олії / М. І. Трегуб, В. В. Чуба // Міжвід. темат. наук. зб. ННЦ "ІМЕСГ" НААН "Механізація та електрифікація сільського господарства". – Глеваха: ННЦ «ІМЕСГ», 2008. – Вип. 92. – 559 с. – С. 312-318.

6. Голуб Г.А. Дослідження нагрівання дизельного біопалива в паливному баці / Чуба В.В., Г.А. Голуб // Збірник наукових праць ПДАТУ – Сучасні проблеми збалансовано природокористування. Подільський державний аграрно-технічний університет, 2014. – С. 157-160.

7. Спосіб температурної підготовки пального на двигунах. Патент на корисну модель №21673 Україна, МПК (2006) P02M 31/02, Трегуб М.І., Чуба В.В. заяв. 13.11.2006, опубл. 15.03.2007, Бюл. №3, 2007.

8. Теплотехника: Учеб. для вузов / А. П. Баскаков, Б. В. Берг, О. К. Витт и др.; Под ред. А. П. Баскакова. – 2-е изд., перераб. — М.: Энергоатомиздат, 1991. – 224 с.

9. Кухлинг Х. Справочник по физике / Х. Кухлинг: [пер. с нем. 2-е изд.]. – М.: Мир, 1985. – 520 с.

### **Голуб Г.А., Чуба В.В., Зубко В.Н. Режимы нагрева дизельного биотоплива в топливном баке**

*Получены зависимости нагрева дизельного биотоплива в топливном баке, определено влияние режима работы дизельного двигателя внутреннего сгорания на показатели процесса нагрева, обоснованно режим работы дизельного двигателя Д-245 при нагреве дизельного биотоплива в топливном баке.*

**Ключевые слова:** теплообмен, дизельное биотопливо, топливо, бак.

### **Golub G., Chuba V., Zubko V. Heating mode biodiesel in the fuel tank**

*In the cost structure of agricultural production are essential costs associated with fuel and lubricants, untimely provision which leads to a decrease in economic efficiency of management.*

*As a result of research carried out differential model of heating fuel in the fuel tank for which the solution obtained differential equation heating fuel relative to the final temperature of the fuel in the fuel tank based on the parameter values that are in the process of heat transfer equation: The equation defines the relationship between technological and structural parameters of the fuel tank and liquid heat exchanger for heating it, which is located in the fuel tank. In order to verify the theoretical dependence Experimental research process heating biodiesel in the fuel tank when the engine at idling speed. The studies by heat exchange process parameters and the experimental temperature dependence of the fuel in the fuel tank.*

*Based on the heat exchange process parameters and structural parameters of the fuel tank Theoretical modeling process of heating fuel in the fuel tank and a theoretical dependence of the dynamics of heating fuel.*

*The deviation of the experimental and theoretical values estimated fuel temperature index determination, which is  $\eta^2 = 0,953$ , which makes it possible to draw a conclusion about the correctness of the chosen methods of theoretical calculations. In the course of the research, the experimental curves influence speed of the crankshaft engine D-245 when running idle for an hour flow rate passing through the heat exchanger and hourly fuel consumption. Based on the data of hourly flow rate and fuel parameters heat exchange process by theoretical simulations of the impact depending on the operating mode of the engine to idle for a time and fuel consumption in the commission of heating fuel in the tank between 13 and 30 ° C.*

*Analysis of the dependency indicates negligible impact on engine speed rate of heating fuel in the fuel tank. So increasing the idle from 700 to 2000 rpm the rate at which heat consumption by 13%, with an increase in fuel consumption by almost double. Our studies suggest that the speed of the crankshaft of the engine have little effect on the time of heating fuel in the fuel tank but significantly affect the increase in fuel consumption, so it is advisable to heat the fuel in the fuel tank at the minimum idling speed of the engine.*

**Keywords:** heat exchange, biodiesel, fuel, tank.

Стаття надійшла в редакцію 18.09.2014р.

Рецензент: д.т.н., професор Гецович Є.М.