

О. О. Галушак¹
С. А. Бурлака¹
Д. О. Галушак²
О. І. Малаков¹

ОБҐРУНТУВАННЯ ВПЛИВУ ТЕМПЕРАТУРИ КОМПОНЕНТІВ СУМІШЕВОГО ПАЛИВА НА РОБОТУ ДВИГУНА

¹Вінницький національний аграрний університет

²Вінницький національний технічний університет

В якості біологічного компонента дизельного сумішевого палива широко застосовується ріпакова олія. Однак технологія обробітку ріпаку затратна, його врожаї багаті в чому залежать від зони зростання та погодних умов. Значний вплив на процес сумішоутворення в циліндрах двигуна та паливopодачі відіграють фізичні та хімічні показники палив. Одними з таких критеріїв є температурні величини як змішуваних палив, так і навколишнього середовища. Тому метою розрахунків є вивчення властивостей перспективних компонентів дизельного сумішевого палива. В якості досліджуваних рослинних компонентів дизельного сумішевого палива були взяті олії, отримані холодним віджиманням з насіння таких олійних культур: рижю, гірчиці, суріпиці, редьки олійної, льону олійного, сафлору і сої.

Визначено показники технологічних, хімічних, фізичних і теплотворних властивостей, виконано математичний аналіз і розраховано нижчу теплоту згорання вказаних рослинних олій і дизельного сумішевого палива. Якість змішування біологічного і мінерального компонентів дизельного сумішевого палива побічно оцінювали за величиною оптичної щільності.

В даний час найбільш дослідженим джерелом рослинної сировини є ріпак. Однак заслуговує на увагу застосування олій і інших культур. Найбільш простий і доступний спосіб використання ріпакової олії – розбавлення дизельним паливом. При використанні сумішевого палива, особливості фізичних властивостей рослинних олій і палив на їх основі роблять помітний вплив на параметри процесу паливopодачі, призводячи до трансформації характеристик уприскування і розпилювання палив і подальших процесів сумішоутворення і згорання. Важливою складовою яких є температура палив та їх сумішей, особливо в момент змішування. Встановлено, що для покращення техніко-економічних показників двигунів при використанні дизельного сумішевого палива необхідно регулювати температуру компонентів сумішевого палива в залежності від температури навколишнього середовища та самого палива.

Ключові слова: мінеральне паливо, рослинне масло, дизельне сумішеве паливо, хімічні, фізичні та теплотворні властивості, оптична щільність.

Вступ

За останні роки вчені всього світу проявили високий інтерес до альтернативних видів палив, що отримуються з поновлюваних ресурсів, зокрема, з біомаси. Це обумовлено щорічним збільшенням кількості техніки, що використовують дизельні двигуни, в результаті експлуатації яких щорічно погіршується екологічна ситуація регіонів. Зокрема, забруднення навколишнього середовища відбувається такими речовинами, як чадний газ, вуглекислий газ, сажові частки та ін. [1, 2, 3]. Фізико-хімічні показники рослинних олій істотно відрізняються від характеристик дизельного палива [4, 5, 6]. Це підвищена в'язкість і щільність, а також температура спалаху. Сумішеве паливо має перевагу перед нафтовими мінеральними: цей вид палива значно знижує кількість необхідної нафтової сировини, основна частина якого виготовляється з відновлюваної біомаси [7, 8].

Аналіз останніх досліджень та постановка проблеми

Відомі вітчизняні та зарубіжні дослідження дизельних двигунів, що працюють на ріпаковій олії (РО) та їх сумішах [9,10] недостатньо приділяють уваги проблемам визначення оптимального складу та температурних режимів палив, що забезпечують найкращі показники паливної економічності і токсичності відпрацьованих газів (ВГ).

Біопаливо з рослинних олій використовується як моторне паливо в двох варіантах: як сумішеве паливо, що складається з суміші рослинної олії з дизельним паливом, і у вигляді метилового ефіру цих олій (МЕРО), наприклад, ріпакової олії, що отримується за метанолізу цієї олії.

Результати дослідження

Сумішеве паливо порівняно з метиловим ефіром ріпакової олії має такі переваги: нескладна технологія отримання, що реалізується в сільськогосподарському підприємстві без накладних витрат; висока стабільність у зберіганні, розчиненні на молекулярному рівні.

Порівняно з дизельним паливом у чистій ріпаковій олії щільність вища на 9 %, в'язкість – у 25 разів, вміст сірки менший в 10 разів, температура застигання вища на 17 °С порівняно із зимовим паливом і на 10 °С нижча літнього дизельного палива [11].

Сумішеве паливо за фізико-хімічними показниками займає проміжне положення. Метиловий ефір ріпакової олії за своїми фізико-хімічними характеристиками (в'язкість, зольність тощо) ближчий до дизельного палива і в разі його використання не потребує підігріву, у меншій мірі виникають лише відкладення на деталях циліндро-поршневої групи [12].

Більша в'язкість ріпакової олії ускладнює його застосування в двигунах, проте за підвищення температури до 70–90 °С в'язкість знижується до значень, близьких до дизельного палива. Тому необхідно визначити оптимальні температурні показники компонентів сумішевого палива і проаналізувати їх вплив на роботу двигуна.

При розробці методики вирішення такої оптимізаційної задачі і проведенні розрахунків використано закони та рівняння теплового балансу.

З цього випливає, що при зіткненні тіл, що мають різні температури відбувається теплообмін. З точки зору молекулярно-кінетичної теорії, це пояснюється так: молекули більш нагрітого тіла мають більшу кінетичну енергію, ніж менш нагрітого. При «зіткненнях» молекул дотичних тіл відбувається процес вирівнювання їх середніх кінетичних енергій. Молекули більш нагрітого тіла втрачають частину своєї кінетичної енергії, при цьому нагріте тіло буде остигати. Кінетична енергія молекул холодного тіла зростає, тому температура цього тіла буде збільшуватися. В кінцевому підсумку кінетичні енергії молекул обох тіл зрівняються і температури стануть однаковими.

Отже

$$Q_1 + Q_2 = Q_3, \quad (1)$$

де Q_1, Q_2, Q_3 – енергії, Дж;

$$c_1 \cdot m_1 \cdot (\Theta - t_1) + c_2 \cdot m_2 \cdot (\Theta - t_2) = c_3 \cdot m_3 \cdot (\Theta - t_3) \quad (2)$$

$$\Theta = \frac{c_1 \cdot m_1 \cdot t_1 + c_2 \cdot m_2 \cdot t_2 + c_3 \cdot m_3 \cdot t_3}{c_1 \cdot m_1 + c_2 \cdot m_2 + c_3 \cdot m_3} \quad (3)$$

де c_1, c_2, c_3 – питомі теплоємності, Дж/(кг·°С); m_1, m_2, m_3 – маса, кг; t_1, t_2, t_3 – температури, °С; Θ – температура суміші, °С

Рослинні олії, що є гліцериновими ефірами жирних кислот, відрізняються підвищеною в'язкістю, що перевищує на один порядок в'язкість стандартних дизельних палив.

За нормальних атмосферних умов в'язкість дизельного палива нижча за в'язкість ріпакової олії. Разом з тим за вищих температур, характерних для систем паливоподачі дизелів (за температури навколишнього повітря $T = 20$ °С температура палива в системі паливоподачі становить майже 40° С), в'язкість РО різко падає і за $T = 40$ °С становить $\nu = 40$ мм²/с.

Отримані дані заносимо в табл. 1 та 2.

Таблиця 1 – Зміна температури суміші палив в залежності від температури навколишнього середовища

Визначення	Позначення	Розмірність	Значення										
1	2	3	4										
Маса змішувача	m_1	кг	1										
Питома теплоємність матеріалу змішувача	c_1	Дж/(кг·°С)	460										
Температура змішувача і дизельного палива	$t_1=t_2$	°С	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	
Маса дизельного палива	m_2	кг	0,2										
Питома теплоємність дизельного палива	c_2	Дж/(кг·°С)	42000										
Маса біодизеля	m_3	кг	0,2										

Продовження таблиці 1

1	2	3	4									
Питома теплоємність біодизельного палива	c_3	Дж/(кг·°C)	39890									
Температура біодизеля	t_3	°C	60									
Температура суміші	$t_{\text{сум}}$	°C	31	33	36	38	41	44	46	49	52	54

Таблиця 2 – Зміна температури суміші палив в залежності від температури біодизельного палива

Визначення	Позначення	Розмірність	Значення									
Маса змішувача	m_1	кг	1									
Питома теплоємність матеріалу змішувача	c_1	Дж/(кг·°C)	460									
Температура змішувача і дизельного палива	$t_1=t_2$	°C	20									
Маса дизельного палива	m_2	кг	0,2									
Питома теплоємність дизельного палива	c_2	Дж/(кг·°C)	42000									
Маса біодизеля	m_3	кг	0,2									
Питома теплоємність біодизельного палива	c_3	Дж/(кг·°C)	39890									
Температура біодизеля	t_3	°C	80	70	60	50	40	30	20	10	5	0
Температура суміші	$t_{\text{сум}}$	°C	48	43	38	34	29	24	20	15	12	10

На основі отриманих даних будуємо графік впливу температури навколишнього середовища та температури біодизельного палива (рис. 1).

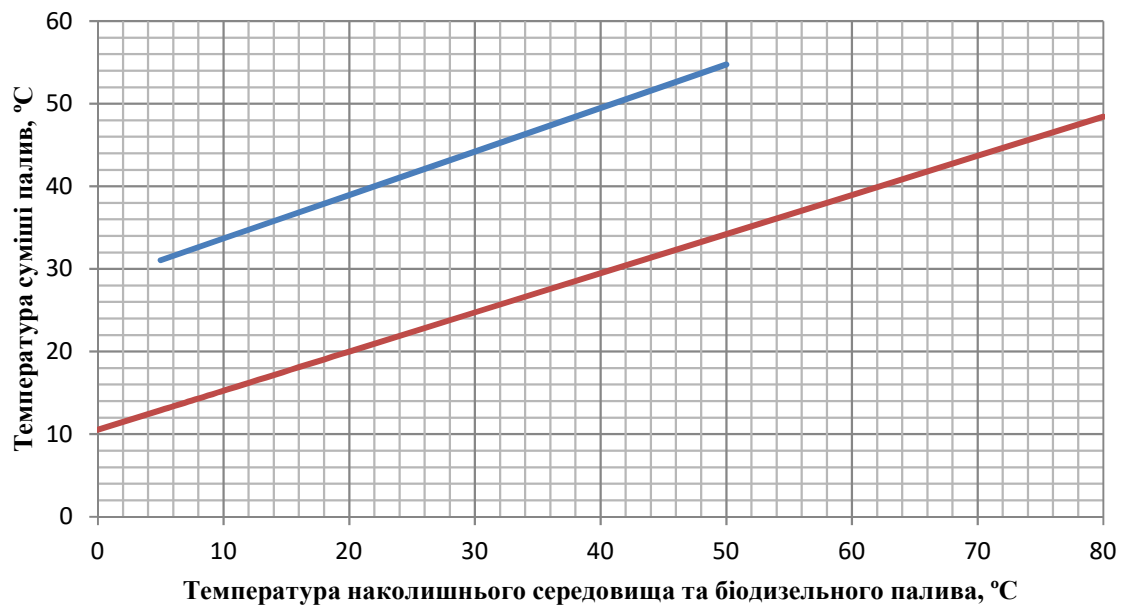


Рисунок 1 – Зміна температури суміші палив в залежності від температури навколишнього середовища та температури біодизельного палива

Висока щільність і в'язкість палив, що подаються в камеру згорання системою паливоподачі дизеля, є причиною збільшення їх циклової подачі і годинної витрати порівняно з дизельними паливами. Підвищена щільність рослинних олій і палив на їх основі приводить до збільшення далекобійності струменя палива, що розпилюється. Збільшення довжини струменя біопалив, що розпилюються, посилюється їх гіршим самозапаленням. В результаті за період затримки займання струменя рослинної олії, зменшується частка об'ємного сумішоутворення. Тому було встановлено залежність температури суміші палив від температури біодизельного палива, дизельного палива та змішуючого пристрою табл. 3.

Таблиця 3 – Залежність температури суміші палив від температури біодизельного палива, дизельного палива та змішувача пристрою

Визначення	Позначення	Розмірність	Значення											
Маса змішувача	m_1	кг	1											
Питома теплоємність матеріалу змішувача	c_1	Дж/(кг·°C)	460											
Температура змішувача і дизельного палива	$t_1=t_2$	°C	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50		
Маса дизельного палива	m_2	кг	0,2											
Питома теплоємність дизельного палива	c_2	Дж/(кг·°C)	42000											
Маса біодизеля	m_3	кг	0,2											
Питома теплоємність біодизельного палива	c_3	Дж/(кг·°C)	39890											
Температура біодизеля	t_3	°C	80	70	60	50	40	30	20	10	5	0		
Температура суміші	$t_{\text{сум}}$	°C	40	38	36	34	32	30	27	25	26	26		

Залежність температури суміші палив від температури біодизельного та дизельного палива зображена на рис. 2.

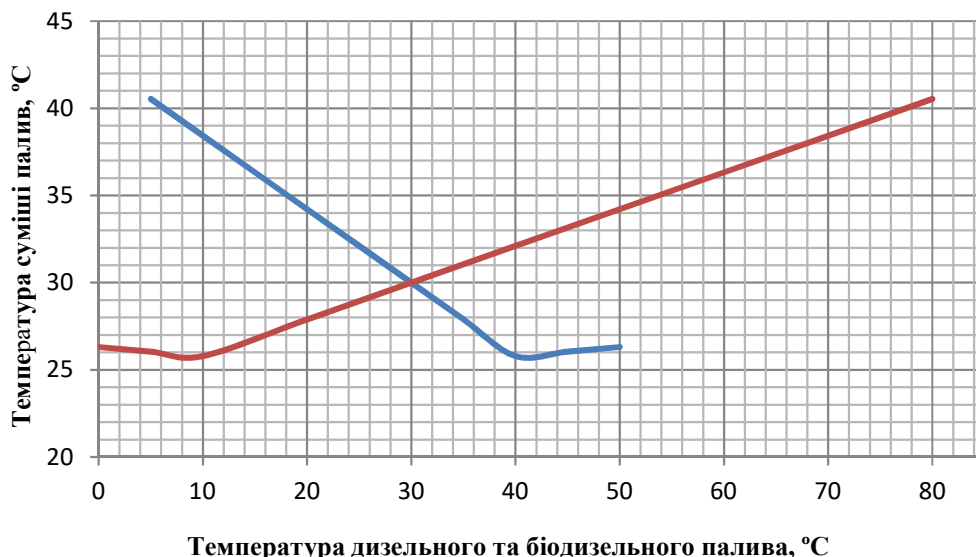


Рисунок 2 – Залежність температури суміші палив від температури біодизельного та дизельного палива

Висновки

Вказані особливості фізичних властивостей рослинних олій і палив на їх основі роблять помітний вплив на параметри процесу паливоподачі, приводячи до трансформації характеристик уприскування і розпилювання палив і подальших процесів сумішоутворення і згорання. Важливою складовою яких є температура палив та їх сумішей особливо в момент приготування і змішування. При сталій температурі біопалива 60 °C і коливаннях температури навколишнього середовища від 5 до 50 °C суміш дизельного палива і біокомпонента коливається від 31 до 54 °C. Отже, задля економії енергії та покращення техніко-економічних показників необхідно регулювати температуру компонентів сумішевого палива в залежності від температури навколишнього середовища та палива.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] A. Demirbas, *Biodiesel: a realistic fuel alternative for diesel engines*. – Springer-Verlag London Limited, 2008 – 208 p.
- [2] G. Knothe, J. Krahl, J. Gerpen, *The biodiesel handbook*. – Champaign, Illinois : AOCS Press, 2005 – 303 p.
- [3] А. П. Марченко, А. Ф. Минак, И. А. Слабун, Сравнительная оценка эффективности применения растительных топлив в дизельном двигателе. *Двигатели внутреннего сгорания*. – 2004. – № 1. – С. 46–51.

- [4] І. В. Гунько, С. А. Бурлака, А. А. П'ясецький, Система паливоподачі дизельного двигуна з електронним регулюванням складу дозованої паливної суміші. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. – 2017. – № 97. – С. 47–51.
- [5] І. В. Гунько, С. А. Бурлака, А. П. Єленич, Оцінка екологічності нафтового палива та біопалива з використанням методології повного життєвого циклу. *Вісник Хмельницького національного університету, Том 2*. – 2018. – № 6. – С. 246–249.
- [6] А. П. Поляков, О. О. Галушчак, Д. О. Галушчак, Перевірка адекватності математичної моделі системи «Двигун – система живлення сумішно дизельного та біодизельного палива». *Вісник машинобудування та транспорту*. – 2018. – № 1. – С. 81–91.
- [7] В. Ф. Анісімов, Л. П. Серєда, В. Б. Рябошапка, А. А. П'ясецький, Дослідження впливу кута випередження подачі на експлуатаційні показники роботи дизеля при переведенні його на біодизельне паливо. *Промислова гідроліка і пневматика*. – 2008. – № 2. – С. 101–106.
- [8] В. Г. Семенов, В. П. Комаха, В. Б. Рябошапка, Моделювання процесу згорання в тракторних і комбайнових дизелях, працюючих на різних видах палива за допомогою уточненої моделі І.І. Вібе шляхом апроксимації експериментальних даних. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. – 2015. – №1. – С. 52–58.
- [9] A. P. Poliakov, O. O. Galushchak, D. O. Galushchak, Technique of motor vehicle indices calculation while transition of its engine for operation at the mixture of diesel and biodiesel fuels. *Tehnomus journal: proceedings of the XVIIIth International Conference «New Technologies and Products in Machine Manufacturing Technologies»*, – 2015. – №22. – P. 76–81.
- [10] О. О. Осетров, Поліпшення техніко-економічних показників дизеля ЧН 12/14, що працює на біопаливах : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.05.03 «Двигуни та енергетичні установки». Харків, 2015. – 20 с.
- [11] І. А. Шльончак, Покращення економічних та екологічних показників транспортних засобів з дизелем шляхом використання сумішевих палив : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : 05.22.20 «Експлуатація та ремонт засобів транспорту». Нац. трансп. ун-т. – К., 2013. – 20 с.
- [12] А. П. Поляков, К. В. Нгаяхи Аббе, О. О. Галушчак, М. О. Бишко, Ю. В. Заверуха, Дослідження впливу на техніко-економічні та екологічні показники дизеля переведення його на роботу на біодизельне паливо. *Вісник Донецької академії автомобільного транспорту*. – 2012. – № 1. – С. 61–69.

Галушчак Олександр Олександрович – канд. техн. наук., ст. викладач кафедри загальнотехнічних дисциплін та охорони праці, Вінницький національний аграрний університет, e-mail: galushchak.gs@gmail.com.

Бурлака Сергій Андрійович – асистент кафедри загальнотехнічних дисциплін та охорони праці, Вінницький національний аграрний університет, e-mail: ipserhiy@gmail.com.

Галушчак Дмитро Олександрович – канд. техн. наук. ст. викладач кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: galuschak.d@gmail.com.

Малаков Олександр Іванович – аспірант кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва, Вінницький національний аграрний університет.

O.O. Halushchak¹
S.A. Burlaka¹
D.O. Halushchak²
O.I. Malakov¹

Reasoning of temperature influence of mixtured fuel components for engine working

¹Vinnitsa National Agrarian University

²Vinnitsa National Technical University

Rapeseed oil is widely used as a biological component of diesel mixed fuels. However, the technology of cultivation of rape is expensive, its crops largely depend on the growth zone and weather conditions. The physical and chemical parameters of fuels play a significant role in the process of mixing in the engine cylinders and fuel supply. One of these criteria is the temperature values of both mixed fuels and the environment. Therefore, the purpose of calculations is to study the properties of promising components of diesel mixed fuel. As the studied plant components of the diesel fuel mixture, the oils obtained by cold pressing out from the seeds of the following oilseeds were taken: rija, mustard, buckthorn, oil radish, oil flax, safflower and soya.

The indicators of technological, chemical, physical and calorific properties are determined, mathematical analysis is performed and the lower heat of combustion of these vegetable oils and diesel fuel mixture is calculated. The quality of the mixing of the biological and mineral components of the diesel fuel mixture was indirectly evaluated by the magnitude of the optical density.

Currently, the most studied source of plant material is rape. However, the use of oils and other crops deserves attention. The most simple and accessible way of using rapeseed oil is dilution with diesel fuel. When using mixed fuels, the peculiarities of the physical properties of vegetable oils and fuels on their basis have a noticeable influence on the parameters of the process of fuel supply, resulting in the transformation of the characteristics of injection and fuel spraying and subsequent processes of mixing and combustion. An important component is the temperature of fuels and their mixtures, especially at the time of mixing. It has been established that in order to improve the technical and economic performance of engines when using diesel fuel, it is necessary to adjust the temperature of the components of the mixed fuel depending on the ambient temperature and the fuel itself.

Keywords: mineral fuel, vegetable oil, diesel mixed fuel, chemical, physical and calorific properties, optical density.

Galushchak Oleksandr, PhD, Senior Lecturer of the Chair of general technical disciplines and labor protection, Vinnytsia National Agrarian University, e-mail: galushchak.gs@gmail.com

Burlaka Serhiy - Assistant of the Chair of general technical disciplines and labor protection, Vinnytsia National Agrarian University, e-mail: ipserhiy@gmail.com.

Galushchak Dmytro, PhD, Senior Lecturer of the Chair of Automobile and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, e-mail: galuschak.d@gmail.com.

Malakov Oleksandr - postgraduate student of the Chair of machinery and equipment of agricultural production, Vinnytsia National Agrarian University.

А.А. Галушчак¹

С.А. Бурлака¹

Д.А. Галушчак²

А.И. Малаков¹

ОБОСНОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ КОМПОНЕНТОВ СМЕСЕВЫХ ТОПЛИВ НА РАБОТУ ДВИГАТЕЛЯ

¹ Винницкий национальный аграрный университет

² Винницкий национальный технический университет

В качестве биологического компонента дизельного смесового топлива широко применяется рапсовое масло. Однако технология обработки рапса затратная, его урожаи во многом зависят от зоны роста и погодных условий. Значительное влияние на процесс смесеобразования в цилиндрах двигателя и топливоподачи играют физические и химические показатели топлива. Одними из таких критериев является температурные величины как смешиваемых топлив, так и окружающей среды. Поэтому целью расчетов является изучение свойств перспективных компонентов дизельного смесового топлива. В качестве исследуемых растительных компонентов дизельного смесового топлива были приняты масла, полученные холодным отжимом из семян следующих масличных культур: рыжика, горчицы, сурепки, редьки масличной, льна масличного, сафлора и сои.

Определены показатели технологических, химических, физических и теплотворных свойств, выполнен математический анализ и рассчитана низшая теплота сгорания указанных растительных масел и дизельного смесового топлива. Качество смешивания биологического и минерального компонентов дизельного смесового топлива косвенно оценивали по величине оптической плотности.

В настоящее время наиболее исследованным источником растительного сырья является рапс. Однако заслуживает внимания применение масел и других культур. Наиболее простой и доступный способ использования рапсового масла – разбавление дизельным топливом. При использовании смесового топлива, особенности физических свойств растительных масел и топлив на их основе оказывают заметное влияние на параметры процесса топливоподачи, приводя к трансформации характеристик впрыска и распыления топлива и последующих процессов смесеобразования и сгорания. Важной составляющей которых является температура топлива и их смесей, особенно в момент смешивания. Установлено, что для улучшения технико-экономических показателей двигателей при использовании дизельного смесового топлива необходимо регулировать температуру компонентов смесового топлива в зависимости от температуры окружающей среды и самого топлива.

Ключевые слова: минеральное топливо, растительное масло, дизельное смесовое топливо, химические, физические и теплотворные свойства, оптическая плотность.

Галушчак Александр Александрович – канд. техн. наук., ст. преподаватель кафедры общетехнических дисциплин и охраны труда, Винницкий национальный аграрный университет, e-mail: galushchak.gs@gmail.com.

Бурлака Сергей Андреевич – ассистент кафедры общетехнических дисциплин и охраны труда, Винницкий национальный аграрный университет, e-mail: ipserhiy@gmail.com.

Галушчак Дмитрий Александрович – канд. техн. наук. ст. преподаватель кафедры автомобилей и транспортного менеджмента, Винницкий национальный технический университет, e-mail: galuschak.d@gmail.com.

Малаков Александр Иванович – аспирант кафедры машин и оборудования сельскохозяйственного производства, Винницкий национальный аграрный университет.