

## **ANALYSIS IN PARTICLE MOTION RADYALNYM BLADES VRASCHAYUSCHEHOSYA DRUM C RESISTANCE ACCOUNTING ENVIRONMENT**

**G. A. Golub, O. A. Marus, Ya. D. Yarosh**

**Abstract.** *Devices for mixing through rotating drum with high quality and so stirring is becoming more common in the development process of drying of agricultural products and materials, biotechnology fermentation of biomass under aerobic and anaerobic conditions. Increasing efficiency by rotating drums grounding methods for determining the parameters of centrifugal movement of particles along the radial blade in rotating drum that will establish rational values of angular velocity and design parameters of rotating drums needs further improvement.*

*To summarize the studies expedient to obtain the solution of differential equations describing the motion of particles in radial blades rotating drum support given environment. In this case, a piece of acting centrifugal force of inertia, Coriolis force of inertia, gravity, friction due to air resistance, which presses the piece to the blade, and the force of air resistance which counteracts the movement of particles in the radial direction. The coefficient of proportionality, which determines the resistance of medium, which is directed opposite direction and velocity of particle is proportional to velocity of particle in first degree, accepted case when air flows around particles laminar flow in smaller Reynolds numbers 5.*

*The resulting solution of differential equations defining the parameters of a particle on radial blade rotating drum considering to set the resistance of the medium radial displacement and relative velocity of the particle on the blade, and the importance of constant values of differential equations.*

**Key words:** *drum, radial blade, movement of particles*

УДК 620.92

### **ВИРОБНИЦТВО ДИЗЕЛЬНОГО БІОПАЛИВА ІЗ ЗЕРНОВОГО ВОРОХУ ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР**

**Г. А. Голуб, доктор технічних наук  
М. Ю. Павленко, В. В. Чуба, кандидати технічних наук  
e-mail: maxim\_pavlenko@i.ua**

**Анотація.** *Розглянуто питання оцінки сировинної бази для виробництва дизельного біопалива із зернового вороху. Оцінено*

© Г. А. Голуб, М. Ю. Павленко, В. В. Чуба, 2017

потенціал виробництва дизельного біопалива із олії другого (гарячого) віджимання та олії із зернового вороху олійних культур, таких як ріпак, соя та соняшник. Встановлено, що виробництво дизельного біопалива із зернового вороху може замінити потреби у дизельному паливі, яке використовується в аграрному виробництві на 6–7%.

Розроблено технологічну схему виробництва дизельного біопалива виробленого із олії отриманої із зернового вороху олійних культур шляхом гарячого віджимання. Визначено кількісний вихід дизельного біопалива виробленого із олії отриманої із зернового вороху олійних культур та встановлено якісні показники дизельного біопалива, а саме кінематичну в'язкість, температуру спалаху та нижчу теплоту згорання. Встановлено, що вихід олійної маси із зернового вороху становить від 15 до 20 %, а вихід олій після відстоювання – від 50 до 60 %. Вихід дизельного біопалива із отриманої олії становив 85,6 %, його кінематична в'язкість становила  $4,25 \text{ мм}^2/\text{с}$ , а температура спалаху  $125 \text{ }^\circ\text{C}$ . Нижча теплота згорання отриманого дизельного біопалива знаходилася на рівні  $36,96 \text{ МДж/кг}$ .

Отримано графічні залежності кінематичної в'язкості та температури спалаху дизельного біопалива виробленого із олії отриманої із зернового вороху олійних культур від концентрації метилату калію та часу відстоювання. Встановлено, що найменша кінематична в'язкість  $4,21 \text{ мм}^2/\text{с}$  була досягнута при концентрації метилату калію 20 мл на 100 мл рослинної олії, а нормативна температура спалаху дизельного біопалива досягалася при 400 годинах відстоювання.

**Ключові слова:** дизельне біопаливо, рослинна олія, метилат калію, кінематична в'язкість, зерновий ворох

**Постановка проблеми.** Як правило, ринкова ціна харчової рослинної олії є більшою за ціну дизельного палива, а тому виробництво дизельного біопалива [6] із такої олії не буде мати серйозних перспектив з огляду на економічну доцільність.

Двоступінчасте відтискання рослинної олії дає можливість підвищити вартість олії холодного відтискання і за рахунок цього понизити вартість олії гарячого відтискання із подальшим отриманням із неї дизельного біопалива. Однак цей варіант зниження вартості сировини потребує придбання двох пресів, що збільшує капіталовкладення у виробництво.

Переробка зернового вороху олійних культур це ще один спосіб отримання дешевої сировини для виробництва дизельного біопалива, який підвищує ефективність двоступінчастого відтискання

рослинної олії. Однак у цьому випадку постає потреба в оцінці ресурсів отримання олії із зернового вороху олійних культур, можливостей такого виробництва та якості отриманого дизельного біопалива.

**Аналіз останніх досліджень.** В роботі [2] було оцінено сировинну базу агропромислового виробництва дизельного біопалива шляхом двохступінчастого віджимання рослинної олії, а саме холодного віджимання на харчові потреби та гарячого на виробництво дизельного біопалива. У цій же роботі було встановлено, що при існуючій ціні олії та однакових коефіцієнтах виходу олії першого (холодного) та другого (гарячого) віджимання, ціна олії другого (гарячого) віджимання зменшується на величину збільшення ціни олії першого (холодного) віджимання. Дана технологія досить ефективна, але має певні недоліки, а саме високі капіталовкладення, адже необхідно мати два преси, як для холодного, так і для гарячого віджимання [1, 3]. У цьому випадку доцільно розробити технологічну схему виробництва дизельного біопалива з використанням олії другого (гарячого) віджимання та олії із зернового вороху, а також оцінити якість отриманого дизельного біопалива із олії отриманої із зернового вороху.

**Мета досліджень** – розробити технологічну схему виробництва дизельного біопалива з використанням олії другого (гарячого) віджимання та олії із зернового вороху, а також оцінити якість дизельного біопалива виробленого із олії отриманої із зернового вороху.

**Результати досліджень.** Для проведення досліджень використано олію із зернового вороху та метилат калію, який додавали до олії в пропорції 14, 16, 18 і 20 % по масі. Для отриманого дизельного біопалива визначали температуру спалаху з інтервалом в 3 доби та кінематичну в'язкість одразу після отримання. Теплотворну здатність отриманого дизельного біопалива визначали згідно ГОСТ 21261-91.

При виробництві рослинної олії на олійно-жирових заводах накопичується зерновий ворох у обсягах до 7 % в зерні соняшнику від маси зерна олійних культур згідно ДСТУ 4694:2006, до 3% в насінні ріпаку згідно ДСТУ 4966:2008 та до 3% в зерні сої згідно ДСТУ 4964:2008. Відтискання рослинної олії із зернового вороху не передбачається технологічним процесом отримання олійної продукції, адже кінцевий продукт не відповідає нормативним вимогам і не може бути реалізований як харчова олія. У той же час така олія може бути сировиною для виробництва дизельного біопалива. Вихід олійної маси із зернового вороху становить від 15 до 20 %, а вихід олій після відстоювання становить від 50 до 60 %.

Результати розрахунку потенціалу виробництва дизельного біопалива із олії отриманої із зернового вороху наведені в (табл. 1).

### 1. Потенціал виробництва дизельного біопалива із олії отриманої із зернового вороху

Олійна культура	Валове виробництво, тис. т	Вихід						Обсяги виробництва ДБП тис. т
		зернового вороху		олійної маси		олії		
		%	тис. т	%	тис. т	%	тис. т	тис. т
Соняшник	11181,1	7	782,7	20	156,5	60	93,9	79,8
Соя	3930,6	3	117,9	20	23,6	60	14,2	12,0
Ріпак	1737,6	3	52,1	20	10,4	60	6,3	5,3
Всього	16849,3		952,7		190,5		114,3	97,2

Як показали розрахунки, виробництво дизельного біопалива (ДБП) із зернового вороху може замінити потреби у дизельному паливі, яке використовується в аграрному виробництві на 6-7%.

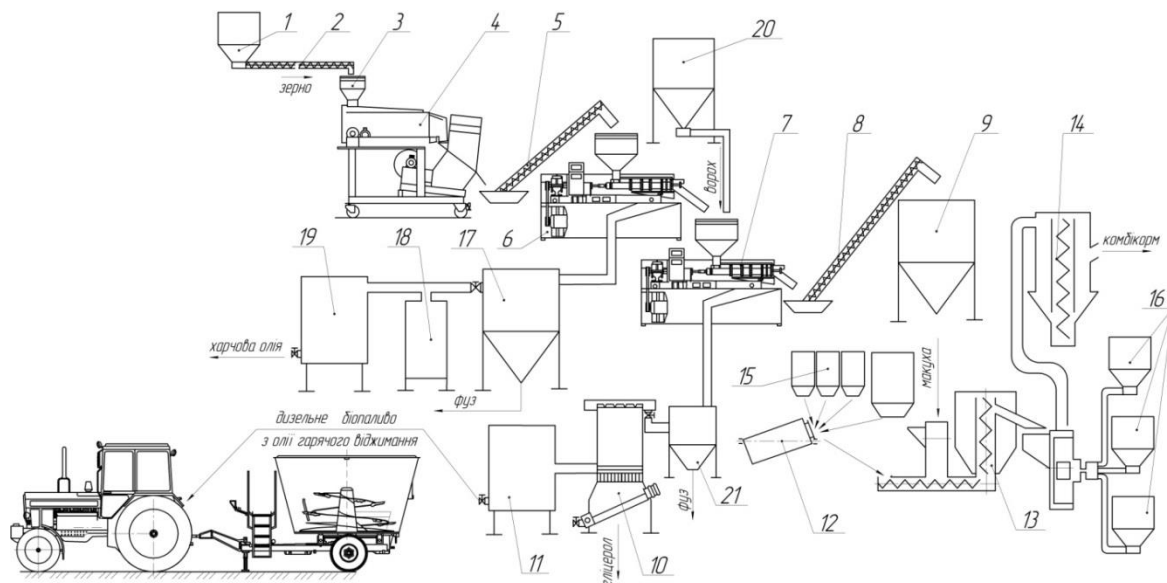


Рис. 1. Технологічна схема виробництва дизельного біопалива виробленого із олії отриманої із зернового вороху олійних культур: 1, 3, 9, 16 – бункера для зерна олійних культур, макухи та зернових компонентів; 2 – конвеєр пружинний; 4 – комплекс зерноочисний; 5, 8 – шнекові транспортери; 6, 7 – преси шнекові – екструдери холодного та гарячого відтискання; 10 – обладнання для виробництва дизельного біопалива; 11, 15, 19, 20 – ємності для зберігання дизельного біопалива, кормових добавок, харчової олії та зернового вороху; 12 – змішувач мікродобавок; 13, 14 – вертикально-шнековий змішувач БМВД та комбікормів; 17, 21 – відстійники олії; 18 – кристалізатор.

Технологічна схема отримання дизельного біопалива із зернового вороху (рис. 1) може бути реалізована наступним чином: зерно потрапляє в бункер для зерна олійних культур 1, звідки по пружинному конвеєру 2 вивантажується у приймальний бункер 3. Із нього зерно потрапляє на зерноочисний комплекс 4, а далі очищене зерно подається транспортером 5 на прес шнековий (екструдер холодного відтискання) 6. Таким чином, отримуємо неочищену олію холодного відтискання, яка перекачується до відстійника 17, потім до кристалізатора 18 і після очистки від механічних домішок та восків надходить до ємності зберігання рослинної олії 19. Побічним продуктом холодного відтискання є макуха з високим вмістом олійної маси, яку подають на прес шнековий (екструдер гарячого відтискання) 7.

Ще одним резервом отримання олійної маси низької якості є зерновий ворох, який також доцільно переробляти на пресі шнековому (екструдері гарячого відтискання) 7. по закінченню переробки очищеного зерна в кінці сезону. У результаті цього отримуємо неочищену олійну масу, яка перекачується до відстійника рослинної олії 21, а звідти надходить на переробку за допомогою обладнання для виробництва дизельного біопалива 10. Технологічний процес отримання дизельного біопалива при цьому доцільно виконувати за агропромисловою технологією [5]. Отримане дизельне біопаливо перекачується в ємність для зберігання 11, звідки використовується для заправки машино-тракторних агрегатів при виконанні механізованих робіт.

Після другого гарячого віджимання макуха з низьким вмістом олійної маси вивантажується транспортером 8 у бункер макухи 9, а далі вона надходить для виробництва повноцінних комбікормів за допомогою вертикального змішувача БМВД 13, збагачуючи комбікорм білковими речовинами і жирами. БМВД і готовий комбікорм змішуються в вертикально-шнекових змішувачах безперервної дії [4].

За допомогою експериментальних досліджень було встановлено кількісний вихід та якісні показники дизельного біопалива виробленого із олії отриманої із зернового вороху (табл. 2).

Як видно із таблиці, вихід дизельного біопалива становив 85,6 %, його кінематична в'язкість становила  $4,25 \text{ мм}^2/\text{с}$ , а температура спалаху  $125 \text{ }^\circ\text{C}$ , що відповідає вимогам ДСТУ 6081:2009. Нижча теплота згорання отриманого дизельного біопалива знаходилася на рівні  $36,96 \text{ МДж/кг}$ .

Результати досліджень властивостей отриманого дизельного біопалива приведено на рис. 2 та рис. 3.

## ***2. Кількісний та якісний вихід дизельного біопалива виробленого із олії отриманої із зернового вороху.***

Кількість рослинної олії, мл	1600
Вихід дизельного біопалива, %	85,6
Кінематична в'язкість дизельного біопалива, мм <sup>2</sup> /с	4,25
Температура спалаху дизельного біопалива, °С	125
Нижча теплота згорання дизельного біопалива, МДж/кг	36,96



Рис. 2. Залежність кінематичної в'язкості дизельного біопалива виробленого із олії отриманої із зернового вороху від концентрації метилату калію.

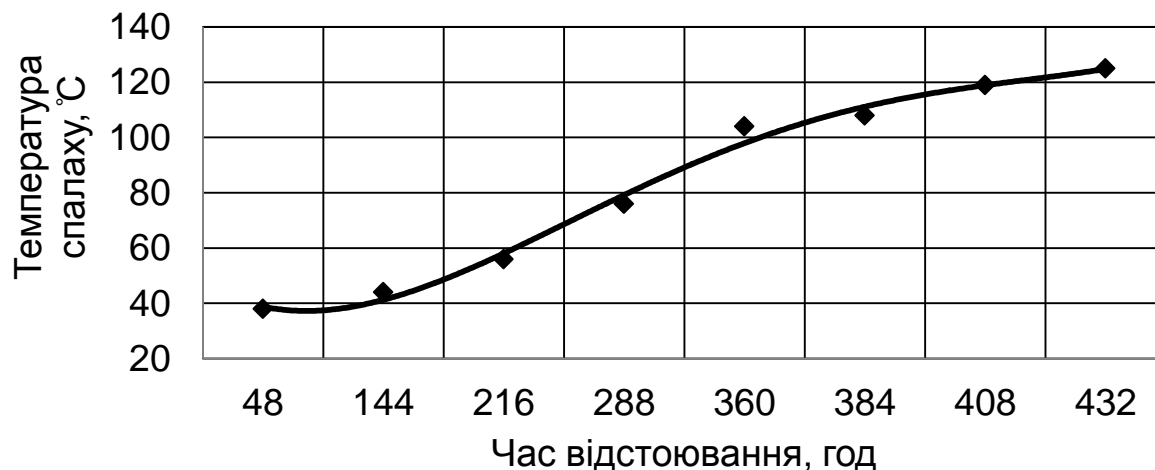


Рис. 3. Залежність температури спалаху дизельного біопалива виробленого із олії отриманої із зернового вороху від часу відстоювання.

Аналіз впливу концентрації метилату калію на кінематичну в'язкість дизельного біопалива показав (рис. 2), що для отримання нормативних значень кінематичної в'язкості дизельного біопалива

необхідно додавати не менше 16 мл метилату калію на 100 мл рослинної олії. Найменша кінематична в'язкість 4,21 мм<sup>2</sup>/с була досягнута при концентрації метилату калію 20 мл на 100 мл рослинної олії.

Зі збільшенням часу відстоювання температура спалаху дизельного біопалива збільшується (рис. 3) за рахунок вивільнення надлишкового метилового спирту. Нормативна температура спалаху дизельного біопалива досягалася при 400 годинах відстоювання з вільним доступом повітря і становила 120°C.

**Висновок.** У результаті експериментальних досліджень було виявлено, що кількісний вихід дизельного біопалива виробленого із олії отриманої із зернового вороху становить 85,6%. Кінематична в'язкість такого дизельного біопалива становить 4,25 мм<sup>2</sup>/с, температура спалаху 125°C, а нижча теплота згорання 36,96 МДж/кг. Таким чином, виробництво дизельного біопалива виробленого із олії отриманої із зернового вороху може замінити потреби у дизельному паливі на 6-7 % від загальної кількості споживання дизельного палива в аграрному виробництві.

### Список літератури

1. Голуб Г. А., Павленко М. Ю., Чуба В. В., Кухарець С. М. Виробництво та використання дизельного біопалива на основі рослинних олій. Київ. 2015. 119 с.
2. Голуб Г. А., Павленко М. Ю. Оцінка сировинної бази виробництва дизельного біопалива при двохступінчастому віджиманні рослинної олії. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. Київ. 2014. Вип. 194. Ч. 1. С. 175—181.
3. Голуб Г. А., Чуба В. В., Павленко М. Ю. Напрямки удосконалення виробництва і використання дизельного біопалива. Збірник наукових праць ВНАУ. Вінниця. 2012. Вип. 10. Т. 1 (58). С. 20—23.
4. Голуб Г. А., Павленко М. Ю., Ачкевич О. М. Технологічна схема виробництва комбікормів та дизельного біопалива. Вісник ЖНАЕУ. Житомир. 2015. Вип. 2 (50). Т. 1. С. 364—368.
5. Павленко М. Ю. Аналіз технологій виробництва дизельного біопалива. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. Київ. 2013. Вип. 185. Ч. 1. С. 161—166.
6. G. Golub, V. Dubrovin, S. Kukharets, O. Marus, M. Pavlenko, V. Chuba. Scientific bases of production and use of biofuel in agroecosystems. Міжнародний електронний журнал Біоресурси планети і якість життя. 2013. Вип. 4. режим доступу: <http://gcheraejournal.nubip.edu.ua/index.php/ebql/article/view/146/112>.

### References

1. Golub G. A., Pavlenko M. Yu., Chuba V. V., Kukharets' S. M. (2015). Virobnitstvo ta vikoristannya dizel'nogo biopaliva na osnovi roslinnykh oliy [Production and use of biodiesel from vegetable oils]. Kiev. Ukraine. NUBiP. 119.
2. Golub G. A. Pavlenko M. Yu. (2014). Otsinka sirovinnoi bazi virobnitstva dizel'nogo biopaliva pri dvokhstupinchastomu vidzhimanni roslinnoi olii [Evaluation of raw materials for biodiesel production in the two-step push-ups vegetable oil]. Naukoviy

visnik Natsional'nogo universitetu bioresursiv i prirodokoristuvannya Ukraini. 194,1. 175. 181.

3. Golub G. A. Chuba V. V., Pavlenko M. Yu. (2012). Napryamki udoskonalennya virobnitstva i vikoristannya dizel'nogo biopaliva [Directions improving production and use of biodiesel]. Zbirnik naukovikh prats' VNAU. Vinnitsya. 10. (58). 20-23.

4. Golub G. A. Pavlenko M. Yu., Achkevich O. M. (2015). Tekhnologichna skhema virobnitstva kombikormiv ta dizel'nogo biopaliva [Technological scheme production of animal feed and biodiesel]. Visnik ZhNAEU. Zhitomir. №2 (50). 1. 364-368.

5. Pavlenko M. Yu. (2013). Analiz tekhnologiy virobnitstva dizel'nogo biopaliva [Analysis of biodiesel production technologies]. Naukoviy visnik Natsional'nogo universitetu bioresursiv i prirodokoristuvannya Ukraini. 185,1. 161-166.

6. Golub G., Dubrovin V., Kukharets S., Marus O., Pavlenko M., Chuba V. (2013). Scientific bases of production and use of biofuel in agroecosystems. Mizhnarodniy elektronniy zhurnal Bioresursi planeti i yakist' zhittya, 4. <http://gcheraejournal.nubip.edu.ua/index.php/ebql/article/view/146/112>.

## **ПРОИЗВОДСТВА ДИЗЕЛЬНОГО БИОТОПЛИВА ИЗ ЗЕРНОВОГО ВОРОХА МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР**

**Г. А. Голуб, М. Ю. Павленко, В. В. Чуба**

**Аннотация.** *Рассмотрены вопросы оценки сырьевой базы для производства дизельного биотоплива из зернового вороха. Оценен потенциал производства дизельного биотоплива из растительного масла второго (горячего) отжимания и масла из зернового вороха масличных культур, таких как рапс, соя и подсолнечник. Установлено, что производство дизельного биотоплива из зернового вороха может заместить потребности в дизельном топливе, которое используется в аграрном производстве на 6-7%.*

*Разработана технологическая схема производства дизельного биотоплива из масла, полученного из зернового вороха масличных культур путем горячего отжима. Определен количественный выход дизельного биотоплива произведенного из масла, полученного из зернового вороха масличных культур, а также установлено качественные показатели дизельного биотоплива, а именно кинематической вязкости, температуры вспышки и низшей теплоты сгорания. Установлено, что выход масляной массы из зернового вороха составляет от 15 до 20%, а выход масла после отстаивания – от 50 до 60%. Выход дизельного биотоплива из полученного масла составил 85,6%, его кинематическая вязкость составляла 4,25 мм<sup>2</sup>/с, а температура вспышки 125 °С. Низшая теплота сгорания полученного дизельного биотоплива находилась на уровне 36,96 МДж/кг.*

*Получены графические зависимости кинематической вязкости и температуры вспышки дизельного биотоплива произведенного из масла полученного из зернового вороха*



масличных культур от концентрации метилат калия и времени отстаивания. Установлено, что наименьшая кинематическая вязкость 4,21 мм<sup>2</sup>/с была достигнута при концентрации метилата калия 20 мл на 100 мл растительного масла, а нормативная температура вспышки дизельного биотоплива достигалась при 400 часах отстаивания.

**Ключевые слова:** дизельное биотопливо, растительное масло, метилат калия, кинематическая вязкость, зерновой ворох

## **PRODUCTION OF BIODIESEL FROM GRAIN HEAP OF OLIVE CULTURES**

**G. A. Golub, M. Yu. Pavlenko, V. V. Chuba**

**Abstract.** *The question of evaluation of raw materials for the production of biodiesel from grain waste is considered. Reviewed biodiesel production capacity of the second oil (hot) and squeezing oil from grain waste oilseeds such as rapeseed, soybean and sunflower. It established that the production of biodiesel from grain waste can replace the need for diesel fuel used in agricultural production by 6-7%.*

*The technological scheme of production of biodiesel made from oils derived from grain waste oilseeds by hot extraction. The quantitative output of biodiesel produced from oils derived from grain waste and oilseeds waste established quality indicators biodiesel, such as kinematic viscosity, flash point and lower heat of combustion. Found that out of grain waste oil weight ranges from 15 to 20% and oil output after defending – from 50 to 60%. Exit biodiesel derived from oil amounted to 85.6% its kinematic viscosity was 4.25 mm<sup>2</sup>/s, and the flash point of 125 degrees respectively. Lower calorific value biodiesel was received at 36.96 MJ/kg.*

*An image depending kinematic viscosity and flash point of biodiesel produced from oils derived from grain waste oilseeds concentration of potassium methylate and time assertion. Found that the lowest kinematic viscosity of 4.21 mm<sup>2</sup>/s was achieved at a concentration of potassium methylate 20 ml to 100 ml of vegetable oil, and regulatory flash point of biodiesel achieved at 400 hours settling.*

**Key words:** diesel biofuel, vegetable oil, potassium methoxide, kinematic viscosity, grain wastes