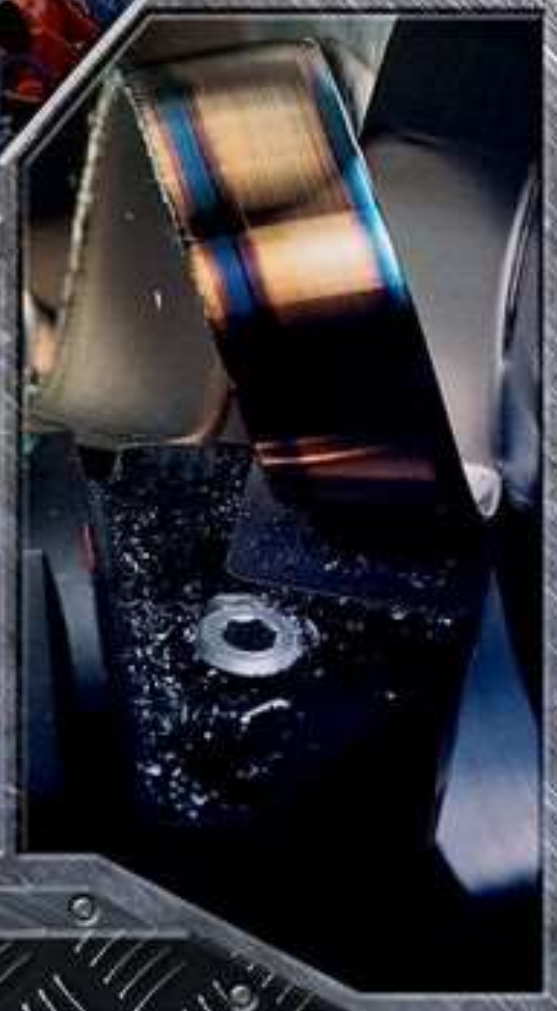


# Вісник

машинобудування та  
транспорт

№ 1(11)  
2020



**Головний редактор**

Віктор Вікторович Біліченко, Вінницький національний технічний університет, Україна

**Заступник головного редактора**

Андрій Павлович Поляков, Вінницький національний технічний університет, Україна

**Члени редакційної колегії**

Ігнатій Серажунтдінович Алієв, Донбаська державна машинобудівна академія (м. Краматорськ), Україна

Геннадій Анатолійович Баглюк, Інститут проблем матеріалознавства ім. І. М. Францевича НАНУ (м. Київ), Україна

Наталія Ростиславівна Веселовська, Вінницький національний аграрний університет, Україна

Володимир Петрович Волков, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

Володимир Михайлович Голубець, Український національний лісотехнічний університет (м. Львів), Україна

Орест Зенонович Горбай, Національний університет «Львівська політехніка», Україна

Юрій Феодосійович Гутаревич, Національний транспортний університет (м. Київ), Україна

Віктор Сергійович Івашко, Білоруський національний технічний університет, м. Мінськ, Білорусь

Леонід Геннадійович Козлов, Вінницький національний технічний університет, Україна

Олександр Петрович Кравченко, Житомирський державний технологічний університет, Україна

Любомир Васильович Крайник, Національний університет «Львівська політехніка», Україна

Олександр Федорович Луговський, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна

Віктор Андрійович Матвійчук, Вінницький національний аграрний університет, Україна

Володимир Маркусович Михалевич, Вінницький національний технічний університет, Україна

Віталій Антонович Огородніков, Вінницький національний технічний університет, Україна

Іоанн Русу, Університет ім. А.І. Кузи (м. Ясси), Румунія

Михайло Абович Подригало, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

Леонід Клавдійович Поліщук, Вінницький національний технічний університет, Україна

Володимир Прохорович Сахно, Національний транспортний університет (м. Київ), Україна

Василь Борисович Струтинський, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна

В'ячеслав Андрійович Тітов, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна

Валерій Васильович Чигарьов, Приазовський державний технічний університет (м. Маріуполь), Україна

**Відповідальний секретар**

Віталій Альбертович Кашканов, Вінницький національний технічний університет, Україна

### **Формування показників оцінки ефективності транспортного процесу перевезень**

Віктор Васильович Аулін, Дмитро Вадимович Голуб, Віктор Вікторович Біліченко, Артем Сергійович Замуренко

4-10

DOI <https://doi.org/10.31649/2413-4503-2020-11-1-4-10>



PDF

### **Розробка змішувача біодизельного палива та моделюванням процесу змішування**

Сергій Андрійович Бурлака

11-17

DOI <https://doi.org/10.31649/2413-4503-2020-11-1-11-17>



PDF

### **Дослідження течії палива в розпилювачі форсунок при використанні спиртових добавок в емульгованих паливах**

Сергій Андрійович Бурлака, Олександр Олександрович Галушак, Юрій Володимирович Гуменюк

18-27

DOI <https://doi.org/10.31649/2413-4503-2020-11-1-18-27>



PDF

### **Удосконалення методу дистанційного контролю параметрів технічного стану автомобілів**

Володимир Петрович Волков, Ігор Валерійович Грищук, Тетяна Вікторівна Волкова, Володимир Петрович Кужель, Юрій Володимирович Волков, В'ячеслав Миколайович Павленко

28-39

DOI <https://doi.org/10.31649/2413-4503-2020-11-1-28-39>



PDF

### **Покращення показників автобусів комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія» використанням суміші палив**

Олександр Олександрович Галушак, Дмитро Олександрович Галушак, Дмитро Анатолійович Ковальчук

40-48

DOI <https://doi.org/10.31649/2413-4503-2020-11-1-40-48>



PDF

### **Дослідження напружень в рамі сміттєвоза з заднім завантаженням компактора**

Орест Зенонович Горбай, Роман Володимирович Зінько, Любомир Васильович Крайник, Андрій Павлович Поляков

49-54

DOI <https://doi.org/10.31649/2413-4503-2020-11-1-49-54>



PDF

С. А. Бурлака<sup>1</sup>

## РОЗРОБКА ЗМІШУВАЧА БІОДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА ТА МОДЕЛЮВАННЯМ ПРОЦЕСУ ЗМІШУВАННЯ

<sup>1</sup>Вінницький національний аграрний університет

Проаналізовано застосовувані в даний час конструкції змішувачів для отримання біопалива. Відзначено їх низьку ефективність і обґрунтовано необхідність застосування апаратів в якості змішувальних пристроїв. Показано позитивний вплив застосування ротора Савоніуса на процес змішування компонентів біопалива. Обґрунтовано і обрано схему змішувача. На підставі проведеного аналізу сформульовано наукову гіпотезу про те, що підвищити ефективність функціонування машинно-тракторних агрегатів можна, застосовуючи якісне біопаливо. Виходячи з цього, метою роботи є підвищення ефективності функціонування машинно-тракторних агрегатів, що працюють на біопаливі за рахунок вдосконалення процесу його приготування.

Наведено фактори, що впливають на ефективність функціонування МТА, показано вплив типу і складу палива на ефективність функціонування МТА. Запропоновано змінювати цей фактор застосуванням альтернативних палив, розглянуто існуючі альтернативні палива. На підставі цих досліджень найкращою основою палива було вибрано ріпакову олію. Показано отримання МЕРО. Встановлено, що кращі показники в якості палива мають суміші МЕРО і дизельного палива.

Розроблено напрямки підвищення ефективності функціонування машинно-тракторних агрегатів за рахунок застосовуваного біопалива. Обґрунтовано конструктивно технологічну схему пристрою для отримання біопалива, що підвищує ефективність функціонування машинно-тракторних агрегатів. Отримано теоретичні залежності визначення конструктивних режимів та параметрів змішувального пристрою для приготування біопалива, що підвищує ефективність функціонування машинно-тракторних агрегатів. Отримано якісні показники технологічного процесу приготування біопалива. Проведено оцінку ефективності функціонування дизельного двигуна і машинно-тракторних агрегатів при використанні біопалива, отриманого за допомогою розробленого змішувального пристрою. Обґрунтовано раціональне співвідношення компонентів біопалива за режимами функціонування дизельного двигуна і машинно-тракторних агрегатів.

**Ключові слова:** дизельне сумішеве паливо, паливна система дизеля, змішувач-дозатор палива, параметри.

### Вступ

Погіршення екологічної обстановки веде до необхідності переходу на альтернативні види палива. Одними з найбільш перспективних альтернативних палив вважаються палива на основі рослинних олій.

З урахуванням умов зростання витрат енергії на переробку олійного насіння і виходу олії найбільш придатною олійною культурою при виробництві палива для дизельних двигунів є ріпак. У чистому вигляді використання ріпакової олії в якості палива для дизельного двигуна ускладнюється, тому що порівняно з дизельним паливом воно має певні недоліки: вищу в'язкість, густину, підвищену схильність до утворення нагару, низьку випаровуваність тощо.

Усунути частину цих недоліків можна, застосовуючи його в суміші з дизельним паливом або за допомогою хімічної переробки, наприклад реакції етерифікації (отримання метилового ефіру ріпакової олії або біодизеля). Найбільш прийнятним моторним паливом для дизельного двигуна на сьогоdnішньому етапі є композиції на основі біодизеля і дизельного палива, які в меншій мірі вимагають зміни конструкції дизельного двигуна, тому що енергетичні та екологічні показники роботи двигуна, що працює на сумішевих паливах, близькі до відповідних показників при роботі на звичайному дизельному паливі [1].

Якість одержуваного сумішевого палива залежить від властивостей і характеристик вихідних компонентів, але поряд з цим важливу роль відіграють технології і пристрої для їх змішування. Основні вимоги до них – рівномірність розподілу за обсягом компонентів палива. Домогтися виконання цієї вимоги можна, використовуючи пристрої, що забезпечують високу продуктивність і якість змішування. Використовувані в даний час апарати з механічним перемішуванням вже не в змозі впоратися із завданням інтенсифікації процесу отримання сумішевого палива, а інші перспективні напрямки знаходяться в стадії дослідження. Тому розробка нового обладнання для інтенсифікації процесу отримання сумішевого палива є актуальною [2].

### Результати дослідження

Відповідно до вимог одним з видів моторного палива для с/г тракторів є дизельне сумішеве паливо (ДСП), що якнайменше потребує конструктивної адаптації двигуна і має незначні відхилення показників фізичних і теплотворних властивостей від відповідних властивостей мінерального дизельного палива (ДП). Найбільш доцільним, з технічних і економічних міркувань, є приготування ДСП безпосередньо в системі живлення двигуна в процесі роботи тракторного агрегату. Для цього в паливну систему низького тиску дизеля (ПНВД) встановлюють змішувач палива, що має два вхідні і один вихідний канал. Вхідні канали з'єднані паливопроводами з баками мінерального ДП і рослинної олії, вихідний канал – з паливопідкачувальним насосом (ПН) [3].

Наявність в ПНВД трубопроводів значної довжини, що мають різний прохідний переріз, спричиняє появу потоків, спрямованих поперек основного потоку руху рідини і створення завихрення, що сприяють інтенсивному перемішуванню рідини. Тому основне призначення змішувача – дотримання заданої концентрації компонентів в процесі приготування ДСП і його первинне перемішування. Це дозволяє спростити конструкцію змішувача і забезпечити необхідну швидкість руху компонентів при приготуванні ДСП.

У розробленому змішувачі при проходженні біодизельного палива від паливного бака до паливного насоса високого тиску воно проходить через змішувач, в якому піддається термофорсуванню і очищенню з наданням каталітичної дії металів. В основу процесу очищення і термофорсування покладено принцип роботи ротора Савоніуса.

Пристрій складається з корпусу 1, стакана 2, фільтра 3, прокладки 4, кришки 5, підшипників 6, зливного отвору 7, ротора Савоніуса 8. Подача палива відбувається під кутом на ротор, що створює обертання ротора, яке підсилюється подачею каталізатора через отвори в корпусі ротора. Внаслідок відцентрових і сил тяжіння паливо продавлюється через фільтруючий елемент і заодно підігрівається, оскільки змішувач прикріплений безпосередньо до двигуна. При цьому забезпечується додаткове очищення і покращення фізико-хімічних властивостей біодизеля.

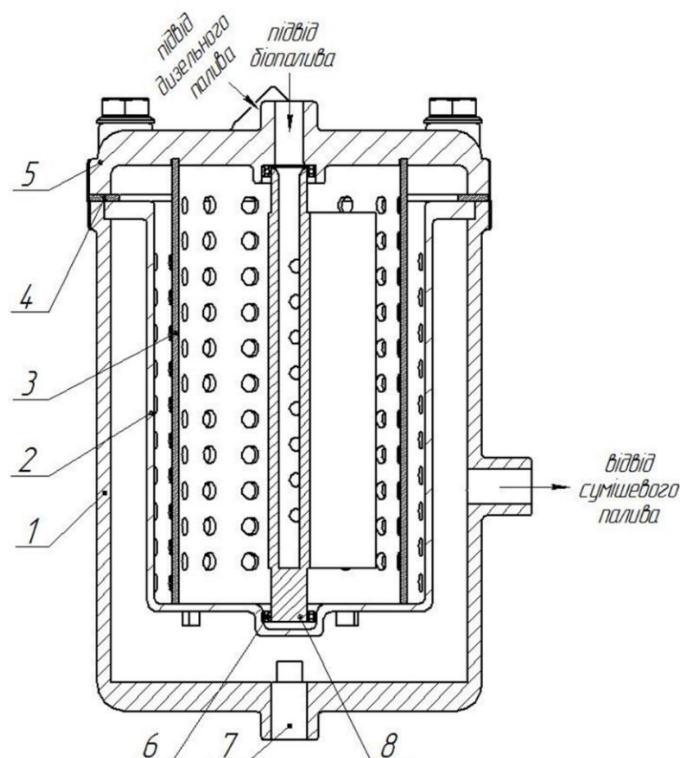


Рис. 1. Конструктивна схема змішувача

Низька ефективність вітроустановки Савоніуса обумовлена тим, що вітер або рух повітря не має достатньої маси і в наслідок цього об'ємна сила досить низька. У дослідженнях показано, що турбіна Савоніуса може працювати більш ефективно в рідині при низьких швидкостях потоку, оскільки вода має більшу об'ємну силу. За рахунок того, що ротор Савоніуса має велику площу поверхні лопатей, з'являється можливість зловити велику частину потоку рідини на увігнутій поверхні лопатей. Таким чином, при збільшенні площі поверхні ротора Савоніуса може бути отриманий більший крутний

момент. Момент створюється силою, що виникає коли рідина вдаряє лопаті. Також ця турбіна може обертатися при будь-якому напрямку потоку. Потужність, що генерується ротором Савоніуса в рідині, може бути розрахована за допомогою рівняння (1) з цього рівняння можна отримати рівняння (2) для оцінки оптимальної швидкості рідинного потоку [4].

$$p = \frac{1}{2} \rho A C_p V_{\text{опт}}^3 \quad (1)$$

$$V = \left( \frac{2P}{\rho A C_p} \right)^{\frac{1}{3}} \quad (2)$$

де  $p$  – вихідна потужність;  $C_p$  – коефіцієнт потужності;  $\rho$  – щільність води;  $A$  – площа ротора і  $V$  – швидкість рідини. З цих рівнянь можна зробити висновок, що чим вище швидкість потоку і відповідно, швидкість обертання ротора, тим більшу вихідну потужність можна отримати, рівняння (5) для обертального моменту ротора Савоніуса в рідині:

$$c = \frac{1}{2} \rho A C_m R V_{\text{опт}}^2 \quad (3)$$

де  $C$  – коефіцієнт обертового моменту. Залежність коефіцієнта швидкохідності наведена на рис. 2.

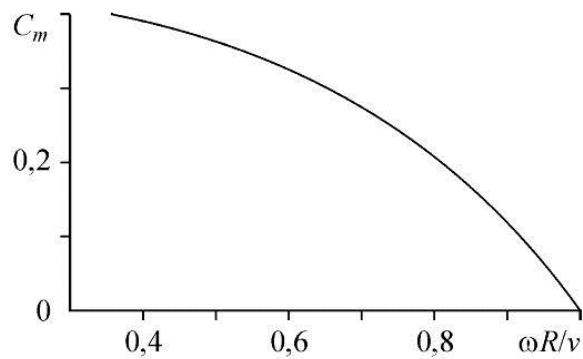


Рис. 2. Залежність коефіцієнта крутного моменту від числа швидкохідності

Крім цього, в дослідженні виявлено, що на продуктивність ротора Савоніуса великий вплив мають співвідношення між висотою ротора і його діаметром і коефіцієнт перекриття, який може бути представлений, як  $\beta = (e - a)/d$ , де  $e$  – ширина зазору між лопатями;  $a$  – діаметр вала і  $d$  – діаметр леза. Встановлено, що при збільшенні співвідношення сторін збільшується і коефіцієнт потужності. Також дослідження показало, що найбільшу механічну потужність показують турбіни, що не мають зазору. Поперечний перетин роторів Савоніуса показано на рис. 3.

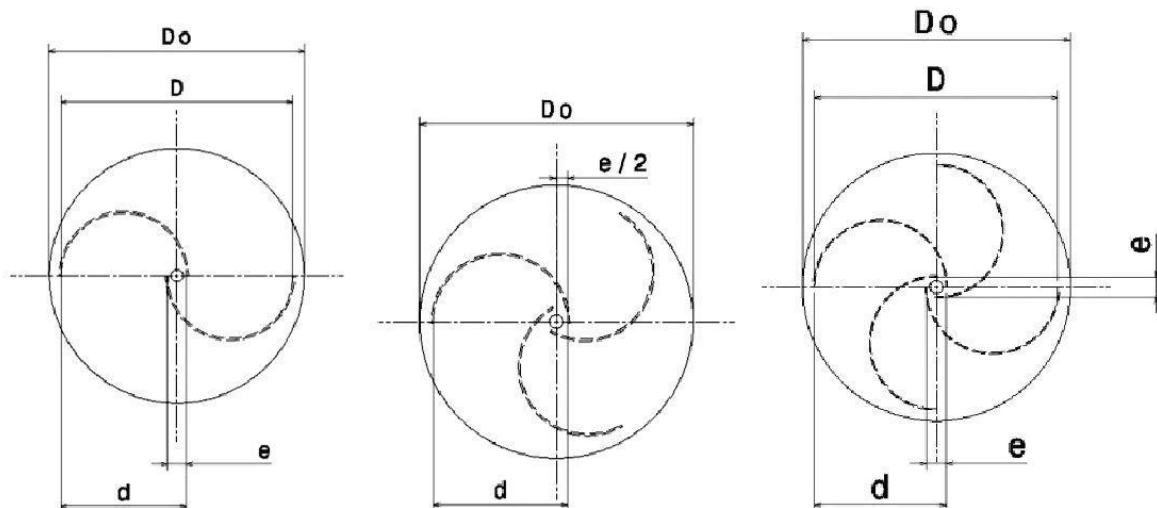


Рис. 3. Поперечний перетин роторів Савоніуса з двома, трьома і чотирма лопатями

Програмний комплекс обчислювальної аеро- і гідродинаміки FlowVision призначений для проведення математичного моделювання різних фізичних процесів і об'єктів промислової інфраструктури і природи, а також при функціонуванні транспортних засобів. Спираючись на рівняння, що описують рух рідини і газу (з урахуванням теплопереносу, турбулентності, хімічних реакцій і т. п.), FlowVision пропонує ширші можливості, ніж це прийнято в традиційних комплексах обчислювальної гідродинаміки (CFD) [5].

Для того щоб змодельовати рух рідини спочатку створимо об'єм рідини (див. рис. 4), що заповнює змішувач, з подальшим заданням всіх сил та змінних.

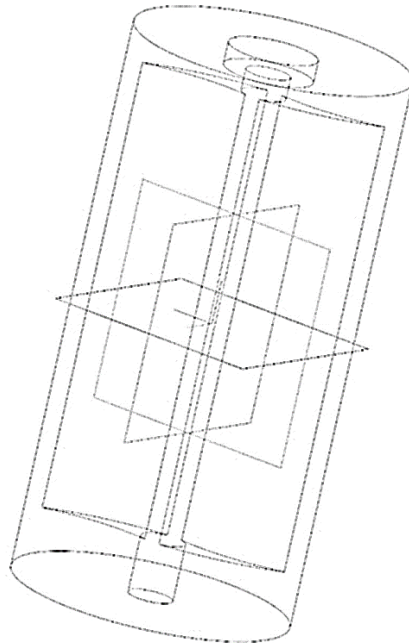


Рис. 4. Об'єм робочої рідини у змішувачі

Провівши моделювання отримаємо візуалізацію руху палива у змішувачі. Рух частинок палива показано на рис. 5. Перепади тиску палива в порожнині ротора показано на рис. 6.

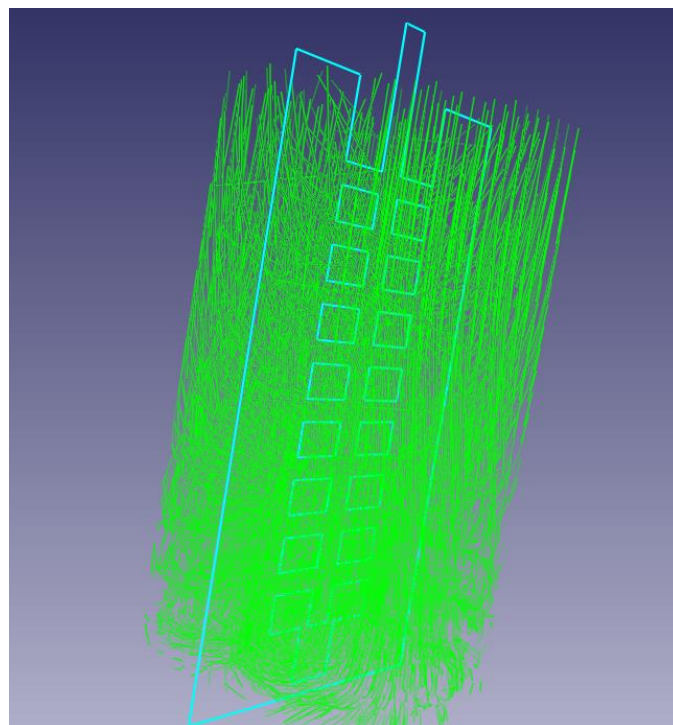


Рис. 5. Моделювання руху палива у змішувачі

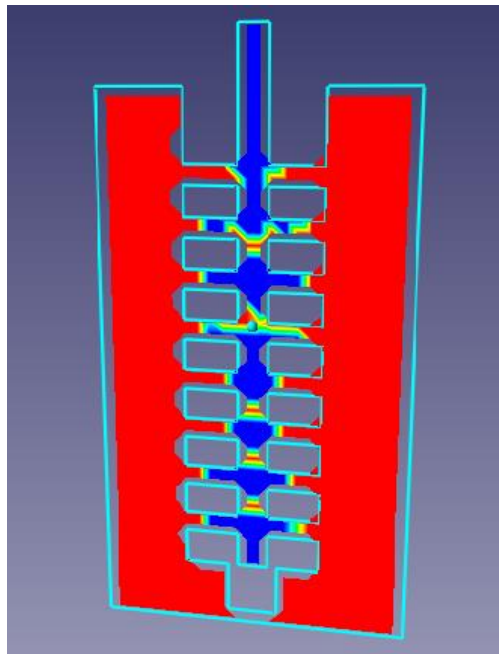


Рис. 6. Перепади тиску палива в порожнині ротора

Для отримання розрахункових залежностей проведемо математичне моделювання. Для цього змодельємо рух рідини з усіма зазначеними вихідними даними. Розрахункові дані отримані при моделюванні роботи змішувача у FlowVision подано у таблиці 1 та на рис. 7.

Таблиця 1

Розрахункові дані отримані при моделюванні роботи змішувача у FlowVision

Номер кроку	Час	Тиск	Швидкість	Турб. Дисипація	Турб. Енергія
1	2	3	4	5	6
1	1,19921	0,0181084	0,210463	0,419121	0,450273
2	1,29761	0,0196627	0,21911	0,480129	0,463427
3	1,39761	0,0196108	0,222331	0,504182	0,467497
4	1,49761	0,0203045	0,218316	0,510388	0,467454
5	1,59761	0,0202439	0,212944	0,490201	0,458745
6	1,69751	0,0206499	0,205194	0,439345	0,436769
7	1,79496	0,0209564	0,195752	0,396446	0,4304
8	1,89069	0,0253757	0,182363	0,363498	0,433441
9	1,98452	0,0282048	0,170065	0,341046	0,449092
10	2,07582	0,0321309	0,160783	0,357839	0,48159
11	2,16701	0,0353253	0,155046	0,365766	0,499916
12	2,25523	0,0365399	0,155733	0,391777	0,521941
13	2,3418	0,0387316	0,160038	0,401995	0,534007
14	2,4247	0,0404146	0,169823	0,414335	0,548719
15	2,50416	0,0424182	0,17759	0,42242	0,5664
16	2,58051	0,0433675	0,182706	0,411539	0,577527
17	2,65189	0,0445681	0,191937	0,421544	0,599946
18	2,71882	0,0454545	0,198956	0,420613	0,624568
19	2,7816	0,046346	0,207584	0,451281	0,652276
20	2,8409	0,0474404	0,214902	0,487069	0,689586
21	2,89702	0,047605	0,22353	0,510363	0,721327
22	2,9504	0,0467543	0,232818	0,550081	0,750043
23	3,00129	0,0452027	0,243069	0,720288	0,805375
24	3,04998	0,0464407	0,255396	0,871086	0,855668
25	3,09671	0,0505962	0,266005	0,885279	0,863985
26	3,1418	0,0528114	0,277654	0,834168	0,838702
27	3,18527	0,0578538	0,290138	0,79503	0,820136
28	3,22745	0,0661086	0,303677	0,752989	0,813516
29	3,26858	0,0688542	0,317919	0,743402	0,817348



Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5	6
30	3,30852	0,0678961	0,332179	0,754826	0,838653
31	3,34741	0,0664152	0,345628	0,781483	0,874237
32	3,38544	0,0654087	0,35768	0,807242	0,906563
33	3,42286	0,0640524	0,366397	0,830979	0,926827
34	3,45972	0,062995	0,37354	0,859239	0,943087
35	3,49645	0,0603811	0,378393	0,892089	0,957686
36	3,53296	0,0570055	0,388211	0,909315	0,963696
37	3,56925	0,056527	0,39983	0,911807	0,960735
37	3,60531	0,0596523	0,411511	0,886443	0,955212
39	3,64042	0,0593203	0,421738	0,865007	0,960138

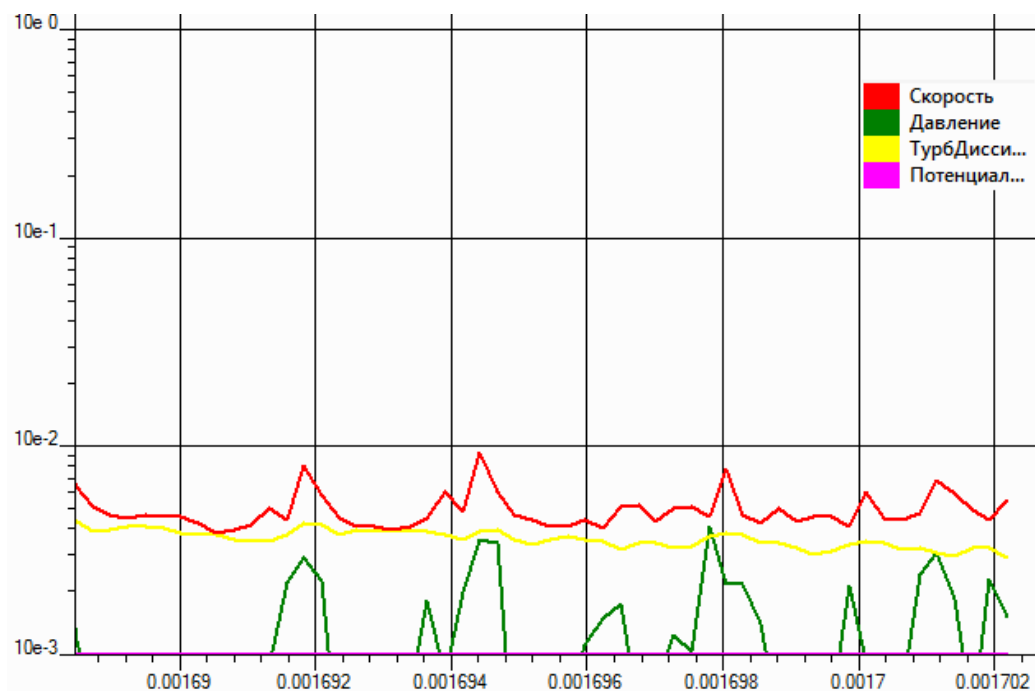


Рис. 7. Графіки сил, тиску, швидкості, дисипації та енергії палива у змішувачі

### Висновки

1. Для змішування і дозування компонентів ДСП при мінімальних витратах палива запропоновано конструкцію змішувача палива, дія дозуючих пристроїв якого заснована на використанні ротора Савоніуса.

2. Запропонована конструкція змішувача палива забезпечує приготування сумішевого палива в системі живлення дизеля безпосередньо в процесі роботи тракторного агрегату в залежності від параметрів та режимів роботи.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

[1] І. А. Шльончак, «Покращення економічних та екологічних показників транспортних засобів з дизелем шляхом використання сумішевих палив.» автореф. дис. канд. техн. наук, Нац. транспортний ун-т, Київ, 2013.

[2] Ю. В. Гуменюк, «Стратегія розвитку зернопродуктового підкомплексу АПК для забезпечення продовольчої безпеки країни та комплексного розвитку сільського господарства,» *Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки*, № 2, с. 147–152. 2019.

[3] 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*, № 97, с. 47–51. 2017.

[4] 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, № 6, с. 246–249. 2018.

[5] Основные возможности FlowVision – FlowVision CFD [Електронний ресурс, 2008. – Режим доступу: <https://flowvision.ru/ru/flowvision-technologies/description>.

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

Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця.

## Development of a biodiesel mixer and modeling of the mixing process

<sup>1</sup>Vinnytsia National Agrarian University

Analyzed zasosovuvani in Denmark, the hour of construction zmishuvachiv for the recognition of biopaliva. It is indicated that low efficiency and necessary obsolescence of the devices in the capacity of the outbuildings. The positive inlet of the Savonius rotor is shown to be positive for the process of the component component of the biowave. The circuit is laid and framed by the serpent. On the basis of the analysis carried out, a science hypothesis is formulated about those that can improve the efficiency of the machine-tractor aggregates, it is possible to use them in a complete way. Vihodyachi ztsogo, by the way of a robot i increased efficiency of the function of the machine and tractor units, which can be operated on by the side through the process of preparing it.

Indicated factors that contribute to the efficiency of the MTA function, it is shown that the type and warehouse of the sand to the effective function of the MTA. The factor zastuvanny zapovuvanny zaposuvannyyu of alternative germs, osnuyuchi alternate gales. On the previous page, the vibrant base of the bulo is vibrano ripakov oliu. Shown ripple MERO. It has been established that the shorter indicators in the heat rating may be summed by MERO and diesel fuel.

The straightforward efficiency of the functionality of the machine-tractor units for the rachas of stagnant biodiversity has been scattered. I have built a structurally technologically advanced circuit for the adjustment of the biowave, which will increase the efficiency of the function of the machine-tractor aggregates. The theoretical deposits according to the design conditions and the parameters of the smallest annex for the preparation of biowaste, and the effectiveness of the function of the machine-tractor aggregates have been removed. The indicators of the technological process of preparing b\_ opaliva are cleared. The evaluation of the efficiency and functionality of diesel engine and machine-tractor aggregates was carried out in case of victorious biopaliv, which was taken away for the help of a different, fragmented winter annex. The rationalized rational component of the biofeedback was set for functional modes of diesel engine and machine-tractor aggregates.

**Key words:** diesel sum sheve burner, diesel system, diesel engine, dispenser, parameters.

**Burlaka Sergiy** – assistant of department of General Engineering and Occupational Health, email: ipserhiy@gmail.com.

C. A. Бурлака<sup>1</sup>

## Разработка смесителя биодизельного топлива и моделирование процесса смешивания

<sup>1</sup>Винницький національний аграрний університет

Проанализированы применяемые в настоящее время конструкции смесителей для получения биотоплива. Отмечена их низкая эффективность и обоснована необходимость применения аппаратов в качестве смесительных устройств. Показано положительное влияние применения ротора Савониуса на процесс смешивания компонентов биотоплива. Обоснована и выбрана схема смесителя. На основании проведенного анализа сформулирована научная гипотеза о том, что повысить эффективность функционирования машинно-тракторных агрегатов можно, применяя качественное биотопливо. Исходя из этого, целью работы является повышение эффективности функционирования машинно-тракторных агрегатов, работающих на биотопливе за счет совершенствования процесса его приготовления.

Указаны факторы, влияющие на эффективность функционирования МТА, показано влияние типа и состава топлива на эффективность функционирования МТА. Предложено изменять этот фактор применением альтернативных топлив, рассмотрены существующие альтернативные топлива. На основании этих исследований лучшей основой топлива было выбрано рапсовое масло. Показано получения мерой. Установлено, что лучшие показатели в качестве топлива имеют смеси меро- и дизельного топлива.

Разработан направление повышения эффективности функционирования машинно-тракторных агрегатов за счет применяемого биотоплива. Обоснованно конструктивно технологическую схему устройства для получения биотоплива, что повышает эффективность функционирования машинно-тракторных агрегатов. Получены теоретические зависимости по определению конструктивных режимов и параметров смешивающего устройства для приготовления биотоплива, что повышает эффективность функционирования машинно-тракторных агрегатов. Получены качественные показатели технологического процесса приготовления биотоплива. Проведена оценка эффективности функционирования дизельного двигателя и машинно-тракторных агрегатов при использовании биотоплива, полученного с помощью разработанного смешивающего устройства. Обоснованно рациональное соотношение компонентов биотоплива за режимами функционирования дизельного двигателя и машинно-тракторных агрегатов.

**Ключевые слова:** дизельное смесевое топливо, топливная система дизеля, смеситель-дозатор топлива, параметры.

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