

УДК 621.43.001.42

ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРСПЕКТИВНИХ МАШИНИХ ТЕХНОЛОГІЙ З ВИКОРИСТАННЯМ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ПАЛИВНИХ РЕСУРСІВ

Пришляк Віктор Миколайович к. т. н., доцент

П'ясецький Анатолій Андрійович асистент

Бурлака Сергій Андрійович студент

Вінницький національний аграрний університет

Prishlyak V.

Pyasetsky A.

Burlaka S.

Vinnitsia National Agrarian University

Анотація: проведено експериментальну лабораторну оцінку біопаливоподачі енергетичного засобу приводної деревоподрібноувальної машини, призначеної для переробки відновлювальних паливних ресурсів - відходів деревени на паливну щепу.

Ключові слова: циклова паливоподача, кут впорскування палива, паливний насос високого тиску, форсунка, паливний стенд.

Вступ

Необхідною умовою існування будь-якої держави сучасного світу є використання енергії. Енергетика має надзвичайно важливе значення як для економіки всієї світової спільноти, так і для України зокрема. Енергозалежність України (55-60%) обумовлена специфікою галузевої структури національної економіки, високим рівнем її енергомісткості, а також нереалізованим потенціалом відновлювальної енергетики. Використання потенціалу відновлювальної енергетики на сучасному етапі розглядається як вагоме підґрунтя зниження енергетичних витрат, стимулювання економічного зростання, сприяння інноваційному розвитку та нарощуванню експортних потужностей, розвитку ринку праці та підвищенню рівня добробуту населення. Крім того, завдяки відновлювальним нетрадиційним джерелам енергії з'являється можливість успішної протидії основним викликам сучасності в енергетичній сфері, зокрема, стосовно мінімізації ризиків, пов'язаних з надійністю постачання та постійним зростанням цін на енергоносії.

Основна частина

У Вінницькому національному аграрному університеті на базі шасі коренезбирального комбайна КС-6Б створена мобільна установка (рис.1) приводу деревоподрібноувальної машини «Олнова» ДР-660Е [4]. Передбачається широке використання установки для подрібнення відходів деревини: обаполів, рейок, верхівок і гілок дерев в технологічну або паливну щепу. В якості моторного енергетичного засобу установки використовується дизельний двигун СМД-64, для роботи якого планується використовувати біодизельне паливо.

Програмою досліджень передбачалось вивчення й аналіз характеристик подрібнювальної деревини та параметрів подрібнювальної машини.

У зв'язку зі зростанням вартості традиційних джерел енергії актуальною для

сьогодення є тенденція до використання деревини, яка належить до відновлюваного палива. Проте на лісосіках і садово-паркових угіддях в Україні більша частина відходів деревини (дрібних гілок) скидається в купи і висихає, що створює потенційну небезпеку виникнення лісових пожеж. Заготівля тріски з деревних відходів і спалювання її в котлах водночас дозволить вирішити проблему утилізації залишків лісозаготівлі та забезпечить можливість отримання дешевої теплової енергії для побутових і технологічних потреб.



**Рис. 1. Загальний вигляд приводної деревоподрібнювальної установки:
1 – двигун СМД-64, 2 – шасі КС-6Б, 3 – гідромотор МП-90;
4 – деревоподрібнювальна машина «Олнова» ДР-660Е**

До складу деревини входить низка складних органічних сполук. Повний хімічний аналіз показує, що вона містить близько 50% вуглецю, 6% водню і 44% кисню. Стінка клітини має сітчасту структуру із взаємопов'язаних ланцюгових молекул целюлози, наповнену іншими вуглеводнями (геміцелюлозами), а також лігніном і різними екстрактивними речовинами. Цементуючою міжклітинною речовиною є в основному пектати кальцію і магнію, а в клітинних порожнинах, особливо в деревині листяних порід, накопичуються смоли, камеді, жири, таніни, пігменти і мінеральні речовини. До складу деревини входить 45-60% целюлози, 15-35% лігніну і 15-25% геміцелюлози.

Кубометр дров сухих листяних порід здатний замінити 200 літрів нафти, 200 кубометрів природного газу. Дрова (деревина) є відновлюваним видом палива.

Лабораторні дослідження біопаливоподачі паливною системою високого тиску двигуна СМД-64 проводилися в лабораторії кафедри двигунів внутрішнього згорання та альтернативних паливних ресурсів ВНАУ, де було розглянуто вплив деяких фізико-хімічних показників біодизельного палива, обумовлених стандартом ЕІ 14214:2003, на параметри роботи енергетичного засобу та його експлуатаційні характеристики.

Теоретична циклова подача палива, що впорскується форсункою за один хід плунжера визначається за формулою:

$$g_{цт} = S_{пл} f_{пл},$$

де $f_{пл} = 3,14d_{пл}^2/4$; $S_{пл}$ – хід плунжера, мм; $d_{пл}$ – діаметр плунжера, мм.

Експлуатаційна циклова подача палива визначається за формулою [1]:

$$g_{ц} = 0,12 g_e N_e^H / nP,$$

де g_e – ефективна питома витрата палива при номінальній потужності двигуна, г/Дж; N_e^H – номінальна потужність двигуна, кВт; n – частота обертання колінчастого вала дизеля

при номінальній потужності, хв^{-1} ; i – кількість циліндрів дизеля; P – густина палива $\text{кг}/\text{см}^3$.

Таблиця 1

Теплотворні характеристики деревини

Вид палива	Теплотворна здатність $\text{кВт}\cdot\text{год}/\text{кг}$	Теплотворність $\text{МДж}/\text{кг}$	Теплотворність $\text{МВт}\cdot\text{год}/\text{м}^3$	Густина деревини $\text{кг}/\text{дм}^3$	Густина насипом $\text{кг}/\text{м}^3$
Бук, ясен	4,2	15	2,0	0,74	480
Дуб	4,2	15	2,0	0,69	470
Береза	4,2	15	1,9	0,68	450
Модрина	4,3	15,5	1,8	0,58	420
Сосна	4,3	15,5	1,6	0,51	360
Ялина	4,3	15,5	1,4	0,44	330
Мазут	12	43	10	0,84	840
Вугілля	7,8-9,8	28-35		0,6-1,9	

Таблиця 2

Показники технічної характеристика машини «Олнова» ДР-660Е

Модель	ДР-660Е
Тип	стаціонарна
Привод механізму	гідростатична трансмісія ГСТ-90
Привод механізму подачі	гідросистема
Продуктивність, $\text{м}^3/\text{год}$	2-4
Розміри подрібнювальної сировини:	
діаметр, мм	до 160
ширина, мм	до 240
Розміри фракції щепи на виході:	
діаметр, мм	15-40
ширина, мм	10-20
Число обертів ножового диска, $\text{об}/\text{хв}$.	1200
Діаметр диска, мм	800
Положення завантажувального бункера	під нахилом
Максимальна висота викидання щепи, м	3,0
Кут повороту труби для викидання щепи	360^0
Швидкість подачі деревини, $\text{м}/\text{с}$	0-0,8
Об'єм оливи в гідросистемі, л	10
Тиск масла в гідросистемі, бар	140бар
Марка гідравлічної оливи	МГЕ 46В
Габаритні розміри:	
довжина, мм	1900
висота з трубою, мм	2500
висота без труби, мм	1700
Вага, кг	960

Геометричні характеристики струменю дизельного палива показано на рис. 2 [2].

Таблиця 3

Технічна характеристика дизельного двигуна СМД-64

Довідкові матеріали	Модель двигуна
	СМД-64
Діаметр циліндра, мм	130
Хід поршня, мм	115
Кількість циліндрів	6
Розміщення циліндрів	V- подібне
Робочий об'єм двигуна, л	9,15
Порядок роботи циліндрів	1—4—2—5—
Ступінь стискання	15
Номинальна потужність, кВт	117,7
Номинальна частота обертання колінчастого вала, хв ⁻¹	1900
Максимальний обертовий момент, Н·м	596
Напрямок обертання колінчастого вала	Праве
Тип камери згоряння	Тороїдальна
Питома витрата палива при номінальній потужності,	231

Враховуючи геометричні параметри струменю впорскування палива, визначаємо теоретичний кут впорскування β за формулою:

$$\beta = \arctg \frac{r}{L}, \text{ град}$$

де r – радіус струменя, мм;

L – відстань від сопла отвору до поверхні розпилення, мм.

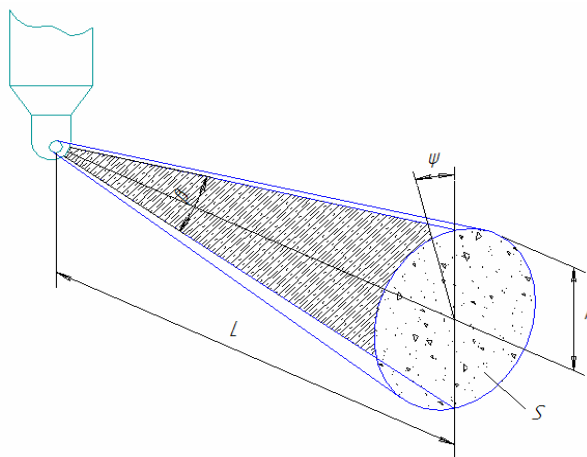


Рис. 2. Геометричні характеристики струменя палива

Для проведення експерименту використовуємо мінеральне дизельне паливо і МЕРО при температурі навколишнього середовища $t=20^{\circ}\text{C}$.

Дослідження проводились на стенді КИ-22203 з використанням форсунки дизеля СМД-64 ФД-22 (рис. 3). Кут впорскування палива визначався при різному тиску палива та одній і тій самій штучно обмеженій дальності факела.

Експериментальне обладнання для дослідження паливоподачі насоса високого тиску НД-22-6Б4 представлено на рис. 4.

Графічне зображення експериментальних показників паливоподачі насоса НД-22-6Б4 з використанням біопалива (діаграма синього кольору – 1) і дизельного палива (діаграма

червоного кольору – 2) показано на рис. 5.

Перед використанням біопалива, виготовленого на основі рослинної ріпакової олії в лабораторії ВНАУ, було проведено його хроматографічний аналіз з метою визначення жирно-кислотного складу, який засвідчив відповідність складу палива існуючим стандартам (рис. 6) [3].



Рис. 3. Вимірювання кута впорскування палива

Дані розрахунків кута впорскування палива наведені в табл. 4 і 5

Таблиця 4

Розрахункові дані кута впорскування для дизельного палива

№ п/п	P, МПа	r, мм	L, мм	t, °C	β , град.
1	100	21,5			13,115
2	150	24,5	92	20	14.895
3	170	25.75			15.589
4	200	27,02			16,330

Таблиця 5

Розрахункові дані кута впорскування для біопалива

№ п/п	P, МПа	r, мм	L, мм	t, °C	β , град.
1	100	21,5			13,115
2	150	24,5	92	20	14.895
3	170	25.75			15.589
4	200	27,02			16,330

Під час використання біопалива в лабораторних умовах було також виявлено його негативний вплив на роботу паливного насоса НД-22/6. В перервах між черговими випробуваннями до 1 місяця в заповненому біопаливом паливному насосі відбулося заклинення плунжерних пар і пошкодження гумово-пластмасових виробів (рис. 7).



Рис. 4. Вимірювання циклової подачі біопалива на стенді КИ-921-М

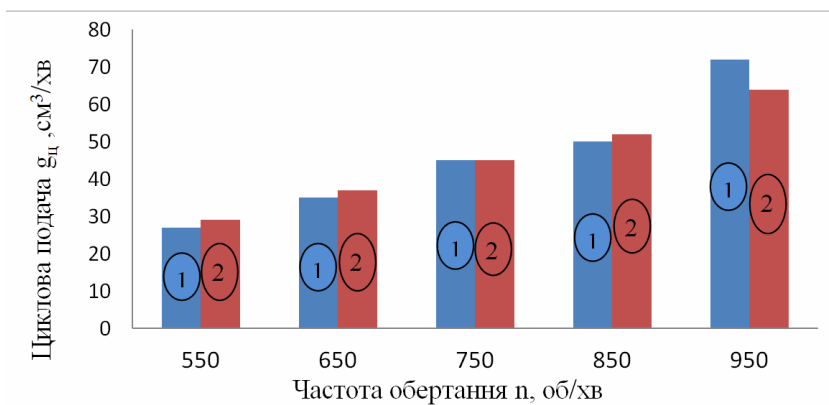


Рис. 5. Графічне зображення залежності подачі палива від частоти обертання кулачкового валу

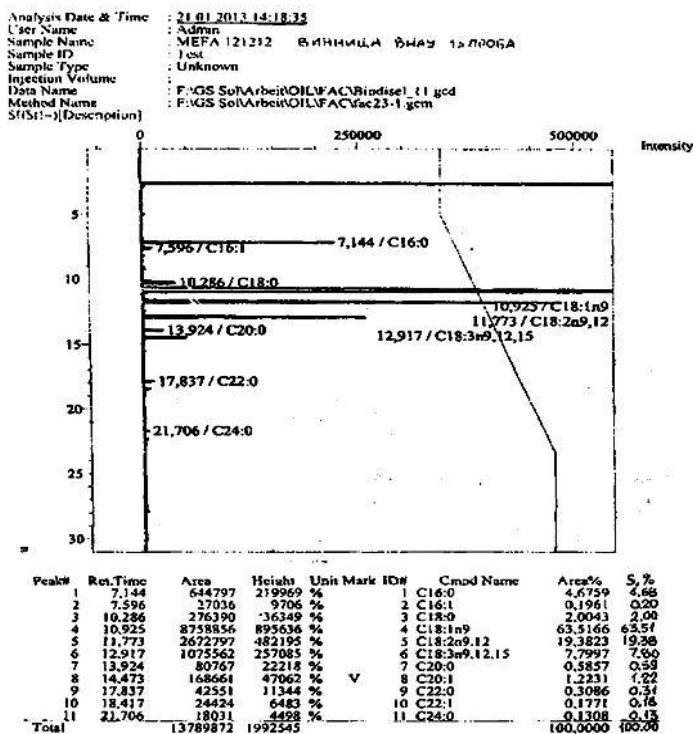


Рис. 6. Хроматограма біодизельного палива

Після довготривалого зберігання (до бмисяців) агресивним виявилось також біопаливо по відношенню до кольорових металів стенда КИ-921М під час випробування на ньому насоса НД-22/6 (при взаємодії біопалива з латунними сітчастими фільтрами стенда змінився його колір) (рис. 8).



Рис. 7. Пошкодження робочої поверхні плунжера



Рис. 8. Зміна кольору біопалива

Висновки

1. Паливна щепка є відновлювальним видом палива (кубометр дров сухих листяних порід дерев здатний замінити 200 літрів нафти, 200 кубометрів природного газу).
2. Завдяки відмінним фізико-хімічним властивостям біопалива його циклова подача зменшується в межах 6,5-7% при $n=550-650$ об/хв.
3. Кут впорскування палива за умови $t=20^{\circ}\text{C}$ і $P_0=0,1\text{МПа}$ безпосередньо залежить від в'язкості і його густини (табл. 4 і 5). В реальних умовах циліндрового сумішоутворення зменшення кута впорскування біопалива може приводити до збільшення дальності його факела.
4. Біодизельне паливо під час тривалого використання і зберігання в двигуні шкідливо впливає на його складові і двигун потребує додаткового обслуговування, а в окремих випадках, навіть, ремонтних робіт.

Список літератури

1. Ачкасов К.А. Ремонт и регулирование приборов системы питания и гидросистемы тракторов, автомобилей, комбайнов / К.А. Ачкасов, В.П. Вегера. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1987. – 352 с.:ил.
2. Грабар І.Г. Біопалива на основі олій для дизельних двигунів: монографія / І.Г. Грабар, Р.В. Колодницька, В.Г. Семенов. – Житомир: ЖДТУ, 2011. – 152с. : іл.
3. Девянин С.Н. Растительные масла и топлива на их основе для дизельных двигателей / С.Н. Девянин, В.А. Марков, В.Г. Семенов. – Х. : Новое слово, 2007. – 452 с.
4. Серета Л.П. Розробка і дослідження системи гідропривода активного робочого органа мобільного подрібнювача відходів деревени / Л.П. Серета, М.В. Зіньєв, М.О. Сірень//Промислова гідравліка і пневматика.- 2012. - 4(38). - с.96-99.

References

1. Achkasov K.A. Remont i regulirovaniye priborov sistemy pitaniya i gidrosistemy traktorov , avtomobiley , kombaynov / K.A. Achkasov , V.P. Vegera . - Vtoroye izd . , Pererab . i dop. - M .: Agropromizdat , 1987. - 352 s. : Il.
2. Hrabar I.H. Biopaliva na Osnovi oliy dlya dyzельnykh dyvuhuniv : monohrafiya / I.H. Hrabar , R.V. Kolodnytskyu , V.H. Semenov . - Zhytomyr : ZHDTU , 2011. - 152s . : Il.

3. Devyanin S.N. Rastitel'nyye masla i topliva na ikh osnove dlya dizel'nykh dvigateley / S.N. Devyanin , V.A. Markov , V. Semenov . - KH. : Novoye slovo , 2007. - 452 s .

4. Sereda L.P. Rozrobka i doslidzhennya systemy hidroprivoda aktyvnoho RObochyu orhanu mobilnoho podribnyuvacha vidkhodiv dereveny / L.P. Sereda, M.V. Zinyev , M.O . Siren // Promyslova hidravlika y pnevmatika. - 2012 . - 4 (38). - S.96-99

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ МАШИННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ ТОПЛИВНЫХ РЕСУРСОВ

Аннотация: проведена экспериментальная лабораторная оценка биотопливоподачи энергетического средства приводной деревоизмельчительной машины, предназначенной для переработки возобновляемых топливных ресурсов - отходов древесины на топливную щепу.

Ключевые слова: цикловая топливоподача, угол впрыскивания топлива, топливный насос высокого давления, форсунка, топливный стенд.

RESEARCH POLICY MACHINE TECHNOLOGIES USING RENEWABLE FUEL RESOURCES

Summari: the laboratory evaluation biopalyvopodachi energy means a drive derevopodribnyuvalnoyi machines for processing renewable fuel resources - waste wood for fuel schepu.

Keywords: cyclic fuel supply, fuel injection angle, high pressure fuel pump, fuel injectors, fuel stand.