

ОЛІЯ І ГАС ЯК АЛЬТЕРНАТИВНЕ ПАЛИВО ДЛЯ ТРАКТОРНОГО ДИЗЕЛЯ

**М.М. Нікітін, І.В. Логущ, І.І. Чвартацький, І.В. Фльонц,
кандидати технічних наук
ВП НУБіП України “Бережанський агротехнічний інститут”**

Розглянуто питання можливості використання як альтернативного палива для тракторного дизеля суміші ріпакової олії та авіаційного гасу. Досліджено вплив на властивості такої суміші зміни її складу та температури. Визначено оптимальний склад паливної суміші і вплив цього складу на цетанове число та її теплотворну здатність. Проведено тепловий розрахунок двигуна при роботі на суміші різного складу для визначення можливого впливу на потужність двигуна.

Дизельний двигун, дизельне паливо, рослинна олія, гас, цетанове число, теплотворна здатність, зміна потужності двигуна.

Протягом останніх років у розвинених країнах проводяться дослідження щодо пошуків альтернативних джерел енергії, і зокрема пошуків альтернативних джерел палива ненафтового походження для двигунів внутрішнього згоряння. При цьому мають бути враховані як економічні критерії оцінки такого палива, так і екологічні показники при його використанні. Значного поширення в Європі набув біодизель, який виготовляється на базі рослинної олії шляхом її переробки. Проте при використанні біодизеля виникають додаткові роботи із заміни чи вдосконалення паливної апаратури дизеля, що зменшує його економічну ефективність. При застосуванні як палива необробленої олії необхідно міняти паливну апаратуру та інші елементи паливної системи, що вимагає суттєвих витрат (3,5 – 6,0 тис. євро). Це зумовлено як властивостями самої олії – більша густина та в'язкість, що негативно впливає на роботу елементів паливної системи дизеля, особливо в умовах низьких температур, так і збільшенням цетанового числа рослинної олії порівняно з дизельним паливом, що негативно впливає на процес згоряння в двигуні.

Одним із напрямків зменшення цетанового числа (ЦЧ) рослинної олії є додавання до неї певної частини дизельного палива. Властивості такої суміші, її вплив на роботу дизельного двигуна докладно розглянуто у роботах І.П. Васильєва [1]. Проте така суміш має суттєві недоліки внаслідок негативної дії на паливну апаратуру дизеля парафінів рослинної олії. Для зменшення їх концентрації у паливній суміші можна застосувати розчинник, але вартість таких розчинників набагато більша вартості самої олії, що робить їх застосування неефективним. У роботах І.П. Васильєва

[1] також зазначено, що для майже усіх жирних кислот, що входять до складу рослинних олій, як розчинник може бути використано гас. Гас широко застосовується у сучасній авіації як паливо для реактивних двигунів. Проте застосовувати його у дизельних двигунах недоцільно, оскільки ЦЧ гасу типу ТС-1 становить 37–38, що негативно впливає на пускові якості дизелів і їх потужність.

Оскільки рослинні олії мають ЦЧ=54–58; гас має ЦЧ=37–38, то при їх змішуванні можна отримати паливну суміш з ЦЧ, яке буде знаходитись у бажаному інтервалі – 43–50. Крім того, для такої суміші необхідно врахувати можливу зміну густини і в'язкості залежно від її складу і температури, а також вплив цих параметрів на циклову подачу паливного насоса високого тиску і форсунки.

Мета досліджень – виявлення основних фізичних параметрів паливної суміші на основі рослинної олії та гасу з метою заміщення нею дизельного палива на автотракторних двигунах.

Матеріали та методика досліджень. Знаючи характер зміни циклової подачі та елементарного складу паливної суміші, можна проаналізувати їх вплив на зміну теплотворної здатності суміші (H_u), коефіцієнт надлишку повітря (α) та інші показники роботи двигуна. Отримані розрахунково-експериментальні дані по паливу можуть бути перевірені експериментально при стендових випробуваннях двигуна.

Дослідження зміни властивостей паливної суміші з ріпакової олії та гасу проводилося на кафедрі "Енергетичні машини і технічний сервіс" ВП НУБіП України «Бережанський агротехнічний інститут» у зимовий період 2013-2014рр., що дало можливість дослідити вплив низьких (до 0 °С) температур на ці властивості (рисунок). Дослідження проводилися для сумішей гас/олія складу 70/30; 60/40; 50/50; 40/60; 30/70. Густина, в'язкість та ЦЧ визначали в лабораторії паливно-мастильних матеріалів кафедри за методикою згідно зі стандартами [1,2] при температурах паливної суміші $\approx 0; 10; 20; 40$ та 60 °С.



Досліджувані зразки паливної суміші на основі рослинної олії та гасу

Відомо, що оптимальні умови для дизельного двигуна забезпечуються дизельним паливом з цетановим числом 50. Таке ЦЧ має дизельне паливо (ДП) вищої якості (преміальне). ЦЧ літнього та зимового палива повинно бути не менше 45. Для арктичного ДП допускається ЦЧ менше 45, але ні в якому разі не менше 40. При ЦЧ менше 40 збільшується затримка запалення, що призводить до різкого збільшення швидкості згоряння, жорсткої роботи двигуна і, як наслідок – збільшення зносу двигуна і паливної апаратури. При ЦЧ палива більше за 50–60 погіршується повнота згоряння, димність відпрацьованих газів та підвищується витрата палива.

Для дослідження такого впливу було визначено циклову подачу паливного насоса високого тиску двигуна Д-21Т разом з його форсунками для різного складу паливної суміші. Випробування проводилися у лабораторії паливної апаратури кафедри на стенді типу КИ-22205 за стандартною методикою. У табл. 1 наведено значення циклової подачі різного складу паливної суміші і дизельного пального.

1. Циклова подача $q_{\text{ц}}$ (мм³/цикл) паливного насоса високого тиску двигуна Д-21А для різного типу палива

Показник	Тип палива			
	ДП	Гас/олія		
		70/30	50/50	30/70
Частота обертання, об/хв:				
50	109	120	120	103,3
150	101	98,9	103,3	93,3
400	99	100,6	96,7	90,8
650	94,8	97,3	94,3	86,1
900	75,9	72,6	68,5	67,0
В'язкість ν , сСт	6,41	5,24	12,15	30,8
Густина ρ , кг/м ³	0,841	0,838	0,864	0,890

Зі збільшенням частки олії у суміші її густина та в'язкість зростають при одночасному підвищенні цетанового числа до майже 50, а нижча теплотворна здатність зменшується. Це може вплинути на кількість палива, що надходить у циліндри двигуна за цикл, змінюючи коефіцієнт надлишку повітря та кількість тепла, що виділяється у процесі згоряння.

З метою визначення впливу на показники роботи двигуна зміни в'язкості та густини суміші, а також її теплотворної здатності було проведено тепловий розрахунок двигуна типу Д-21А при роботі на паливних сумішах складу 70/30; 50/50; 30/70; та ДП.

Результати досліджень. Проведені розрахунки і лабораторні дослідження щодо раціонального складу паливної суміші на основі рослинної олії та гасу показали, що найближчі показники до показників ДП має суміш гас/олія 60/40. Суміш складу 70/30 навіть дещо краща за ДП, а суміші 50/50 із меншою кількістю гасу мають показники густини і в'язкості гірші за ДП для усього температурного діапазону. Цетанове число суміші змінюється у зворотному напрямку – найменше для суміші 70/30 – 43,1, а найбільше –

для суміші 30/70 – 49,9. З огляду на ці значення досліджування сумішей за межами цього інтервалу – 70/30 ... 30/70 є недоцільним (табл. 2).

2. Густина та в'язкість гасу, дизельного палива (ДП) ріпакової олії та їх сумішей

Температура, °C	Показник	Тип палива							
		Гас	ДП	Гас/олія					Олія
				70/30	60/40	50/50	40/60	30/70	
≈ 0	ν, сСт	2,1	8,33	6,5	10,8	16,2	25,78	40,6	166,9
	ρ, кг/м ³	0,809	0,845	0,842	0,854	0,866	0,879	0,89	0,926
10	ν, сСт	1,84	6,41	5,24	8,6	12,15	19,3	30,1	102,2
	ρ, кг/м ³	0,802	0,841	0,838	0,85	0,864	0,875	0,887	0,923
20	ν, сСт	1,43	5,1	4,37	6,41	9,3	14,25	21,0	64,1
	ρ, кг/м ³	0,794	0,835	0,831	0,844	0,856	0,868	0,880	0,918
40	ν, сСт	1,3	3,4	2,97	4,37	5,86	8,5	12,1	31,2
	ρ, кг/м ³	0,78	0,824	0,8175	0,830	0,8425	0,855	0,8675	0,905
60	ν, сСт	1,14	2,3	2,27	2,97	3,93	5,83	7,63	18,5
	ρ, кг/м ³	0,767	0,815	0,8045	0,817	0,8295	0,842	0,8545	0,892
Цетанове число		38	45	43,1	44,8	46,5	48,2	49,9	55
Hu, Мдж/кг		42,44	42,43	38,7	39,4	39,7	40,3	40,83	37,1

Як видно з табл. 1, для суміші з 70 % гасу і 30 % олії, та 50 % гасу та 50 % олії зміна циклової подачі є незначною, а пускова подача може збільшуватися. Для суміші 30 % гасу та 70 % олії циклова подача помітно зменшується на всіх швидкісних режимах роботи паливного насоса високого тиску, що може бути наслідком збільшення в'язкості суміші.

Результати розрахунку показують, що зміна потужності двигуна при роботі з паливною сумішшю 70/30 становить близько 1 %, що знаходиться у межах точності розрахунку. Зменшення потужності при роботі на суміші складу 50/50 може становити близько 4 %; а при роботі на суміші складу 30/70 зменшення потужності може бути 10–12 %.

Висновки

Згідно з проведеними дослідженнями можна стверджувати, що використання пального на основі рослинних олій холодного віджимання із гасом дозволять в майбутньому замінити дизельне пальне для автотракторних двигунів. Використання досліджуваного пального буде найефективнішим у весняно-осінній період, коли його споживання сільськогосподарськими виробниками буде максимальним, а погодні умови не обмежуватимуть його використання.

На нашу думку, паливна суміш на основі рослинної олії холодного віджимання та гасу у пропорції 70/30 є ефективною, оскільки найбільше відповідає вимогам до дизельного пального і практично не змінює потужність двигуна при його використанні.

Переваги застосування палива на основі рослинної олії холодного віджимання та гасу:

1. вище цетанове число порівняно з мінералізованим дизпаливом, це покращує запуск двигуна;
2. використання цього пального дозволить зменшити шкідливі викиди, оскільки воно виготовлено на основі поновлювальної сировини і всі шкідливі речовини повністю вбираються рослинами;
3. вищий показник змащувальної здатності цього пального в порівнянні з традиційним сприятиме збільшенню терміну експлуатації паливної апаратури;
4. висока температура спалаху сприяє кращій пожежобезпечності;
5. за чіткого дотримання рекомендацій це пальне можна виготовляти на сільськогосподарських підприємствах з власної сировини.

Проте наведені розрахунки потребують експериментального підтвердження та одночасного дослідження характеру процесів сумішоутворення і згоряння в циліндрі двигуна при використанні суміші ріпакової олії з авіаційним гасом.

Список літератури

1. Васильев И.П. Влияние топлива растительного происхождения на экологические и экономические показатели дизеля / И.П. Васильев. – Луганск: Изд-во ВНУ им. В. Даля, 2009. – 240 с.
2. Колчин А.Ч. Расчет автомобильных и тракторных двигателей / А.Ч. Колчин, В.П. Демидов. – М.: Высш. шк., 1980. – 409 с.
3. Масло рапсовое. Технические условия: ГОСТ-8988-77. – [Введен 1977 –07–01]. – М.: Изд-во стандартов, 1988. – 7 с.
4. Нафтопродукти. Прозорі і непрозорі рідини. Визначення кінематичної в'язкості і розрахунок динамічної в'язкості: ДСТУ-33-2003 (ИСО-3104-94). – [Чинний від 2003-01-23]. – К.: Держкомітет з питань технічного регулювання та споживчої політики, 2013. – 18 с.
5. Нефть и нефтепродукты. Методы определения плотности: ГОСТ-3900-85. – [Введен 1987 –01–01]. – М.: Изд-во стандартов, 1986. – 36 с.
6. Паливо дизельне. Технічні умови: ДСТУ 3868-99. – [Чинний від 1999-09-01]. – К.: Держстандарт України, 1999. – 9 с.
7. Топлива для реактивных двигателей. Технические условия: ГОСТ 10227-86. – [Введен 1986 –11–21]. – М.: Стандартиформ, 2008. – 7 с.

Рассмотрен вопрос возможности использования в качестве альтернативного топлива для тракторного дизеля смеси рапсового масла и авиационного керосина. Исследовано влияние на свойства такой смеси изменения ее состава и температуры. Определен оптимальный состав топливной смеси и влияние этого состава на цетановое число и ее теплотворную способность. Проведен тепловой расчет двигателя при работе на смеси различного состава для определения возможного влияния на мощность двигателя.

Дизельный двигатель, дизельное топливо, растительное масло, керосин, цетановое число, теплотворная способность, изменение мощности двигателя.

The article investigates the problem of using the mix of rape oil and aviation petroleum as an alternative source of fuel for tractor diesel engines. The influence on the characteristics of such a mix, the changes in its composition and temperature were determined.

The optimum composition of the fuel mix and the influence of this composition and its heat value was determined. The heat calculation of the engine when working on the mix of different composition was conducted in order to determine the possible impact on the engine power.

Diesel engine, diesel fuel, vegetable oil, kerosene, cetane number, head value, the charge in engine power.

УДК 621.865.8

ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ ВИКОРИСТАННЯ ПНЕВМАТИЧНОГО ТРАНСПОРТУ В СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОМУ ВИРОБНИЦТВІ

***О.М. Фендьо, кандидат технічних наук
Тернопільський національний педагогічний
університет імені В.Гнатюка***

Розглянуто основні види пневматичного транспорту залежно від їх конструктивних параметрів та необхідної вантажопідйомності. Наведено опис конструкцій та принцип роботи пневматичних транспортних пристроїв для транспортування сипких, порошкоподібних і кускових матеріалів по трубопроводах і аерожолобах з використанням стиснутого або розрідженого повітря. Відзначено переваги та недоліки використання пневматичного транспорту в сільському господарстві.

Транспортування, пневматичний транспорт, стиснуте повітря, розрідження, струмין повітря.

Ефективність виробництва, в тому числі і сільськогосподарського, багато в чому залежить від продуктивності та надійності обладнання, яке забезпечує вантажно-розвантажувальні, транспортні та складські операції. Нині в сільському господарстві широко застосовують транспортування сипкого вантажу за допомогою пневматичного транспорту. Однак аналіз наукових робіт показує, що актуальними залишаються проблеми енергозбереження, скорочення споживання стиснутого повітря, обмеження рівня тиску в пневмосистемі, що підтверджує необхідність подальших теоретичних та експериментальних досліджень у цій галузі.

Мета досліджень – аналіз існуючих досліджень та результатів практичного використання пневматичного транспорту в сільськогосподарському виробництві з метою удосконалення конструктивного виконання