

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертацію Василенка Олега Вадимовича

“Удосконалення робочого процесу двотактного двигуна з іскровим запалюванням і безпосереднім вприскуванням палива”

подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за
спеціальністю 05.05.03 - двигуни та енергетичні установки

Актуальність теми. Покращення еколого–економічних показників ДВЗ будь-якого призначення є важливим нагальним завданням для фахівців усіх рівнів, причетних до розробки нових конструкцій, удосконалення та виробництва цього виду перетворювачів енергії. Частина двотактних двигунів з іскровим запалюванням та зовнішнім сумішеутворенням у загальній масі ДВЗ відносно не велика, але абсолютна їх кількість досить значна, а відтак для їх живлення витрачається значна кількість нафтового палива, а в експлуатації двигуни цього типу є значним джерелом забруднення довкілля. Особливо це впливає на стан атмосфери великих міст.

Одним з напрямків покращення економічних та екологічних показників двотактних двигунів з зовнішнім сумішеутворенням є застосування безпосередньої подачі палива у циліндр та використання для їх живлення біонафтових паливних сумішей, наприклад бензоетанолу.

Тому тему дисертації Василенка О.В., присвяченої вирішенню науково-технічного завдання реалізації означеного напрямку слід вважати актуальною.

Також слід зазначити, що тема дисертації обрана у відповідності до плану науково-дослідницьких робіт кафедри теплотехніки та теплових двигунів Українського державного університету залізничного транспорту, де виконувалась робота.

Метою роботи є покращення показників робочого процесу двотактного двигуна з іскровим запалюванням шляхом застосування безпосереднього вприскування палива в циліндр.

Для досягнення зазначеної мети в дисертації адекватно сформульовані завдання дослідження.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій.

Дисертантом вивчено та детально проаналізовано науково-технічні публікації за темою дисертації, що сприяло коректній постановці мети та завдань досліджень. Результати розрахунків і експерименту отримані з використанням сучасних методів, заснованих на фундаментальних

положеннях теорії ДВЗ, термодинаміки, теплопередачі, математичного моделювання, планування експерименту та сформульовані у висновках.

Висновки дисертації ґрунтуються на отриманих особисто здобувачем результатах та відображають наукову новизну та практичну значущість роботи.

Достовірність результатів досліджень

Отримані результати теоретичних досліджень підтверджені та узгоджені з результатами експериментальних досліджень та не викликають протиріч при порівнянні їх з аналогічними результатами інших дослідників у цій галузі.

Наукова новизна.

З формулювання наукової новизни отриманих результатів досліджень в основному можна погодитись за винятком:

1. Замість "вперше враховано коефіцієнт втрат палива..." на мій погляд належало б сформулювати "вперше запропоновано вираз для коефіцієнта..." а далі по тексту ;
2. У останньому пункті запропоновано універсальні апроксимаційні залежності для показника характеру згоряння та тривалості згоряння як функцій показників навантаження, але не зрозуміло чи вони спростовують, чи удосконалюють формулу І.І.Вібе.

Значимість отриманих результатів для науки і практичного використання полягає в реалізації науково-технічних принципів використання розшарування паливоповітряного заряду при безпосередньому вприскуванні палива у двотактних двигунах з іскровим запалюванням. Результати роботи у вигляді методики визначення індикаторного ККД та програми розрахунку робочого процесу двотактних двигунів впроваджені на ДП ВАТ Мелітопольський завод "Гідромаш" (м. Мелітополь акт впровадження б/н від 29.06.2011р.), також результати роботи використовуються для підготовки фахівців та магістрів УкрДУЗТ за напрямом "Теплоенергетика" і спеціальностями "Енергетичний менеджмент" та "Теплоенергетика".

Повнота викладу результатів досліджень в опублікованих роботах.

Основні положення і результати дисертації викладені у 17 наукових публікаціях, з них: 9 статей у наукових фахових виданнях України (3 – у наукометричних базах), 2 статті у закордонних періодичних фахових виданнях, тези 5 доповідей, 1 патент України на винахід. У цілому, рівень і кількість публікацій та апробації матеріалів дисертації на конференціях повністю відповідають вимогам МОН України.

Автореферат освітлює зміст та основні положення дисертації і відображає основні наукові результати, отримані здобувачем.

Оцінка змісту дисертаційної роботи і її оформлення.

Дисертація Василенка О.В. складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел, 2 додатків. Загальна кількість сторінок дисертації – 154.

У вступі обґрунтовано актуальність теми досліджень, сформульовані мета і основні завдання досліджень, визначено шляхи їх вирішення.

У першому розділі наведений аналіз літературних джерел з напрямку досліджень, проаналізовано сучасний стан застосування безпосереднього впорскування палива у ДВЗ з іскровим запалюванням. Визначені вимоги, що висуваються до сучасних ДВЗ за витратою палива та рівнем викидів шкідливих речовин з відпрацьованими газами.

У другому розділі наведена термодинамічна модель робочого процесу двотактного бензинового двигуна з іскровим запалюванням та розшаруванням паливоповітряного заряду при безпосередньому впорскуванні палива. Особливістю моделі є використання універсальної газової сталої R у рівнянні стану робочого тіла в циклі ДВЗ де $R = \text{vario}$. Для визначення коефіцієнта залишкових газів використано тривимірну газодинамічну модель процесу газообміну у двотактному ДВЗ з іскровим запалюванням. Граничними умовами при цьому використані теплофізичні властивості робочого тіла (середня масова ізобарна теплоємність C_{pm}) та значення тиску на впуску Δp_s залежно від навантаження двигуна.

У третьому розділі наводиться методика виконання експериментальних досліджень робочого процесу в одноциліндровому двотактному двигуні ДН-4М (де літера «М» вказує на модернізацію), ($S/D = 8,7/8,2$) з іскровим запалюванням, повітряним охолодженням і кривошипно-камерною продувкою виробництва заводу ДП ВАТ “Тідромаш” (м. Мелітополь) за навантажувальною характеристикою при частоті обертання колінчастого валу $n = 3000 \text{ хв}^{-1}$. Наведена методика визначення похибок вимірювання показників двотактного ДВЗ з іскровим запалюванням та програма експериментальних досліджень.

У четвертому розділі наведені результати експериментальних та розрахункових досліджень робочого процесу двотактного двигуна з іскровим запалюванням. Визначено, що перспективним способом сумішоутворення при безпосередньому впорскуванні палива є розшарування паливоповітряного заряду. Реалізація розшарування паливоповітряного заряду досягнута за рахунок використання модернізованого клапанного розпилювача. Розпилювач форсунки (технічна новизна захищена патентом України на винахід) забезпечив формування "кумулятивного" паливного струменя з зовнішнім кутом розкриття $\sim 25^\circ$, спрямованого на поверхню

камери згоряння, прилеглу до електродів свічки запалювання. Відповідно до газового аналізу та тривимірної газодинамічної моделі процесу газообміну ДВЗ визначено характер зміни значень коефіцієнта залишкових газів в залежності від навантаження двигуна. Наведено результати визначення індикаторного ККД двигуна з карбюратором та безпосереднім вприскуванням палива з урахуванням запропонованого коефіцієнту втрат палива Z . Наведено порівняльний аналіз результатів моделювання та експериментальних досліджень модернізованого двигуна ДН-4М з безпосереднім вприскуванням палива та розшаруванням паливоповітряного заряду за навантажувальною характеристикою, отриманих відповідно до оптимальних (за критерієм мінімальних значень g_e) параметрів $\varphi_{впр}$ і $\Theta_{зап}$. Визначено критерій, що характеризує розшарування паливоповітряного заряду у двигунах з іскровим запалюванням та безпосереднім впорскуванням палива. З використанням експериментальних даних отримані емпіричні залежності динаміки та тривалості згоряння паливоповітряної суміші в циліндрі двигуна ДН-4М з безпосереднім впорскуванням палива за навантажувальною характеристикою.

У п'ятому розділі наведені результати експериментальних досліджень показників двигуна ДН-4М з безпосереднім вприскуванням бензоетанольних сумішей та розшаруванням паливоповітряного заряду, складено його зовнішній тепловий баланс.

В авторефераті достатньо повно викладено зміст дисертації. Висновки до розділів та роботи в цілому відповідають змісту дисертації.

Список використаних джерел охоплює сучасні вітчизняні та зарубіжні публікації й складає 115 найменувань.

Додатки містять копії актів впровадження результатів дисертаційного дослідження.

Зауваження до дисертації.

1. У частині обґрунтування вибору теми дисертації ствердження того, що " среди ДВС наибольшее распространение получили двухтактные двигатели с искровым зажиганием и внешним смесеобразованием " (стор.6) не підтверджені кількісно, а тому викликає сумніви.
2. В роботі продекларовано використання двох математичних моделей робочого циклу двотактного двигуна – спрощеної термодинамічної та 3-х вимірної газодинамічної.

Щодо першої. Набір формул на стор. 48 важко назвати математичною моделлю, оскільки відсутній опис алгоритму розрахунку та пояснення значень символів. Відтак, неможливо прослідити логіку розрахунків за моделлю та заявлений автором

розвиток моделі. Не зрозумілим є перейменування газової сталої R в коефіцієнт та запис її в рівнянні стану робочого тіла у вигляді диференціала

$$\frac{dp}{p} = \frac{dT}{T} + \frac{dM}{M} + \frac{dR}{R} - \frac{dV}{V}$$

Друга заявлена математична модель являє собою готовий програмний комплекс MTFS.

Зв'язок означених моделей не зрозумілий, не зважаючи на те, що вони стосуються одного об'єкту.

3. В моторному експерименті коефіцієнт залишкових газів γ для базового двигуна визначається за результатами аналізу відпрацьованих газів з допомогою газоаналізатора СТ300.02. Не зовсім зрозуміло, навіщо для тієї ж мети стосовно модернізованого двигуна застосовано тривимірне моделювання робочого циклу.
4. Результати експериментального дослідження показників модернізованого двигуна з застосуванням бензоетанольних сумішей мало що означають тому, що отримані без відповідної корекції циклової дози палива та кута випередження запалювання. Погіршення показників економічності та екологічності при переводі двигуна на живлення нештатним паливом лише підтверджує необхідність його пере налаштувань.
5. В коментарях до рисунку 4.3 стверджується, що з наведеного графіка видно, що завдяки розшаруванню паливоповітряного заряду забезпечується стійка робота двигуна в більш широкому діапазоні навантаження. За навантажувальною характеристикою частота обертання колінчатого валу фіксована, тому можливість підвищення навантаження свідчить про збільшення циліндрової потужності двигуна
6. Рис. 4.3, 4.4, 4.5, 4.26, 4.27, 4.28, 4.29 мають не коректні підрисункові підписи щодо позначення функції та аргументу.
7. На рис. 4.18 відсутній продекларований графік.
8. В одній і тій самій формулі наведені під №2.3 і №4.9 символами ϕ , ϕ_c , ϕ_z присвоєно різні значення.
9. В тексті дисертації допущено не коректні вирази: "возобновляемое топливо" (стор.7), "модель расчета", "Применение математических

моделей для ДВС" , " моделирование ДВС" , " коэффициент избытка воздуха двигателя"

10. Загальним зауваженням до оформлення дисертації є те , що автор не зовсім лаконічно викладає ту чи іншу інформацію або думку. Крім того, мають місце відхилення від стандарту в частині описання формульних символів та рисунків. На перелічені в пунктах 8, 9 недоліки автору вказано в усній формі і сприйнято ним з розумінням.

Висновок.

Розглянута дисертація є завершеною науковою роботою, яка за своїм змістом відповідає паспорту спеціальності 05.05.03 – двигуни та енергетичні установки. В роботі отримані науково обґрунтовані результати, які поширюють уявлення про можливості підвищення паливної економічності та покращення екологічних показників двотактних двигунів внутрішнього згоряння з іскровим запалюванням.

Дисертація відповідає вимогам пп. 9, 11 , 12 "Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника" від 24.07.2013 р. №567 щодо кандидатських дисертацій, а її автор Василенко Олег Вадимович заслуговує на присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук.

Офіційний опонент, старший
науковий співробітник відділу
водневої енергетики Інституту
проблем машинобудування
ім. А. М. Підгорного, НАН України,
канд. техн. наук



Левтеров А. М.

підпис ст. наук. співробітника
Левтерова А. М. засвідчує
Вчений секретар ІІМ
НАН України, к. т. н.



Курська Н. М.