

А.П. Марченко, І.В. Парсаданов, А.Г. Лал

СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ ТА ВИЗНАЧЕННЯ РЕЗЕРВІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗГОРЯННЯ В ОПОЗИТНИХ ДВОТАКТНИХ ДИЗЕЛЯХ ІЗ ЗУСТРІЧНО-ПРОТИЛЕЖНО РУХОМИМИ ПОРШНЯМИ

Проведено аналіз розробок та застосування, переваг і недоліків конструкції і показників, можливості розширення використання та розкрито перспективи підвищення ефективності двотактних дизелів із зустрічно-протилежним рухом поршнів. Такі дизелі виробляються в багатьох провідних країнах світу, серед яких США, Англія, Німеччина, Росія. Беззаперечною їх перевагою є рекордні показники літрової та габаритної потужностей. В останній час в результаті проведених досліджень доведено, що ці дизелі мають перевагу в паливній економічності і не поступаються в екологічних показниках перед чотиритактними. Двотактні дизелі із зустрічно-протилежним рухом поршнів частіше використовуються на транспорті, в якості стаціонарних установок і у військовій техніці. Значний вклад у вдосконалення енергетичних, економічних та екологічних показників двотактних дизелів із зустрічно-протилежним рухом поршнів зроблено українськими фахівцями на харківських підприємствах при впровадженні у виробництво дизелів типу Д100 та ТД. Доцільність подальшого удосконалення цих двигунів потребує поширення сфери використання. Так, для дизелів типу ТД, основне призначення яких є бронетанкова техніка, розроблені модифікації для маневрових тепловозів, вантажопідійомних самоскидів, швидкохідних катерів, дизель-генераторів, тощо. Необхідний ресурс таких двигунів забезпечується за рахунок деформування по рівню потужності і частоти обертання колінчастого вала.

Подальше підвищення технічного рівня двотактних дизелів із зустрічно-протилежним рухом поршнів пов'язано із удосконаленням процесів сумішоутворення і згоряння. Бічне розташування форсунок, що є конструктивною особливістю двигунів, в яких 2 поршні рухаються назустріч в одному циліндрі, вносить значні корективи до вищенаведених процесів. Для підвищення ефективності процесів сумішоутворення і згоряння, в першу чергу, необхідно використовувати резерви з раціонального розподілу палива в об'ємі камери згоряння з урахуванням значного впливу на сумішоутворення тангенціального вихору та забезпечення збільшення швидкості подачі палива.

Ключові слова: двотактний дизель із зустрічно-протилежним рухом поршнів; сфера застосування; енергетичні, економічні і екологічні показники; сумішоутворення і згоряння.

Вступ. Двотактні дизелі із зустрічно-протилежним рухомими поршнями знайшли широке застосування в якості енергетичних установок, що зумовлено їх високими показниками паливної економічності, габаритної і літрової потужності. Виробництво цих двигунів налагоджено в багатьох провідних країнах світу, серед яких США, Англія, Німеччина, Росія. Вітчизняні двигуни на ринку представлені дизелями серій Д100 (тепловозні, суднові, стаціонарні) і 5ТД, 6ТД (двигуни бронетехніки), виготовлення яких здійснюється в Харкові на заводі імені В.А. Малишева.

Перший двотактний дизель із зустрічно-протилежним рухомими поршнями був створений на Коломенському заводі Раймондом Олександровичем Корейво. Інформація про створення цього двигуна, розвиток і впровадження двотактних двигунів зі зустрічно-рухомими поршнями опубліковані в роботі [1]. Відзначимо тільки, що в Харкові двотактні транспортні дизелі стали розробляти для серійного виробництва після ознайомлення з показниками і конструкцією американських дизелів Fairbanks Morse, що потрапили в СРСР з військовими катерами, поставлених за ленд-лізом. Ці двигуни використовувалися на залізничному транспорті, як стаціонарні і суднові. Найбільше поширення здобув дизель 10Д100, що був встановлений на

тепловоз 2ТЭ10. Це 10-циліндровий двигун з двома колінчастими валами, з'єднаними вертикальною передачею. Відбір потужності здійснювалось через нижній вал. Від верхнього вала здійснювався привід повітрорудвки і паливних насосів.

Необхідність збільшення потужності енергетичної установки для танків призвела до розробки замість чотиритактного дизеля В-2 опозитного двотактного танкового дизеля з протилежно рухомими поршнями.

5-циліндровою модифікованою версією цього двигуна 5ТДФ, створеного у Харківському конструкторському бюро з двигунобудування (ДП ХКБД), був оснащений танк Т-64, виготовлення якого було розпочато у 1963 році і прийнято на озброєння в СРСР у 1967 році. Подальшим розвитком цих двигунів став 6-циліндровий дизель 6ТД. Ці розробки були проведені під керівництвом генерального конструктора, випускника кафедри ДВЗ НТУ «ХПІ» М. К. Рязанцева.

Мета роботи На основі аналізу сфери можливого застосування, переваг і недоліків конструкції опозитних двотактних двигунів з протилежно рухомими поршнями визначити можливості розширення використання та розкрити перспективи підвищення ефективності згоряння вітчизняних дви-

гунів серії ТД для забезпечення сучасних вимог, які пред'являються до дизелів різного призначення.

Сфера застосування двотактних дизелях із зустрічно-протилежно рухомими поршнями

5- ти і 6-ти циліндрові опозитні двотактні дизелі з протилежно рухомими поршнями розроблялися і випускалися виключно як танкові. В Україні вони встановлюються на танки Т-64 (потужність дизеля 515 кВт), «Булат» (потужність дизеля 625 кВт), танк Т-80УД (потужність дизеля 735,3 кВт). На БМ «Оплот» встановлюється дизель потужністю 882,4 кВт [2].

Разом з тим можливість використання двигунів типу ТД не обмежується військовою технікою. Поширення сфери використання двигунів є невідмінною складовою економічної доцільності розробки в системі ринкових відношень. На базі танкових серійних дизелів 5ТДФ і 6ТД в «ДП ХКБД» розроблені конверсійні дизелі народногосподарського призначення. Необхідний ресурс цих двигунів забезпечується за рахунок деформування по рівню потужності і зниження частоти обертання колінчастого вала.

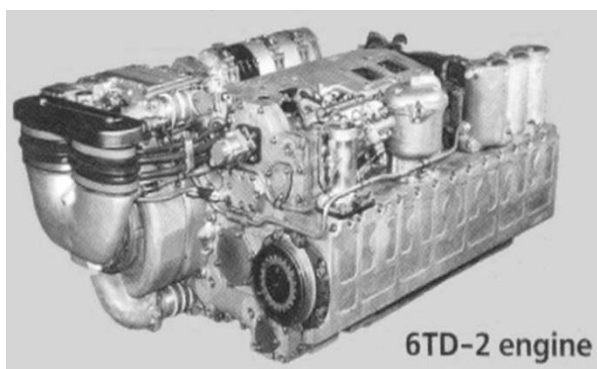


Рис. 1. Дизель 6ТД

На базі 5ТДФ розроблені дизелі 5ДН, 457КМ, 500, 512 та на базі 6ТД – дизелі 6ДН, 459К, 502, 514. Сфери їх використання: швидкохідні катери, дизель-генераторні установки, бурові установки, дизель-поїзди, тощо [3]. Прикладом поширення застосування є створення дизеля 6ДН потужністю 440 кВт при зниженій до 2100 хв⁻¹ частоті обертання колінчастого вала для самоскиду БелАЗ-548А5 вантажопідйомністю 42т.

Інший приклад – встановлення двигунів 6ДН в якості силової установки дизель-потягів модернізованих ДР-1А та нових – типу ДЕЛ-01. Ці дизелі мають потужність 588 кВт при частоті обертання колінчастого вала $n=2200$ хв⁻¹ [4].

3 і 4-циліндрові модифікації дизелів ТД, можуть буди призначені для використання у вітчиз-

няних БТР і в якості силових установок для тракторів, вантажних автомобілів, автобусів.



Рис. 2. БелАЗ-548А5

Слід зазначити, що поширення сфери використання потребує внесення змін у конструкцію і регулювання дизеля але вважаючи, що дизелі серії ТД сьогодні практично єдині, які залишилися у виробництві країни, цей напрямок має розглядатися як найважливіший крок до збереження енергетичної незалежності України.

Прикладом ефективності запропонованого напрямку можуть розглядатися роботи, які проводяться компанією «Achates Power» (США). «Achates Power» була заснована в Сан-Дієго, штат Каліфорнія в 2004 році для розробок і впровадження у виробництво у різних галузях опозитних двотактних дизелів з протилежно рухомими поршнями. При цьому у своїх презентаціях «Achates Power» не приховує, що одним з аналогів при їх розробках був дизель ТД («Kharkov TD») у 3-, 4- та 6-циліндрових варіаціях з максимальною потужністю до 1200 к.с (882,4 кВт) [5].

За даними «Achates Power», їх двотактний двигун поширеного застосування забезпечує більш високу паливно-екологічну ефективність в порівнянні з чотиритактними дизелями [6]. У грудні 2012 року компанія оголосила, що була обрана в якості субпідрядника AVL Powertrain Engineering, Inc. для створення двигуна нового покоління для армії США. У 2018 році на північноамериканському автосалоні NAIAS був продемонстрований автомобіль Ford F-150, який був оснащений 3-циліндровим 2,7 літровим опозитним дизелем «Achates Power» із зустрічно-протилежно рухомими поршнями та двома колінчастими валами.

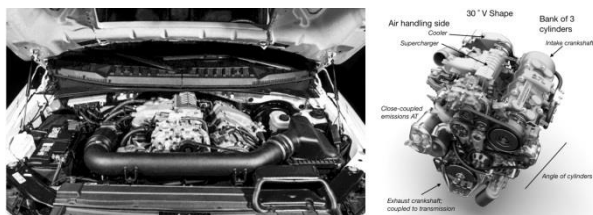


Рис. 3. Ford F-150 із 2,7 літровим опозитним дизелем «Achates Power»

Максимальна потужність цього дизеля складала 270 к.с., а максимальний крутний момент 651Нм.

Преваги і недоліки двотактних дизелів із зустрічно-протилежно рухомими поршнями

За інших рівних умов літрової потужності двотактного двигуна на 50-70% більше літрової потужності чотиритактного, що є основною перевагою двотактного двигуна, внаслідок цього виходять менші його габаритні розміри і маса (за умови правильно обраних конструктивних параметрів).

Двотактний двигун з прямоточною продувкою відрізняється гарною якістю процесу газообміну, сумішоутворення і згоряння. А рівень питомої витрати палива в двотактному двигуні з прямоточною схемою газообміну може бути нижче питомої витрати палива в чотиритактному двигуні. [7]

Беззаперечною перевагою саме конструкції з зустрічно-протилежним рухом поршнів є відсутність головки блоку циліндрів, отже й газового стику та клапанів. Завдяки цій схемі такі ДВЗ мають до 17% меншу втрату теплоти до системи охолодження. Для порівняння, рівень тепловіддачі вітчизняних двотактних двигунів складає 1,58 - 1,60 МДж/(кВт·год), в той час як для чотиритактних 2 - 2,10 МДж/(кВт·год). [8]

Також перевагою є те, що у двотактних двигунах, у яких витрата повітря в залежності від тиску наддуву мало змінюється при зміні частоти обертання колінчастого вала, можна в певних межах швидкісного режиму організувати подачу повітря в циліндри, кількість якого приблизно пропорційна витраті палива на відповідному режимі, і тим домогтися підтримки повної або близької до неї потужності навіть при зменшенні числа обертів. [7]

Вище названі двигуни типу 5ТД, 6ТД і Д-100 мають конструкцію з двома колінчастими валами, у кожному циліндрі знаходяться два кривошипно-шатунні механізми, які керують впуском і випуском. Камера згоряння створюється між днищами поршнів у момент їхнього максимального зближення, впорскування палива здійснюється з периферії до центру. Поршень, що керує випуском, передає колінчастому валу більшу потужність, ніж

поршень, що керує впуском. Частина бічної поверхні поршня, зверненої до камери згоряння, і поршневі кільця перебувають під прямим впливом випускних газів, що збільшує можливість пригоряння поршневих кілець. Це створює винятково важкі умови роботи для поршня, керуючого випуском [7]. Температура стінок КЗ може досягати 950°C, що призводить до коксування палива при його контакті зі стінкою [8]. В двотактних двигунах важливим є забезпечення якісного газообміну. На процеси газообміну в них витрачається до 120 град. повороту колінчастого вала, що в 3,5 рази менше, ніж в чотиритактних двигунах.

Звісно, у порівнянні із чотиритактними двигунами, двотактні мають складнішу конструкцію, вони більш важкі у виготовленні, більш трудомісткі у доведенні, деталі ДВЗ мають більшу теплову напругу, однак можливість досягнення високих показників, літрової потужності - понад 50 кВт/л (20 кВт/л в чотиритактних), габаритної потужності до 830 кВт/м³ (500 кВт/м³ в чотиритактних), а також показників паливної економічності дозволяють стверджувати, що вдосконалення останніх є перспективним. Що стосується складності конструкції та виготовлення, то сучасні технології розробок та виробництва дозволяють подолати ці проблеми

В той час, як багато світових автовиробників відмовляються від використання опозитних двотактних дизелів з протилежно рухомими поршнями через їх відносно високий рівень шкідливих викидів, фахівці американської компанії «EcoMotors», відзначають, що силові агрегати з цими двигунами відповідають всім сучасним вимогам і в порівнянні з традиційними аналогами споживають менше палива. Компанія EcoMotors налагоджує виробництво опозитних двигунів із зустрічним рухом поршнів в Китаї. Обсяг випуску складе 150 тисяч двигунів на рік. Швидше за все, першими такі силові агрегати почнуть застосовувати китайські виробники, зацікавлені в нових типах двигунів [9].



Рис. 4. Дизель EcoMotors

До такого ж висновку щодо паливної економічності і токсичності викидів прийшли в результаті

доводки процесу сумішоутворення і згоряння і фахівці компанії «Achates Power», про яку згадувалося вище.

Особливості організації і резерви підвищення ефективності процесів сумішоутворення і згоряння в двотактних дизелях із зустрічно-протилежно рухомими поршнями

При подальшому вдосконаленні двотактних опозитних двигунів значна увага повинна бути приділена підвищенню ефективності згоряння. Процес сумішоутворення в двотактних дизелях з бічним розташуванням форсунок набагато складніший через суттєвий вплив вихору на розвиток струменя палива і необхідності врахування впливу гарячих стінок кришки циліндра, куди може потрапляти паливо в високофорсованих двигунах на режимах великої потужності.

За відсутності головки циліндрів розпилювач палива не може бути встановлений у центрі камери згоряння, тому впорскування палива у двигунах із зустрічним рухом поршня відбувається з периферії, для більш рівномірного розпилювання використовуються декілька розпилювачів (2 та більше).

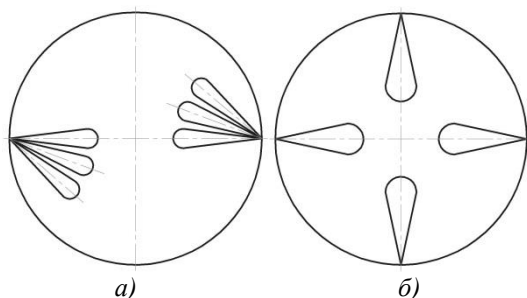


Рис. 5. Розташування паливних розпилювачів на периферії КЗ:

а – 2 розпилювачі з трьома розпилювальними отворами; б- 4 розпилювачі з одним отвором

На процес сумішоутворення впливає скорочення часу і необхідність збільшувати швидкість подачі палива. В момент впорскування палива у КЗ мають місце значні вихровий та радіальний рухи повітря внаслідок спеціального профілювання вікон та зближення обох поршнів, що викликає деформацію та знос паливного факела.

Профілювання вікон виконується таким чином, щоб забезпечити проходження необхідної кількості повітря, заданий напрям та інтенсивність обертання повітряного заряду. Інтенсивність обертання останнього оцінюється вихровим відношенням, тобто відношенням кутової швидкості обертання повітря до кутової швидкості колінчастого вала. Із збільшенням вихрового відношення збільшується знос факела палива на периферію, зростає тепловіддача у охолоджувальну рідину.

У двигунах з протилежно рухомими поршнями надзвичайно актуальна оптимізація спрямованості соплових отворів бічних форсунок. Завданням є запобігання потрапляння палива на дзеркало циліндра і запобігання зіткнення струменів і пристінкових потоків на поверхні поршня [10].

Із збільшенням тиску наддуву, що характерно при форсуванні двигунів за літровою потужністю, далекобійність (глибина проникнення паливного факела у КЗ за період, що відповідає процесу сумішоутворення) паливного факела зменшується. Тому саме з форсуванням двигуна стосовно тиску наддуву збільшують і тиск впорскування палива.

Для якісного згоряння палива необхідно забезпечення рівномірності коефіцієнта надлишку повітря. Паливо повинно розподілятися рівномірно по всьому об'єму КЗ. На рівномірність розподілу палива можуть впливати як окремо кожен, так і при взаємодії такі чинники, як циклова подача, вихрове число, частота обертання колінчастого вала, кількість розпилювачів, кількість отворів у розпилювачі та просторова орієнтація соплових отворів розпилювача, тривалість паливоподачі, кут випередження впорскування. Якість впливу цих факторів може бути оцінена за часом затримки спалахування, швидкістю зростання тиску згоряння і швидкістю виділення теплоти у циліндрі.

Висновки

Українське двигунобудування відіграло значну роль у створенні, виробництві, підвищенні ефективності двотактних дизелів із зустрічно-протилежно рухомими поршнями і забезпеченні ними найбільш значних показників із літрової та габаритної потужності.

Вітчизняні двотактні дизелі із зустрічно-протилежно рухомими поршнями застосовуються на залізничному транспорті, як суднові і стаціонарні установки, у бронетехніці. Разом з тим економічно доцільно поширювати використання цих дизелів в якості силових установок для тракторів, вантажних автомобілів, автобусів. Вважаючи становище на цей час в галузі, в Україні така технічна політика практично є єдиним і останнім кроком для відродження двигунобудування і збереження енергетичної незалежності країни.

Основною перевагою двотактних дизелів із зустрічно-протилежно рухомими поршнями є збільшення літрової потужності на 50-70% проти чотиритактних дизелів, що забезпечує його менші габаритні розміри і масу.

Результати досліджень фахівців, в першу чергу США, вказують на те, що двотактні дизелі із зустрічно-протилежно рухомими поршнями при

удосконаленні організації і використанні резервів з підвищення ефективності процесів сумішоутворення і згорання спроможні забезпечити рівень показників паливної економічності і екологічності, кращий за чотиритактні дизелі.

Для підвищення ефективності процесів сумішоутворення і згорання двотактних дизелів із зустрічно-протилежно рухомими поршнями, в першу чергу, необхідно використовувати резерви з раціонального розподілу палива в об'ємі камери згорання з урахуванням значного впливу на сумішоутворення тангенціального вихору та забезпечення збільшення швидкості подачі палива.

Список літератури:

1. *Оппозитные двухтактные дизели с противоположно движущимися поршнями: применение, особенности конструкции, направления повышения эффективности: материалы Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої пам'яті професорів Фомина Ю.Я. і Семенова В.С., (Одеса – Стамбул - Одеса, 18 – 22 квітня 2019р.) / Одеський національний морський ун-т. — О. : Одеський національний морський ун-т, 2019. — 441с. 2. Рязанцев М. К. *Моторы и судьбы. О времени и о себе./ Рязанцев Николай Карпович. — Харків: ХНАДУ, 2009. — 272 с. 3. Современные дизельные двигатели разработки КИП “Харьковское конструкторское бюро по двигателестроению” / С. А. Алёхин, А. В.Грицюк, И. А. Краюшкин, и др. // Двигатели внутреннего сгорания. — 2006. — № 1. — С. 4-8. 4. Альохин С.О. Поліпшення техніко-економічних і токсичних характеристик тепловозного дизеля 6ДН шляхом удосконалення системи повітропостачання: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.05.03 “Теплові двигуни” / С.О. Альохин. — Харків, 2004. — 20 с. 5. Achates Power HTUF “Tech Talk” [Електронний ресурс]. — 2016. — Режим доступу до ресурсу: <https://docplayer.net/32741612-Achates-power-htuf-tech-talk-august-2016.html>. 6. Regner, G. *The Achates Power Opposed-Piston Two-Stroke Engine: Performance and Emissions Results in a Medium-Duty Application / Regner, G.; Callahan, B.; Dion, E. [et al] // SAE International Journal of Engines. — 2011. — Vol. 4, No. 3. — pp 2726—2735. 7. Орлин А. С. Комбинированные двухтактные двигатели/ А. С. Орлин, М.Г. Круглов. — М.: Машиностроение, 1968. — 576 с. 8. Двигуни внутрішнього згорання: Серія підручників у 6 томах. Т.1. Розробка конструкцій форсованих двигунів наземних транспортних машин. / За редакцією проф. А.П. Марченка, засл. діяча науки України, проф. А.Ф. Шеховцова — Харків:***

Видавн. центр НТУ “ХПІ”, 2004. — с. 9. Американская компания EcoMotors наладит производство оппозитных двигателей со встречным движением поршней в Китае [Електронний ресурс]. — 2013. — Режим доступу до ресурсу: <https://ru.tsn.ua/auto/news/amerikancy-nachinayut-proizvodstvo-innovacionnyh-motorov-301196.html>. 10. Кулешов А.С. Развитие методов расчета и оптимизация рабочих процессов ДВС: дис. на здобуття наук. ступеня доктора технічних наук: 05.04.02/ Кулешов Андрей Сергеевич. - М., 2011. — 235с

Bibliography (transliterated):

1. Marchenko A.P., Parsadanov I.V., Stokov A.P., Lal A.G. (2019), "Opposite two-stroke diesel engines with oppositely moving pistons: application, design features, ways to increase efficiency", *Materials of international scientific and practical conference devoted to the memory of professors Fomin Y.Y. and Semenova V.C. [“Oppozimnye dvukhtaknyye dizeli s protivopozhno dvizhushchimisya porshnyami: primeniye, osobennosti konstruksii, napravleniya povysheniya effektivnosti”*, *Materialy mizhnarodnoyi naukovopraktychnoyi konferentsiyi, prysvyachenoyi pam'yati profesoriv Fomina YU.YA. i Semenova V.S]*, Odessa, pp. 25-33. 2. Ryazantsev M.K. (2009), *Motors and destinies. About time and about yourself [Motors and destinies. About time and about yourself]*, KhNAHU, Kharkiv, 272 p. 3. Alyokhin S. A., Gritsyuk A. V., Krayushkin I. A., Ovcharov E. N. (2006), "Modern diesel engines developed by KP" *Kharkiv Engine Design Bureau*, Internal combustion engines [Sovremennyye dizel'nyye dvigateli razrabotki KP "Khar'kovskoye konstruktorskoye byuro po dvigatelestroyeniyu", Dvigateli vnutrennego sgoraniya], No. 1, pp. 4-8. 4. Alyokhin S. (2004), Improvement of techno-economic and toxic characteristics of diesel engine 6DN by improving the air supply system [Polipsheniya tekhniko-ekonomichnykh i toksychnykh kharakterystyk teplovoznogo dyzelya 6DN shlyakhom udoskonaleniya systemy povitropostachaniya], Publishing Center NTU "KhPI", Kharkiv, 20p. 5. "Achates Power HTUF "Tech Talk", available at: <https://docplayer.net/32741612-Achates-power-htuf-tech-talk-august-2016.html> 6. Regner, G.; Callahan, B.; Dion, E.; Herold, R.; Johnson, D.; McIntyre, S.; Redon, F.; Wahl, M. (December 2011). "The Achates Power Opposed-Piston Two-Stroke Engine: Performance and Emissions Results in a Medium-Duty Application". *SAE International Journal of Engines*. No 4 (3). doi:10.4271/2011-01-2221. 7. Orlin A. S., Kruglov M.G. (1968), "Combined two-stroke engines" [Kombinirovannyye dvukhtaknyye dvigateli], *Mashinostroyeniye*, Moscow, 576p. 8. Marchenko A.P., Ryazantsev M.K., Shekhovtsov A.F. (2004), *Internal combustion engines: A series of textbooks in 6 volumes [Dyuhuny vnutrishn'oho zhorvaniya: Seriya pidruchnykiv u 6 tomakh.]*, vol. 1, Publishing Center NTU "KhPI", p. 9. "The American company EcoMotors will manufacture the production of box-mounted engines with reciprocating pistons in China" [Amerikanskaya kompaniya EcoMotors nalaдит proizvodstvo oppozitnykh dvigateley so vstrechnym dvizheniyem porshney v Kitaye], available at: <https://ru.tsn.ua/auto/news/amerikancy-nachinayut-proizvodstvo-innovacionnyh-motorov-301196.html>. 10. Kuleshov A.S. (2011), *Development of calculation methods and optimization of workflows of the internal combustion engine [Razvitiye metodov rascheta i optimizatsiya rabochikh protsessov DVS]*, Moscow, 235 p.

Надійшла до редакції 21.06.2019 р.

Марченко Андрій Петрович – доктор техн. наук, проф., проректор з наукової роботи Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», Харків, Україна, e-mail: marchenko@kpi.kharkov.ua, <http://orcid.org/0000-0001-9746-4634>.

Парсаданов Ігор Володимирович – доктор техн. наук, проф., головний науковий співробітник кафедри двигунів внутрішнього згорання Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», Харків, Україна, e-mail: parsadanov@kpi.kharkov.ua, <http://orcid.org/0000-0003-0587-4033>.

Лал Амір Гул – магістр, аспірант кафедри двигунів внутрішнього згорання Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», Харків, Україна.

**СФЕРА ПРИМЕНЕНИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕЗЕРВОВ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СГОРАНИЯ
В ОПОЗИТНОМ ДВУХТАКТНОМ ДИЗЕЛЕ СО ВСТРЕЧНО-ПРОТИВОПОЛОЖНО ДВИЖУЩИМИСЯ
ПОРШНЯМИ**

А.П. Марченко, И.В. Парсаданов, А.Г. Лал

Проведен анализ разработок и применения, преимуществ и недостатков конструкции и показателей, возможности расширения использования и раскрыты перспективы повышения эффективности двухтактных дизелей со встречно-противоположным движением поршней. Такие дизели производятся во многих ведущих странах мира, среди которых США, Англия, Германия, Россия. Неоспоримым их преимуществом являются рекордные показатели литровой и габаритной мощностей. В последнее время в результате проведенных исследований доказано, что эти дизели имеют преимущество в топливной экономичности и по экологическим показателям не уступают четырехтактным. Двухтактные дизели с встречно-противоположным движением поршней чаще используются на транспорте, в качестве стационарных установок и в военной технике. Значительный вклад в совершенствование энергетических, экономических и экологических показателей двухтактных дизелей со встречно-противоположным движением поршней сделан украинскими специалистами на харьковских предприятиях при внедрении в производство дизелей типа Д100 и ТД. Целесообразность дальнейшего совершенствования этих двигателей требует расширения сферы использования. Так, для дизелей типа ТД, основное назначение которых бронетанковая техника, разработаны модификации для маневровых тепловозов, грузоподъемных самосвалов, быстроходных катеров, дизель-генераторов и тому подобных. Необходимый ресурс таких двигателей обеспечивается за счет дефорсирования по уровню мощности и частоте вращения коленчатого вала.

Дальнейшее повышение технического уровня двухтактных дизелей со встречно-противоположным движением поршней связано с совершенствованием процессов смесеобразования и сгорания. Боковое расположение форсунок, являющееся конструктивной особенностью двигателей, в которых 2 поршня движутся навстречу в одном цилиндре, вносит значительные коррективы в вышеприведенные процессы. Для повышения эффективности процессов смесеобразования и сгорания, в первую очередь, необходимо использовать резервы по рациональному распределению топлива в объеме камеры сгорания с учетом значительного влияния на смесеобразование тангенциального вихря и обеспечение увеличения скорости подачи топлива.

Ключевые слова: двухтактный дизель со встречно-противоположным движением поршней; сфера применения; энергетические, экономические и экологические показатели; смесеобразование и сгорание.

**SCOPE AND DEFINITION OF RESERVES IMPROVE THE EFFICIENCY OF COMBUSTION IN THE OPPOSITE
TWO-STROKE DIESEL ENGINE WITH OPPOSITE MOVING PISTONS**

A.P. Marchenko, I.V. Parsadanov, A.G. Lal

The article deals with developments analysis, application and wider use possibilities of 2-stroke opposed combustion engines. The prospects for improving the efficiency of two-stroke diesel engines with opposing piston movements are disclosed. Such diesel engines are produced in many world leading countries, including the USA, England, Germany, Russian Federation. A record liter performance and overall power is their indisputable advantage. Recently, as a result of the research, it was proved that these diesel engines have an advantage in fuel efficiency and environmental indicators are not inferior to four-stroke ones. Two-stroke diesel engines with opposing piston movements are more often used in transport, as stationary installations and in military equipment. A significant contribution to the improvement of energy, economic and environmental performance of two-stroke opposed diesel engines was made by Ukrainian specialists at Kharkov enterprises when introducing D100 and TD diesel engines into production. The expediency further improvement of these engines requires the expansion of the scope of use. The main purpose of diesel engines TD-type is armored vehicles, but nowadays modifications have been developed for shunting diesel locomotives, load-lifting dump trucks, high-speed boats, diesel generators, etc. The required diesel 2-stroke opposed engines resource is ensured by derating on the power level and decline crankshaft rotation frequency.

Attention is drawn to further increase in the technical level of two-stroke diesel engines with opposing piston movements. The need is stressed to employ the improvement of the processes of mixing and combustion. The injectors lateral arrangement is a design feature of engines in which 2 pistons perform toward each other move in the cylinder. It makes significant adjustments to the mixing and combustion processes. It is first necessary need to use reserves for the rational distribution of fuel in the volume of the combustion chamber to improve the efficiency of the processes of mixing and combustion. Attention is drawn to the significant the tangential vortex effect on the mixing fuel spray. It is especially noted that increase in the rate of fuel supply It is an important clause for improving the efficiency of the processes of mixing and combustion.

Key words: two-stroke diesel engines with opposing piston movements, 2-stroke opposed engine, scope of application; energy, economic and environmental performance; fuel mixture formation and fuel combustion.