

УДК 621.486

АНАЛІЗ ВПЛИВУ АНТИФРИКЦІЙНОЇ ПРИСАДКИ НА ВЕЛИЧИНУ МЕХАНІЧНИХ ВТРАТ РОТОРНО-ПОРШНЕВОГО ДВИГУНА

Митрофанов О. С., д-р техн. наук, доц.¹, Познанський А. С., канд. техн. наук, доц.²,
Проскурін А. Ю., канд. техн. наук, доц.³,

^{1,2,3}Національний університет кораблебудування
ім. адм. Макарова,^{1,2,3} Україна, Миколаїв)

¹mitrofanov.al.ser@gmail.com, ²andreypoznansky@gmail.com, ³arkadii.proskurin@nuos.edu.ua

Анотація. Наведено результати експериментальних досліджень впливу антифрикційної присадки Multi-Tech-Conditioner до мастила на зміну потужності механічних втрат роторно-поршневого двигуна із шарнірно-кулачковим механізмом руху. Дослідження спрямовані на вирішення проблеми зниження механічних втрат та підвищення ефективності перетворення потенційної енергії стиснутого робочого тіла. Установлено позитивний вплив додавання антифрикційної присадки Multi-Tech-Conditioner до масла на зміну потужності механічних втрат, а саме зниження втрат складає 11,8 % на всьому експлуатаційному діапазоні зміни частоти обертання ротора.

Ключові слова: роторно-поршневий двигун; шарнірно-кулачковий механізм руху; стиснуте повітря; антифрикційна присадка; потужність механічних втрат; механічний ККД.

Вступ

Роторно-поршневий двигун із шарнірно-кулачковим механізмом перетворення руху завдяки своїм конструктивним перевагам [1] у порівнянні з двигунами подібного класу може ефективно використовуватися на різних об'єктах промисловості, де застосування електричної енергії є ускладненим або взагалі неможливим. При перетворенні енергії, як і будь-який двигун, роторно-поршневий має безповоротні механічні втрати. Більшість цих втрат напряму пов'язана з подоланням сил тертя між сполучними рухомими деталями.

Ефективним методом підвищення моторесурсу двигуна та зниження рівня механічних втрат на всьому діапазоні експлуатації є модифіковане змащувальне масло за рахунок використання різного типу присадок [2]. Окрім цього застосування присадок дозволяє забезпечити необхідні властивості масла на всіх режимах експлуатації, що є досить важливим, наприклад, для двигунів, що працюють за швидкісною характеристикою. На сьогодні існує значна кількість різноманітних присадок до масел, які відрізняються, перш за все, призначенням: наприклад, присадки для зниження зносу, для отримання необхідної в'язкості масла, антиокиснювальні, миючі, антипінні, модифікатори тертя тощо [3].

Варто відзначити, що використання присадок окрім позитивних факторів має і негативні. Так, наприклад, застосування модифікаторів тертя, які є суспензією графіту, дисульфиду молібдену і тefлону, в значній мірі погіршують миючі властивості масла та його здатність до очищення. Тривале використання присадки призводить до надлишкових відкладень на поверхнях деталей, засмічення фільтрів, каналів підведення масла та зазорів, а також погіршення теплопровідності. Таким чином, при підборі присадки до змащувального масла для забезпечення максимальної її ефективності треба враховувати як конструктивні, так і експлуатаційні особливості двигуна. Ураховуючи це, було проведено експериментальні дослідження ефективності застосування промислової антифрикційної присадки «Multi-Tech Conditioner» до базового масла. Присадка «Multi-Tech Conditioner» згідно з даними фірми-виробника не утворює емульсій, які забивають фільтри і зазори, а також не спричиняє відкладення на рухомих деталях. Ефективність використання даної присадки у ДВЗ була підтверджена рядом експериментальних досліджень. Зокрема, відповідно до робіт [4, 5] дана присадка дозволяє зменшити потужність механічних втрат на 9...11 %.

Мета роботи – визначення та аналіз впливу антифрикційної присадки до базового масла на зміну потужності механічних втрат роторно-поршневого двигуна із шарнірно-кулачковим механізмом перетворення руху.

Об'єктом дослідження є механічні втрати у роторно-поршковому двигуні за умов застосування антифрикційної присадки до масла.

Предмет дослідження – експериментальні характеристики зміни механічних втрат у процесі енергоперетворення за умов використання антифрикційної присадки.

Основна частина

Експериментальні дослідження потужності механічних втрат виконувалися у два етапи, а саме при застосуванні стандартного мінерального масла на парафіновій основі (клас в'язкості за ISO – 46 з максимальною температурою застигання $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$) [6] та з додаванням антифрикційної присадки «Multi-Tech Conditioner» у пропорції 1:14. Фотографія експериментального стенда на базі роторно-поршневого двигуна із шарнірно-кулачковим механізмом руху 12 РПД 4,4/1,75 наведена на рис. 1.

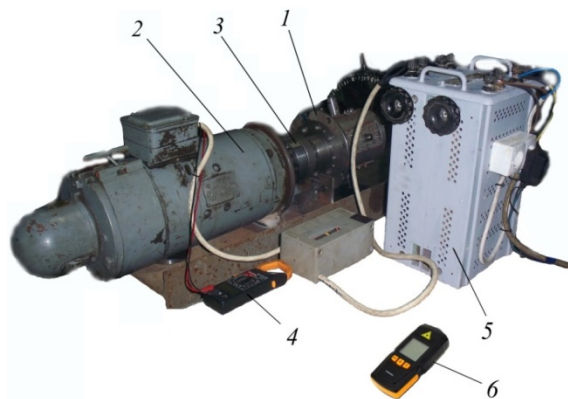


Рис. 1. Експериментальний стенд для визначення потужності механічних втрат:
1 – роторно-поршковий двигун 12 РПД 4,4/1,75; 2 – електродвигун постійного струму 2ПБ-132МГ;
3 – муфта втулково-пальцева; 4 – цифровий мультиметр PROTESTER M266C;
5 – автотрансформатор АОСН-20-220-75 УХЛ4; 6 – цифровий тахометр GM 8905-EN-00

Конструкція роторно-поршневого двигуна [1] дозволяє виконати оцінку величини втрат на тертя окремо від втрат на насосні ходи (тобто без газообміну), що реалізується шляхом приведення у рух шарнірно-кулачкового механізму за рахунок обертання центрального регулювального кулачка.

Використання потужності механічних втрат як параметра для порівняння та оцінки безповоротних втрат різних типорозмірів роторно-поршневих двигунів є незручним. Так, загальноприйнятим у двигунобудуванні та найбільш показовим параметром є механічний ККД, який дає змогу оцінювати двигуни різної конструкції, оскільки є відношення ефективної N_e і індикаторної N_i потужностей. На рис. 2 подані результати експериментальних досліджень зміни механічного ККД роботи роторно-поршневого двигуна 12РПД 4,4/1,75 із шарнірно-кулачковим механізмом руху від експлуатаційних параметрів при застосуванні антифрикційної присадки «Multi-Tech Conditioner» та без. Частота обертання двигуна змінювалася у межах $400\ldots1500\text{ мин}^{-1}$, а робочий тиск повітря у впускному ресивері – $0,4\ldots0,8\text{ МПа}$.

Згідно з отриманими експериментальними даними при робочому тиску у впускному ресивері $0,4\text{ МПа}$ механічний ККД без застосування антифрикційної присадки залежно від обертів ($400\ldots1500\text{ мин}^{-1}$) знаходився у межах $0,54\ldots0,71$, а при додаванні – $0,57\ldots0,74$; для робочого тиску $0,8\text{ МПа}$ без присадки – $0,63\ldots0,78$, тоді як з додаванням – $0,66\ldots0,81$. Варто відзначити зростання механічного ККД двигуна на $9,5\%$ зі збільшенням робочого тиску у впускному ресивері із $0,4$ до $0,8\text{ МПа}$. Таким чином, можна зробити висновок про ефективність використання промислової антифрикційної присадки «Multi-Tech Conditioner» у роторно-поршковому двигуні.

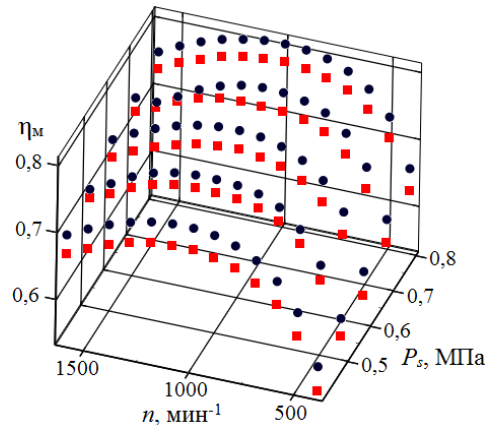


Рис. 2. Вплив експлуатаційних параметрів роботи роторно-поршневого двигуна 12РПД 4,4/1,75 із шарнірно-кулачковим механізмом руху на зміну механічного ККД :
 ○ – за умов використання антифрикційної присадки «Multi-Tech Conditioner» у пропорції 1:14 до стандартного змащувального масла; □ – при роботі на стандартному змащувальному маслі

Базуючись на отриманих експериментальних даних (див. рис. 2), раціональним діапазоном експлуатації двигуна є 65...75 % від його номінального навантаження, при цьому діапазон частоти обертання складатиме 63...70 %. Виходячи із цього потрібно обирати роторно-поршневий двигун для споживача механічної енергії таким чином, щоб більшу частину часу його експлуатації приходилося на рекомендований діапазон навантаження.

Висновки

1. Установлено позитивний вплив додавання антифрикційної присадки «Multi-Tech Conditioner» до стандартного змащувального масла на зміну потужності механічних втрат роторно-поршневого двигуна із шарнірно-кулачковим механізмом перетворення руху. Так, зниження загальної потужності механічних втрат на всьому діапазоні зміни частоти обертання (400...1500 хв⁻¹) склало 11,8 %.

2. Визначено, що застосування антифрикційної присадки «Multi-Tech Conditioner» дає змогу підвищити механічний ККД роторно-поршневого двигуна із шарнірно-кулачковим механізмом руху на 3,8...5,5 % на всьому діапазоні експлуатаційного тиску (0,4...0,8 МПа) у впускному ресивері.

3. На основі узагальнення отриманих експериментальних даних зміни механічного ККД роторно-поршневого двигуна виділено найбільш раціональні діапазони навантаження (65...75 % від номінального) та обертів двигуна (63...70 %).

Література

- [1] Патент на винахід України № 120489. Поршнева машина / Митрофанов О. С., Шабалін Ю. В., Бірюк Т. Ф., Єфеніна Л.О.; заявл. № а201902189 10.09.2019 р.; опубл. 10.12.2019 р., бюл. № 23.
- [2] Song Zeng-hong, YanYu-cai, Qiao Dan, etal. (2019). Research progress of Lubricant additives. LUBRICATING OIL. Vol. 34, No. 05, 16–22.
- [3] Herdan, J. M. (2006). Lubricating oil additives and the environment – an overview. Lubrication Science. 9 (2), 161–172. <https://doi.org/10.1002/lis.3010090205>.
- [4] Варбанец, Р. А., Ивановский, В. Г., Якименко, Н. Г. (2009). Результаты испытаний работы дизеля 4Ч17,5/24 с присадкой к маслу “Multi-Tech Conditioner”. Сучасні проблеми двигунобудування : стан, ідеї, рішення : III Всеукраїнська науково-технічна конференція, 21 мая 2009 г., 108–113.
- [5] Варбанец, Р. А., Ивановский В. Г., Александровская, Н. И., Кучеренко, Ю. Н. (2014) Испытания работы дизеля 4Ч17,5/24 с присадкой к маслу «multi-tech conditioner». Проблемы

хіммотології. Теорія та практика раціонального використання традиційних і альтернативних паливно-мастильних матеріалів. Матеріали V Міжнародної науково-технічної конференції. 6-10 жовтня, 2014 р., 190–194.

[6] Mytrofanov, O., Proskurin, A., Poznanskyi, A., Zivenko, O. (2022). Determining the power of mechanical losses in a rotary-piston engine. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 3/8 (117). 32–38. doi: 10.15587/1729-4061.2022.256115.

REFERENCES

[1] Mytrofanov, O. S., Shabalin, Yu. V., Biryuk, T. F., & Yefenina, L. O. (2019). Pat. na vynakhid Ukrainy № 120489. Porshneva mashyna; zayavl. № a201902189 10.09.2019 r.; opubl. 10.12.2019 r., byul. № 23 [Patent for the invention of Ukraine № 120489. Piston machine; declared № a201902189 10.09.2019; publ. 10.12.2019, bulletin № 23.

[2] Song Zeng-hong, Yan Yu-cai, Qiao Dan, et al. (2019). Research progress of Lubricant additives. *LUBRICATING OIL*. Vol. 34, No. 05, 16–22.

[3] Herdan, J. M. (2006). Lubricating oil additives and the environment – an overview. *Lubrication Science*. 9 (2), 161–172. <https://doi.org/10.1002/lis.3010090205>.

[4] Varbanets, R.A., Ivanovsky, V.G., Yakimenko, N.G. (2009). Test results of the operation of the diesel engine 4CH17.5/24 with the additive to the oil "multi-tech conditioner". Present-day Problems of Engine Building: Status, Ideas, Solutions : III All-Ukrainian Scientific and Technical Conference, May 21, 2009, 108-113.

[5] Varbanets, R. A., Ivanovsky V. G., Aleksandrovskaya, N. I., Kucherenko, Y. N. (2014) Performance tests of the 4CH17.5/24 diesel engine with the oil additive "Multi-tech conditioner". Problems of Chemotology. Theory and practice of rational use of traditional and alternative fuels and lubricants. Proceedings of the V International Scientific and Technical Conference. October 6-10, 2014, 190-194.

[6] Mytrofanov, O., Proskurin, A., Poznanskyi, A., Zivenko, O. (2022). Determining the power of mechanical losses in a rotary-piston engine. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 3/8 (117). 32–38. doi: 10.15587/1729-4061.2022.256115.

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF THE ANTI-FRICTION ADDITIVE ON THE AMOUNT OF MECHANICAL LOSSES OF A ROTOR-PISTON ENGINE

O. S. Mitrofanov, Dr. technical Science, Assoc.¹, A. S. Poznansky, Candidate of Sciences technical of Science, Assoc.², Proskurin A. Yu., Candidate of Sciences technical Sciences, Assoc.³,
^{1,2,3} Admiral Makarov National University of Shipbuilding

^{1,2,3} Ukraine, Mykolaiv)

¹mitrofanov.al.ser@gmail.com,

²andreypoznansky@gmail.com,

³arkadii.proskurin@nuos.edu.ua

Abstract. The results of experimental studies of the influence of the Multi-Tech-Conditioner antifriction additive to the lubricant on the change in the power of mechanical losses of a rotary-piston engine with a hinge-cam movement mechanism are presented. Research is aimed at solving the problem of reducing mechanical losses and increasing the efficiency of converting the potential energy of a compressed working body. A positive effect of the addition of the anti-friction additive Multi-Tech-Conditioner to the oil on the change in the power of mechanical losses was established, namely, the loss reduction is 11.8% over the entire operating range of the rotor speed change.

Keywords: rotary-piston engine; hinge-cam movement mechanism; compressed air; antifriction additive; power of mechanical losses; mechanical efficiency