

УДК 621.486

АНАЛІЗ МЕХАНІЧНИХ ВТРАТ РОТОРНО-ПОРШНЕВОГО ДВИГУНА 12РПД 4,4/1,75

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

*Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна,*

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

²andreypoznansky@gmail.com,

Анотація. Наведено результати експериментальних досліджень потужності механічних втрат роторно-поршневого двигуна перспективної конструкції з шарнірно-кулачковим механізмом перетворення руху. Експериментальні дослідження спрямовані на вирішення проблеми підвищення ефективності перетворення потенційної енергії стиснутого робочого тіла в механічну роботу. Експериментально встановлені кількісні значення складових потужності механічних втрат роторно-поршневого двигуна (втрати на тертя та втрати пов'язані з здійсненням насосних ходів) в залежності від основних експлуатаційних параметрів двигуна (оберти та робочий тиск у впускному ресивері).

Ключові слова: роторно-поршневий двигун; шарнірно-кулачковий механізм руху; стиснуте повітря; експериментальний стенд; потужність механічних втрат; механічний ККД

Вступна частина. Деяка частина індикаторної потужності, яка отримана у робочому циліндрі від підведеної до двигуна енергії безповоротно витрачається на подолання сил тертя, здійснення насосних ходів поршня, а також на привід навішеного на двигун допоміжного обладнання. Загальна величина цих втрат, за різною оцінкою, може досягати до 20 % від підведеної до двигуна енергії. Найбільшу кількість з усіх втрат становлять втрати на тертя, які виникають між сполучними деталями двигуна (особливо між деталями механізму перетворення руху). Крім втрат енергії сили тертя спричиняють зношування деталей двигуна та відповідно вихід їх з ладу. Втрати пов'язані зі здійснення насосних ходів здебільшого залежать від прийнятої конструкції органів газообміну, опору впускного та випускного тракту та режимів експлуатації самого двигуна.

Для визначення величини потужності механічних втрат двигунів різних типів найчастіше використовують методи: прокручування двигуна від зовнішнього джерела енергії (найчастіше від електродвигуна); послідовного відключення робочих циліндрів (у багатоциліндровому двигуні); зняття індикаторної діаграми робочого процесу (потужність механічних втрат у цьому випадку визначається як різницю індикаторної та ефективної потужності); визначення інтенсивності уповільнення частоти обертання вихідного валу при відключенні подачі палива; екстраполяції навантажувальної характеристики [1–4].

Аналіз та оцінка потужності механічних втрат необхідні для визначення ефективності енергоперетворення робочого тіла та технічного стану двигуна під час експлуатації, а також розробки комплексу мір для підвищення моторесурсу двигуна. Виходячи з цього забезпечення мінімальних значень потужності механічних втрат є актуальним завданням, як з наукової так і з практичної точки зору.

Мета роботи – визначення величини складових потужності механічних втрат роторно-поршневого двигуна принципово нової конструкції механізму перетворення руху, що дозволить оцінити ефективність енергоперетворення стисненого робочого тіла.

Об'єктом дослідження є механічні втрати у роторно-поршневому двигуні з шарнірно-кулачковим механізмом руху.

Предмет дослідження – експериментальні характеристики зміни механічних втрат у процесі енергоперетворення.

Основна частина. Реалізація поставленої мети дослідження досягається шляхом стендових випробувань дослідного зразка роторно-поршневого двигуна з шарнірно-кулачковим механізмом перетворення руху 12 РПД 4,4/1,75, який має 12 робочих циліндрів діаметром 44 мм та ходом поршня 17,5 мм [5]. Досвідчений зразок роторно-поршневого двигуна типу 12 РПД 4,4/1,75 із шарнірно-кулачковим механізмом руху, експериментальний стенд з системою вимірювання виконано на базі машинобудівного підприємства «Мотор-Плюс» спільно з Центром перспективних енергетичних технологій Національного університету кораблебудування ім. адм. Макарова. Фотографія експериментального стенду на базі роторно-поршневого двигуна 12 РПД 4,4/1,75 наведено на рис. 1.



Рис. 1. Експериментальний стенд для визначення потужності механічних втрат роторно-поршневого двигуна перспективної конструкції

На рис. 2 представлені результати експериментальних досліджень загальної величини потужності механічних втрат та втрат потужності на подолання сил тертя роторно-поршневого двигуна із шарнірно-кулачковим механізмом руху в залежності від оборотів. Результати отримано без регулювання ступеня наповнення робочого циліндра (при положенні регулюючого кулачка в середньому положенні [5]).

Відповідно до результатів експериментальних досліджень, поданих на рис. 2 зі зростанням оборотів з 400 до 1500 хв^{-1} значення потужності механічних втрат N_m зростає з 262 до 865 Вт, що на пряму пов'язане зі збільшенням інерційних сили та опору впускних і випускних трактів. Втрати потужності на подолання сил тертя N_t залежно від оборотів складають 195...592 Вт, що становить близько 68,4...74,4 % від загальних втрат. При цьому втрати, пов'язані з здійсненням насосних ходів поршня двигуна – 67...273 Вт.

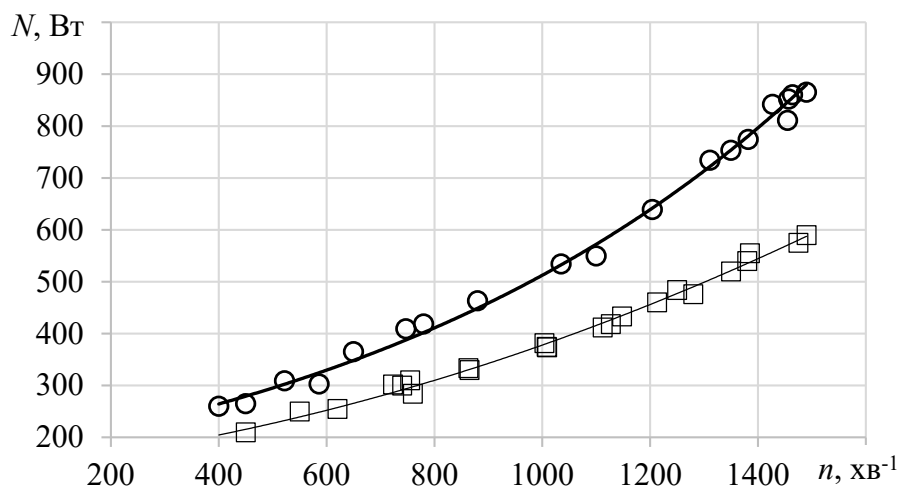


Рис. 2. Потужність механічних втрат роторно-поршневого двигуна 12 РПД 4,4/1,75 з шарнірно-кулачковим механізмом руху:

○ – загальна потужність механічних втрат; □ – втрати потужності на подолання сил тертя

Відповідно до отриманих результатів, представлених на рис. 2, зі зростанням оборотів роторно-поршневого двигуна величина потужності механічних втрат збільшується у наслідок зростання відносної швидкості деталей двигуна, що труться, сили інерції, а також газодинамічних втрат. При цьому зі збільшенням тиску робочого тіла у впускному ресивері двигуна, а також ефективної потужності механічний ККД (рис. 3) не знижується, а навпаки зростає, це обумовлене тим, що індикаторна та ефективна потужності зростають значно швидше ніж потужність механічних втрат, а механічний ККД, як відомо, є відношенням цих потужностей.

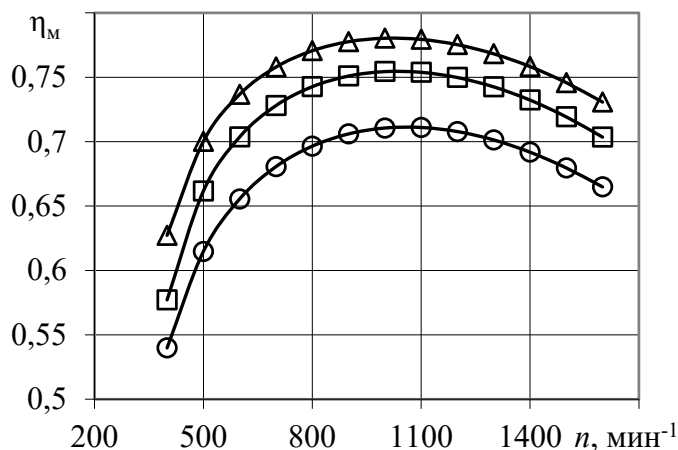


Рис. 3. Зміна механічного ККД роторно-поршневого двигуна в залежності від робочого тиску у впускному ресивері та обертів: ○ – $P_s = 0,4$ МПа; □ – $P_s = 0,6$ МПа; Δ – $P_s = 0,8$ МПа

Забезпечити зниження втрат потужності на тертя можна за рахунок підвищення якості виготовлення деталей роторно-поршневого двигуна, що сполучаються між собою, а також застосуванням відповідно до умов експлуатації якісних масел та присадок. Зменшити втрати потужності двигуна на здійснення насосних ходів поршня можна за рахунок зниження опору органів газообміну та впускних (випускних) трактів, шляхом визначення оптимальних площин перетину впускних (випускних) отворів для відповідних умов експлуатації двигуна, а також підбором оптимальної довжини каналів.

Висновки. 1. Розроблений дослідний стенд з системою вимірювання для експериментальних досліджень потужності механічних втрат роторно-поршневого двигуна нової конструкції, дає можливість отримати достовірні емпіричні дані для аналізу ефективності енергоперетворення у новому двигуні.

2. Встановлено, що збільшення обертів двигуна у 3,75 рази призводить до зростання потужності механічних втрат у 3,3 рази, при цьому складова втрат, пов'язана з тертям, збільшується у 3,0 рази, а з виконанням насосних ходів – у 4,1 рази.

3. Встановлено, що збільшення тиску робочого тіла в 2,0 рази сприяє збільшенню механічного ККД в 1,1 рази, при цьому раціональним діапазоном оборотів роторно-поршневого двигуна є 800...1200 хв⁻¹.

ЛІТЕРАТУРА

- [1] Алексеев И.В. Автомобильные двигатели: Учебник для вузов. 3 изд. / И.В. Алексеев, К.А. Морозов, М.Г. Шатров. М.: Академия, 2013. 464 с.
- [2] Двигатели внутреннего сгорания. Теория поршневых и комбинированных двигателей / Под ред. А.С. Орлина, М.Г. Круглова. М.: Машиностроение, 1983. 289 с.
- [3] Диагностика и техническое обслуживание машин: Учебник / А.Д. Ананьин, В.М. Михлин, И.И. Габитов и др. М.: Издательский центр «Академия», 2008. 432 с.
- [4] Путинцев С.В. Механические потери в поршневых двигателях: Учебное пособие / С.В. Путинцев. М.: МГТУ им. Н. Баумана, 2011. 288 с.
- [5] Митрофанов, О. С., Шабалін, Ю. В., Бірюк, Т. Ф., & Єфеніна, Л. О. (2019). *Пат. на винахід України № 120489. Поршнева машина*; заявл. № а201902189 10.09.2019 р.; опубл. 10.12.2019 р., бюл. № 23.

Analysis of Mechanical Losses of Rotor-Piston Engine 12RPD 4.4/1.75

O. S. Mytrofanov, Proskurin A. Yu., A. S. Poznanskyi,

Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. The results of experimental studies of the mechanical losses power of a rotor-piston engine of a promising design with a joint-cam mechanism of motion conversion are presented. Experimental studies are aimed at solving the problem of increasing the efficiency of converting the potential energy of a compressed working body into mechanical work. Quantitative values of the power components of the mechanical losses of the rotary-piston engine (friction losses and losses associated with the implementation of pumping strokes) were experimentally determined depending on the main operating parameters of the engine (revolutions and working pressure in the intake receiver).

Key words: rotary-piston engine; hinge-cam movement mechanism; compressed air; experimental stand; power of mechanical losses; mechanical efficiency.

УДК662.767.

КОМПЛЕКСНЕ ВИРОБНИЦТВО АЛЬТЕРНАТИВНИХ ПАЛИВ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ БЕЗПЕКИ УКРАЇНИ

Семенов М.М.

доцент НУК кафедри суднових енергетичних установок та теплоенергетики

Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова

м. Миколаїв, Україна

mikola.semenov@nuos.edu.ua

Шаповалов Ю.О.

Доцент, кандидат технічних наук

доцент кафедри суднових енергетичних установок та теплоенергетики

Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова