

зовнішнього згоряння збільшені в кілька разів у порівнянні з двигуном внутрішнього згоряння, а максимальна температура продуктів згоряння в камері згоряння знижена до 800-1300 К, що зумовлює високі екологічні характеристики двигуна, мінімальні втрати теплоти з відпрацьованими газами.

На режимах холостого ходу і часткових навантажень, які є визначальними для автомобільних двигунів, що працюють в міському циклі, температуру відпрацьованих газів підтримують не нижче температури навколишнього середовища шляхом зміни подачі палива в камеру згоряння і тривалості відкриття впускного клапана.

Існуюча розрахункова модель дозволяє визначити показники двигуна зовнішнього згоряння при створенні його шляхом конвертації ДВЗ. Кінцевою метою розрахунку є побудова індикаторної діаграми, що представляє собою зміну тиску робочого тіла в надпоршневій порожнині протягом циклу. Це дозволяє оцінити техніко-економічні показники двигуна зовнішнього згоряння і порівняти їх з показниками базового ДВЗ.

Література

1. Дьяченко В.Г. Двигатель внешнего сгорания – проблемы, перспективы / В.Г. Дьяченко, А.И. Воронков, О.Ю. Линьков, И.Н. Никитченко // Двигатели внутреннего сгорания. – 2010. – №1. – С. 113-120.

2. Воронков О.І. Розробка та дослідження нагрівача стиснутого повітря, що надходить до пневмодвигуна / О.І. Воронков, І.М. Нікітченко // 76 науково-технічна й науково-методична конференція університету. – 2012. – С. 9.

3. Абрамчук Ф.І. Стенд для випробування і дослідження пневмодвигунів / Ф.І. Абрамчук, О.І. Воронков, А.І. Харченко, С.С. Жилін, І.М. Нікітченко, В.С. Червяк // Двигатели внутреннего сгорания: Всеукр. науч.-техн. журнал. – 2011. – № 2. – С. 113–118.

Прохоренко Андрій Олексійович, д.т.н., проф. ХНАДУ

Грицюк Олександр Васильович, д.т.н., проф. ХНАДУ

Кузьменко Анатолій Петрович, к.т.н., доц. ХНАДУ

Авраменко Андрій Миколайович, к.т.н., ст. викл. ХНАДУ

Федоренко Кирило Русланович, магістрант ХНАДУ

Юрченко Ростислав Валерійович, магістрант ХНАДУ

НАУКОВІ ПІДСТАВИ ІННОВАЦІЙ КОНСТРУКЦІЇ АВІАЦІЙНОГО ДИЗЕЛЯ ХАДИ-100А

З середини ХХ століття в якості силових установок літальних апаратів найбільш широкого поширення набули газотурбінні двигуни, що визначається їх високою питомою потужністю. Однак, велика вартість, як самих газотурбінних двигунів, так і палива для них, низька ефективність його використання при невисокій потужності, знову відновлює попит на використання поршневих дизельних двигунів для малої авіації [1].

Наразі широко поширеною практикою є конвертація автомобільних

двигунів для авіаційного застосування. Яскравим прикладом може служити продукція фірм «Continental Motors» (США) і «Austro Engine» (Австрія), які успішно випускають і встановлюють на легкомоторні літаки двигуни, створені на базі автомобільного дизеля Mercedes-Benz OM640 [2-4].

Базовою моделлю для двигуна, що створюється є автомобільний дизель 4ДТНА, генерального розробника ХКБД (м. Харків), створений у 2000 р. [5]. Замовником продукту є науково-виробниче підприємство ТОВ "Рамзай" (м. Київ), яке спеціалізується на розробках середніх безпілотних літальних апаратів.

Передбачуваними конструктивними відмінностями дизеля ХАДИ-100А від базового двигуна є:

- Підвищена на 30% номінальна потужність завдяки застосуванню конструктивних змін у системі газотурбінного наддуву та паливної апаратурі.
- Застосування електроприводного повітряного компресора для забезпечення максимальної потужності дизеля на злітному режимі та номінальної потужності дизеля при роботі на висоті до 5000 м.
- Підвищена надійність шатунних підшипників колінчастого валу за рахунок збільшення опорної ширини вкладишів.
- Зменшені маси колінчастого валу (на 3 кг) та маховика (до 8 кг).
- Полегшення маси всього двигуна загалом на 15 кг завдяки використанню алюмінієвого сплаву та полімерів при виготовленні кришки головки циліндрів, піддону блок-картера та деяких інших корпусних деталей.
- Застосування в системі змащення повітряного масляного радіатора замість водо-масляного теплообмінника.
- Інші дрібні конструктивні та дизайнерські відмінності у корпусних деталях, механізмах, системах і окремих агрегатах.

Заявлені параметри дизеля, що розробляється наведені у табл. 1. Звичайно, для досягнення цих параметрів та забезпечення необхідних конструктивних відмінностей потребується наукове обґрунтування деяких новацій. Зокрема, у даній доповіді розглядається аналіз та вирішення таких наукових питань:

- Вибір та обґрунтування схеми наддуву.
- Зменшення аеродинамічного опору газових каналів.
- Підвищення надійності роботи шатунних підшипників.

Таблиця 1 – Основні параметри дизеля ХАДИ-100А

Найменування параметру	Значення параметру
Номінальна потужність	88 кВт
Максимальна потужність (на злітному режимі)	103 кВт
Номінальна частота обертання	3600–3700 хв ⁻¹
Тиск наддуву (абсолютний)	0,27–0,28 МПа
Часова витрата палива (номінальна)	23–25 кг/год.
Циклова подача палива (номінальна)	68–72 мм ³ /цикл
Питома ефективна витрата палива (номінальна)	230–240 г/(кВт·год.)
Максимальний тиск згоряння	16 МПа

Запропонована схема наддуву із застосуванням вільного ТКР і послідовним приводним компресором представлена на рис. 1. Мається на увазі, що першим по потоку повітря встановлено приводний компресор, який, разом зі своїм проміжним охолоджувачем на виході, поставляє в компресор ТКР повітря з параметрами нормальних умов. Такі схеми зазвичай використовуються в разі потреби підвищення сумарної ступеня підвищення тиску, вимагають точного узгодження характеристик роботи лопаткових машин між собою, а також з видатковою характеристикою поршневого двигуна.

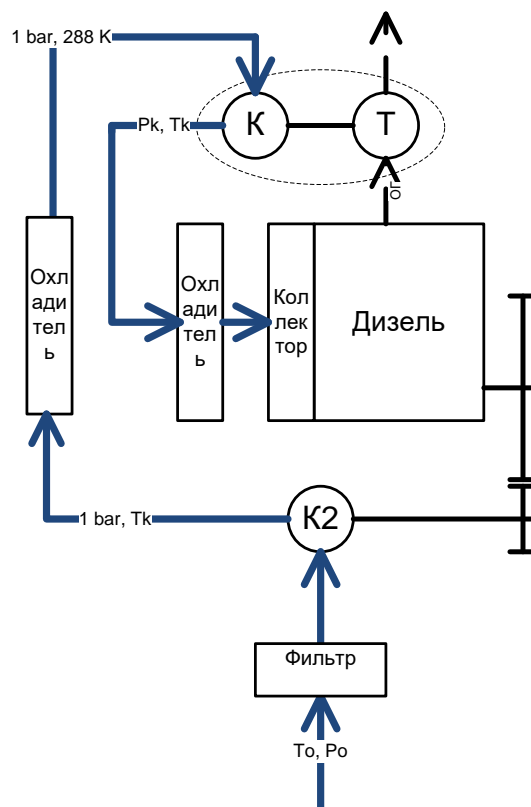


Рисунок 1 – Схема наддуву дизеля: K – компресор турбокомпресора, T – турбіна турбокомпресора, $K2$ – автономний привідний компресор

В результаті розрахункового аналізу роботи цієї схеми встановлено, що для застосування на дизелі для забезпечення його висотності до 5000 м над рівнем моря потрібен автономний електричний привідний повітряний компресор з параметрами: потужність – 8,5 кВт, ступінь підвищення тиску – 2, витрата повітря, що забезпечується – 0,16 кг/с.

Результати розрахунку аеродинамічного опору газових каналів представлені на рис. 2. Крім того, в табл. 2. Наведені результати дослідження значення аеродинамічного спротиву впускного каналу від чистоти поверхні його стінок при продувці з надлишковим тиском 15 кПа.

Таблиця 2 – Аеродинамічний спротив впускного каналу

Чистота поверхні, Rz, мкм	Витрата повітря Q, кг/с	Аеродинамічний спротив, dp, Па
320	0,100621	1618
120	0,101661	1394
20	0,102816	1188

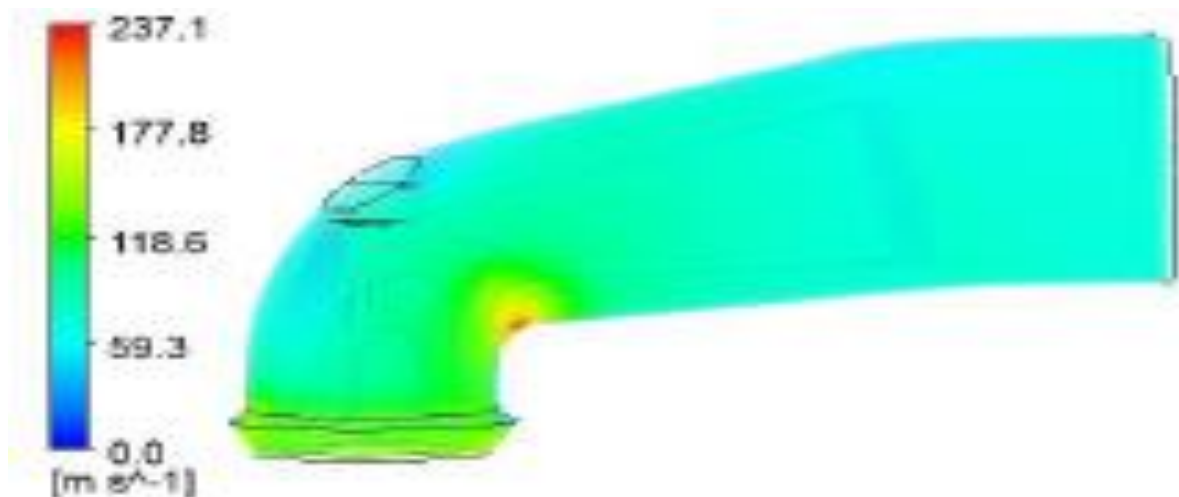


Рисунок 2 – Результати розрахунку аеродинамічного опору газових каналів

Як видно з таблиці, з підвищення чистоти обробки поверхні каналу можливо поліпшення його витратної характеристик на 3%.

Результати моделювання роботи шатунних підшипників у вигляді мінімального (h_{\min}) та середнього ($h_{\text{ср}}$) за робочий цикл значення шару рідини в його зазорі в залежності від марки використаного мастила наведені на рис. 3.

Виконане дослідження роботи шатунних підшипників дозволило:

- Визначити оптимальний діаметральний зазор у шатунних підшипниках.
- Визначити вплив марки мастила на надійність роботи підшипників.
- Підтвердити правильність вибору місця розташування масляного отвору.
- Визначити раціональне значення довжини опорної поверхні підшипника.

Таким чином, за результатами представленого дослідження можна зробити **висновки**:

1. Заявлено концепцію створення малолітражного авіаційного дизеля ХАДИ-100А потужністю 100 кВт.

2. Встановлено наукові шляхи вирішення технічних задач щодо:

- забезпечення номінальної потужності двигуна на злітному та висотних режимах;
- підвищення надійності роботи підшипників;
- покращення параметрів газообміну.

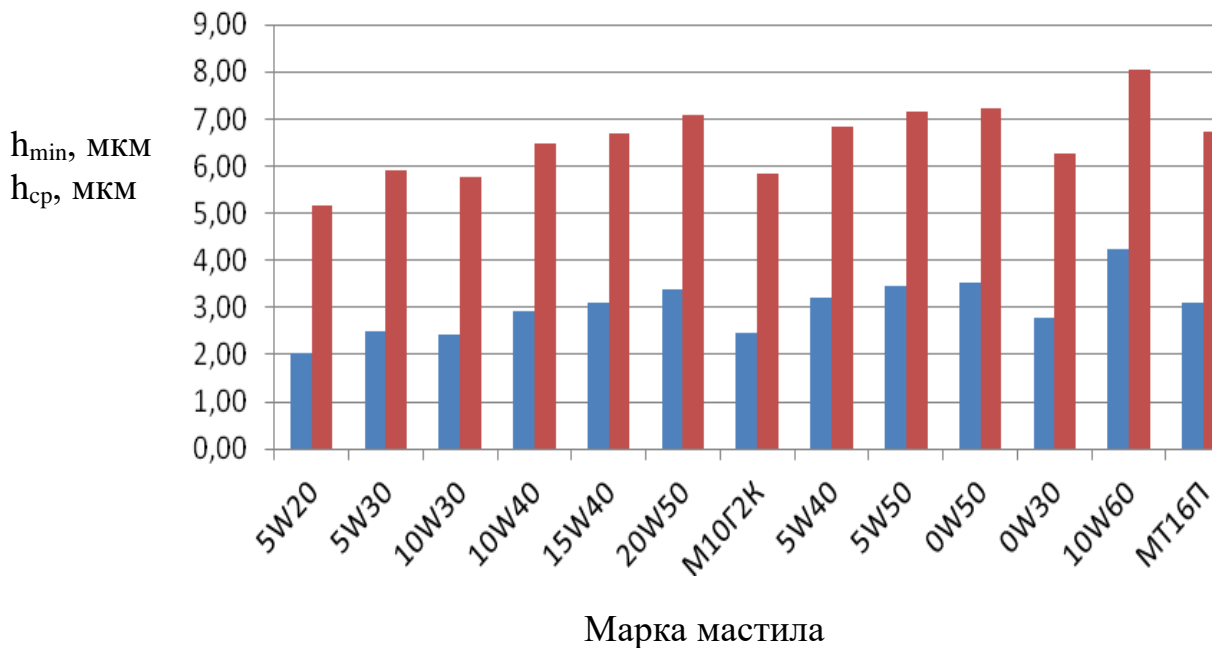


Рисунок 3 – Результати моделювання роботи шатунних підшипників

Література

1. Логинов В. В. Анализ летно-технических характеристик и экономических показателей легкого регионального самолета с авиационным дизельным и газотурбинным двигателями / В. В. Логинов, Е. А. Украинец, И. Ф. Кравченко, А. В. Еланский // Авиационно-космическая техника и технология. – 2014. – № 10. – С. 35–48.
2. Continental CD-135 Jet-A Engine [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.continentalmotors.aero/diesel/engines/cd135.aspx> – 15.04.2020.
3. CD-135 – kerosene piston engine with 135 hp [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.continentaldiesel.com/typo3/index.php?id=101&L=1> – 15.08.2020.
4. AE300/AE330 Key Benefits [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.austroengine.at/uploads/pdf/mod_products9/AE330FactSheet.pdf – 15.08.2020.
5. Техніко-економічне обґрунтування необхідності державної підтримки у виконанні інноваційно-інвестиційного проекту «Розроблення та впровадження у виробництво малолітражного автомобільного дизеля потужністю 100 - 175 к.с. подвійного призначення (Слобожанський дизель)» : монографія / За ред. Ф. І. Абрамчука, О. В. Грицюка, І. А. Дмитрієва. – Х.: ХНАДУ, 2012. – 164 с.