

Затверджую

Проректор з НР Національного
аерокосмічного університету
ім. М. Є. Жуковського «Харківський
авіаційний інститут»
д.т.н., с.н.с. Павліков В. В.
«16» 02 2020 р.



ВИТЯГ

з протоколу № 8 від « 5 » березня 2020 р.

розширеного засідання кафедри конструкції авіаційних двигунів (№ 203)

Національного аерокосмічного університету ім. М. Є. Жуковського «ХАІ»

з обговорення дисертаційної роботи Нгуен Ван Зионга

«Розробка конструкції поршня середньообертового дизеля із застосуванням модернізованого методу визначення термонапруженого стану»,
що подається на здобуття вченого ступеня доктора філософії
за спеціальністю 142 – Енергетичне машинобудування

БУЛИ ПРИСУТНІ:

Від кафедри 203: завідувач кафедри д.т.н., професор Єпіфанов С. В., д.т.н., професор Білогуб О. В., к.т.н., професор Гусєв Ю. О., д.т.н., професор Гольцов А. С., к.т.н., доцент Гаркуша О. І., к.т.н., доцент Чигрин В. С., к.т.н., доцент Суховій С. І., старший викладач Марценюк Є. В.

запрошені: д.т.н., доцент, завідувач кафедри аерокосмічної теплотехніки Гакал П. Г., к.т.н., доцент, доцент кафедри аерокосмічної теплотехніки Петухов І. І., к.т.н., доцент, доцент кафедри аерокосмічної теплотехніки Михайленко Т. П.

СЛУХАЛИ: доповідь аспіранта Нгуен Ван Зионг про його дисертаційну роботу «Розробка конструкції поршня середньообертового дизеля із застосуванням модернізованого методу визначення термонапруженого стану», що подається на здобуття вченого ступеня доктора філософії за спеціальністю 142 – Енергетичне машинобудування.

Тема кандидатської дисертації затверджена на засіданні вченої ради Національного аерокосмічного університету ім. М. Є. Жуковського «ХАІ» 18.10.2017, протокол № 3. Нова редакція теми кандидатської дисертації затверджена на засіданні вченої ради Національного аерокосмічного університету ім. М. Є. Жуковського «ХАІ» 18.12.2020, протокол № 5.

На плагіат робота перевірена в системі UNICHECK 25 лютого 2020 р. Текст рукопису не містить ознак академічного шахрайства.

Відповіді аспіранта Нгуен Ван Зионга на запитання присутніх

Було задано 18 питань.

ПИТАННЯ ЗАДАЛИ: професор Єпіфанов С. В., доцент Гакал П. Г., доцент Петухов І. І., професор Гусєв Ю. О., професор Гольцов А. С., доцент Гаркуша О. І.

ВИСТУПИЛИ: професор Єпіфанов С. В., професор Гусєв Ю. О., професор Гольцов А. С.

У результаті обговорення дисертаційної роботи Нгуен Ван Зионга «Розробка конструкції поршня середньообертового дизеля із застосуванням модернізованого методу визначення термонапруженого стану» було підкреслено актуальність, новизну, теоретичне та практичне значення роботи і зроблено наступний висновок.

Висновок про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації Нгуен Ван Зионга на тему «Розробка конструкції поршня середньообертового дизеля із застосуванням модернізованого методу визначення термонапруженого стану» на здобуття наукового ступеня доктора філософії галузі знань 14 Електрична інженерія за спеціальністю 142 Енергетичне машинобудування

Актуальність теми

Тема дисертаційної роботи Нгуен Ван Зионга пов'язана із модернізацією методу визначення термонапруженого стану конструкцій деталей двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ) та застосуванням його при розробці поршня середньообертового дизеля.

Сучасний етап розвитку двигунобудування характеризується створенням нових конструкцій ДВЗ, що забезпечують комплексне поліпшення техніко-економічних показників, а саме, екологічності, паливної економічності, питомої потужності, надійності, терміну експлуатації. У той же час істотно зростає теплове навантаження на поршень, що негативно впливає на показники його параметричної та фізичної надійності.

Збільшення паливної економічності, питомої потужності дизелів, при одночасному підвищенні надійності і терміну експлуатації є складною науково-технічною задачею. Її пов'язують зі зменшенням механічних втрат і придатності до розтріскування камери згоряння (КЗ) поршня при форсуванні двигунів, умови експлуатації яких характеризуються частими і суттєвими змінами навантажень і роботою матеріалів на межі міцності.

Рішення задач теплопровідності з використанням комп'ютерно-інтегрованих автоматизованих систем дозволяє ще на стадії проектування моделювати стаціонарне і нестаціонарне температурне поле деталей двигуна. Ці дані є вихідними для подальшого розрахунку термічних напружень, що виникають на стаціонарних режимах і при накиді та скиданні навантаження двигуна. Це дозволяє оцінити динаміку зміни цих напруг, ресурсну міцність і довговічність деталей, внести зміни в їх конструкцію.

Дослідження, результати яких представлені в дисертаційній роботі, виконано на кафедрі конструкції авіаційних двигунів Національного аерокосмічного університету ім. М. Є. Жуковського «ХАІ» у рамках позабюджетної теми «Моделювання стану конструкцій, вузлів, систем та деталей двигунів і енергетичних установок» № 0119U002516.

Нгуен Ван Зионг є аспірантом Національного аерокосмічного університету ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут» з 2017 року. Його наукова діяльність пов'язана з моделюванням робочого процесу ДВЗ і моделюванням складного

напружено-деформованого стану поршня. У значній мірі результатом цієї наукової діяльності і стала ця дисертаційна робота.

Формулювання наукової задачі, розв'язання якої отримано в дисертації

Актуальна наукова задача: модернізація методу визначення термонапруженого стану поршня через уточнення граничних умов (ГУ) теплообміну через поверхні поршня.

Метою дисертаційної роботи є розробка варіанту конструкції полегшеного поршня середньообертового дизеля з ресурсом не нижче, ніж у штатного, з використанням методів комп'ютерно-інтегрованого проектування.

Для досягнення поставленої мети в роботі визначені такі основні завдання:

1. Аналіз сучасного стану методів, моделей і методик прогнозування температурного і термонапруженого стану поршня дизеля і ресурсної міцності його КЗ.
2. Розробка інструменту для теплового розрахунку.
3. Аналіз застосовності відомих полуемпіричних формул щодо теплообміну між робочим тілом і КЗ.
4. Розробка конструкції поршня зі зменшеною масою для дизелів типу Д100.
5. Моделювання коефіцієнтів тепловіддачі до масла у внутрішній порожнині поршня в умовах змінної гравітації.
6. Моделювання термічного опору в зазорах циліндропоршневої групи і його впливу на температурне поле поршня дизеля.
7. Визначення еквівалентних ГУ на поверхні КЗ поршня, оптимізація конструкція поршня і оцінка його міцності на прикладі дизеля типу Д100.
8. Моделювання складного напружено-деформованого стану поршня в перехідному режимі дизеля, синтез профілю поршня.

Наукова новизна отриманих результатів

1. Вперше реалізовано комплексний підхід до визначення граничних умов при моделюванні складного напружено-деформованого стану, що включає одночасне урахування параметрів робочого процесу, параметрів нагріву охолоджуючої рідини і масла, впливу прискорення поршня на теплопередачу в охолоджуюче масло і впливу теплопровідності в зазорах.
2. Модернізовано методику розрахунку робочого процесу двотактного дизельного двигуна типу Д100 в частині розрахунку процесу в період початку згоряння і в період газообміну.
3. Проведено аналіз застосовності відомих формул для визначення теплових граничних умов по поверхнях КЗ, рекомендовано для подальших досліджень формули, запропоновані професорами Г. Розенблітом і Р. Кавтарадзе. Показано, що можливе застосування і інших формул при їх відповідній модернізації.
4. Отримано регресивні залежності коефіцієнту тепловіддачі на усіх поверхнях поршня від режиму роботи дизеля.
5. Вперше проведено дослідження впливу змінного прискорення поршня на коефіцієнт тепловіддачі при струменевому масляному охолодженні внутрішньої порожнини поршня.

Практична цінність отриманих результатів

1. Отримано теплові граничні умови на внутрішній поверхні днища поршня в умовах масляного струминного охолодження і змінного гравітаційного поля.

2. Розроблено і оптимізована конструкцію полегшеного (на 45%) поршня для двигуна 10Д100, що забезпечує зниження механічних втрат до 2,5% і забезпечує ресурс на рівні штатної конструкції.

3. Отримано значення теплових опорів в місцях сполучення поршневого кільця з канавкою поршня і в зазорі поршень - циліндр.

4. Запропоновано профіль поршня, що забезпечує мінімально можливий зазор у сполученні «поршень-циліндр».

5. Запропонована методика розробки поршня перевірена на конструкції поршня для дизеля Д80 (Д49).

Використання результатів роботи

Результати дисертаційних досліджень реалізовано в навчальному процесі на кафедрі Конструкції авіаційних двигунів Національного аерокосмічного університету ім. М. С. Жуковського.

Повнота викладення матеріалів дисертації в публікаціях

Наукові результати дисертації опубліковано в 4 статтях у наукових професійних виданнях України, підготовлено і прийнято до друку 2 статті у виданнях, що реферуються в базі даних Scopus. Крім того, опубліковано розділ в колективній монографії, і тези в 6 збірниках доповідей міжнародних наукових і науково-практичних конференцій.

Головними з цих публікацій, що відображають основні наукові результати, є наступні:

1. Разработка конструкции «легкого» поршня для дизелей типа Д100 [Текст] / А. В. Белогуб, В. З. Нгуен, О. Ю. Линьков и др. // Двигатели внутреннего сгорания. – 2016. - №1. – С. 50-55. URL : <http://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/23480>

2. Нгуен, В. З. Расчёт процесса теплоотдачи в дизельном двигателе типа Д-100 с использованием известных α -формул [Текст] / В. З. Нгуен, А. В. Белогуб // Двигатели внутреннего сгорания. – 2018. – №1. – С. 14-20. URL: <http://dvs.khpi.edu.ua/article/view/0419-8719.2018.2.03/142307>

3. Нгуен, В. З. Определение граничных условий для расчета термонапряженного состояния поршня [Текст] / В. З. Нгуен, А. В. Белогуб // Авиационно-космическая техника и технология – 2019. - №1. – С. 39-47. URL: https://www.researchgate.net/publication/331659473_OPREDELENIE GRANICNYH USLOVIJ_DLA RASCETA TERMONAPRAZENNOGO SOSTOANIA PORSNA

4. Нгуен, В. З. Термические сопротивления в зазорах цилиндропоршневой группы и их влияние на температурное поле поршня дизеля типа Д100 [Текст] / В. З. Нгуен, А. В. Белогуб // Вестник двигателестроения – 2019. - №2. – С. 166-174. URL: <http://vd.zntu.edu.ua/article/view/180349>

5. Нгуен, В. З. Метод прогнозирования полей температур и напряжений поршня ДВС [Текст] : монография / В. З. Нгуен, А. В. Белогуб // Система и средства транспорта. Проблемы эксплуатации и диагностики. – Херсон : ХДМА, 2019. – С. 9-27.

6. A Bilohub Analysis of heat transfer coefficients for simulation of the heat exchange between oil and the internal cavity faces of the isolated piston at variable gravity conditions [Text] / A Bilohub, N Van Duong, F Sirenko, V Savchuk, I Bilousov, R Symonenko and I Zajačko // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 776 (2020) 012020. – 2020. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/776/1/012020> (Scopus).

У наукових статтях, опублікованих у співавторстві, автору належать наступні результати:

- розробка варіантів конструкції поршня [1];
- аналіз застосовності відомих α -формул [2];
- розробка методу визначення ГУ на поверхні поршня [3, 4, 5, 6], включаючи визначення ГУ на внутрішній поверхні днища поршня, визначення ГУ на боковій поверхні і на поверхні КЗ поршня;
- моделювання складного напружено-деформованого стану поршня [5]; результати дисертаційного дослідження опубліковано в монографії [5];

Таким чином, у наведених вище публікаціях результати і висновки, що містяться в дисертації Нгуен Ван Зионга, відображені досить повно.

Апробація результатів дисертаційних досліджень проводилася на регулярних засіданнях і семінарах кафедри Конструкції авіаційних двигунів Національного аерокосмічного університету ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», а також у наступних основних доповідях на міжнародних науково-технічних конференціях:

1. Альтернативный поршень для двухтактных дизелей типа Д100 [Текст] / А. В. Белогуб, В. З. Нгуен, О. Ю. Линьков и др. // XXI Міжнар. конгрес двигунобудівників : тез. доп. Національний аерокосмічний ун-т «Хар. авіац. ін-т». – Х., 2016. – С. 44-45.
2. Нгуен, В. З. Анализ применимости известных формул теплоотдачи от рабочего тела к внутренним поверхностями цилиндра для дизеля типа Д 100 [Текст] / В. З. Нгуен, А. В. Белогуб // XXIII Міжнар. конгрес двигунобудівників : тез. доп. Національний аерокосмічний ун-т «Хар. авіац. ін-т». – Х., 2018. – С. 52.
3. Нгуен, В. З. Определение граничных условий для расчета термонапряженного состояния поршня ДВС на примере двигателей типа Д100 [Текст] / В. З. Нгуен, А. В. Белогуб // Материалы Междунар. науч.-практ. конф. посвященной памяти профессоров Фомина Ю. Я. и Семенова В. С., 24-28 апреля 2019 г., - Одесса, 2019. – С. 224.
4. Нгуен, В. З. Моделирование параметров теплопередачи в зазорах цилиндропоршневой группы 2-тактного дизеля и их влияние на температурное поле поршня [Текст] / В. З. Нгуен, А. В. Белогуб // XXIV Міжнар. конгрес двигунобудівників : тез. доп. Національний аерокосмічний ун-т «Хар. авіац. ін-т». – Х., 2019. – С. 52-53.
5. Нгуен В. З., Белогуб А. В. Разработка программы расчета рабочего процесса типа Д100 . Інтегровані комп'ютерні технології в машинобудуванні. ІКТМ-2018 : тез. докл. Всеукраїнської наук.-техн. конф. Харків : Нац. аерокосм. ун-та ім. М. Є. Жуковського «ХАІ», 2018. Т. 1. С. 112.
6. Nguyen Van Duong Thermal-Stress State of the Piston During Transient Diesel Operation, Synthesis of the Piston Profile [Text] / N. V. Duong, O. Bilohub, Ye. Martseniuk // International Scientific and Technical Conference Integrated Computer Technologies in Mechanical Engineering (ICTM 2019). – <https://khai.edu.ua/nauka/konferentsiyi/iktm1/>

Оцінка мови та стилю дисертації

Дисертацію написано українською мовою, розгорнуту анотацію – українською. Дисертація та анотація, яка відповідає змісту дисертації та відображає основні положення, оформлені згідно з вимогами до дисертацій доктора філософії. Стиль викладення матеріалів забезпечує доступність їх сприйняття.

Відповідність змісту дисертації спеціальності, за якою вона подається до захисту

Зміст дисертації Нгуен Ван Зионга відповідає спеціальності 142 – Енергетичне машинобудування і, відповідно до наказу МОН України від 06 листопада 2015 року № 1151 (у редакції наказу МОН України від 12 квітня 2016 року № 419), паспорту спеціальності 05.05.03 – Двигуни та енергетичні установки згідно до наступних пунктів:

2 – ... математичне моделювання, системний аналіз і синтез термодинамічних ... процесів у двигунах, енергоустановках і їх елементах;

3 –... вплив робочих тіл, теплоносіїв і мастильних матеріалів на характеристики двигунів і енергоустановок ...;

4 – конструкції двигунів і енергоустановок, розроблення деталей, вузлів, агрегатів;

5 – розроблення розрахункових і експериментальних методів визначення міцності, надійності та ресурсу двигунів та енергоустановок; їх ресурсне проектування.

Також зміст дисертації відповідає п. 6, 10, 12 потенційної тематики наукових досліджень спеціальності 142 тимчасової освітньо-наукової програми, що схвалена Вченою радою Національного аерокосмічного університету ім. М. Є. Жуковського «ХАІ», протокол №8 від 23 березня 2016 р.:

6. Фізичне та математичне моделювання, системний аналіз і синтез термодинамічних, гідродинамічних, газодинамічних, електродинамічних, електрохімічних та інших процесів в двигунах, енергоустановках та їх елементах.

10. Конструкції двигунів і енергоустановок. Розробка деталей, вузлів, систем та агрегатів. Компресорна та турбодетандерна техніка.

12. Міцнісний стан основних деталей і вузлів двигунів та газових та парогазових установок, питання напруженого, термонапруженого та вібраційного стану. Розробка розрахункових та експериментальних методів визначення міцності, надійності і ресурсу двигунів та енергоустановок; їх ресурсне проектування.

Рекомендація до захисту

Дисертаційна робота на здобуття ступеня «доктор філософії» Нгуен Ван Зионга «Розробка конструкції поршня середньообертового дизеля із застосуванням модернізованого методу визначення термонапруженого стану» є завершеним дослідженням, що виконано на високому науково-технічному рівні, в якому вирішено актуальну задачу. Поставлені завдання, наукові положення та рекомендації всебічно обґрунтовано та переконливо аргументовано. Отримані Нгуен Ван Зионгом результати мають значну наукову і практичну цінність. Представлена дисертаційна робота Нгуен Ван Зионга «Розробка конструкції поршня середньообертового дизеля із застосуванням модернізованого методу визначення термонапруженого стану» задовольняє вимогам п. 10, 11 «Про проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії» до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора філософії.

З урахуванням викладеного на розширеному засіданні кафедри Конструкції авіаційних двигунів Національного аерокосмічного університету ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут» винесено пропозицію поставити на голосування два питання:

- 1) ухвалити в цілому доповідь Нгуен Ван Зионга;
- 2) рекомендувати дисертацію Нгуен Ван Зионга «Розробка конструкції поршня середньообертового дизеля із застосуванням модернізованого методу визначення термонапруженого стану» до попереднього розгляду та захисту у спеціалізованій раді за спеціальністю 142 – Енергетичне машинобудування.

Результати голосування присутніх на розширеному засіданні кафедри:

Перше питання: «за» – 11, «проти» – немає, «утримались» – немає.

Друге питання: «за» – 11, «проти» – немає, «утримались» – немає.

Згідно з результатами голосуванням постановлено затвердити рішення.

На засіданні також обговорено кандидатури фахівців, що працюють у галузі енергетичного машинобудування, зокрема досліджень ДВЗ, що можуть бути опонентами обговорюваної роботи. Рекомендовано звернутися до завідувача кафедри «Двигуни внутрішнього згоряння» Національного технічного університету «ХПІ» д.т.н., професора Пильова Володимира Олександровича та професора кафедри «Двигуни внутрішнього згоряння» Харківського національного автомобільно-дорожнього університету, д.т.н., професора Абрамчука Федора Івановича з пропозицією бути опонентами представленої роботи.

Рецензент, д-р техн. наук, доц.



Гакал П. Г.

Рецензент, канд. техн. наук, доц.



Петухов І. І.

Голова фахового семінару,
д-р техн. наук, професор



Єпіфанов С. В.

Секретар фахового семінару,
канд. техн. наук, доц.



Суховій С. І.