

Український державний університет залізничного транспорту

Кафедра «Машинобудування та технічний сервіс машин»

Дослідження резервів підвищення ефективності механізму газорозподілу
двигуна 6 ЧН – 13/11,5

Пояснювальна записка та розрахунки

до дипломної роботи магістра

ДПМГР.2414.00.000.000 ПЗ

Розробив:

студент групи 211-БКМ-Д23

спеціальності 133 – галузеве машинобудування

(роботу виконано самостійно, відповідно до принципів академічної доброчесності)

Олександр ЛИТВИШКО

Керівник: канд. техн. наук

Олексій СУРАНОВ

Рецензент: доцент, канд. техн. наук

Андрій НИКИТИНСЬКИЙ

Харків - 2025

Український державний університет залізничного транспорту

Факультет «Будівельний»

Кафедра «Машинобудування та технічний сервіс машини»

Рівень вищої освіти: другий (магістерський)

Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»

Освітня програма «Будівельні, колійні, гірничі та нафтопромислові машини»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри,

професор, д-р техн. наук



Сергій Воронін

«01» жовтня 2024 р.

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ

Литвишко Олександрю Юрійовичу

1. Тема роботи «Дослідження резервів підвищення ефективності механізму газорозподілу двигуна 6ЧН-13/11,5».

Керівник роботи: Суранов Олексій Олексійович канд.. техн.. наук, затверджено розпорядженням по будівельному факультету від «30» 09.2024 р. № 10.

2. Строк подання студентом закінченої роботи «30» 12. 2024 року.

3. Вихідні дані:

3.1 Креслення двигуна 6ЧН-13/11,5

3.2 Патентні дані по конструкціям регульованих механізмів газорозподілу ДВЗ

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

4.1 Аналітичний огляд досліджень за темою роботи;

4.2 Розрахункова конструкторська та дослідницька частина;

4.3 Техніко-економічний розрахунок;

4.4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях;

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

5.1 Трактор ТБ-150 1 лист А1;





5.2 Дизельний двигун СМД-62– 1 листа А1;

5.3 Розподільний вал СМД-62;

5.4 Аналіз шляхів підвищення паливної економічності двигунів 1 лист А1;

- 5.5 Дослідження ефективності методів проектування кулачків МГР 1 лист А1;
- 5.6 Основні розрахункові залежності профілювання МГР;
- 5.7 Кінематичні характеристики пропонованого МГР;
- 5.8 Навантажувальна характеристика дизеля СМД-62;
- 5.9 Порівняння варіантів техніко-економічних показників.


6. Консультанти розділів проекту


Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Техніко-економічний розрахунок	Токмакова І.В., професор, д.е.н.		
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Козар Л.М., Доцент, к.т.н.		

7. Дата видачі завдання: 30.09.2024

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1	Аналітичний огляд досліджень за темою роботи	30.09.2024 – 20.10.2024	виконано
2	Розрахункова конструкторська та дослідницька частина	21.10.2024 – 27.10.2024	виконано
3	Техніко-економічний розрахунок	28.10.2024 – 7.11.2024	виконано
4	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	8.11.2024– 17.11.2024	виконано
5	Розробка графічного (ілюстративного) матеріалу	01.11.24 – 30.12.24	виконано

Студент  О.Ю. Литвишко

Керівник роботи  О.О. Суранов

АНОТАЦІЯ

Дана кваліфікаційна робота включає в себе 12 слайдів презентації, 100 аркушів пояснювальної записки формату А4, що включає 13 рисунків, 10 таблиць, 28 літературних джерел.

Ключові слова: ТРАКТОРИ, ДВИГУНИ ВНУТРІШНЬОГО СГОРЯННЯ, МЕЗАНІЗМ ГАЗРОЗПОДІЛУ, ПРОЕКТУВАННЯ КУЛАЧКІВ.

Об'єктом дослідження є механізм газорозподілу двигуна внутрішнього згоряння, кулачковий вал.

Метою дослідження є пошук оптимальної методики профілювання високоефективних кулачків механізму газорозподілу для поліпшення газообмінних процесів у циліндрах дизеля та економії палива на номінальному навантаженні.

У кваліфікаційній роботі на основі проведеного аналізу методик проектування кулачкових механізмів газорозподілу існуючих двигунів внутрішнього згоряння пропонується використовувати ряди Фур'є для завдання кривої прискорень штовхача. Це забезпечує найбільшу повноту діаграми підйому штовхача при виконанні усіх обмежень (технологічних, міцносних, конструктивних).

Отримані системи рівнянь для розрахунків та проектування високоефективних механізмів газорозподілу, які за допомогою теорії математичного планування експерименту дозволяють отримати кулачкові механізми з оптимальними характеристиками.

ABSTRACT

This qualification work includes 12 presentation slides, 100 sheets of A4 explanatory note, including 13 figures, 10 tables, and 28 literary sources.

Keywords: TRACTORS, INTERNAL COMBUSTION ENGINES, GAS DISTRIBUTION MECHANISM, CAM DESIGN.

The object of the study is the gas distribution mechanism of an internal combustion engine, a camshaft.

The purpose of the study is to find the optimal method for profiling highly efficient cams of the gas distribution mechanism to improve gas exchange processes in diesel cylinders and save fuel at rated load.

In the qualification work, based on the analysis of the methods for designing cam mechanisms of gas distribution of existing internal combustion engines, it is proposed to use Fourier series to set the pusher acceleration curve. This provides the greatest completeness of the pusher lift diagram when all restrictions (technological, strength, design) are met.

Systems of equations for calculations and design of highly efficient gas distribution mechanisms are obtained, which, using the theory of mathematical planning of the experiment, allow to obtain cam mechanisms with optimal characteristics.

Зміст

Вступ	6
1 Шляхи підвищення паливної економічності двигунів внутрішнього згорання	7
1.1 Регулювання кількості робочих циліндрів ДВЗ	7
1.2 Регулювання параметрів механізмів газорозподілу	11
1.3 Гідростатичні регульовані механізми газорозподілу	17
1.4 Дослідження ефективності різних методів профілювання кулачків механізмів газорозподілу	34
2 Метод проектування високоефективних МГР	46
2.1 Використання рядів Фур'є для профілювання кулачків МГР	48
2.2 Аналіз ефективності МГР за допомогою методів математичного планування експерименту	56
2.3 розрахункові дослідження паливної економічності дизеля 6 ЧН 13/11,5 (СМД-62)	64
3 Економічний розрахунок	68
3.1 Розрахунок капітальних вкладень на придбання машин	68
3.2 Розрахунок річної продуктивності машини	72
3.3 Розрахунок собівартості та проекту ціни машино-години	74
3.4 Годинні витрати	75
3.5 Розрахунок економічного ефекту	79
4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	87
4.1 Коротка характеристика об'єкту дослідження	87
4.2 Аналіз умов праці	88
4.3 Заходи з охорони праці	88
4.4 Надзвичайні ситуації та подолання їх наслідків	90
4.5 Пожежна безпека об'єкта	92
4.6 Розрахунок часу для розчищення ділянки дороги при роботі трактора Т-150	93
Висновки	95
Список використаних джерел	96
Додаток А Участь в науково-технічних конференціях	100
Додаток Б Ілюстративний матеріал	102

ДПМГР.2414.00.00.000 ПЗ

зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата				
Розробив	Литвишко		<i>Лит</i>		Дослідження резервів підвищення ефективності механізму газорозподілу двигуна 6 ЧН – 13/11,5	Тітера	Лист	Листів
Перевірів	Суранов		<i>Суранов</i>			у	6	113
Г. контр.						УкрДУЗТ		
Н. контр.	Козар		<i>Козар</i>			Кафедра МТСМ		
Затвер.	Воронін		<i>Воронін</i>					

Висновки

1. Економія палива являється актуальною задачею. Для досягнення цієї мети в даній дипломній роботі знайдені шляхи економії палива на тракторах. За базовий об'єкт дослідження обраний трактор типу Т-150К.
2. Проведений аналіз патентної та технічної літератури показав, що серед безлічі принципово різноманітних конструкцій механізмів газорозподілу (МГР) найбільшу економію палива дають такі, що дозволяють відключати частину циліндрів з роботи двигуна. Але вони досить складні у реалізації, тому увага була зосереджена на МГР, що дозволяють регулювати параметри газообміну ДВЗ відповідно до навантаження. Вони простіші за конструкцію, та дешевше у реалізації.
3. Розроблені нові конструкції МГР ДВЗ, які дають можливість регулювати «час-перетин» клапанів відповідно до навантаження на двигун.
4. Аналіз економічної ефективності розробки показав, що при її використанні можливий економічний ефект.
5. Розроблені заходи щодо безпечної експлуатації нової конструкції трактора типу Т-150К.

Список використаних джерел

1 Гайдамака А. В. Деталі машин. Основи теорії та розрахунків : навч. посіб. для студентів машинобуд. спеціальностей усіх форм навчання. Харків : НТУ «ХП», 2020. 275 с. Також доступний у PDF: URL: https://web.kpi.kharkov.ua/dmpm/wp-content/uploads/sites/86/2020/09/Navchalnij_posibnik_DETALI-MASHIN.pdf (дата звернення: 17.12.2024).

2 Студентська навчальна звітність. Текстова частина (пояснювальна записка). Загальні вимоги до побудови, викладення та оформлення: метод. посіб. з додержання вимог нормоконтролю у студент. навч. звітності. 3-тє вид., допов. і перероб. / Л. М. Козар та ін.; за заг. ред. Л. М. Козара. Харків : УкрДАЗТ, 2007. 46 с. Також доступний у PDF: URL: <http://lib.kart.edu.ua/handle/123456789/3454> (дата звернення: 17.12.2024).

3 Євтушенко А. В., Стефанов Б. М., Погребняк А. В. Сучасні машини для очищення щебеневої баластної призми: конспект лекцій з дисципліни «Колійні машини». Харків: УкрДАЗТ, 2009. Ч. 1. 30 с.

4 Комплект прикладних програм з основних дисциплін кафедри БКВРМ: метод. вказівки / О. В. Суранов та ін. Харків: УкрДАЗТ, 2001. 36 с.

5 Про охорону праці: Закон України від 14.10.1992 № 2694-ХІІ // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text> (дата звернення: 22.11.2024).

6 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях: методичні вказівки до виконання розділу в дипломному проекті спеціалістів і магістрів / М. І. Ворожбіян, О. В. Костиркін, Д. С. Козодой, Б. К. Гармаш. УкрДАЗТ, 2014. 22 с. Також доступний у PDF: URL: <http://lib.kart.edu.ua/handle/123456789/7368> (дата звернення: 26.11.2024).

7 ДСТУ 2293:2014. Охорона праці. Терміни та визначення основних понять. Чинний від 2015-05-01. Київ : Мінекономрозвитку, 2015. 18 с. Також доступний у PDF: URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=61781 (дата звернення: 26.11.2024).

8 Порядок проведення медичних оглядів працівників певних категорій : затв. МОЗ України 21.05.2007. // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0846-07#Text> (дата звернення: 22.11.2024).

9 Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці : НПАОП 0.00-4.12-05 : затв. Держнаглядохоронпраці 26.01.2005 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0231-05#Text> (дата звернення: 26.11.2024).

10 Мінімальні вимоги безпеки і охорони здоров'я при використанні працівниками засобів індивідуального захисту на робочому місці: НПАОП 0.00-7.17-18: затв. Мінсоцполітики 29.11.2018, Наказ № 1804 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1494-18> (дата звернення: 26.11.2024).

11 ДСТУ EN 953:2014. Безпечність машин. Огорожі. Загальні вимоги до проектування і конструювання нерухомих та рухомих огорож; (EN 953:1997+A1:2009, IDT). Чинний від 2016-01-01. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=89715 (дата звернення: 26.11.2024).

12 Правила охорони електричних мереж : затв. Кабінетом Міністрів України 27.12.2023 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1455-2022-%D0%BF#n11> (дата звернення: 31.10.2024).

13 Правила охорони ліній електрозв'язку: затв. Кабінетом Міністрів України 29.01.1996 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/135-96-%D0%BF> (дата звернення: 26.11.2024).

14 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку: ДСН 3.3.6.037-99: затв. МОЗ України 01.12.1999 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va037282-99#Text> (дата звернення: 26.11.2024).

15 Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації: ДСН 3.3.6.039-99 :затв. МОЗ України 01.12.1999 // База даних «Законодавство України» /

Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va039282-99#Text> (дата звернення: 26.11.2024).

16 ДСТУ EN 626-1:2014. Безпечність машин. Зниження ризику для здоров'я, спричинюваного небезпечними речовинами, що їх виділяють машини. Частина 1. Принципи і технічні вимоги для виробників машин. Чинний від 2016–01–01. URL: http://ksv.do.am/GOST/DSTY_ALL/DSTY3/dsty_en_626-1-2003.pdf (дата звернення: 26.11.2024).

17 Гігієнічні регламенти хімічних речовин у повітрі робочої зони: затв. МОЗ України 04.07.2020 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0741-20#Text> (дата звернення: 26.11.2024).

18 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень: ДСН 3.3.6.042-99 :затв. МОЗ України 01.12.1999 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va042282-99#Text> (дата звернення: 26.11.2024).

19 Система стандартів безпеки праці. Промислова безпека у будівництві: ДБН А.3.2–2–2009 (НПАОП 45.2-7.02-12): затв. Мінрегіонбудом України 30.12.2011. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=25399 (дата звернення: 26.11.2024).

20 ДСТУ EN 1837:2022. Безпечність машин. Вбудоване освітлення (EN 1837:2020, IDT). Чинний від 2022–09–15. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=99130 (дата звернення: 26.11.2024).

21 Кодекс цивільного захисту України: затв. Верховною Радою України 02.10.2012 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17#Text> (дата звернення: 26.11.2024).

22 Національний класифікатор України. Класифікатор надзвичайних ситуацій : ДК 019:2010: чинний від 2011–01–01// База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va457609-10#Text> (дата звернення: 26.11.2024).

23 Класифікаційні ознаки надзвичайних ситуацій: затв. МВС України 06.08.2018 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0969-18#Text> (дата звернення: 26.11.2024).

24 ДСТУ 8855:2019. Будівлі та споруди. Визначення класу наслідків (відповідальності). Чинний від 2019-12-01. URL: http://www.utsks.com/images/My_pdf/8855_2019.pdf (дата звернення: 26.11.2024).

25 Інженерний захист територій, будівель і споруд від зсувів та обвалів. Основні положення: ДБН В.1.1-46:2017: на заміну ДБН В.1.1-3-97: затв. Мінрегіоном України 25.04.2017. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=72096 (дата звернення: 03.12.2024).

26 ДСТУ 8828:2019. Пожежна безпека. Загальні положення. Чинний від 2020-01-01 // База даних «Нормативна база». URL: https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/dstu_8828_2019.pdf (дата звернення: 26.11.2024).

27 Правила пожежної безпеки в Україні: НАПБ А.01.001-2014: затв. МВС України 30.12.2014 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0252-15#Text> (дата звернення: 26.11.2024).

28 Норми оснащення об'єктів і рухомого складу залізничного транспорту пожежною технікою та інвентарем: ЦУО-0023 НАПБ 03.004-2002: затв. Мінтранс України 09.07.2002. URL: http://wmzdoroga.at.ua/ld/1/122_O-0023.pdf (дата звернення: 26.11.2024).