

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ
ФАКУЛЬТЕТ ІНЖЕНЕРІЇ МАШИН, СПОРУД І ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АВТОМОБІЛІВ

КУСТОРОВСЬКИЙ РУСЛАН ОЛЕГОВИЧ

УДК 621.9

**ПРОЕКТ ДІЛЬНИЦІ РЕМОНТНОГО ЦЕХУ ДЛЯ ТЕХНІЧНОГО
ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА РЕМОНТУ ТУРБОКОМПРЕСОРА ТРК-6 З
ДОСЛІДЖЕННЯМ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК**

274 «Автомобільний транспорт»

Автореферат

дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Тернопіль
2019

Роботу виконано на кафедрі автомобілів Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя Міністерства освіти і науки України

Керівник роботи: кандидат технічних наук, доцент кафедри автомобілів
Гудь Віктор Зіновійович,
Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя

Рецензент: кандидат технічних наук, доцент кафедри транспортних технологій та механіки
Дзюра Володимир Олексійович,
Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя

Захист відбудеться 23 грудня 2019 р. о 9⁰⁰ годині на засіданні екзаменаційної комісії у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46001, м. Тернопіль, вул. Текстильна 28А, навчальний корпус №9, ауд. 106

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми роботи. Збільшення потужності атмосферного двигуна може бути досягнуто шляхом збільшення або його робочого об'єму, або обертів. У разі першого варіанта відразу ж збільшуються вага, розміри двигуна і в кінцевому підсумку - його вартість. Збільшення обертів проблематичне, через що виникає ціла низка технічних проблем, особливо за наявності двигуна зі значним робочим об'ємом.

Технічно прийнятним рішенням проблеми щодо потреби збільшення потужності є використання нагнітача (компресора). Тобто повітря, яке подається в двигун, стискають перед його нагнітанням у камеру згорання.

Є два основних типи компресорів: із механічним та турбінним приводами (принцип дії останнього ґрунтується на використанні енергії відпрацьованих газів). Крім того, є також комбіновані системи. У разі використання компресора з механічним приводом потрібний тиск повітря отримують через механічний зв'язок між колінвалом двигуна й компресором. У турбокомпресорі - завдяки обертанню турбіни потоком відпрацьованих газів.

У принципі, будь-який турбокомпресор складається з відцентрового повітряного насоса й турбіни, які конструкційно пов'язані за допомогою загальної жорсткої осі. Обидва ці елементи обертаються в одному напрям-ку і з однаковою швидкістю. Енергія потоків відпрацьованих газів перетворюється тут на крутний момент, що приводить у дію компресор.

Це перетворення енергії супроводжується зниженням температури газів і їхнього тиску. Компресор засмоктує повітря через повітряний фільтр, стискає його й подає у циліндри двигуна. Кількість палива, яке можна змішати з повітрям, у цьому разі можна збільшити, що дає змогу двигуну збільшувати потужність. Крім того, поліпшується процес згорання, а це своєю чергою поліпшує характеристики двигуна в широкому діапазоні кількості обертів.

Двигун і турбокомпресор функціонально пов'язані тільки потоком відпрацьованих газів. Частота обертання турбокомпресора безпосередньо не залежить від кількості обертів двигуна й характеризується деякою інерційністю. Тобто спочатку збільшуються кількість подавання палива та енергія потоків відпрацьованих газів, а вже потім і число обертів турбіни та тиск нагнітання. Таким чином у циліндри двигуна надходить ще більше повітря, що дає можливість збільшити подавання палива.

Для двигунів, що працюють у широкому діапазоні обертів (наприклад, у легковому автомобілі), високий тиск наддуву повітря бажаний навіть за їхньої роботи на низьких обертах. Саме тому майбутнє належить турбокомпресорам із регульованим тиском. Невеликий діаметр сучасних турбін і спеціальний перетин газових каналів сприяють зменшенню інерційності, тобто турбіна дуже швидко розганяється і тиск повітря стрімко досягає потрібного значення.

Мета роботи: дослідити експлуатаційні характеристики турбокомпресора та розробити проект дільниці ремонтного цеху для технічного обслуговування та ремонту турбокомпресора.

Об'єкт, методи та джерела дослідження. Основним об'єктом дослідження є технологічний процес ремонту та обслуговування турбокомпресорів та виробничий процес ремонтного цеху. Методи виконання роботи: економіко-статистичний, графічний, порівняльний, математичного моделювання; теоретико-емпіричний.

Наукова новизна отриманих результатів:

- проаналізовано конструкцію та службове призначення об'єкту ремонту, виконано аналіз технологічності;
- досліджено способи ремонту аналогічних деталей;
- виконано розроблення технологічного процесу ремонту заданої деталі, для якого вибрано обладнання, оснащення, різальний та вимірювальний інструмент, розраховано норми часу;
- підібрано та спроектовано необхідне технологічне оснащення;
- виконано техніко-економічне обґрунтування прийнятих рішень;
- розглянуто питання застосування інформаційних технологій, охорони праці, безпеки в надзвичайних ситуаціях та екології;
- спроектовано ремонтно-механічну дільницю для ремонту двигунів вантажних автомобілів.

Практичне значення отриманих результатів.

Розроблено реальний технологічний процес, який може бути впроваджений в умовах реального виробництва. Розглянуто методику оптимізації компонування виробничого устаткування, яка може бути використаня в ремонтній діяльності.

Апробація. Окремі результати роботи доповідались на VIII Міжнародній науково-практичній конференції молодих учених та студентів „ Актуальні задачі сучасних технологій “, Тернопіль, ТНТУ, 27 – 28 листопада 2019 р.

Структура роботи. Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини. Розрахунково-пояснювальна записка складається з вступу, 9 частин, висновків, переліку посилань та додатків. Обсяг роботи: розрахунково-пояснювальна записка – 157 арк. формату А4, графічна частина – 10 аркушів формату А1

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

Магістерська робота складається з розрахунково-пояснювальної записки і графічної частини.

Розрахунково-пояснювальна записка складається з дев'яти розділів.

У вступі проведено огляд сучасного стану автомобільної галузі та охарактеризовано основні завдання, які необхідно вирішити.

В загально-технологічному розділі представлено розвиток турбокомпресорів, наведено методику експериментального дослідження турбокомпресора на безмоторній установці, наведено висновки та постановка завдання на магістерську роботу.

В технологічному розділі наведено способи проектування стенда, представлено схему вимірювального стенда та її опис, описано параметри що вимірюються, охарактеризовано методику обробки результатів вимірювань.

В конструкторському розділі приведено конструктивну схему експериментальної установки та її опис, наведено технологію складання експериментальної установки, описано конструктивну схему стенда, представлено алгоритм проведення випробувань і обробки результатів вимірювань для турбокомпресора.

В спеціальній частині проведено теоретичні дослідження моделювання виробничого процесу на підприємстві, проаналізовано програмне забезпечення моделювання процесу виробництва, наведено комп'ютерні технології розв'язання моделей.

В науково-дослідному розділі описано методику проведення FMEA, охарактеризовано FMEA конструкції, проведено FMEA конструкції, наведено методику проведення FMEA конструкції, описано заходи щодо усунення дефектів, .

В проектному розділі здійснено газодинамічний розрахунок відцентрового компресора, розраховано газову турбіну.

В розділі обґрунтування економічної ефективності здійснено визначення вартості стенду, проведено визначення собівартості однієї години експлуатації стенду, підсумовано висновки по розділу.

В розділі охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях було описано загальні відомості про охорону праці, здійснено аналіз стійкості роботи технічних систем в розробляемому стенді, розроблено заходи, що забезпечують безпеку експлуатації стенду, заходи з вентиляції приміщення для випробування турбокомпресорів.

В розділі екологія наведено захист навколишнього середовища, описано способи боротьби з шумом при роботі на стенді, розроблено комплекс екологічної безпеки в лабораторії для випробування турбокомпресорів, описано екологічну характеристику проектного приміщення.

ВИСНОВКИ

В ході роботи над даним проектом на першому етапі був проведений аналітичний огляд технічної літератури по турбокомпресорів вітчизняного та імпортного виробництва, а також було розглянуто спроектований раніше стенд для випробування чеського турбокомпресора «Ебершпехер». Підсумком цього аналізу з'явилися діапазони характеристики основних турбокомпресорів, що застосовуються для наддуву ДВЗ. Проведено критичний аналіз безмоторної установки для випробування турбокомпресорів, після чого були виявлені недоліки та плюси даного методу випробувань.

Після проведеного аналізу були обрані діапазони характеристик турбокомпресорів, в які входять показники найбільш поширених турбокомпресорів. На цьому етапі було сформульовано технічне завдання на проектування стенду.

Наступним завданням було проектування схеми вимірювань стенду. Вирішення цього завдання полягало в проектуванні схеми стенда і виборі методів вимірювань. Були обрані первинні вимірювальні перетворювачі для вимірювання всіх параметрів, а також реєстратор, куди стікаються всі сигнали з датчиків. Була дана характеристика кожного датчика, за якими можна визначити похибки прямих вимірювань. З метою автоматизації та підвищення точності проведення

випробувань, в схему стенда була включена ЕОМ, завданням якої є збір, обробка та зберігання інформації, а також управління всіма органами стенду.

На наступному етапі була розроблена методика обробки результатів вимірювань. В ході роботи над цим етапом, були визначені алгоритми проведення випробувань для компресора, турбіни і турбокомпресора в цілому. Підсумками цієї роботи з'явилися масиви значень параметрів виконаних у вигляді таблиць. За допомогою цих масивів даних будуються всі характеристики компресора, турбіни і турбокомпресора.

З причини того, що для побудови характеристик використовуються значення параметрів, які неможливо отримати прямими вимірами (ККД, потужність і т.д.) була обрана методика визначення похибок непрямих вимірювань.

Для проектування експериментальної установки, був проведений термогазодинамічний розрахунок турбокомпресора. Результатом цього розрахунку з'явилися геометричні параметри основних вузлів і термогазодинамічні параметри газу в характерних перетинах турбокомпресора, що забезпечують необхідну продуктивність і напір при заданій ефективності.

На підставі результатів перерахованих вище розділів, була спроектована конструктивна схема експериментальної установки, а також технологія її складання.

На наступному етапі була спроектована конструктивна схема стенду. Спроекований стенд дозволяє виробляти випробування турбокомпресорів ряду ТКР 5,5 - ТКР 11. Результатами цих випробувань є найважливіші характеристики компресора, турбіни і турбокомпресора в цілому.

У зв'язку з високою частотою обертання ротора турбокомпресора, щоб уникнути розриву робочих коліс компресора і турбіни, був проведений розрахунок на міцність цих коліс. Цей розрахунок показав, що у спроектованої конструкції робочих коліс коефіцієнт запасу міцності не менше 2,2, що в свою чергу показує правильність спроектованої конструкції і вибору матеріалів.

У розділі охорони праці було розглянуто вплив небезпечних і шкідливих чинників на людину, яка проводить випробування. Були передбачені заходи боротьби з цими факторами, а також розроблена схема приміщення для проведення випробувань турбокомпресорів.

У розділі економічної опрацювання проекту були визначені вартість стенду, а також собівартість однієї години випробувань на ньому.

При проектуванні стенду, в розділі з управління якістю, була задіяна методика FMEA. В результаті застосування даної методики, ще на стадії проектування були виявлені і усунені (шляхом внесення конструктивних змін) можливі дефекти даного стенду, а точніше їх наслідки.

Таким чином, видане завдання на проектування стенду для випробувань турбокомпресорів, виконано в повному обсязі.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Райков И. Я., Рывинский Г.Н. Автомобильные двигатели внут-решнего сгорания. Учеб. пособие по курсу конструкции двигателей для вту-зов. М., «Высш. школа», 1970. 432 с. с илл.

2. Моргулис Ю. Б. Двигатели внутреннего сгорания. Теория, конструкция и расчет. Изд. 2-е. М., «Машиностроение», 1972, 336 с.
3. Автомобильные двигатели с турбонаддувом /Н. С. Ханин, Э. В. Аболтин, Б. Ф. Лямцев и др. – М.: Машиностроение, 1991. 336 с. с илл.
4. В. К. Кошкин, инж. А. Ф. Волкова, инж. Г. М. Поветкин. Методика и результаты экспериментального исследования турбокомпрессора на безмоторной установке. Труды государственного союзного научно-исследовательского тракторного института, М., 1960.
5. Холщевников К. В., Емин О. Н., Митрохин В. Т. Теория и расчет авиационных лопаточных машин. – М.: Машиностроение, 1986. – 432 с.
6. Ржавин Ю. А., Карасев В. Н. Термогазодинамический расчет турбокомпрессора для агрегата наддува ДВС. Учебное пособие. – М.: Дипак, 2004 г., 44 с.
7. Наталевич А. С. Воздушные микротурбины. – М.: Машиностроение, 1970. – 208 с.
8. Дмитриева И.Б., Матвеев В.Н., Окорочкова В.М. Проектный расчет центробежного компрессора для агрегата наддува ДВС: Учеб. Пособие / Самар. гос. аэрокосм. ун-т. Самара, 2004. 60 с.
9. Методика определения погрешности измерения параметров при статических продувках элементов микротурбин/ Матвеев В. Н., Сивиркин Д. В., Тихонов Н. Т. Сборник научных трудов «Актуальные проблемы производства. Технология, организация, управление»/ Самар. гос. аэрокосм. ун-т. Самара, 1995. 80 с.
10. Кремлевский П. П. Расходомеры и счетчики количества. М.: Машиностроение, 1975, 776 с.
11. Общемашиностроительные нормативы времени на работы выполняемые на металлорежущих станках./ под ред. С. А. Юровского. М.: Изд-во НИИ труда 1984, 460 с.
12. Интернет ресурси:
<https://propozitsiya.com/ua/turbokompresor-zdorovi-legeni-vashogo-dvyguna>
<https://dalgakiran.ua/uk/products/centrobizhni-kompresor-ih-dalgakiran-seriyi-trx>
<http://www.automaster.net.ua/artykuly/turbokompresori-vid-nissens,52334>
<https://turbinka.com.ua/uk/budova-turbokompresora-turbini/>
<http://mmr.net.ua/advice/structure/1216>
13. Кусторовський Р. О. Проект дільниці ремонтного цеху для технічного обслуговування та ремонту турбокомпресора ТРК-6 з дослідженням експлуатаційних характеристик / Р.О. Кусторовський // Збірник тез доповідей VIII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 27-28 листопада 2019 року — Т. : ТНТУ, 2019 — Том I. — С. 192-193.

АНОТАЦІЯ

Кусторовський Р.О. Проект ділянки ремонтного цеху для технічного обслуговування та ремонту турбокомпресора ТРК-6 з дослідженням експлуатаційних характеристик. 274 «Автомобільний транспорт» - Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя.- Тернопіль 2019.

В дипломній роботі досліджено експлуатаційні характеристики турбокомпресора та розробити проект ділянки ремонтного цеху для технічного обслуговування та ремонту турбокомпресора.

Ключові слова: ЦЕХ, ОБСЛУГОВУВАННЯ, АВТОМОБІЛЬ, КОМПРЕСОР, РОТОР, РЕМОНТ

SUMMARY

Kustorovsky R.O. Plans and specifications of repair shop area for the turbo-compressor TRK-6 maintenance and repair including the study of maintenance characteristics. 274 "Road transport" - Ternopil Ivan Puluj National Technical University.- Ternopil 2019.

The thesis investigates the performance characteristics of the turbocharger and to develop a project of the repair shop section for maintenance and repair of the turbocharger.

Key words: workshop, service, car, compressor, rotor, repair.