

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

(повна назва факультету)

Кафедра автомобілів

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Розроблення технологічного процесу діагностики та технічного
обслуговування турбокомпресорів ТКР9 автомобілів КамАЗ-65115

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи МАС-41
спеціальності 274 «Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Столярчук А.С.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Рогатинський Р.М.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Левкович М.Г.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Ляшук О.Л.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Тернопіль
2022

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)

Кафедра Кафедра автомобілів
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Ляшук О.Л.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

«24» січня 2022 р.

ЗАВДАННЯ

НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт»
(шифр і назва спеціальності)

студенту Столярчуку Антону Степановичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розроблення технологічного процесу діагностики та технічного обслуговування турбокомпресорів ТКР9 автомобілів КамАЗ-65115

Керівник роботи Рогатинський Роман Михайлович., д.т.н., проф.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «28» січня 2022 року № 4/7-57

2. Термін подання студентом завершеної роботи 06 червня 2022

3. Вихідні дані до роботи Технічна характеристика автомобіля, типовий процес діагностики турбокомпресорів ТКР9 автомобілів КамАЗ-65115

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

1 Загально-технічний розділ. 2 Технологічний розділ. 3 Конструкторський розділ.

4 Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.

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

Турбокомпресор – 1 аркуш формату А1. Деталювання – 2 аркуші формату А1.

Безмоторна установка для випробування турбокомпресорів – 1 аркуш формату

А1. Вимірвальна схема стенду для спрощених випробувань – 1 аркуш формату

А1. Відділення для випробування турбокомпресорів – 1 аркуш формату А1.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці			

7. Дата видачі завдання

24.01.2022р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Загально-технічний розділ	21.02.2022	
2	Технологічний розділ	21.03.2022	
3	Конструкторський розділ	25.04.2022	
4	Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	23.05.2022	
5	Оформлення графічної частини	06.06.2022	
6	Захист дипломної роботи		

Студент

(підпис)

Столярчук А.С.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Рогатинський Р.М.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка кваліфікаційної роботи «Розроблення технологічного процесу діагностики та технічного обслуговування турбокомпресорів ТКР9 автомобілів КамАЗ – 65115» студента Столярчука Антона Степановича містить 53 сторінки, графічний розділ роботи складається з 6 листів формату А1.

В кваліфікаційній роботі необхідно здійснити проектування стенду для проведення дослідження турбокомпресора агрегату наддуву. На сьогодні підприємства промисловості випускають велику кількість турбокомпресорів різних масо-габаритних і технічних характеристик. Тому потрібен стенд для дослідження різних їх моделей, проте у зв'язку з великою варіабельністю параметрів, це не представляється можливим. У роботі визначено діапазони основних вимірів турбокомпресорів, для яких проєктуватиметься стенд.

У пояснювальній записці подано усі розрахунки, вона складається із визначених розділів та повністю відповідає вимогам.

Загально-технічна частина містить результати аналітичного огляду технічної літератури стосовно стендів для дослідження малорозмірних турбокомпресорів і їх елементів.

У технологічній частині приведено алгоритм проведення випробувань та методику визначення похибки вимірювання.

В конструкторській частині наведено схему конструкції експериментальної установки та її опис, проведено розрахунок на міцність робочих коліс.

Розглянуті питання та заходи з безпеки життєдіяльності, основ охорони праці.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 ЗАГАЛЬНО ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ	
1.1 Розвиток вітчизняних турбокомпресорів	8
1.2 Розвиток виробництва турбокомпресорів закордоном	13
1.3 Характеристика, функції і структура підприємства	16
1.4 Організація і управління	17
1.5 Склад парку рухомого складу	18
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	
2.1 Аналіз даних при проектуванні стенду	19
2.2 Опис схеми стенду	25
2.3 Вимірювання витрати палива	27
2.4 Розрахунок показників автомобіля КамАЗ	28
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	
3.1 Схема пристрою	41
3.2 Розрахунок робочих коліс на міцність	41
4 Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	46
ВИСНОВКИ	52
БІБЛІОГРАФІЯ	53

ВСТУП

Покращення рівня потужності є однією із важливих проблем сучасного конструювання двигунів автомобілів. При зростанні швидкостей руху автомобілів та посилення вимог до їхніх динамічних якостей важливим є те, щоб при обмеженні розмірів двигунів залишався великим запас потужності та якомога менша питома вага.

Тому є необхідність удосконалення конструкцій двигунів для покращення використання робочого об'єму циліндрів. Це можна досягти збільшенням кількості обертів валу двигуна, підвищення рівня стиснення, удосконалення камер згоряння та покращення вагового заповнення циліндрів.

Число обертів валу в бензинових двигунах в даний час стабілізувався приблизно на рівні 5000 - 7000 об / хв, а в дизелях сучасних автомобілів досягає 4000 - 4500 об / хв. Подальше збільшення кількості обертів валу зазначених двигунів з міркувань довговічності їх не доцільно.

Ступінь стиснення служить ефективним способом підвищення літрової потужності і економічності двигунів, але в двигунах працюють по циклу Отто цей параметр досяг вже своїх розумних меж і в ряді існуючих моделей дорівнює 10 - 12. У дизелях ступінь стиснення вибирається рівний 14 - 22 в залежності від прийнятого способу сумішоутворення. Тому форсування двигунів за рахунок збільшення ступеня стиснення обмежено практичними можливостями цього способу.

Перехід на багатоканальні системи живлення знижує опір впускного тракту, що помітно покращує наповнення циліндрів. Ще більший ефект отримують шляхом заміни звичайного карбюраторного живлення вприскуванням палива у впускний тракт, безпосередньо в зону клапанів. При одночасній зміні конструкції впускних і випускних трубопроводів, зниження до мінімуму опору впускного тракту і використанні для поліпшення очищення циліндрів інжекційного ефекту на випуску відпрацьованих газів цей метод дозволяє підвищувати потужність двигуна на величину, що досягає іноді близько

30% від його номінальної потужності при роботі зі звичайним карбюраторним харчуванням. Проте найбільшими можливостями володіє спосіб надуву двигунів.

Надув двигунів - це процес, що забезпечує збільшення наповнення циліндрів порівняно з можливим наповненням їх при тиску навколишнього середовища. Тому всі чотиритактні двигуни, в яких тиск на вході в циліндри перевищує тиск навколишнього середовища, відносяться до двигунів з наддувом. У двотактних двигунах вагове наповнення циліндрів залежить також від загальної організації процесів газообміну і величина надлишкового тиску на вході в циліндри ще не визначає їх надув.

За методом, що використовується для підвищення ступеня надуву, розрізняють надув за допомогою нагнітачів і газодинамічний наддув. Залежно від приводу нагнітача розрізняють системи надуву: з механічним приводом нагнітача, газотурбінний наддув і комбінований наддув. У рамках даної роботи зупинимось на розгляді газотурбінного надуву.

1 ЗАГАЛЬНО ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Розвиток вітчизняних турбокомпресорів

Турбонадув поршневих двигунів діє за допомогою використання енергії відпрацьованих газів, які витікаючи під тиском з циліндрів зіштовхуються з колесом, яке має лопатки, а ті в свою чергу в залежності від налаштувань та виробника, можуть мати різні конструктивні ознаки. Надув за допомогою турбіни показано на рисунку 1.1.

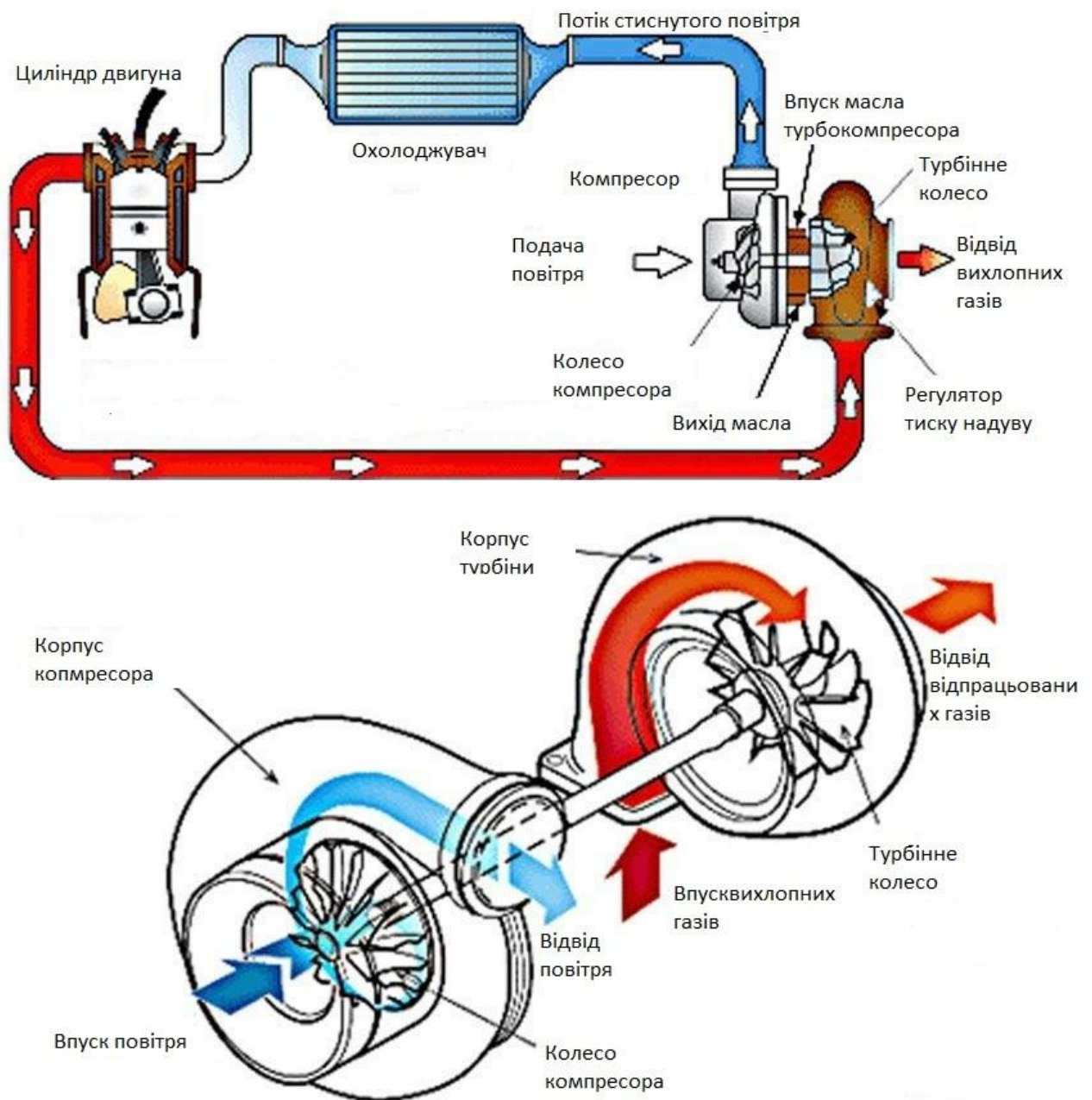


Рисунок 1.1 - Принципова схема турбонаддуву

При роботі двигуна з турбонадувом вихлопні гази подаючись в турбіну, віддають частку енергії, розкручують ротор турбокомпресора, а потім через приймальну трубу потрапляють в глушник. Колесо компресора, який засмоктує повітря з повітряного фільтру знаходиться на валу з колесом лопатки турбіни, підвищує його тиск на 30-80% (залежно від рівня надуву) та подає у двигун. В однаковий об'єм двигуна потрапляє більша вага робочої суміші а, отже, забезпечується збільшення потужності на 20-50%, а за рахунок використання енергії вихлопних газів ККД двигуна підвищується і питома витрата палива на 5-20 % знижується.

У двигунів з наддувом при стисненні повітря в компресорі температура його підвищується. Так, наприклад, при підвищенні рівня тиску $\pi_k = 1,9$ і ККД компресора $\eta_k = 0,68$ температура повітря в компресорі підвищується приблизно на 90° . Зі збільшенням температури повітря зменшується його щільність. Крім того, зростання початкової температури повітря підвищує середню температуру робочого циклу і теплонапруженість деталей двигуна. Для підвищення щільності надувочного повітря і зниження теплонапруженості деталей застосовують охолодження повітря перед надходженням його в робочі циліндри (проміжне охолодження).

У початковий період застосування газотурбінного надуву конструкції турбокомпресора відрізнялися різноманітністю профілювання проточної частини турбіни та компресора, а також специфічного конструювання вузлів підшипників. Безперервний процес удосконалення окремих елементів турбін та компресорів, досягнення в області конструювання підшипників і ущільнювальних вузлів, акумулювання досвіду виготовлення та експлуатування двигунів з турбонадувом надали можливість оптимізації конструкції турбокомпресорів малих розмірів. Наслідок – уніфікація компоновальної схеми і деяких технічних рішень, реалізованих у конструкції.

Серійне виробництво турбокомпресорів для надуву автомобільних дизелів вперше було освоєно на Ярославському моторному заводі (ЯМЗ). Для надуву тракторного дизеля потужністю 158 кВт був застосований

турбокомпресор типорозміру ТКР 13, що має однаковий зовнішній діаметр колеса компресора і турбіни, рівний 130 мм. Для успішного виробництва турбокомпресорів були освоєні нові технологічні процеси: лиття коліс турбіни по виплавлених моделях, зварювання тертям колеса турбіни і вала ротора, «алмазне вигладжування» опорних поверхонь вала, роздільне балансування коліс компресора і турбіни та ін.

Для надуву бензинових двигунів і дизелів вітчизняних автомобілів є доцільним використання турбокомпресорів таких типорозмірів:

ТКР 4,5 - для автомобілів легкових з бензиновими двигунами, які мають потужність 30 - 60 кВт (МеМЗ, ВАЗ);

ТКР 5,5 - для автомобілів з двигунами, які мають потужність 45 - 100 кВт (ВАЗ, АЗЛК, УМЗ, ЗМЗ);

ТКР 6,5 і ТКР 7,5 - для вантажних автомобілів з дизельними двигунами, що мають потужність 100 - 300 кВт (КамАЗ, КАЗ, ЗІЛ, ГАЗ і ін); ТКР 9 - для автомобілів з дизельними двигунами, що мають потужність 160 - 550 кВт (МАЗ, БелАЗ, КрАЗ, трактори «Кіровоць»). Конструкція сучасних турбокомпресорів здатна задовольнити більшу частину пропонованих до неї суперечливих вимог. В їх число входять висока надійність при різких змінах температури газу перед турбіною, частих пусків і зупинок двигуна, аеродинамічна досконалість і задовільний механічний ККД підшипників, хороші масогабаритні показники, порівняно мала інерційність ротора, технологічність, низька собівартість і малі витрати при експлуатації. Для двигунів потужністю до 660 кВт цим вимогам найбільш добре задовільняє схема турбокомпресора з відцентровим компресором і радіально-осьовою турбіною, колеса яких консольно розташовані по обидві сторони від вузла підшипників. На двигунах, що мають потужність більше 660 кВт, зазвичай, використовують турбокомпресори з осьовою турбіною, типу ТК. Конструкцію турбокомпресора типорозміру ТКР 9 зображено на рисунку 1.2.

У неї є спільні риси з конструкцією турбокомпресорів менших типорозмірів. Проточну частину турбіни 3 утворює одноканальний

безлопаточний вхідний апарат, який виготовлено зі спеціального чавуну, та радіально-осьовим колесом з укороченим диском. Колеса відливають по виплавлених моделях у вакуумі з жаротривкого сплаву типу АНВ-300 на основі нікелю. З'єднується колесо турбіни з валом через зварювання тертям. тонкостінний теплоізолюючий екран з чавуну знаходиться між колесом турбіни та корпусом підшипників 1.

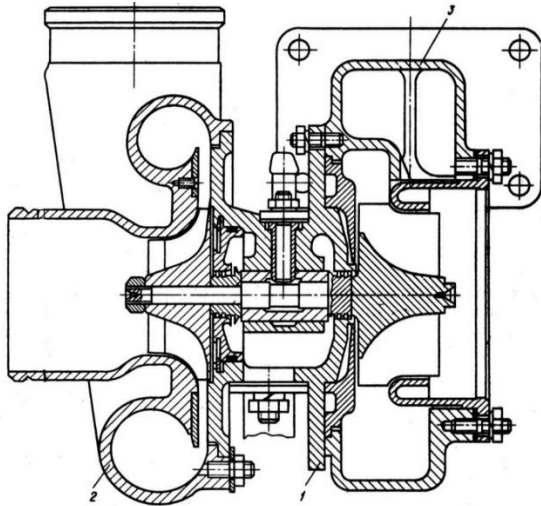


Рисунок 1.2 – Розміро-типу 9

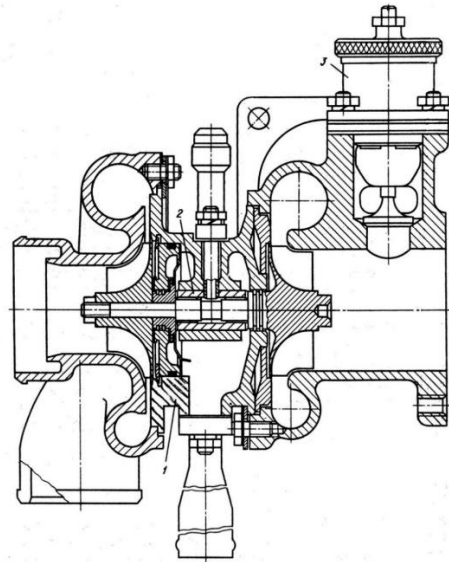


Рисунок 1.3 - Розміро-типу 5,5

Проточну частину компресора 2 утворює колесо з радіальними чи назад заломленими лопатками, які виготовлені зі сплаву АЛ-4, безлопаточним дифузором, із поперечним перерізом, що зменшений за колесом та равликом, що має бічне розташування спіральної камери. Колесо компресора встановлено на вал по посадці із щільною та зафіксовано за допомогою прецизійної гайки з лівою різьбою. Кріплення корпусів компресора і турбіни до корпусу підшипника виконані болтами та пластинчастими шайбами. Корпус підшипників 1 виконаний із сірого чавуну. Вузол підшипників вміщує нерухому плаваючу втулку, що виготовлена зі сплаву В-195, та закріплена в корпусі пологим фіксатором, через який підводиться мастильний матеріал в зазори між шийками ротора і втулкою.

Ущільнення масляної порожнини забезпечується пружними розрізними кільцями, встановленими в канавці по два зі сторони компресора і турбіни. Крім

того, з боку компресора перед масловідбивачем додатково для підвищення ефективності ущільнення встановлений тонкостінний штампований екран. Ущільнювальні кільця виготовляють з чавуну або сталі з хромованими торцями за спеціальною технологією.

Необхідно відзначити, що для забезпечення високих показників надійності і ресурсу, рівного ресурсу двигуна, потрібна велика точність виготовлення таких деталей, як вал ротора, втулка підшипника, ущільнювальні кільця, гайка кріплення колеса. Так, допуски на нециліндричність вала становлять 8 мкм, відхилення шийок валу від заданого розміру не повинно перевищувати $\pm (3 \dots 4)$ мкм.

Один із напрямів розвитку турбокомпресорів автомобілів – створення конструкцій мікро-турбокомпресорів з колесами діаметром яких менше 60 мм, що призначені для наддуву двигунів легкових автомобілів.

Основні параметри турбокомпресорів для наддуву автомобільних двигунів та їх тракторних модифікацій наведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Параметри турбокомпресорів

Параметр	Типорозмір турбокомпресора					
	ТКР 4,5	ТКР 5,5	ТКР 6,5	ТКР 7,5	ТКР 9	ТКР 11
Діаметр коліс, мм	45...50	55...60	65	70...80	90...95	110
Межі потужностей: дизельні, кВт:	30...70	45...100	65.150	90..220	20035	320.55
бензинові, кВт:	45...90	60...135	–	–	–	–
Значення параметрів збільшення тиску	2,20	2,20	2,50	3,0	3,0	3,0
Мах t° газу перед турбіною, К:						
дизелі	975	975	975	975	975	975
бензинові	1225	1225	–	–	–	–
Маса турбокомпресора, кг	4,50	5,50	6,50	8,50	16,0	22,0
Основні розміри, мм:						
Довжина	180	200	210	220	270	310

Ширина	130	140	155	170	210	260
Висота	130	150	165	180	230	290

На рисунку 1.3 зображено конструкцію турбокомпресора типорозміру ТКР 5,5. Вузол підшипників 1 та внутрішні приєднувальні розміри корпусів турбіни і компресора стандартизовані з турбокомпресором меншого типорозміру ТКР 4,5.

Конструкція турбокомпресора типорозміру ТКР 5,5 схожа з конструкцією турбокомпресора типорозміру ТКР 9.

Проведення робіт з вдосконалення конструкцій турбокомпресорів мають спрямовуватись на покращення ефективності ущільнень, роботи вузла підшипників при використанні високих окружних швидкостей ($u = 450 - 500$ м/с), збільшення ККД турбокомпресора, використання сучасних матеріалів з кераміки для виробництва коліс турбіни, деталей підшипника, ущільнень та полімерних матеріалів для виконання деталей компресора, а також на розроблення турбін з ефективністю регулювання їх пропускної здатності.

1.2 Розвиток виробництва турбокомпресорів за кордоном

Чільне місце в галузі виробництва турбокомпресорів за кордоном продовжує утримувати фірма Гарет (США), що виробляє понад половину усіх турбокомпресорів, вироблених за кордоном. Однак значний прогрес у розвитку автомобільних турбокомпресорів, особливо мікро-ТКР, досягли останніми роками у Японії (фірми Ісікавадзіма, Міцубісі, Нісан, Тойота).

Турбокомпресори ІНІ (Ishikawajima Heavy Industries Co., Ltd) (Японія).

Ішикава – одна з провідних японських фірм галузі виробництва турбокомпресорів для двигунів суден, промисловості, автомобілів та тракторів, будівельних машин. Попервах це були турбокомпресори типу RH (моделі RH-07, RH-09, RH-10, RH-15, RH-19), а в сучасності, після проведення модернізації – типу RHB (моделі RHB-3, RHB-5, RHB-6, RHB-7, RHB-8) і RHC (RHC-7, RHC-9).

Турбокомпресори Міцубісі.

Міцубісі є другою великою фірмою Японії, яка провадить виробництво турбокомпресорів. Спочатку 80-х рр. на цьому підприємстві одному із перших почали розробляти турбокомпресори з колесами дуже малого діаметру (35 - 50 мм). Значну частину випуску становлять мікро-турбокомпресори для наддуву двигунів легкових автомобілів з більше 100000 об/хв. Модельний ряд турбокомпресорів автомобільних двигунів містить TD-08, TD-06, TD-05, TD-04, TD-03, TD-025, TD-02.

Більшість елементів турбокомпресорів TD-03 і TD-04, TD-05 і TD-06 (окрім коліс та корпусів компресора й турбіни) стандартизовані.

Моделі турбокомпресорів TD-02 і TD-025 виробляють лише з перепускним регулюючим клапаном, а – TD-03, TD-04, TD-05 і TD-06 виробляють з клапаном і без клапану, а – TD-07 і TD-08 виробляють без клапанів.

Турбокомпресори виробництва «Garrett - Advancing Motion».

Лінійка турбокомпресорів, яку виробляє підприємство «Garrett - Advancing Motion» налічує 14 модифікацій для потужності двигунів 30 - 660 кВт.

1.3 Характеристика, функції і структура підприємства

Скорочена назва: ПАТ "Тернопільський КШБМ". Загальна площа території підприємства – 6,9 га, з них 4.0 га відведено від стоянку автомобілів; 1,75 га перебуває під забудовою.

Підприємство надає послуги: транспортно-експедиційного обслуговування. Окрім того, займається обслуговуванням та ремонтом своїх автомобілів, проведенням контролю технічного стану автомобілів.

Підприємство – юридична особа, діяльність якого провадиться згідно законодавства України та його Статуту, який затверджений Міністерством транспорту України.

Структуру підприємства складають служби: експлуатаційна, технічна, економічна, а також допоміжна.

Службу експлуатації складають начальники загонів та їхні заступники – механіки. Відповідальність за випуск та повернення автомобілів. Керівником технічної служби є головний інженер. Керівником технічної служби є головний інженер. Діяльність технічної служби – проведення заходів щодо контролю своєчасного та якісного виконання ТО та ремонту, виконання та дотримання вимог безпеки технічного стану автомобілів та застосування методів його перевірки згідно діючих стандартів, а також іншою нормативно-технічною документацією; проведення заходів із економного витрачання паливно-енергетичних, матеріальних та трудових ресурсів та захисту довколишнього середовища; проведення заходів щодо раціонального розподілу запчастин, експедиційних та експлуатаційних матеріалів, устаткування й оснащення, що необхідні для своєчасного та якісного проведення робіт із ТО і ремонту.

На головного інженера покладається: забезпечення високої технічної готовності рухомого складу шляхом ефективної організації і систематичного вдосконалення виробництва, зниження витрат праці та коштів на ТО і ремонт, організація своєчасного та якісного планування обслуговування агрегатів.

Начальник ПТО організує розробку програми по постановці рухомого складу на обслуговування, розробляє заходи щодо вдосконалення виробничої програми.

Диспетчер виробництва координує діяльність виробничих відділень і зон, погоджує обсяг виконаної роботи із запланованою за програмою.

Начальник АРМ розробляє і впроваджує всі заходи з підвищення ефективності робіт, організовує і удосконалює виробництво.

Майстер здійснює керівництво всіма роботами, які виконуються у відділі.

Робочий підпорядковується майстру і виконує видане їм завдання.

Розробкою виробничої програми по ТО і ремонту рухомого складу займається група планування ПТО. Розробка програми ведеться згідно з планом експлуатації автомобілів, прийнятою системою і методами виконання технічних впливів і встановленими нормативами. План розробляють на тиждень, місяць,

квартал, рік. У процесі роботи програма коригується. План коригують щотижня, тобто остаточно його затверджують на тиждень перед її наступом.



Рисунок 1.6 – Схема структури підприємства

Якість ремонту та обслуговування приладів електрообладнання здійснювала ВТК і майстер ремонтних дільниць. Якщо при контролі встановлено, що прилади готові до експлуатації, то вони надходять назад у зону ТР. При виявленні браку прилади електрообладнання повертають для усунення дефектів до того ж робітникові, який їх ремонтував. Виявлений брак роботи записується в контрольний план і в журнал обліку браку.

На кожен знятий з автомобіля на ремонт або обслуговування прилад електрообладнання виписується контрольний талон. У талоні записують коротку характеристику несправностей і причини їх виникнення. Після проведення ремонтних робіт та обслуговування приладів електрообладнання в контрольний талон записують всі види робіт і обслуговувань, які були виконані. Надалі талон прикріплюється до листа технічного стану автомобіля.

На кожен знятий з автомобіля на ремонт або обслуговування прилад електрообладнання виписується контрольний талон. У талоні записують коротку характеристику несправностей і причини їх виникнення. Після проведення ремонтних робіт та обслуговування приладів електрообладнання в контрольний

талон записують всі види робіт і обслуговувань, які були виконані. Надалі контрольний талон прикріплюється до листка обліку технічного стану автомобіля.

Виробничо-технічний відділ (ПТО) є частиною технічної служби. Керівником відділу є заступник головного інженера. Інженери ПТО здійснюють уніфікацію та типізацію технологічних рішень, облік пробігу шин.

1.4 Організація і управління

Через контрольний-пропускний пункт автомобілі виїжджають на лінію. Перевіряють перед виїздом зовнішній вигляд, функціонування приладів сигналізації та гальм, кріплення коліс, тиск в шинах, люфт рульового колеса.

Після проведення огляду водій одержує шляховий лист та виїжджає на лінію. При поверненні автомобіль знову оглядають.

Усунення несправностей залежить від якості проведеного контролю технічного стану автомобіля при поверненні з лінії. А отже, діяльність КТП повинна забезпечити своєчасний огляд автомобілів.

Якщо механіками КТП виявлено неполадку, то повідомляють старшого майстра або начальника АРМ. Старший майстер працює як диспетчер управління виробництвом, отримує вказівку для проведення ремонту від начальника АРМ. Якщо його немає – старший майстер вирішує самостійно.

Перед виконанням робіт із ТО або ПР, а також із діагностики, автомобіль провадять на прибирально-мийні роботи. Опісля переміщується на необхідну ділянку. Огляд вузлів і агрегатів проводять під час діагностики, виявляють неполадки та причини їх виникнення. Всю інформацію записують у діагностичну карту. Після проведення діагностики автомобіль відправляють на вільне місце ділянок проведення ТО або ПР. Після проведення ремонту автомобіль повертають на ділянку зберігання.

Пробіг автомобіля постійно фіксують і шляховий лист здають диспетчерові відділу експлуатації.

Для проведення робіт із ТО або ремонту потрібні запчастини та

матеріали. Інформацію про це надає як і водій, механік діагностики, майстер чи начальник АРМ. Запчастини видають зі складу, після надання вимоги, схваленої заступником головного інженера та головним бухгалтером. Інформують про це також інженера виробничо-технічного відділу. У картку обліку автомобіля роблять запис про отримання запчастин та матеріалів.

Для виконання ремонту знятого пристрою, вузла чи механізму на спеціалізованій ділянці диспетчер відділу експлуатації оформляє заявку, повідомляють начальника АРМ або старшого майстра, котрий видає завдання робочим спеціалізованих ділянок.

1.5 Склад парку рухомого складу

Виробнича база підприємства може виконувати роботи із обслуговування та ремонту, а також зберігання більше 400 автомобілів.

На даний момент кількість автомобілів становить 78 одиниць різних моделей та 23 причепи і 11 напівпричепів. Більшість карбюраторних автомобілів складають ГАЗ - 5327 та його модифікації - 29 одиниць, самоскиди ЗІЛ – ММЗ – 4502 – 5 одиниць. Дизельні автомобілі складають КАМАЗ - 5320 – 9 одиниць, КАМАЗ - 65115 – 6 одиниць. ЗІЛ - 4331 – 6 одиниць.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Аналіз даних при проектуванні стенду

В межах опрацювання теми даної кваліфікаційної роботи потрібно розробити проєкт стенду для проведення дослідження турбокомпресора. На сьогодні у промисловості виготовляють турбокомпресори з різноманітними характеристиками: масо-габаритними та технічними. Необхідним є наявність стенду для проведення досліджень рядів їх моделей. У даному розділі здійснено визначення меж основних характеристик турбокомпресорів, для яких буде проведено проектування стенду.

Після проведення аналізу технічної літератури стосовно турбокомпресорів українського та імпорного виробництва, був зроблений висновок про параметри турбокомпресорів, застосовуваних для наддуву автомобільних ДВЗ в сучасному двигунобудуванні.

Значення повного абсолютного тиску на виході з компресора:

Межі значень повного абсолютного тиску на виході з компресора (P_K^*) становлять 150 - 350 кПа. Найпотрібнішим у виробництві автомобільних двигунів є малий та середній наддув. Тому, обмежимо значення підвищення рівня тиску у компресорі $\pi_K = 1,5 \dots 2,5$. Відтак, проєктований стенд має враховувати потреби досліджень турбокомпресорів з повним тиском на виході з компресора $P_K^* = 150 \dots 250 \text{ кПа}$.

Температура на вході в компресор

Двигуни автомобілів з наддувом експлуатують в умовах клімату – від північних широт, де температура довкілля становить $T_H = -50^\circ\text{C}$, до екваторіальних, де температура середовища T_H сягає $+50^\circ\text{C}$.

Отже, температурні межі на вході в компресор складають $T_H = 220 \dots 320 \text{ K}$.

Значення тиску на вході в компресор:

Двигуни з наддувом експлуатують на морі, в горах, де значення тиску довкілля є значно меншим, аніж над поверхнею світового океану. Відтак, на

висоті приблизно 3000 м над рівнем моря $P_H = 70 \text{ кПа}$ межі значення рівня тиску на вході в компресор складатимуть $P_H = 70 \dots 130 \text{ кПа}$

Витрати стиснутого повітря через компресор:

Межі значення витрат повітря через компресор складають $G_B = 0,01 \dots 0,8 \text{ кг/с}$. Однак, для наддуву двигунів відносно низької потужності (до 200 кВт) використовують турбокомпресори з подачею компресора до $0,5 \text{ кг/с}$. Відтак, вважаємо доцільним обмежити дослідження турбокомпресорів з такими граничними значеннями витрат повітря через компресор $G_B = 0,1 \dots 0,5 \text{ кг/с}$.

Частота обертання вала турбокомпресора:

Перші турбокомпресори для наддуву ДВЗ були зі значеннями розрахункової частоти обертів ротора $40000 \text{--} 60000$. Проте, у процесі розвитку відбувалося зростання цих значень. Це можна пояснити тим, що продуктивність компресора прямо пов'язана зі швидкістю обертання робочого колеса. У перших конструкціях ТКР використовували робочі колеса відносно великого розміру, а тому частота обертів була невисокою. Унаслідок процесів науково-технічного прогресу уможливилось застосування нових матеріалів підшипників та їх конструкцій. Це дозволило значно підвищити швидкість обертів ротора (до 300000 мин^{-1}), а, відтак, суттєво зменшити габарити цілого агрегату. Для проектування дослідного стенду лімітуємо розрахункову частоту обертання ротора в межах $n = 100000 \text{--} 300000 \text{ мин}^{-1}$, а діапазон досліджуваної частоти обертання приймемо рівним $n = 30000 \text{--} 150000 \text{ мин}^{-1}$.

Потужність на валу компресора

У технічній літературі по турбокомпресорах потужність на валу компресора не дається. Це відбувається тому, що потужність, яка розвивається турбіною, повністю передається компресору, який застосовує її на ізоентропічну роботу стискування (незначна її частка також втрачається у вузлах підшипників). Тому, не існує дефініції «потужність турбокомпресора». Однак, потужність, яка потрібна компресору для виконання завдань, можна розрахувати по формулі:

$$N_K = \frac{L_{KS} G_B}{\eta_K}, \quad (2.1)$$

де L_{KS} - ізоентропічна робота стиснення повітря у компресорі,

G_B - витрата повітря через компресор,

η_K - ККД.

Ізоентропічну роботу стискування розраховують:

$$L_{KS} = \frac{k}{k-1} RT_H \left(\pi_K^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right), \quad (2.2)$$

де k - значення коефіцієнта ізоентропа;

R - газова стала ($R = 287 \text{ Дж/кг} \cdot \text{К}$).

Для окреслення меж потужності, розраховуємо їх максимальні і мінімальні значення, використовуємо прийняті вище інтервали значень.

$$L_{KS \min} = \frac{k}{k-1} RT_{H \min} \left(\pi_K^{\frac{k-1}{k}}_{\min} - 1 \right), \quad (2.3)$$

$$L_{KS \min} = \frac{1,4}{1,4-1} 287 \cdot 220 \left(1,5^{\frac{1,4-1}{1,4}} - 1 \right) = 27143 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \approx 27000 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

$$L_{KS \max} = \frac{k}{k-1} RT_{H \max} \left(\pi_K^{\frac{k-1}{k}}_{\max} - 1 \right); \quad (2.4)$$

$$L_{KS \max} = \frac{1,4}{1,4-1} 287 \cdot 320 \left(2,5^{\frac{1,4-1}{1,4}} - 1 \right) = 96195 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \approx 96000 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

$$N_{K \min} = \frac{L_{KS \min} G_{B \min}}{\eta_{K \max}}, \quad (2.5)$$

$$N_{K \min} = \frac{27000 \cdot 0,1}{0,80} \approx 3300 \text{ Вт}$$

Щовідповідно = 3,3 кВт

$$N_{K \max} = \frac{L_{KS \max} G_{B \max}}{\eta_{K \min}}. \quad (2.6)$$

$$N_{K \max} = \frac{96000 \cdot 0,5}{0,75} \approx 64000 \text{ Вт}$$

Щовідповідно = 64 кВт

Таким чином, межі потужності при розрахункових режимах, що споживає компресор $N_K = \text{від } 3,3 \text{ до } 64 \text{ кВт}$.

Від потужності та частоти обертання прямо залежний крутний момент на валу компресора, він визначається наступним співвідношенням:

$$M_{кр}^K = \frac{30N_K}{\pi \cdot n} . \quad (2.7)$$

Межі значень зміни крутного моменту розрахуємо так: визначимо найбільше значення крутного моменту на валу турбокомпресора за найменшої частоти обертання:

$$M_{кр\min}^K = \frac{30N_{K\min}}{\pi \cdot n_{\max}} , \quad (2.8)$$

$$M_{кр\min}^K = \frac{30 \cdot 3300}{\pi \cdot 150000} = 0,21H \cdot m$$

$$M_{кр\max}^K = \frac{30N_{K\max}}{\pi \cdot n_{\min}} . \quad (2.9)$$

$$M_{кр\max}^K = \frac{30 \cdot 64000}{\pi \cdot 30000} = 20,4H \cdot m$$

Відтак, спроектована дослідна установка повинна враховувати можливість дослідження турбокомпресорів з межами значень крутного моменту на валу компресора та турбіни $M_{кр}^K = 0,2...20H \cdot m$.

Дослідження витрат відпрацьованих газів через турбіну:

Витрати відпрацьованих газів через турбіну рівнозначні витратам повітря через компресор, при відсутності втрат робочого тіла в ДВЗ. Отже, $G_T = G_B = 0,1...0,5 \text{ кг/с}$.

Значення рівня повного абсолютного тиску на вході в турбіну:

Для автомобільних ДВЗ, межі значень рівня повного абсолютного тиску відпрацьованих газів у вихлопному колекторі становлять $P_r^* = 105...180 \text{ кПа}$.

Значення повної температури на вході в турбіну:

Межі значень повної температури відпрацьованих газів у вихлопному трубопроводі ДВС, відповідно до зазначеного огляду технічної літератури, складають $T_r^* = 850...1200 \text{ К}$.

Значення частоти обертів, потужності та крутного моменту на валу турбіни:

Значення частоти обертів, потужності та крутного моменту на валу турбіни повинні дорівнювати значенням частоти обертів, потужності та крутного моменту на валу компресора.

Окрім проєктування дослідної установки, при виконанні даної кваліфікаційної роботи, потрібно скласти методику випробувань турбокомпресора на цьому стенді. Як результат випробувань мають стати наступні характеристики:

Досліджувана турбіна:

- Потужності характеристики:

-

$$\bar{N}_T = \frac{N_T}{P_0^* \sqrt{T_0^*}} = f(Y_T; \pi_T) \quad (2.10)$$

де Y_T - параметр нагруженності турбіни, π_T - ступінь зниження тиску в турбіні;

- Моментна характеристика:

$$\bar{M}_{кр} = \frac{M_{кр}}{P_0^*} = f(Y_T; \pi_T) \quad (2.11)$$

де $\bar{M}_{кр}$ - приведений крутний момент на валу турбіни;

- ККД-характеристика турбіни:

$$\eta_T = f(Y_T; \pi_T) \quad (2.12)$$

- Видаткова характеристика:

$$\frac{P_T^*}{G_T \sqrt{T_T^*}} \quad (2.13)$$

Досліджуваний компресор:

- Напірна характеристика (напір - питома робота на окружності робочого колеса):

$$\bar{H} = \frac{H}{u_2^2} = f(G_{\text{Впр}}; n_{\text{пр}}) \quad (2.14)$$

Наведена витрата повітря:

$$G_{\text{Впр}} = G_B \sqrt{\frac{T_H}{288}} \frac{101,33}{P_H} \quad (2.15)$$

- приведена частота обертання.

$$n_{\text{пр}} = n \sqrt{\frac{288}{T_H}} \quad (2.16)$$

- ККД - характеристика компресора:

$$\eta_K = f(G_{\text{Впр}}; n_{\text{пр}}) \quad (2.17)$$

Характеристики турбокомпресора в цілому:

Залежними параметрами є:

- ККД турбокомпресора:

$$\eta_{TK} = \frac{G_B L_{SK}}{G_T L_{ST}} = \frac{G_B \frac{\kappa_B}{\kappa_B - 1} R_B T_H \left(\pi_K^{\frac{\kappa_B - 1}{\kappa_B}} - 1 \right)}{G_T \frac{\kappa_T}{\kappa_T - 1} R_T T_0 * \left(1 - \frac{1}{\pi_T^{\frac{\kappa_T - 1}{\kappa_T}}} \right)} \quad (2.18)$$

- Наведена витрата повітря через компресор:

$$G_{\text{Впр}} = \frac{G_B \sqrt{T_H}}{P_H} \frac{101,33}{\sqrt{288}} \quad (2.19)$$

- Коефіцієнт ізоентропічного напору компресора:

$$\bar{H}_S = \frac{H_S}{u_2^2} = \frac{\frac{\kappa_B}{\kappa_B - 1} \cdot R_B \cdot T_H \left[\left(\pi_K \right)^{\frac{\kappa_B - 1}{\kappa_B}} - 1 \right]}{\left(\frac{\pi \cdot D_2 \cdot n}{60} \right)^2}; \quad (2.20)$$

- Ступінь підвищення тиску в компресорі:

$$\pi_K = \frac{P_K^*}{P_H} \quad (2.21)$$

Універсальними незалежними параметрами є параметр навантаженості турбіни u_T (який визначає температура газу при входженні в турбіну) та рівень зменшення тиску в турбіні π_T

2.2 Опис схеми стенду

Схема вимірювального стенду складається із досліджуваного турбокомпресора; паливної системи; особливого балона зі стисненим повітрям (замість нього можна використовувати мережу живлення стиснутим повітрям), що постачає повітря до камери згоряння на режимах запуску турбокомпресорів; багатоканального пристрою, що фіксує надходження сигналів з первинних вимірних перетворювачів; панелі управління; приладу, який слугує для оброблювання інформації; особливої установки, що імітує роботу газорозподільчого механізму ДВЗ. Можлива також інша схема установки, що імітує роботу газорозподільчого механізму ДВЗ – це дозволяє значно скоротити витрати на дослідження.

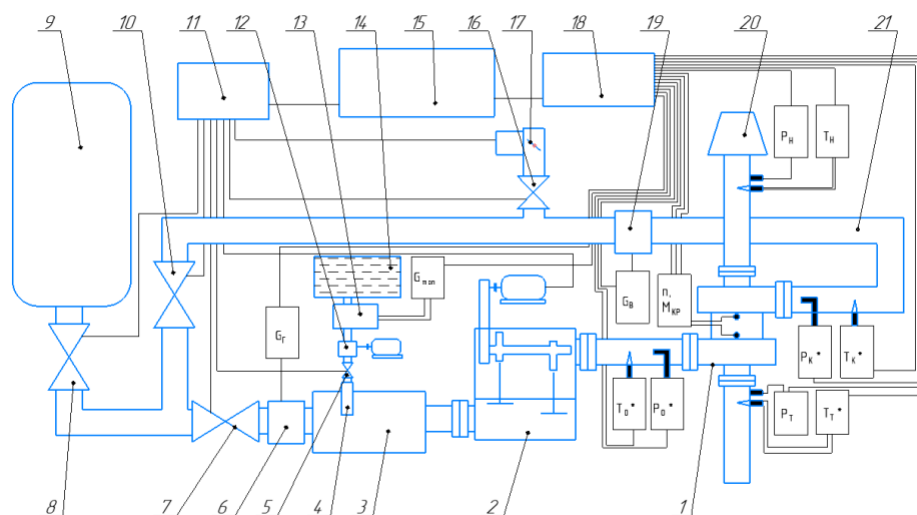


Рисунок 2.1 – Схема стенду для дослідження турбокомпресора агрегату наддуву

Принцип роботи установки. На початку експерименту клапан 10 закритий. Відкриваючи клапан 8, повітря із балона 9 (чи з мережі живлення стиснутим повітрям) надходить в камеру згоряння 3. При цьому, пальне з бака 14, подається насосом 12 до форсунки 4 через клапан 5, що налагоджує витрати палива. Опісля, з камери згоряння газ постачається у пристрій 2, що імітує роботу газорозподільчого механізму в ДВС. Цей елемент є обов'язковим для того, щоб створити умови роботи турбокомпресора, найбільш наближені до реальних, а саме, для утворення пульсації газу, які є у випускному колекторі реального ДВЗ. Для зниження витрат на випробування, а також тоді, коли досліджуваний турбокомпресор застосовують не для наддуву поршневого двигуна, випробування проводять за допомогою спеціальної труби 22, яку прикріплюють до трубопроводу від камери згоряння до турбокомпресора фланцями. Після того газ потрапляє до турбіни турбокомпресора 1, де після виконання завдання, виводиться до атмосфери. При цьому у компресорі стискається повітря, яке поступає туди через фільтр 20 з атмосфери. Оскільки клапан 10 в режимі запуску дослідної установки є закритим – стиснуте повітря через відкритий клапан 16 та дросельну заслінку 17 на виході з компресора виходить до атмосфери.

Як тільки частота обертів турбокомпресора досягає потрібного значення (значення рівня тиску на виході з компресора переважає 300 кПа), клапан 10 відкривається, а інші два клапани 8 та 16 закриваються. Тоді стиснуте повітря з компресора припиняє вихлопи в атмосферу та надходить до камери згоряння. Тільки тоді можна починати вимірювати параметри показників газу та турбокомпресора.

Функціонування турбіни встановлює зміна витрати та температури газу. Зміну витрати газу через турбіну досягають за допомогою клапана 7 через компресор (при закритому клапані 10) дросельною заслінкою 17. Необхідні значення температури робочих газів, що втрапляють з камери згоряння до турбіни, встановлює зміна кількості палива, що впорскує форсунка до камери згоряння через клапан 5. Управління клапанами 5, 7, 8, 10 та 16 дросельною заслінкою 17 та режимом роботи спеціального пристрою 2 проводять за

допомоги винесеної панелі керування 11 вручну, або за допомогою приладу 15, до якого під'єднуються елементи управління з панелі 11. Вимірювання характеристик провадиться за допомогою фіксатора 18, що передає всі записи у спеціальний електронно-обчислювальний прилад.

Потужність, яку розвиває турбіна, поглинає компресор, що функціонує як повітряне гальмо.

Для уникнення теплових втрат у навколишній простір, є теплоізованими місця трубопроводів від камери згоряння до входу в турбіну та виходу з неї, а також на виході з компресора,.

2.3 Вимірювання витрати палива

Витрати палива визначають показником витрат палива DFM 100C (рисунок 2.4), який має відмінні риси простоти та зручності розрахунків. Застосовують його для ведення обліку витрат палива та періоду роботи легкових, вантажних автомобілів, тракторів, для мобільних та стаціонарних машин з дизельними двигунами.

DFM 100C має фільтром і клапан, які попереджують його забруднення та гідравлічні удари, а також сприяють точності вимірів витрат пального.



Рисунок 2.4 – Витратомір палива DFM 100C

Характеристики DFM 100С

Максимальний тиск	2.5 МПа
Розхід, min	2
Розхід, max	100
Похибка	1%
Захист IP	IP54
Живлення	<25мА (24В) <50мА (12В)
Номінальний тиск	0.2 МПа
Вага	1 кг
Підєднання	M14x1,5
Діапазон напруження живлення	10-50 В
Вологість навколишнього середовища за температури 40 °С	<95%
Вібростійкість	Так

2.4 Розрахунок показників автомобіля КамАЗ

Розрахунок проводиться за загальновідомими формулами (таблиця 2.1)

Таблиця 2.1– Розрахункові формули показників автомобіля

Формули	Розрахунки
$N_{e \max} = \frac{M_a \cdot g \cdot f_v \cdot V_{a \max} + k \cdot F \cdot V_{a \max}^3}{1000 \cdot \eta_m \cdot \left(a \cdot \beta_v + b \cdot \beta_v^2 - c \cdot \beta_v^3 \right)}$	$N_{e \max} = 9800 \cdot 9,81 \cdot 0,0154 \cdot 29 + 0,46 \cdot 5,04 \cdot 29^3 / 1000 \cdot 0,84 (0,53 + 1,56 - 1,09) = 105,82 \text{ (кВт)}.$
$f_v = 0,01 \cdot \left(1 + 65 \cdot 10^{-5} \cdot V_{a \max}^2 \right);$	$f_v = 0,01 \cdot \left(1 + 65 \cdot 10^{-5} \cdot 29^2 \right) = 0,0154$
$N_e = N_{e \max} \left\{ a \cdot \frac{n}{n_N} + b \cdot \left(\frac{n}{n_N} \right)^2 - c \cdot \left(\frac{n}{n_N} \right)^3 \right\};$	$N_e = 105,82 \cdot \left\{ 0,53 \cdot \frac{510}{3400} + 1,56 \cdot \left(\frac{510}{3400} \right)^2 - 1,09 \cdot \left(\frac{510}{3400} \right)^3 \right\} = 11,73 \text{ (кВт)}$

$M_e = 9550 \cdot \frac{N_e}{n};$	$M_e = 9550 \cdot \frac{11,73}{510} = 219,79 (HM)$
$\Delta n = \frac{n_{\max} - n_{\min}}{9};$	$\Delta n = \frac{3400 - 510}{9} = 321,1 (об / хв.)$
$u_0 = \frac{n_N \cdot \beta_v \cdot r_{\partial}}{9,55 \cdot V_{a \max} \cdot u_p};$	$u_0 = \frac{3400 \cdot 1 \cdot 0,372}{9,55 \cdot 29 \cdot 1} = 4,56$
$u_1 = \frac{\psi_{\max} \cdot M_a \cdot g \cdot r_{\partial}}{M_{e \max} \cdot u_0 \cdot \eta_m \cdot u_{pk}};$	$u_1 = \frac{0,34 \cdot 9800 \cdot 9,81 \cdot 0,372}{320,94 \cdot 4,56 \cdot 0,94 \cdot 1} = 8,84$
$M_{e \max} = 9550 \cdot \frac{N_{e \max} \cdot P}{n_N};$	$M_{e \max} = 9550 \cdot \frac{105,82 \cdot 1,088}{3400} = 320,94 (HM)$
$P = a + \frac{b^2}{4 \cdot c};$	$P = 0,53 + \frac{1,56^2}{1,09} = 1,088 (HM)$
$u_{1\phi} = \frac{\phi \cdot G_{3y} \cdot r_{\partial}}{M_{e \max} \cdot u_0 \cdot \eta_m};$	$u_{1\phi} = \frac{0,7 \cdot 76910,4 \cdot 0,372}{320,94 \cdot 4,56 \cdot 0,94} = 14,55.$
$G_{3y} = m_2 \cdot G_2;$	$G_{3y} = 1,2 \cdot 64092 = 76910,4 (H).$
$u_k = m^{-2} \sqrt[m-k-1]{u_1};$	$u_2 = 8^{-2} \sqrt[8-2-1]{8,84} = 6,15$
$V = \frac{r_{\partial} \cdot n}{9,55 \cdot u_0 \cdot u_k \cdot u_{pk}};$	$V = \frac{0,372 \cdot 510}{9,55 \cdot 4,56 \cdot 8,84 \cdot 1} = 0,49$
$N_k = \eta_m \cdot N_e;$	$N_k = 0,94 \cdot 11,73 = 11,03$
$N_{\psi} = \frac{f_v \cdot M_a \cdot g \cdot V}{1000};$	$N_{\psi} = \frac{0,010123 \cdot 9800 \cdot 9,81 \cdot 4,35}{1000} = 4,23$
$f_v = 0,01 \cdot (1 + 65 \cdot 10^{-5} \cdot V)$	$f_v = 0,01 \cdot (1 + 65 \cdot 10^{-5} \cdot 4,35^2) = 0,010123$
$N_w = \frac{k \cdot F \cdot V^3}{1000};$	$N_w = \frac{0,46 \cdot 5,04 \cdot 0,49^3}{1000} = 0,000278$
$D = \frac{P_a}{M_a \cdot g}$	$D = \frac{22387,56}{9800 \cdot 9,81} = 0,23$
$P_a = P_k - P_w;$	$P_a = 22388,12 - 0,56 = 22387,56$
$P_k = \frac{M_e \cdot u_0 \cdot u_k \cdot u_{pk} \cdot \eta_m}{r_{\partial}};$	$P_k = \frac{219,79 \cdot 4,56 \cdot 8,84 \cdot 1 \cdot 0,94}{0,372} = 22388$

Результати розрахунків

Параметр	Числові значення											
n, об/хв	800	1012,5	1225	1437,5	1650	1862,5	2075	2287,5	2500	2712,5	2925	3137,5
A1*n/nN	0,32	0,405	0,49	0,575	0,66	0,745	0,83	0,915	1	1,085	1,17	1,255
A2*(n/nN)^2	0,1024	0,164	0,2401	0,3306	0,4356	0,555	0,6889	0,8372	1	1,1772	1,3689	1,575
A3*(n/nN)^3	0,032768	0,0664	0,1176	0,1901	0,2875	0,4135	0,5718	0,7661	1	1,2773	1,6016	1,9767
A1*n/nN+A2*(n/nN)^2-(n/nN)^3	0,389632	0,5026	0,6125	0,7155	0,8081	0,8865	0,9471	0,9862	1	0,9849	0,9373	0,8534
Ne, кВт	85,329408	110,07	134,13	156,7	176,97	194,15	207,42	215,97	219	215,7	205,27	186,89
Me, Н*м	1018,6198	1038,2	1045,6	1041	1024,3	995,51	954,62	901,65	836,58	759,43	670,18	568,85

Параметри		Числові значення											
n, об/хв		800	1012,5	1225	1437,5	1650	1862,5	2075	2287,5	2500	2712,5	2925	3137,5
Me, Н*м		1018,6	1038,2	1045,6	1041	1024,3	995,51	954,62	901,65	836,58	759,43	670,18	568,85
1-передача	V, км/год	2,4831	3,1426	3,8022	4,4618	5,1213	5,7809	6,4405	7,1	7,7596	8,4192	9,0787	9,7383
	Pk, Н	103928	105923	106685	106214	104509	101570	97399	91993	85355	77483	68378	58039
	Pw, Н	0,6714	1,0754	1,5742	2,1677	2,8559	3,6389	4,5167	5,4891	6,5564	7,7183	8,975	10,326
	Pk-Pw, Н	103928	105922	106684	106211	104506	101567	97394	91988	85348	77475	68369	58029

	D	0,4729	0,482	0,4855	0,4833	0,4756	0,4622	0,4432	0,4186	0,3884	0,3526	0,3111	0,2641
2-а передача	V, км/год	3,7893	4,7958	5,8024	6,8089	7,8154	8,822	9,8285	10,835	11,842	12,848	13,855	14,861
	P _k , Н	68103	69410	69909	69600	68483	66557	63824	60282	55932	50773	44807	38032
	P _w , Н	1,5635	2,5045	3,666	5,0482	6,6511	8,4745	10,519	12,783	15,269	17,975	20,901	24,049
	P _k -P _w , Н	68101	69407	69905	69595	68476	66549	63813	60269	55917	50756	44786	38008
	D	0,3099	0,3159	0,3181	0,3167	0,3116	0,3028	0,2904	0,2743	0,2545	0,231	0,2038	0,173
3-а передача	V, км/год	6,1084	7,7309	9,3534	10,976	12,598	14,221	15,844	17,466	19,089	20,711	22,334	23,956
	P _k , Н	42247	43058	43368	43176	42483	41289	39593	37396	34697	31497	27796	23593
	P _w , Н	4,0629	6,5079	9,5263	13,118	17,283	22,021	27,333	33,218	39,676	46,708	54,313	62,491
	P _k -P _w , Н	42243	43052	43358	43163	42466	41267	39566	37362	34657	31450	27742	23531
	D	0,1922	0,1959	0,1973	0,1964	0,1933	0,1878	0,1801	0,17	0,1577	0,1431	0,1262	0,1071
4-а передача	V, км/год	9,981	12,632	15,283	17,935	20,586	23,237	25,888	28,539	31,191	33,842	36,493	39,144
	P _k , Н	25855	26352	26541	26424	26000	25269	24231	22886	21235	19276	17011	14439
	P _w , Н	10,847	17,376	25,434	35,024	46,144	58,795	72,977	88,689	105,93	124,71	145,01	166,85
	P _k -P _w , Н	25844	26334	26516	26389	25954	25210	24158	22797	21129	19152	16866	14272
	D	0,1176	0,1198	0,1207	0,1201	0,1181	0,1147	0,1099	0,1037	0,0962	0,0872	0,0768	0,0649
5-а передача	V, км/год	15,271	19,327	23,384	27,44	31,496	35,553	39,609	43,665	47,722	51,778	55,834	59,891
	P _k , Н	16899	17223	17347	17271	16993	16515	15837	14958	13879	12599	11118	9437,3

	Pw, Н	25,393	40,675	59,539	81,988	108,02	137,63	170,83	207,61	247,98	291,93	339,46	390,57
	Pk-Pw, Н	16874	17183	17288	17189	16885	16378	15666	14751	13631	12307	10779	9046,7
	D	0,0768	0,0782	0,0787	0,0782	0,0768	0,0745	0,0713	0,0671	0,062	0,056	0,0491	0,0412
Py+Pw, Н		3321,6	3336,8	3355,7	3378,1	3404,2	3433,8	3467	3503,8	3544,1	3588,1	3635,6	3686,7
Py, Н		3296,2	3296,2	3296,2	3296,2	3296,2	3296,2	3296,2	3296,2	3296,2	3296,2	3296,2	3296,2
y		0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015

Параметри		Числові значення											
n, об/хв		800	1012,5	1225	1437,5	1650	1862,5	2075	2287,5	2500	2712,5	2925	3137,5
Me, Н*м		1018,6	1038,2	1045,6	1041	1024,3	995,51	954,62	901,65	836,58	759,43	670,18	568,85
1-передача	V, км/год	2,4831	3,1426	3,8022	4,4618	5,1213	5,7809	6,4405	7,1	7,7596	8,4192	9,0787	9,7383
	D	0,4729	0,482	0,4855	0,4833	0,4756	0,4622	0,4432	0,4186	0,3884	0,3526	0,3111	0,2641
	D-y	0,4579	0,467	0,4705	0,4683	0,4606	0,4472	0,4282	0,4036	0,3734	0,3376	0,2961	0,2491
	j, м/с^2	1,7598	1,7946	1,8079	1,7997	1,7699	1,7185	1,6455	1,551	1,4349	1,2972	1,1379	0,9571
	1/j, с^2/м	0,5683	0,5572	0,5531	0,5557	0,565	0,5819	0,6077	0,6448	0,6969	0,7709	0,8788	1,0448
2-а передача	V, км/год	3,7893	4,7958	5,8024	6,8089	7,8154	8,822	9,8285	10,835	11,842	12,848	13,855	14,861
	D	0,3099	0,3159	0,3181	0,3167	0,3116	0,3028	0,2904	0,2743	0,2545	0,231	0,2038	0,173
	D-y	0,2949	0,3009	0,3031	0,3017	0,2966	0,2878	0,2754	0,2593	0,2395	0,216	0,1888	0,158

	$j, \text{ м/с}^2$	1,7122	1,7468	1,7599	1,7517	1,7222	1,6712	1,599	1,5053	1,3903	1,254	1,0962	0,9171
	$1/j, \text{ с}^2/\text{м}$	0,584	0,5725	0,5682	0,5709	0,5807	0,5984	0,6254	0,6643	0,7193	0,7975	0,9122	1,0903
3-а передача	$V, \text{ км/год}$	6,1084	7,7309	9,3534	10,976	12,598	14,221	15,844	17,466	19,089	20,711	22,334	23,956
	D	0,1922	0,1959	0,1973	0,1964	0,1933	0,1878	0,1801	0,17	0,1577	0,1431	0,1262	0,1071
	$D-y$	0,1772	0,1809	0,1823	0,1814	0,1783	0,1728	0,1651	0,155	0,1427	0,1281	0,1112	0,0921
	$j, \text{ м/с}^2$	1,3478	1,3758	1,3864	1,3797	1,3555	1,314	1,2552	1,1789	1,0853	0,9743	0,846	0,7003
	$1/j, \text{ с}^2/\text{м}$	0,7419	0,7268	0,7213	0,7248	0,7377	0,761	0,7967	0,8482	0,9214	1,0263	1,1821	
4-а передача	$V, \text{ км/год}$	9,981	12,632	15,283	17,935	20,586	23,237	25,888	28,539	31,191	33,842	36,493	39,144
	D	0,1176	0,1198	0,1207	0,1201	0,1181	0,1147	0,1099	0,1037	0,0962	0,0872	0,0768	0,0649
	$D-y$	0,1026	0,1048	0,1057	0,1051	0,1031	0,0997	0,0949	0,0887	0,0812	0,0722	0,0618	0,0499
	$j, \text{ м/с}^2$	0,888	0,9072	0,9144	0,9094	0,8923	0,863	0,8215	0,768	0,7023	0,6244	0,5344	0,4322
	$1/j, \text{ с}^2/\text{м}$	1,1262	1,1022	1,0936	1,0996	1,1208	1,1588	1,2172	1,3021	1,424			
5-а передача	$V, \text{ км/год}$	15,271	19,327	23,384	27,44	31,496	35,553	39,609	43,665	47,722	51,778	55,834	59,891
	D	0,0768	0,0782	0,0787	0,0782	0,0768	0,0745	0,0713	0,0671	0,062	0,056	0,0491	0,0412
	$D-y$	0,0618	0,0632	0,0637	0,0632	0,0618	0,0595	0,0563	0,0521	0,047	0,041	0,0341	0,0262
	$j, \text{ м/с}^2$	0,5612	0,574	0,5784	0,5743	0,5617	0,5407	0,5113	0,4735	0,4272	0,3725	0,3093	0,2377
	$1/j, \text{ с}^2/\text{м}$	1,7818	1,7421	1,7291	1,7414	1,7803	1,8493	1,9557	2,112				

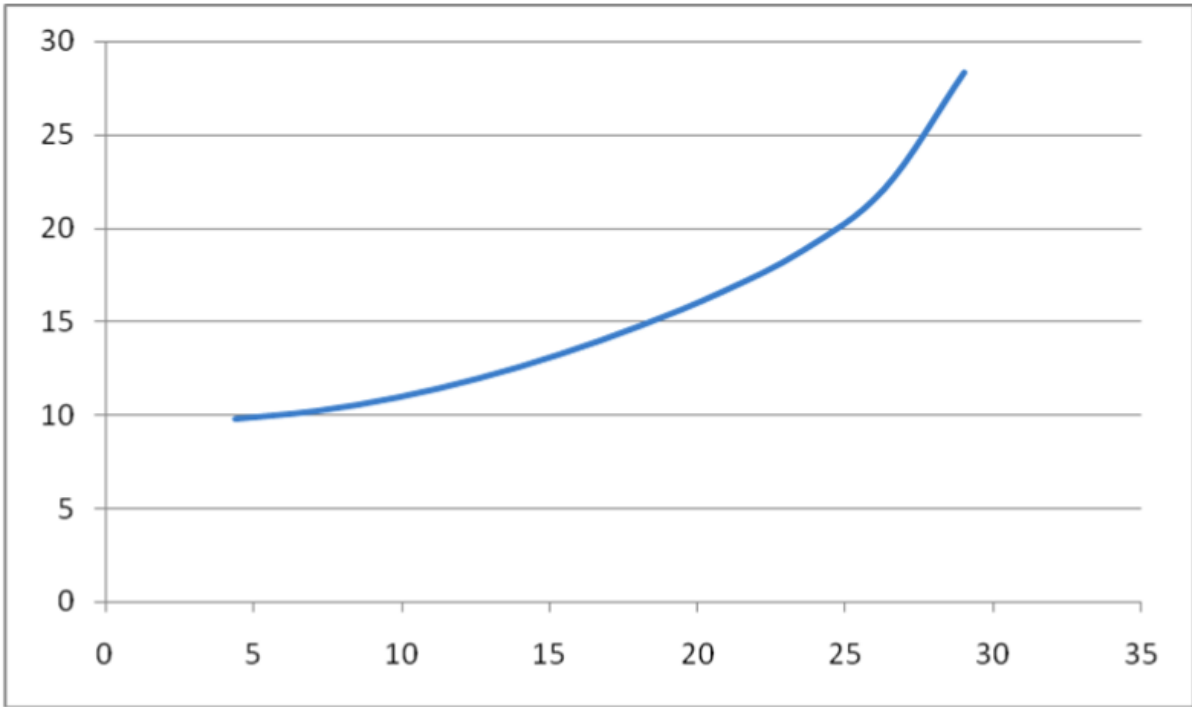
Параметри	Значення параметра
-----------	--------------------

V, км/год	2,4830721	4,4618	7,1	8,4192	9,8285	11,842	12,848	17,466	19,089	20,711	28,539	31,191
Fti, мм2	0	1,1119	1,5835	0,9337	0,9839	1,3535	0,7633	3,7999	1,4356	1,5801	9,1139	3,6138
SFt, мм2	0	1,1119	2,6954	3,6292	4,6131	5,9666	6,7299	10,53	11,965	13,546	22,659	26,273
t, с	0	0,3089	0,7487	1,0081	1,2814	1,6574	1,8694	2,9249	3,3237	3,7627	6,2943	7,2981

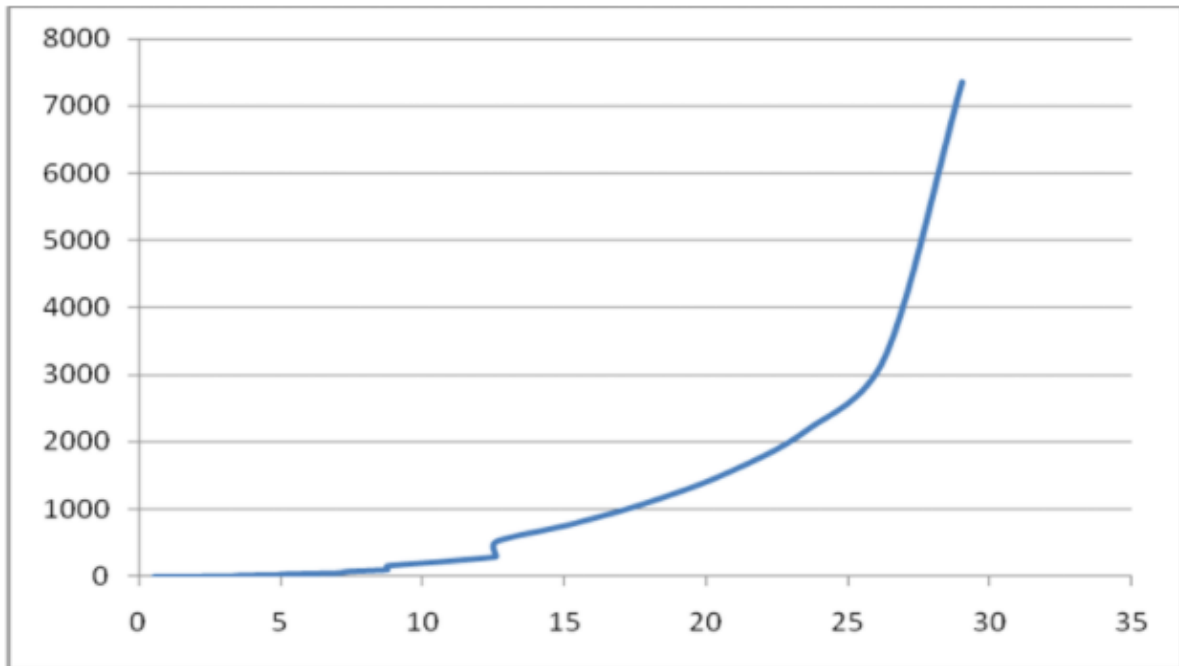
Параметри	Значення параметра											
V, км/год	2,4830721	4,4618	7,1	8,4192	9,8285	11,842	12,848	17,466	19,089	20,711	28,539	31,191
Fsi, мм2	0	0,3056	1,3951	1,1587	1,6134	2,958	1,7749	11,07	5,0693	5,7489	39,364	18,018
SFs, мм2	0	0,3056	1,7007	2,8595	4,4728	7,4308	9,2057	20,276	25,345	31,094	70,458	88,476
S, м	0	0,0849	0,4724	0,7943	1,2424	2,0641	2,5571	5,6322	7,0403	8,6373	19,572	24,577

Параметри		Числове значення											
n, об/хв		800	1012,5	1225	1437,5	1650	1862,5	2075	2287,5	2500	2712,5	2925	3137,5
Ne, кВт		85,329	110,07	134,13	156,7	176,97	194,15	207,42	215,97	219	215,7	205,27	186,89
Nk, кВт		71,677	92,457	112,67	131,63	148,66	163,09	174,23	181,41	183,96	181,19	172,42	156,99
V, км/ч	Uk1	2,4831	3,1426	3,8022	4,4618	5,1213	5,7809	6,4405	7,1	7,7596	8,4192	9,0787	9,7383
	Uk2	3,7893	4,7958	5,8024	6,8089	7,8154	8,822	9,8285	10,835	11,842	12,848	13,855	14,861
	Uk3	6,1084	7,7309	9,3534	10,976	12,598	14,221	15,844	17,466	19,089	20,711	22,334	23,956
	Uk4	9,981	12,632	15,283	17,935	20,586	23,237	25,888	28,539	31,191	33,842	36,493	39,144

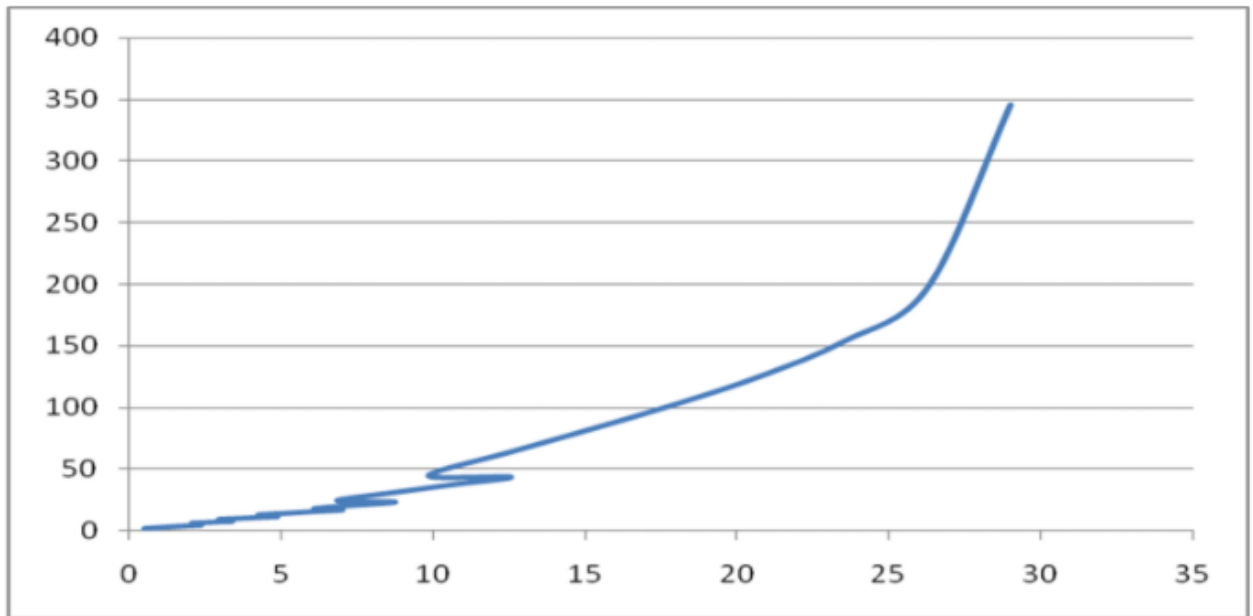
	Uk5	15,271	19,327	23,384	27,44	31,496	35,553	39,609	43,665	47,722	51,778	55,834	59,891
Ny , кВт		13,982	17,696	21,41	25,124	28,838	32,552	36,266	39,98	43,694	47,408	51,122	54,836
Nw , кВт		0,1077	0,2184	0,3867	0,6249	0,9451	1,3592	1,8796	2,5182	3,2872	4,1987	5,2648	6,4976
Ny+Nw , кВт		14,09	17,914	21,797	25,749	29,783	33,911	38,145	42,498	46,981	51,607	56,387	61,333



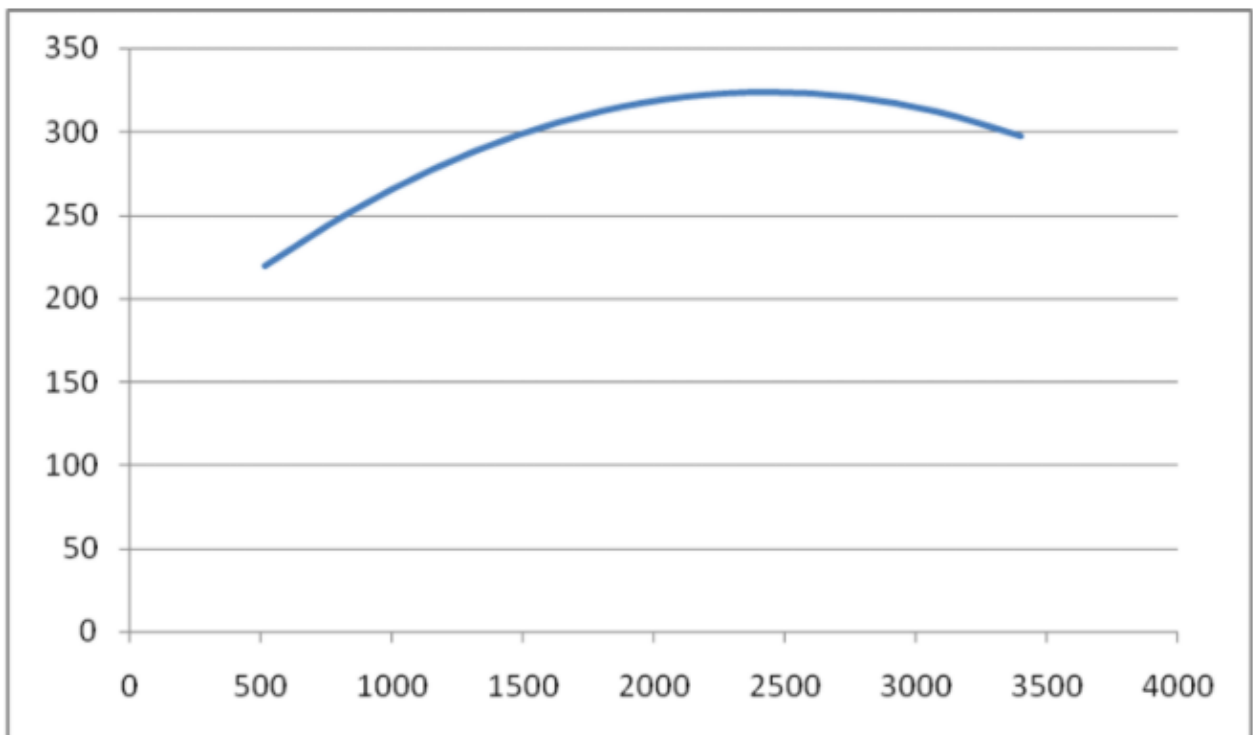
Паливно-економічна характеристика



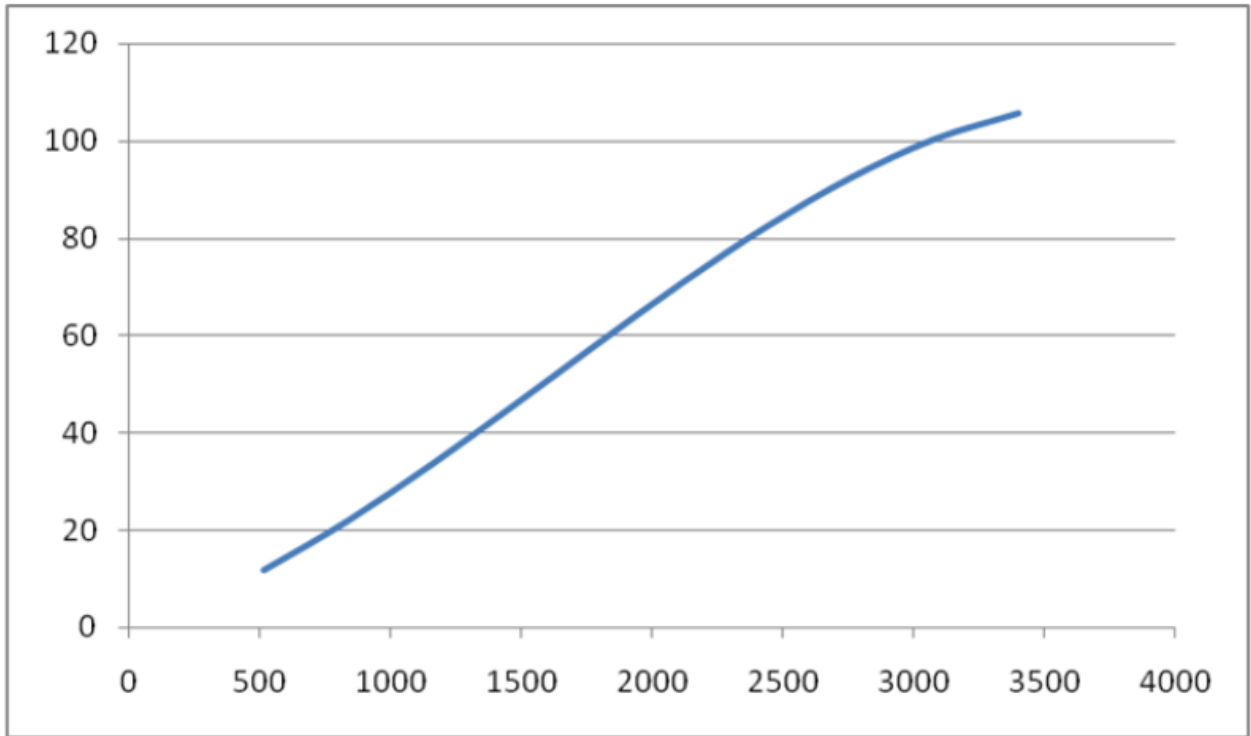
Шлях розгону



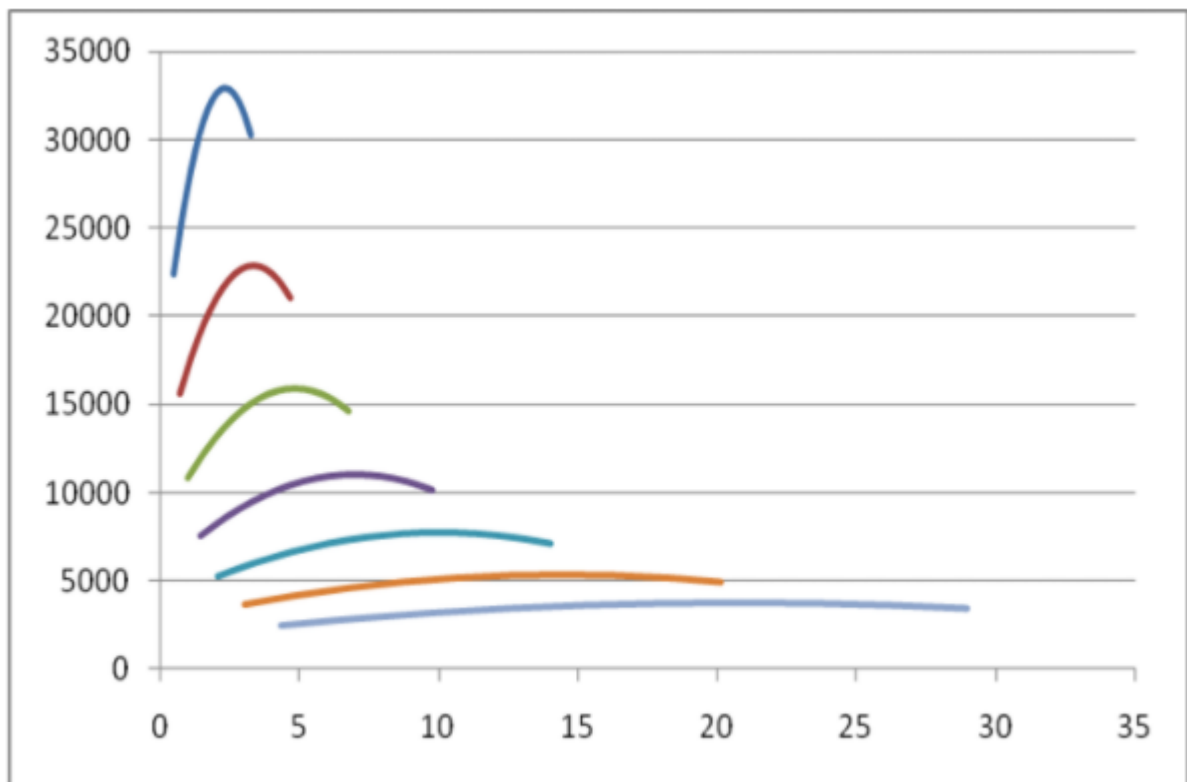
Час розгону



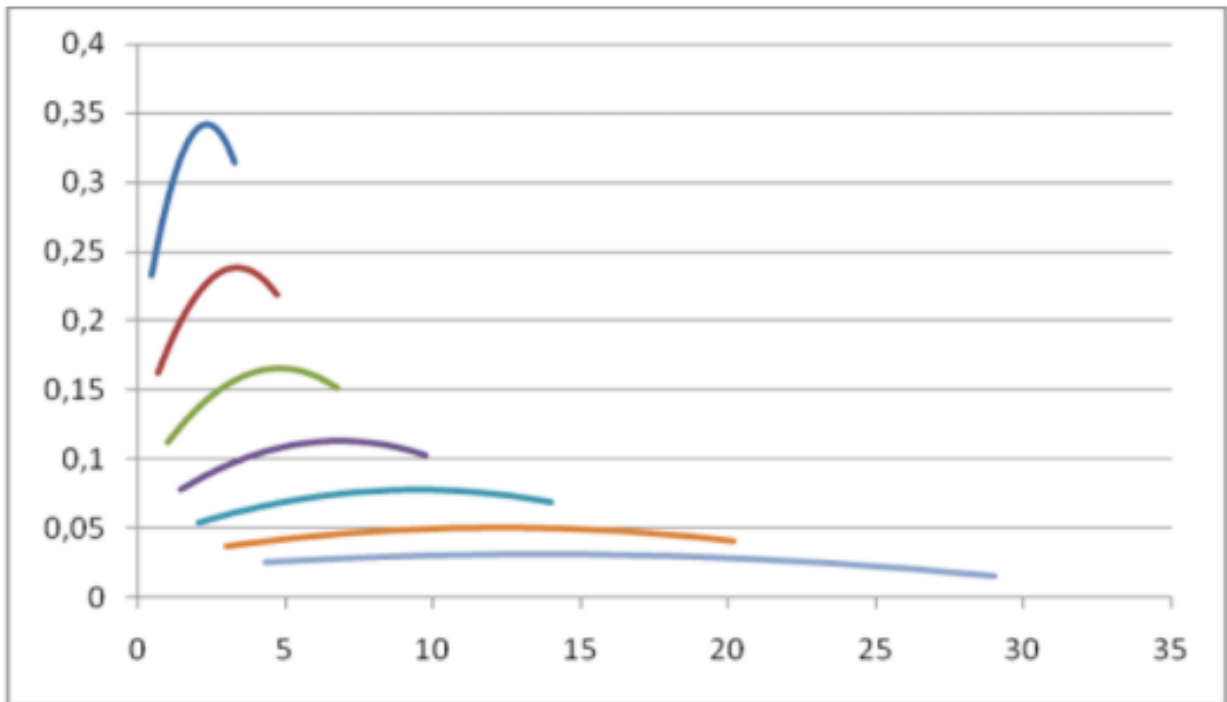
Момент двигуна



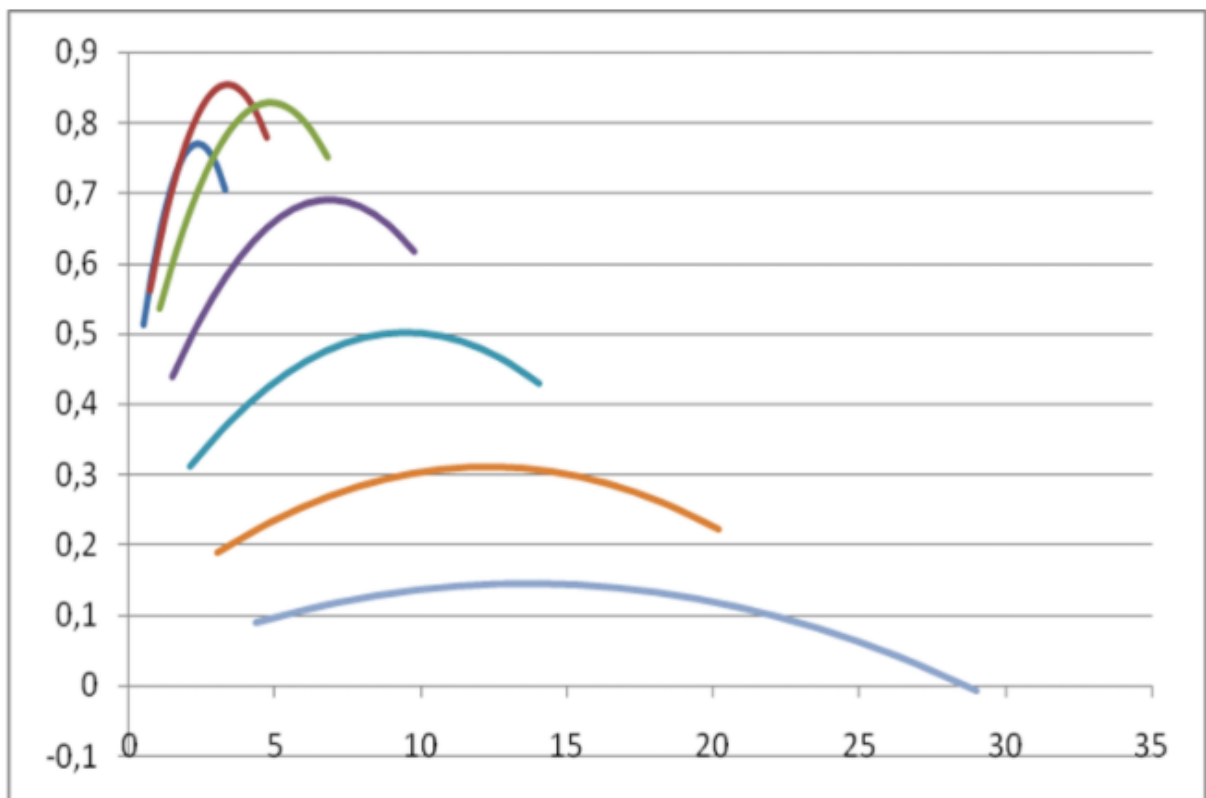
Потужність двигуна



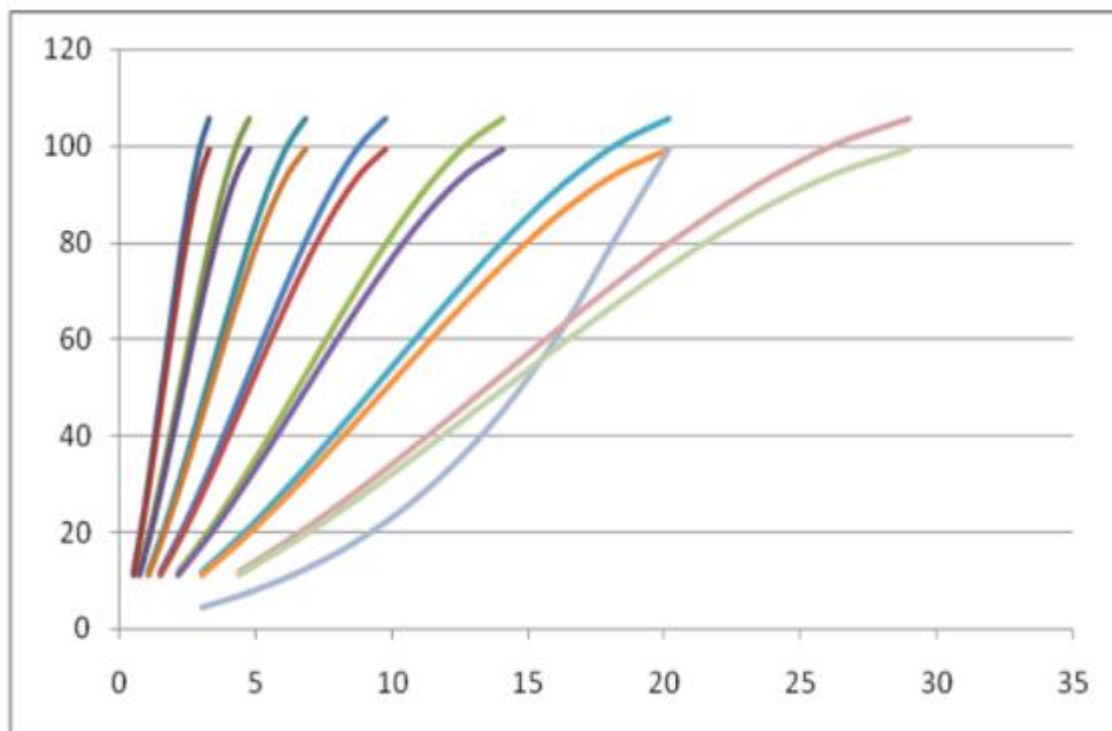
Сила тяги на колесах



Динамічна характеристика



Графік прискорень



Діаграма балансу потужності

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Схема пристрою

Схему пристрою розміщено в графічній частині кваліфікаційної роботи. Даний пристрій можна застосовувати для контролю турбін. Причому є можливість досліджувати різноманітні типорозміри, а саме від 5 до 11 (див р.2). Підключається пристрій до стиснутого повітря. Конструктивно пристрій зложений зі 2-х плит зі стійками, де і розміщені усі елементи: проточна частина, камера згоряння палива, масляна та паливна системи та контрольні елементи.

Контрольні елементи вимірюють необхідні величини, такі як: тиск на подачі та виході, температурні параметри, крутні моменти, склад газів.

Проточна частина являє собою набір патрубків та каналів. В каналах проходить регулювання та подача повітря, контроль газів при виході. Причому за допомогою заслонок, які з'єднані з кроковими двигунами проходить зміна параметрів, які нам необхідні при контролі чи дослідженні.

Також розміщено масляний резервуар з насосом та магістральними каналами.

В склад паливної системи входять: контролери витрати палива, магістралі для подачі та зливі палива, двигуна, форсунки.

При використанні пристрою подають повітря в камеру згоряння палива, а в подальшому використовують стиснене повітря. Після чого запускають двигун для отримання необхідного тиску масла в системі. Встановлюються усі необхідні параметри витрати палива та повітря.

Після запалення в камері згоряння гади по каналах подаються на турбіну та виходять через вивідні канали.

Підчас роботи пристрою фіксують усі необхідні параметри, що в подальшому дозволяє зробити висновки про відповідність досліджуваної турбіни усім необхідним параметрам.

3.2 Розрахунок робочих коліс на міцність

Розрахунок заснований на методі кінцевих різниць. При розрахунку отримуються коефіцієнти запасу по еквівалентним напруженням і руйнуючим оборотам.

Розрахунок диска методом кінцевих різниць заснований на наближеному вирішенні системи двох диференціальних рівнянь:

Рівноваги

$$d\sigma_r = \sigma_r \left(-\frac{dr}{r} - \frac{db}{b} \right) + \sigma_\varphi \frac{dr}{r} - \rho\omega^2 r^2 \frac{dr}{r} \quad (3.1)$$

і сумісності деформацій

$$d\sigma_\varphi = \sigma_r \left(\frac{dr}{r} - \mu \frac{db}{b} - \mu \frac{dE}{E} \right) + \sigma_\varphi \left(-\frac{dr}{r} + \frac{dE}{E} \right) - \mu\rho\omega^2 r^2 \frac{dr}{r} - Ed(\alpha t) \quad (3.2)$$

шляхом заміни вхідних в ці рівняння диференціалів кінцевими різницями.

У цих рівняннях σ_r і σ_φ - радіальні і окружні нормальні напруження; ρ, E, α, μ - відповідно щільність, модуль пружності, коефіцієнт лінійного розширення, коефіцієнт Пуассона; ω - кутова швидкість, t -температура. Диск розбивається на кілька циліндричних перетинів, які нумеруються від 0 до n .

Після заміни диференціалів на кінцеві різниці за формулами

$$\begin{aligned} d\sigma_r &\approx \Delta\sigma_r = \sigma_{ri} - \sigma_{ri-1}; \\ d\sigma_\varphi &\approx \Delta\sigma_\varphi = \sigma_{\varphi i} - \sigma_{\varphi i-1}; \\ dr &\approx \Delta r = r_i - r_{i-1}; \\ db &\approx \Delta b = b_i - b_{i-1}; \\ dE &\approx \Delta E = E_i - E_{i-1}; \\ d(\alpha t) &\approx \Delta(\alpha t) = (\alpha t)_i - (\alpha t)_{i-1}; \end{aligned} \quad (3.3)$$

рівняння рівноваги і сумісності деформації зводяться до наступної системі рекурентних співвідношень:

$$\left. \begin{aligned} \sigma_{ri} &= A_i \sigma_{ri-1} + B_i \sigma_{\varphi i-1} + C_i B_i; \\ \sigma_{\varphi i} &= A'_i \sigma_{ri-1} + B'_i \sigma_{\varphi i-1} + \mu C_i B_i + D_i; \end{aligned} \right\} \quad (3.4)$$

Відтак,

$$\begin{aligned}
 A_i &= 3 - \frac{r_i}{r_{i-1}} - \frac{b_i}{b_{i-1}}; \\
 B_i &= \frac{r_i}{r_{i-1}} - 1; \\
 C_i &= -\rho\omega^2 r_{i-1}^2; \\
 A_i' &= B_i + \mu\left(2 + \frac{b_i}{b_{i-1}} - \frac{E_i}{E_{i-1}}\right); \\
 B_i' &= \frac{E_i}{E_{i-1}} - B_i; \\
 D_i &= -E_{i-1}[(\alpha t)_i - (\alpha t)_{i-1}];
 \end{aligned} \tag{3.5}$$

Для кожного із перерізів σ_{ri} , $\sigma_{\phi i}$ можна виразити через напругу σ_0 в нульовому пересіченні диску, де $\sigma_{r0} = \sigma_{\phi 0} = \sigma_0$.

Переріз №1

$$\begin{aligned}
 \sigma_{r1} &= A_1\sigma_{r0} + B_1\sigma_{\phi 0} + C_1B_1 = H_1\sigma_0 + M_1; \\
 \sigma_{\phi 1} &= A_1'\sigma_{r0} + B_1'\sigma_{\phi 0} + \mu C_1B_1 + D_1 = H_1'\sigma_0 + M_1',
 \end{aligned} \tag{3.6}$$

$$\begin{aligned}
 H_1 &= A_1 + B_1; \\
 M_1 &= C_1B_1; \\
 H_1' &= A_1' + B_1'; \\
 M_1' &= \mu C_1B_1 + D_1.
 \end{aligned} \tag{3.7}$$

Переріз №2

$$\begin{aligned}
 \sigma_{r2} &= A_2\sigma_{r1} + B_2\sigma_{\phi 1} + C_2B_2 = A_2H_1\sigma_0 + A_2M_1 + B_2H_1'\sigma_0 + B_2M_1' + C_2B_2 = \\
 &= H_2\sigma_0 + M_2; \\
 \sigma_{\phi 2} &= A_2'\sigma_{r1} + B_2'\sigma_{\phi 1} + \mu C_2B_2 + D_2 = A_2'H_1\sigma_0 + A_2'M_1 + B_2'H_1'\sigma_0 + B_2'M_1' + \\
 &+ \mu C_2B_2 + D_2 = H_2'\sigma_0 + M_2',
 \end{aligned} \tag{3.8}$$

$$\begin{aligned}
 H_2 &= A_2H_1 + B_2H_1'; \\
 M_2 &= A_2M_1 + B_2M_1' + C_2B_2;
 \end{aligned} \tag{3.9}$$

$$\begin{aligned}
 H_2' &= A_2'H_1 + B_2'H_1'; \\
 M_2' &= A_2'M_1 + B_2'M_1' + \mu C_2B_2 + D_2.
 \end{aligned}$$

Очевидно, що для кожного перетину

$$\begin{aligned}\sigma_{ri} &= H_i \sigma_0 + M_i; \\ \sigma_{\varphi i} &= H'_i \sigma_0 + M'_i,\end{aligned}\tag{3.10}$$

$$\begin{aligned}H_i &= A_i H_{i-1} + B_i H'_{i-1}; \\ M_i &= A_i M_{i-1} + B_i M'_{i-1} + C_i B_i; \\ H'_i &= A'_i H_{i-1} + B'_i H'_{i-1}; \\ M'_i &= A'_i M_{i-1} + B'_i M'_{i-1} + \mu C_i B_i + D_i.\end{aligned}\tag{3.11}$$

Значення показника напруги межує за граничної умови на периферійному радіусі диску:

$$\sigma_m = \sigma_{rl} = H_n \sigma_0 + M_n,\tag{3.12}$$

$$\sigma_0 = \frac{\sigma_{rn} - M_n}{H_n}.\tag{3.13}$$

При визначенні значень кожного з коефіцієнтів H_i, M_i, H'_i, M'_i :

1) для диску:

$$\begin{aligned}\sigma_{r0} = \sigma_0 &= H_0 \sigma_0 + M_0; \\ \sigma_{\varphi 0} = \sigma_0 &= H'_0 \sigma_0 + M'_0,\end{aligned}\tag{3.14}$$

Отже,

$$H_0 = 1, M_0 = 0, H'_0 = 1, M'_0 = 0;\tag{3.15}$$

2) для диску з отвором в центрі:

$$\begin{aligned}\sigma_{r0} = 0 &= H_0 \sigma_0 + M_0; \\ \sigma_{\varphi 0} = \sigma_0 &= H'_0 \sigma_0 + M'_0,\end{aligned}\tag{3.16}$$

$$\text{Відтак, } H_0 = 0, M_0 = -q, H'_0 = 1, M'_0 = 0;\tag{3.17}$$

3) для диску, який напресований на валі з напругою:

$$\begin{aligned}\sigma_{r0} = -q &= H_0 \sigma_0 + M_0; \\ \sigma_{\varphi 0} = \sigma_0 &= H'_0 \sigma_0 + M'_0,\end{aligned}\tag{3.18}$$

$$\text{Відтак, } H_0 = 0, M_0 = -q, H'_0 = 1, M'_0 = 0;\tag{3.19}$$

Масові характеристики:

1) для диску

$$m = \pi\rho \left[\sum_{i=1}^n (b_i + b_{i-1})(r_i^2 - r_{i-1}^2) + r_0^2 b_2 \right]; \quad (3.20)$$

2) для диску з отвором в центрі

$$m = \pi\rho \sum_{i=1}^n (b_i + b_{i-1})(r_i^2 - r_{i-1}^2). \quad (3.21)$$

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Органи державного управління охороною праці, їх компетенція і повноваження

Відповідно до ст. 37 Закону України «Про охорону праці» державне управління охороною праці в Україні здійснюють:

- Кабінет Міністрів України;
- Комітет по нагляду за охороною праці Міністерства праці та соціальної політики України;
- міністерства та інші центральні органи державної виконавчої влади;
- місцева державна адміністрація, місцеві Ради народних депутатів;
- асоціації, концерни, корпорації та інші об'єднання підприємств.

Компетенція Кабінету міністрів України в галузі охорони праці.

Кабінет Міністрів України:

- забезпечує реалізацію державної політики в галузі охорони праці;
- визначає функції міністерств, інших центральних органів державної виконавчої влади щодо створення безпечних і нешкідливих умов праці та нагляду за охороною праці;
- визначає порядок створення і використання державного, галузевих і регіональних фондів охорони праці.

Основні завдання, які покладаються на Комітет по нагляду за охороною праці Міністерства праці та соціальної політики України:

- комплексне управління охороною праці;
- державний нагляд за додержанням законодавчих та інших нормативно-правових актів щодо безпеки, гігієни праці та виробничого середовища; а також за проведенням робіт, пов'язаних з геологічним вивченням надр, їх охороною і використанням, переробкою мінеральної сировини;
- координація робіт з профілактики травматизму невиробничого характеру;

- проведення експертизи проектної документації та видача дозволів на введення в експлуатацію нових і реконструйованих підприємств, об'єктів і засобів виробництва;
- координація науково-дослідних робіт з питань охорони праці та підвищення ефективності державного нагляду за охороною праці, контроль за їх виконанням, державне замовлення наукових досліджень з цих питань;
- встановлення та розвиток міжнародних зв'язків з питань нагляду за охороною праці.

Рішення Держнаглядохоронпраці, прийняті в межах його повноважень, є обов'язковими для виконання центральними та місцевими органами виконавчої влади, органами місцевого самоврядування, підприємствами, установами і організаціями всіх форм власності та громадянами.

Повноваження міністерств та інших центральних органів державної виконавчої влади в галузі охорони праці:

- проведення єдиної науково-технічної політики в галузі охорони праці;
- розробка і реалізація комплексних заходів щодо покращення безпеки, гігієни праці і виробничого середовища в галузі;
- здійснення методичного керівництва діяльністю підприємств галузі з охорони праці;
- укладання з відповідними галузевими профспілками угоди з питань покращення умов і безпеки праці;
- фінансування опрацювання і перегляду нормативних актів про охорону праці;
- організація у встановленому порядку навчання і перевірки знань та норма охорони праці керівними працівниками і спеціалістами галузі;
- створення при необхідності професійних воєнізованих аварійно-рятувальних формувань, що діють відповідно до типового положення, затвердженого Держнаглядохоронпраці;

- здійснення внутрівідомчого контролю за станом охорони праці.

Для координації, вдосконалення роботи по охороні праці і контролю за цією роботою в центральному апараті міністерств та інших центральних органів державної виконавчої влади створюються служби охорони праці.

Повноваження місцевих державних адміністрацій та Рад народних депутатів у галузі охорони праці.

Місцеві державні адміністрації і Ради народних депутатів у межах відповідної території:

- забезпечують реалізацію державної політики в галузі охорони праці;
- формують за участю профспілок програми заходів з питань безпеки, гігієни праці і виробничого середовища, що мають міжгалузеве значення;
- організовують при необхідності регіональні аварійно-рятувальні формування;
- здійснюють контроль за додержанням нормативних актів про охорону праці;
- створюють при необхідності фонди охорони праці.

Для виконання цих функцій місцеві органи влади створюють відповідні структурні підрозділи.

Повноваження об'єднань підприємств у галузі охорони праці.

Повноваження в галузі охорони праці асоціацій, корпорацій, концернів та інших об'єднань визначаються їх статутами або договорами між підприємствами, які утворили об'єднання. Для виконання делегованих об'єднанню функцій, в його апараті створюються служби охорони праці.

4.2 Заходи безпеки при експлуатації електроустановок

Робота щодо забезпечення безпечної експлуатації електроустановок здійснюється згідно з обов'язковими, для всіх споживачів електроенергії, незалежно від їх відомчої приналежності, правилами технічної експлуатації електроустановок споживачів та правилами техніки безпеки при експлуатації

електроустановок споживачів. Обслуговування діючих електроустановок, проведення в них оперативних переключень, організація та виконання ремонтних, монтажних, налагоджувальних робіт і випробувань здійснюються спеціально підготовленим електротехнічним персоналом.

Роботи в діючих електроустановках з врахуванням заходів безпеки поділяються на виконувани: зі зняттям напруги, без зняття напруги на струмоведучих частинах і поблизу них, без зняття напруги на віддалі від струмоведучих частин, котрі знаходяться під напругою. До робіт, виконуваних зі зняттям напруги, відносяться роботи, котрі виконуються в електроустановці, в котрій зі всіх струмоведучих частин знята напруга і вхід в приміщення сусідньої електроустановки, котра знаходиться під напругою, закритий. До робіт, виконуваних без зняття напруги на струмоведучих частинах та поблизу них, відносяться роботи, котрі проводяться безпосередньо на цих частинах.

Роботою без зняття напруги на віддалі від струмоведучих частин, що знаходяться під напругою, вважається робота, при котрій виключається випадкове наближення працюючих людей та використовуваного ними ремонтного обладнання і інструменту до струмоведучих частин на віддаль менше встановленої і не вимагається вжиття технічних або організаційних заходів (безперервного нагляду) для запобігання такому наближенню. При виконанні робіт зі зняттям напруги та без зняття напруги на струмоведучих частинах та поблизу них повинні виконуватись організаційні та технічні заходи.

До організаційних заходів відносяться:

- оформлення роботи по наряд-допуску, розпорядженню або за переліком робіт, виконуваних в порядку поточної експлуатації;

- допуск до роботи;

- нагляд під час роботи;

- оформлення перерви під час роботи;

- переводи на інше робоче місце.

Наряд-допуск - це завдання на безпечне виконання роботи, оформлене на спеціальному бланку встановленої форми. Він визначає зміст, місце виконання

роботи, час її початку та закінчення, умови її безпечного виконання, склад бригади та осіб, відповідальних за безпечне виконання роботи. Відповідальними за безпечне виконання робіт є: особа, що видала наряд; котра дає розпорядження; особа, що допускає до роботи; керівник роботи; виконавець роботи; спостережник; член бригади.

Всі роботи, котрі виконуються в електроустановках без наряду, виконуються:

- за розпорядженням осіб, уповноважених на це, з оформленням в оперативному журналі;
- в порядку поточної експлуатації з подальшим записом в оперативному журналі.

Розпорядження - це завдання на виконання роботи, що визначає її зміст, місце, час, заходи безпеки. Воно має разовий характер, видається на один вид роботи і діє протягом однієї зміни.

За розпорядженням можуть виконуватись:

- позапланові роботи, викликані виробничою необхідністю, тривалістю до 1 год.;
- роботи без зняття напруги на віддалі від струмоведучих частин, котрі знаходяться під напругою, тривалістю не більше однієї зміни;
- роботи зі зняттям напруги з електроустановок напругою до 1000 В тривалістю не більше однієї зміни.

Поточна експлуатація - це проведення оперативним персоналом самостійно на закріпленій за ним ділянці протягом однієї зміни робіт за спеціальним переліком.

До організаційних заходів в цьому випадку відноситься складання, відповідальним за електрогосподарство, переліку робіт стосовно конкретних умов.

До технічних заходів, що забезпечують безпеку робіт, виконуваних зі зняттям напруги, відносяться:

- необхідні вимкнення та вжиття заходів, котрі запобігають подачі напруги до місця роботи внаслідок помилкового або довільного ввімкнення комутаційної апаратури;

- вивішування на приводах ручного та на ключах дистанційного керування комунікаційної апаратури (автомати, рубильники, вимикачі) забороняючих плакатів;

- перевірка відсутності напруги на струмоведучих частинах;

- накладання заземлення;

- вивішування попереджувальних та приписувальних плакатів, огороження, при необхідності, робочих місць та струмоведучих частин, які залишилися під напругою.

ВИСНОВКИ

Дана кваліфікаційна робота розроблена на тему: «Розроблення технологічного процесу діагностики та технічного обслуговування турбокомпресорів ТКР9 автомобілів КамАЗ – 65115» на базі підприємства ПАТ «Тернопільський КШБМ» з пристроєм, що використовується при розбиральних і складальних операціях на ПАТ. В загальному розділі описано характеристика, функції і структура підприємства, організація управління виробництвом та ремонтом автомобілів.

В технологічному розділі надано схему вимірювань стенду та опис, датчики вимірювання тиску, датчики вимірювання температури, визначення витрати повітря, вимірювання витрати пального та частоти обертання і крутного моменту. Описано технологію конструювання експериментальної установки.

В конструкторському розділі проведено аналіз конструктивної схеми експериментальної установки та її опис, конструктивна схема стенду та її опис, розрахунок на міцність робочих коліс, методика розрахунку, оцінка міцності диска.

В розділі заходи з безпеки життєдіяльності, основи охорони праці заходи безпеки при експлуатації обладнання, яке використовується в даній кваліфікаційній роботі.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Верещак Ф.П. Абелевич Л.А. Проектирование авторемонтных предприятий. Справочник инженера механика. М.: Транспорт. 1975. 328с.
2. Колебанов Б.В. Проектирование производственных участков авторемонтного предприятия. М.: Транспорт. 1975. 296 с.
3. Технично-економические показатели авторемонтных заводов. М.: Минавтотранс. 1975.
4. Оборудование для ремонта автомобилей. Справочник / ред. М.М. Шахнеса. М.: Транспорт 1978. 341 с.
5. Справочник технолога авторемонтного производства / ред. Г.А. Малкнива. М.: Транспорт 1977. 407 с.
6. Проектирование машиностроительных заводов / ред.Е.С. Ямпольского. Т.1. М.: Машиностроение. 1974. 511 с.
7. Апанасенко В.С. и др. Проектирование авторемонтных предприятий. Минск.: Вышедшая школа. 1978. 238 с.
8. Ремонт автомобилей / ред. С.Н. Румянцева. М.: Транспорт 1981. 462с.
9. Справочник металлиста. Г.2.М.: Машиностроение. 1984. 547 с.
10. Корнелюк Й.А. Методичні вказівки до виконання дипломних проєктів з економічних питань. Львів: ДУ «Львівська політехніка». 1996. 56 с.
11. СНиП Ш-М. 2-84. Производственные здания промышленных предприятий. Нормы проектирования. М.: Стройиздат. 1985. 67 с.
12. Правила устройства электроустановок. М.: Атомиздат. 1978. 96 с.
13. Липкинд А.Г. и др. Ремонт автомобилей. М.: Транспорт 1978. 328 с.
14. Клебанов Б.В. и др. Ремонт автомобилей. М.: Транспорт 1978. 328 с.
15. Ткачук К.Н. и др. Безопасность труда в промышленности. Справочник. Киев: Техника. 1982. 231 с.