

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

*магістр*

(назва освітнього ступеня)

на тему: Проект ділянки ремонтного цеху для технічного обслуговування та ремонту трансмісії легкового автомобіля Skoda Octavia з дослідженням тягово-швидкісних характеристик гідротрансформатора

Виконав: студент VI курсу, групи МАМ-62  
спеціальності \_\_\_\_\_

274 «Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

\_\_\_\_\_ Михайлиця П.Р.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник \_\_\_\_\_ Данилишин Г.М.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль \_\_\_\_\_ Левкович М.Г.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завідувач  
кафедри \_\_\_\_\_ Ляшук О.Л.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент \_\_\_\_\_ Окіпний І.Б.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Тернопіль  
2020

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)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

О.Л.Ляшук

(підпис)

(прізвище та ініціали)

«29» вересня 2020 р.

## ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня магістр  
(назва освітнього ступеня)

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

студенту Михайлиця Павло Романович  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект дільниці ремонтного цеху для технічного обслуговування та ремонту трансмісії легкового автомобіля Skoda Octavia з дослідженням тягово-швидкісних характеристик гідротрансформатора

Керівник роботи Данилишин Григорій Михайлович, к.т.н., доцент  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 29 » вересня 2020 року № 4/7 - 690 .

2. Термін подання студентом завершеної роботи 21.12.2020 р.

3. Вихідні дані до роботи Загальна характеристика об'єкту дослідження.

Перелік несправностей. Технічна характеристика трансмісії автомобіля.

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

Загально-технічний розділ. Технологічний розділ. Конструкторський розділ.

Науково-дослідний розділ. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

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

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Охорони праці та безпека в надзвичайних ситуаціях</i>			

7. Дата видачі завдання 29.09.2020 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Загально-технічний розділ</i>	<i>09.10.20 р.</i>	
2	<i>Технологічний розділ</i>	<i>23.10.20 р.</i>	
3	<i>Конструкторський розділ</i>	<i>06.11.20 р.</i>	
4	<i>Науково-дослідний розділ</i>	<i>15.11.20 р.</i>	
5	<i>Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуація</i>	<i>27.11.20 р.</i>	
6	<i>Оформлення графічної частини</i>	<i>15.12.20 р.</i>	
7	<i>Захист</i>	<i>23.12.20 р.</i>	

Студент

\_\_\_\_\_ (підпис)

*Михайлиця П.Р.*

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_ (підпис)

*Данилишин Г.М.*

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

Магістерська робота «Проект ділянки ремонтного цеху для технічного обслуговування та ремонту трансмісії легкового автомобіля Skoda Octavia з дослідженням тягово-швидкісних характеристик гідротрансформатора».

Робота виконана на кафедрі автомобілів Тернопільського національного технічного університету (ТНТУ) імені Івана Пулюя. Керівник магістерської роботи доцент кафедри автомобілів, к.т.н., Данилишин Григорій Михайлович.

Пояснювальна записка включає п'ять розділів і складає \_78\_ сторінок (формат А4) та \_8\_ аркушів графічної частини (формат А4).

Ключові слова: тягово-швидкісні характеристики, трансмісія автомобіля, коробка передач, крутний момент, гідротрансформатор, тяговий баланс.

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	7
<b>1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ</b> .....	8
1.1 Огляд та аналіз трансмісій сучасних автомобілів	8
1.2 Характеристика та конструктивні особливості автомобілів Skoda Octavia	9
1.3 Діагностика, неполадки та обслуговування трансмісії передньоприводного автомобіля	15
1.4 Постановка завдання	17
<b>2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ</b> .....	18
2.1 Процес демонтажу трансмісії передньоприводного автомобіля	18
2.2 Розрахунок виробничої програми	22
2.3 Розрахунок кількості робітників та пропозиція обладнання	29
<b>3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ</b> .....	33
3.1 Попередній розрахунок зчеплення	33
3.2 Попередній розрахунок коробки передач. Визначення діапазону передаточних чисел	38
<b>4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ</b> .....	41
4.1 Дослідження тягово-швидкісних властивостей	41
4.2 Розрахунок та аналіз ефективної потужності двигуна	41
4.3 Розрахунок і уточнення передаточних чисел трансмісії	44
4.4 Основні критерії тягово-швидкісних властивостей	45

<b>5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ .....</b>	<b>52</b>
5.1 Розрахунок освітлення	52
5.2 Нормування захисту від випромінювань	56
<b>ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ .....</b>	<b>62</b>
<b>БІБЛІОГРАФІЯ .....</b>	<b>63</b>
<b>ДОДАТКИ .....</b>	<b>64</b>

## ВСТУП

Автомобільний транспорт - маневрений та ефективний спосіб перевезення вантажів та пасажирів, що забезпечує функціонування багатьох галузей. Автомобілями перевозиться в п'ять разів більше вантажів і в одинадцять разів більше пасажирів, чим іншими видами транспорту.

Для забезпечення ефективної експлуатації, підтримання автомобілів у робочому стані, для якісного та своєчасного проведення обслуговування потрібно досконало знати принцип дії кожного агрегату, а за необхідності при виявленні неполадок вміти кваліфіковано їх усунути.

При зростанні парку автомобілів виникає необхідність підвищення ефективності обслуговування і ремонту, розширення завдань технічних служб. Завдання реконструкції підприємства потрібно вирішувати за рахунок прогресивних методів технічного обслуговування транспорту, підвищення рівня автоматизації та механізації виробничих процесів, впровадження сучасних засобів діагностики.

Для зменшення витрат на обслуговування та ремонт агрегатів в певних експлуатаційних умовах роботи потрібно забезпечувати оптимальні режими роботи автомобілів, своєчасно визначати граничну працездатність вузлів та деталей, проводити діагностику технічного стану автомобілів ефективними засобами та способами.

# 1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

## 1.1 Огляд та аналіз трансмісій сучасних автомобілів

Значне різноманіття варіантів силових приводів зводиться до двох основних типів трансмісій: з ручним управлінням, здебільшого «механіка», і автоматична трансмісія. Остання може бути представлена класичним «автоматом», «роботом» або варіатором з суто конструктивною різницею, з точки зору водія принципової різниці немає: перемикає передачі вручну не потрібно.

Трансмісія вмонтована на шляху передачі потужності від приводного двигуна до коліс і потрібна, щоб змінювати тягу (крутний момент) на колесах. Механічна коробка зміни передач з ручним керуванням – найдавніший і найдоступніший варіант трансмісії, в певних випадках – єдино можливий варіант. Управління педаллю муфти зчеплення та важелем коробки стомлює водія, робить процес керування автомобілем не зовсім зручним в експлуатації. Єдиний плюс – нижча вартість.

Класична гідромеханічна передача з гідродинамічним трансформатором залишається надійним та найбільш вживаним в багатьох країнах видом трансмісії. З нею потрібно вибрати лише напрям руху (вперед чи назад), а вибір ступенів - за автоматикою. До недоліків «гідромеханіки» варто віднести дороговизну та істотне підвищення витрати палива та зниження динаміки автомобіля.

Роботизована коробка може бути і дорогим, і дешевшим видом автоматичної трансмісії. Простий з технічної точки і дешевий варіант – традиційна механічна коробка з прибудованим електроприводом, який за командою електроніки керує приводом зчеплення і важелем управління коробкою, звільняючи від керування водія. Коробка-робот значно економить паливо.

До категорії роботів варто віднести також найскладніший вид – преселективні АКП. Це по суті дві традиційні механічні коробки зі своїм зчепленням в одному корпусі. Керують процесом сервоприводи і електроніка. Суть принципу роботи - дві включених передачі, причому одна передає крутний



момент через замкнуте зчеплення, друга чекає черги на передачу через розімкнене зчеплення. Зміна розмикання та змикання зчеплень проходить за командою комп'ютера практично без розриву потоку потужності за доли секунди. Преселективна коробка ефективніша за інші «автомати» і за досвідченого водія з точки зору покращення динаміки та економії палива. Мінус – складність конструкції і низька надійність, а також дороговизна.

Варіатор економить пальне, забезпечує комфортний і плавний рух, але не любить їзду в заторах. Замість шестерень в них - розсувні шківів і металевий ремінь. В роботі передача найкомфортніша, варіатор дешевше класичного «автомата» і робота. Слабке місце – ремінь, котрий вимагає розбирання коробки при заміні, і масло, котре необхідно змінювати часто і в строк.

Варто зазначити, що багато виробників не пропонує широкого вибору між варіантами автоматичної трансмісії, комплектуючи автомобілі тільки певним видом автоматичної трансмісії.

## **1.2 Характеристика та конструктивні особливості автомобілів Skoda Octavia**

Як автомобіль з достойними технічними характеристиками серед автомобілів подібного класу Skoda Octavia була і залишається досить популярною. Економічний і невибагливий, невеликий за розмірами автомобіль підходить як на далекі відстані, так і для поїздок містом. Разом з тим, салон відрізняється значною місткістю і підходить для різних потреб. Добротна технічна база зумовлює безпеку пересування, а низька витрата палива забезпечує значну економічність поїздок.

Skoda Octavia вперше була продемонстрована широкій публіці в Чехословаччині в середині минулого століття. Модель впроваджувалась на кузовах седан і універсал, і практично зразу завоювала популярність.



Skoda Octavia зарекомендувала себе як сімейний автомобіль і стала символом надійності і стабільності.

Тріумфальне оновлення автомобіля Skoda Octavia I сталося на Паризькому автосалоні в 1996 році, де була представлена практично нова машина концерну Skoda після переходу компанії під управління німецького автогіганта Volkswagen. Спочатку Octavia I випускалася на кузові хетчбек, а через декілька років компанія запропонувала варіант в кузові універсал з найменуванням Combi. Octavia I випускалася в декількох видах комплектації: від простої Octavia Classic до люксової моделі Octavia Laurin & Klement. Треба визнати, що чеський автомобіль зберіг тільки бренд Skoda, дизайн, двигуни для автомобіля дісталися від німецького VW Golf IV. Німецькі конструктори проектували Octavia I з бензиновими моторами від моделей Volkswagen об'ємом 1,4 л, 1,6 л і 1,8 л потужністю відповідно 75 к. с., 101 к. с. і 125 к. с. Пізніше впровадилась модель з турбодизелем потужністю 90 к. с. В кінці століття з'явилися повнопривідні Octavia I, а на початку нинішнього століття Skoda випустила повнопривідну Octavia RS потужністю до 180 к. с. У той період концерн Skoda презентував друге покоління з високотехнологічними новинками, змінився дизайн і інтер'єр автомобіля.



New Octavia стала виглядати солідно і респектабельно, особливо повнопривідні моделі в кузові універсал, які компанія рекламувала як «універсал підвищеної прохідності».

Вся лінійка моделей Octavia II оснащена 4-ма бензиновими і 2-ма дизельними моторами. До двигунів першого покоління додалися бензинові двигуни потужністю 116 к. с. і 150 к. с., а також дволітровий турбодизель потужністю 140 к. с. Залежно від двигуна на моделях Octavia II встановлювалися механічні 5-ти або 6-ти ступеневі КПП.

В кінці 2012 року Skoda представила Octavia третього покоління. В основному змінилися габарити, а також дизайн автомобіля. Octavia III зовні став більш суворим і агресивним авто. Всі моделі Octavia III оснащені двигунами з турбонаддувом, розвиваючи потужність від 85 к. с. до 180 к. с. в залежності від модифікації. Octavia III позиціонується як автомобіль С-класу, з певною начинкою і "наворотами", зокрема, модифікація А7 в кузові ліфтбек.



Любителі чеського автомобіля достойно оцінили елегантний і сучасний дизайн, високий рівень комфорту і вільний простір салону, а також рішення в області безпеки руху. Дизайнери автоконцерну створили нове обличчя Skoda Octavia. Автомобіль збільшився в габаритах: став довшим і ширшим, збільшилася в розмірах колісна база. Модифікація A7 має найбільший об'єм простору салону з усієї представленої лінійки Skoda Octavia. Також оновилися лінійка силових агрегатів. Зрозуміло, потужність двигуна, його економічність і екологія, а також підвищений комфорт і затишок в салоні разом з інноваційними технологіями безпеки значно впливають на ціноутворення.

Для всіх поколінь Skoda Octavia виробники передбачили три види комплектації: Active, Ambition і Elegance. В офіційних центрах Skoda можна також побачити ексклюзивну комплектацію Laurin & Klement. Дизельний двигун комплектується тільки системою DSG, яка є гібридом механіки і автоматки. У всіх комплектаціях Skoda Octavia A7 оснащена антиблокувальною системою, рулем з електромеханічним підсилювачем, кріпленням для дитячого крісла, центральним замком з дистанційним пультом, передніми подушками безпеки, мультимедійною системою, дзеркалами пофарбованими в колір кузова і багато іншого. На вибір пропонується 12 кольорів кузова.

Active. Дана комплектація є найдешевшою з пропонованих компанією Skoda, вона доступна для Skoda Octavia з двигуном TSI 1.2. У чорний колір пофарбовані дверні ручки, також в чорному тоні виконані ущільнювачі вікон. Хромуванням виконана радіаторна решітка, а також внутрішні дверні ручки. В салоні автомобіля впроваджена тканинна оббивка. Функціональність комплектації Active передбачає передні галогенові фари, ручне регулювання фар, мультимедійну систему. Для безпеки пасажирів та водіїв крім ременів і подушок безпеки в Skoda Octavia передбачена функція «погані дороги», система ESC, система припинення подачі палива.

Проміжне місце за опціями і, звісно, вартістю є комплектація Ambition. У порівнянні з Active в колір кузова пофарбовані зовнішні дверні ручки і дзеркала і додані передні протитуманки. Оброблені шкірою важелі ручного гальма та перемикач швидкостей і рульове колесо. У салоні є багатофункціональний дисплей з функцією бортового комп'ютера, для комфортності пасажирів встановлений клімат-контроль, передбачено освітлення речового відсіку і багажника.

Elegance. Ця комплектація є максимальною для Skoda Octavia і відповідно найдорожчою. У салоні вишукана шкіряна оббивка, безліч хромованих деталей, встановлені круїз-контроль і аудіосистема з 8-ма динаміками. Для зручності водія і пасажирів додана функція регулювання сидінь в поперековій області. Для підвищення системи безпеки для водія вмонтована система MDI і передбачені бічні подушки безпеки.

На даний час нова Skoda Octavia доступна для замовлення з двигуном 1,4 л, 150 к. с., 250 Нм. Трансмісії - механічна 6-ступінчаста або 8-ступінчаста автоматична.





В недалекому майбутньому стануть доступними варіанти з двигуном 1,6 л і топовим 2-літровим двигуном, що розвиває 190 к.с. З двигуном 2,0 літра працює 7-ступенева робот-коробка передач DSG, з двигуном 1,6 літра - 5-ступенева механіка або 8-ступеневий «автомат».

### **1.3 Діагностика, неполадки та обслуговування трансмісії передньоприводного автомобіля**

До сучасних силових передач висувають значні вимоги. Вони повинні бути прості, передавати високий крутний момент. При цьому, передача повинна вписуватись в компоновку транспортного засобу і бути надійною.

Початковим етапом діагностики служить попередня перевірка трансмісії, для цього потрібно:

1. Прогріти трансмісію, здійснивши поїздку.
2. Перевірити рівень масла, наявність течі.
3. Перевірити і відрегулювати обороти двигуна.
4. Оглянути роботу приводу трансмісії.

*Особливості виконання діагностики зчеплення*

1. Очистити нажимний і ведений диски, а також маховик.
2. Оглянути фрикційні накладки. Якщо накладки замаслені, втоплені заклепки менш 0,2 мм або ослаблені, то накладки чи ведений диск варто замінити. Якщо величина биття веденого диска більша 0,7 мм, диск варто замінити.
3. При огляді поверхонь тертя звернути увагу на задири і сліди перегріву чи зносу.
4. Оцінити стан пружини нажимного диска.

Характерними ознаками дефектів коробки передач є: вимикання передач, погане вмикання передач, порушення регулювань підшипників, нехарактерні шуми, вібрації, нагрівання.

До загальних неполадок коробки передач варто віднести:

- Спрацювання або дефекти муфт синхронізаторів;
- Спрацювання підшипників, сальників та шестерень;
- Ослаблення з'єднань.

До неполадок механізму перемикавання варто віднести:

- Неполадки вилки перемикавання передач;
- Пошкодження або ослаблення кріплення тяги приводу;
- Деформація блокувального пристрою;
- Пошкодження штока.

Характерними причинами неполадок є:

- Неякісні комплектуючі;
- Застосування неякісного масла,
- Експлуатація несправного зчеплення;
- Неякісне проведення регламентних робіт;
- Граничний строк служби.

Неполадки коробки передач можна встановити за зовнішніми ознаками.

Таблиця 1.1 - Зовнішні ознаки та відповідні неполадки

Зовнішні ознаки	Неполадки
Шум при нейтральному положенні	Неполадки підшипника Низький рівень масла
Нехарактерний шум при роботі	Неполадки підшипників; Спрацювання синхронізаторів; Низький рівень масла
Важке вмикання передач	Спрацювання шестерень; Спрацювання синхронізаторів; Неполадки штока перемикавання; Низький рівень масла; Ослаблене кріплення тяги приводу; «Веде» зчеплення
Самовільне виключення однієї з передач	Неполадки синхронізаторів; Спрацювання шліцьових з'єднань, шестерень, підшипників; Ослаблення з'єднань кріплення ; Неполадки вилки перемикавання;
Підтікання масла	Ослаблені з'єднання кріплень; Спрацювання сальників.

Основні несправності автоматичної трансмісії варто розділити на дві частини:

- Несправності електронної частини;
- Несправності механічної або гідравлічної систем.

Стосовно електронної частини характерні:

- Неполадки електронного блоку;
- Несправності датчиків;
- Обриви електропроводки;
- Неполадки виконавчих елементів.



Несправності механічної або гідравлічної систем:

- Неполадки гідравлічного блоку;
- Пошкодження елементів ;
- Несправності трансформатора;
- Знос валів і шестерень;
- Несправності реактора;
- Поломка масляного насоса.

#### **1.4 Постановка завдання**

Передбачено виконати наступні завдання:

в загально-технічному розділі дати загальну характеристику трансмісії легкових автомобілів проаналізувати історію впровадження та конструктивні особливості автомобілів Skoda Octavia, основні неполадки та обслуговування трансмісії передньоприводного автомобіля;

в технологічному розділі охарактеризувати процес демонтажу коробки передач, розрахувати виробничу програму та спроектувати дільницю;

в конструкторському розділі здійснити розрахунок зчеплення, попередній розрахунок механічної коробки передач та визначити діапазон передаточних чисел;

в науково - дослідному розділі дати характеристику тягово-швидкісних властивостей, провести аналіз потужності двигуна, розрахунок і уточнення передаточних чисел та визначити основні критерії тягового балансу, зокрема гідромеханічної трансмісії.

## 2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

### 2.1 Процес демонтажу трансмісії передньоприводного автомобіля

Для знімання вузлів трансмісії з автомобіля потрібні спеціальні інструменти, допоміжні засоби:

Закріплювальний пристрій Т30099;

Пристрій VAG 1383A;

Пристрій для закріплення коробки 3282;

Тарувальний ключ;

Пристрій для транспортування коробки МР 3-478.

Особливості порядку демонтажу:

Від'єднуємо і знімаємо акумуляторну батарею;

Витягуємо повітряний фільтр;

Знімаємо кільце приводу механізму перемикавання (стрілка 1 рис. 2.1) з важеля (А) перемикавання передач;

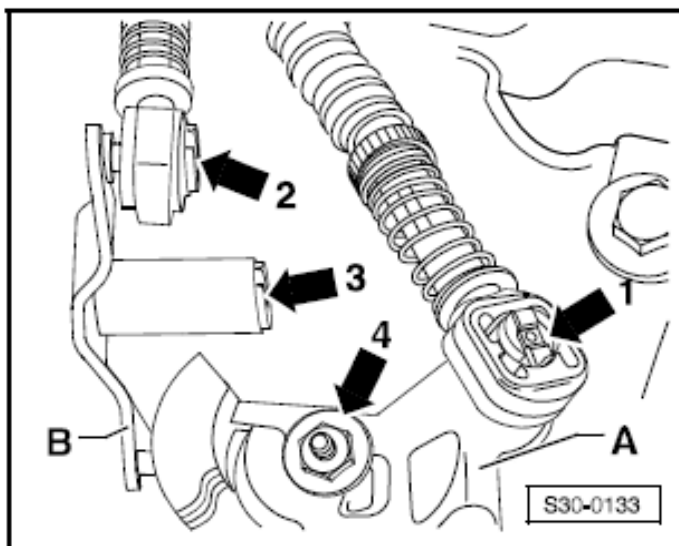


Рисунок 2.1 - Приводи механізму перемикавання

Знімаємо кільце приводу (стрілка 2) з важеля (рис. 2.1) преселектора (В);

Знімаємо приводи;

Знявши кільце з напрямного важеля (стрілка 3) преселектора (В), знімаємо (рис. 2.1) направляючий важіль;

Відкручуємо (стрілка 4) гайку та витягуємо важіль (рис .2.1) перемикання (А);

Знімаємо контропори (стрілки на рис. 2.2) гнучких валів з коробки.

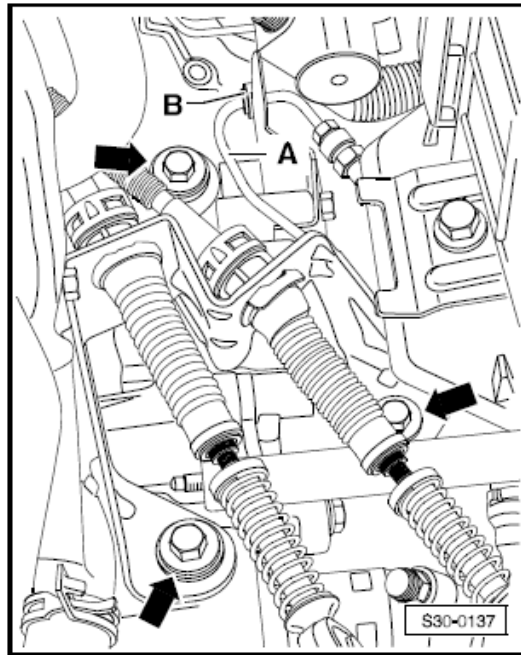


Рисунок 2.2 – Зняття контропор гнучких валів

Знімаємо кронштейн В з коробки та трубопроводу (рис. 2.2) і шланга А;  
Витягуємо робочий циліндр зчеплення.

Від'єдуємо (рис. 2.3) з'єднувач вимикача (стрілка 1) для фар заднього ходу;

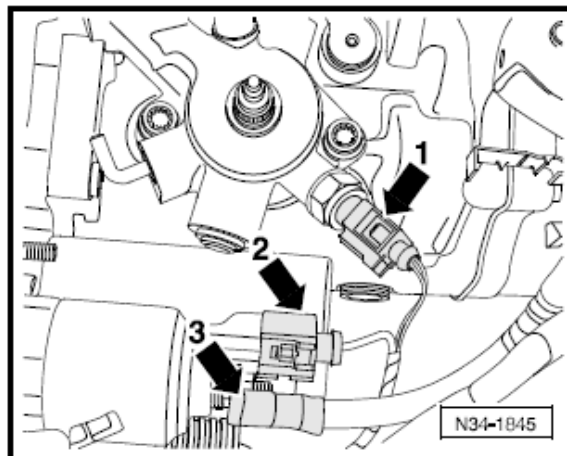


Рисунок 2.3 Штекері з'єднання на коробці

Від'єдуємо (рис. 2.3) з'єднувач (стрілка 2) і провід від стартера (стрілка 3);

Витягуємо гвинт кріплення стартера;

Знімаємо болти, що з'єднують коробку передач та двигун;

Встановлюємо закріплювальний пристрій;

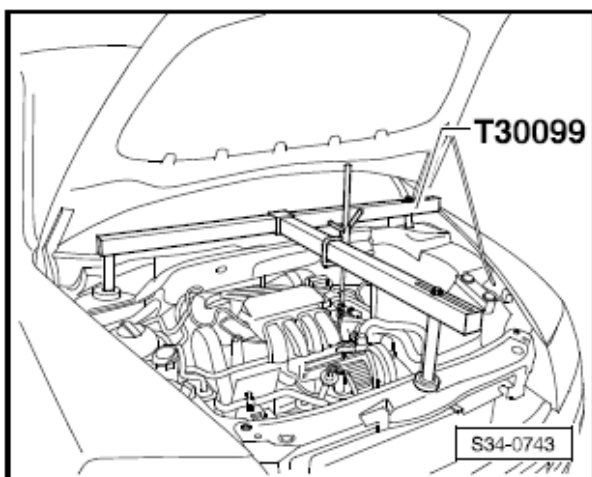


Рисунок 2.4 - Встановлення підвісного пристрою T30099

Від'єднуємо кріпильні гвинти опори коробки передач та двигуна;

Знімаємо стартер;

Від'єднуємо (стрілки на рис. 2.5) з двигуна ковпак карданного вала;

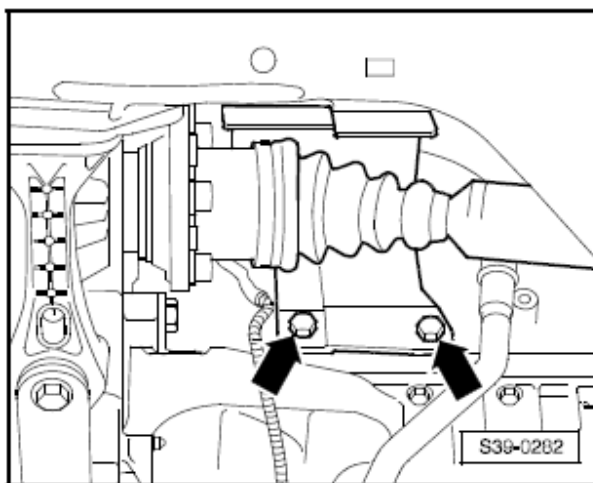


Рисунок 2.5 -Ковпак карданного вала

Знімаємо кардані;

Від'єднуємо (стрілки на рис. 2.6) коливальну опору;

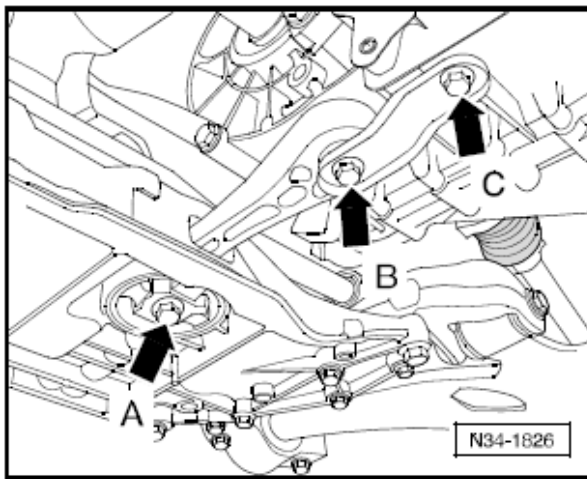


Рисунок 2.6 – Розміщення коливальної опори

Встановлюємо пристрій 3282 та повір очну плиту;

Регулюємо елементи кріплення А і С (рис. 2.7) відповідно до відміток на повірочній плиті;

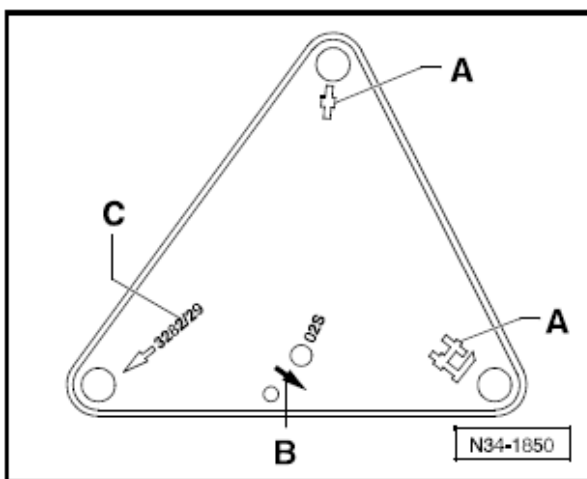


Рисунок 2.7 - Повірочна плита

Встановлюємо (рис. 2.8) пристрій 3282;

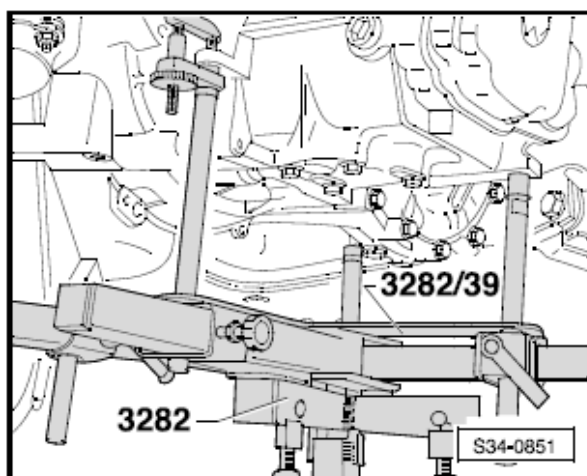


Рисунок 2.8 - Пристрій 3282

Опускаємо двигун з коробкою;

Відкручуємо (рис. 2.9) гвинти кронштейна коробки і знімаємо кронштейн;

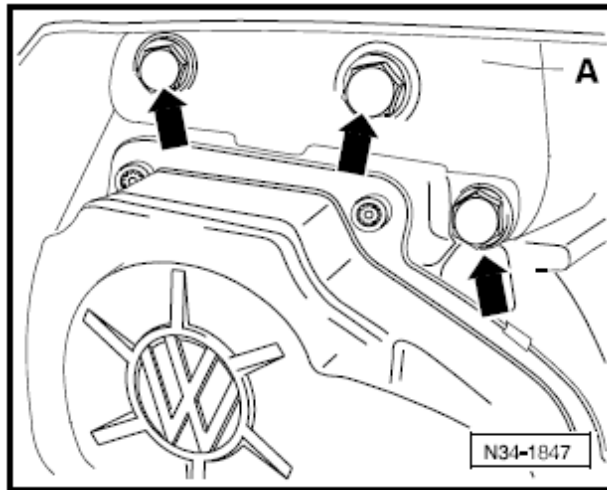


Рисунок 2.9 - Гвинти кронштейна коробки

Від'єднуємо коробку з центрувальних втулок.

## 2.2 Розрахунок виробничої програми

Стандартні нормативи періодичності та трудомісткості потрібно корегувати спеціальними коефіцієнтами:

- $K_1$  умов експлуатації транспортного засобу;
- $K_2$  модифікації;
- $K_3$  кліматичних умов;
- $K_4$  пробігу автомобіля з початку експлуатації або після ремонту;
- $K_5$  кількості певних автомобілів.

Результуючі коефіцієнти:

періодичності ТО  $K_{LTO}=K_1 \cdot K_3$ ;

пробігу до КР  $K_{LKR}=K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$ ;

часу простою при ТО і ПР  $K_{np}=K_4$ ;

для трудомісткості ТО  $K_{tTO}=K_2 \cdot K_5$ ;

для трудомісткості ремонту  $K_{tPR}=K_1 \cdot \dots \cdot K_5$ ;

Для базових легкових автомобілів

$K_{LTO}=0,8 \cdot 1$ ;

$$K_{LKR}=0,8 \cdot 1 \cdot 1;$$

$$K_{пр} = 0,7;$$

$$K_{тГО}=1 \cdot 1,05;$$

$$K_{ППР}=1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 1,05;$$

Кінцеві результати заносимо в таблицю 2.1.

Нормативи ТО і Р:

- пробіг до ТО-1:  $L_{ТО-1}^H$  ;
- пробіг до ТО-2:  $L_{ТО-2}^H$  ;
- пробіг до КР:  $L_{КР}^H$  ;
- нормативний час простою  $D_{ПП}^H$  (дні/1000км);
- нормативні дні простою  $D_{КР}^H$  (дні);
- трудомісткість ЩоденногоТО:  $t_{ЩГО}^H$
- трудомісткість ТО-1:  $t_{ТО-1}^H$
- трудомісткість ТО-2:  $t_{ТО-2}^H$
- трудомісткість ремонту:  $t_{ПП}^H$  .

Для базового транспортного засобу

$$L_{ТО-1}^H = 0,3;$$

$$L_{ТО-2}^H = 2,3;$$

$$L_{КР}^H = 9,2;$$

$$D_{ПП}^H = 0,4;$$

$$t_{ПП}^H = 2,8;$$

$$D_{КР}^H = 10.$$

Таблиця 2.1 – Значення коефіцієнтів

	Умовні позн	Skoda Octavia					
		К 1	К 2	К 3	К 4	К 5	Сумарн.
1. Коефіцієнт періодичності ТО	$K_{LTO}$	0,8		1			0,8
2. Коефіцієнт пробігу до KR	$K_{LKR}$	0,8	1	1			0,8
3. Коефіцієнт часу простою в ТО, KR	$K_{пр}$				0,7		0,7
4. Коефіцієнт трудомісткості ТО	$K_{tTO}$		1			1,05	1,05
5. Коефіцієнт трудомісткості ПР	$K_{tПР}$	1,2	1	1	0,7	1,05	0,882

Уточнення нормативних показників проводиться з врахуванням коефіцієнтів корегування:

$$\begin{aligned}
 L_{TO-1}^K &= L_{TO-1}^H \cdot K_{LTO}; & L_{TO-2}^K &= L_{TO-2}^H \cdot K_{LTT}; \\
 L_{KP}^K &= L_{KP}^H \cdot K_{LKP}; & D_{ПР} &= D_{ПР}^H \cdot K_4; \\
 t_{цТО} &= t_{цТО}^H \cdot K_{tTO}; & t_{TO-1} &= t_{TO-1}^H \cdot K_{tTT}; \\
 t_{TO-2} &= t_{TO-2}^H \cdot K_{tTO} & t_{ПР} &= t_{ПР}^H \cdot K_{tПР}.
 \end{aligned}$$

Для базового автомобіля

$$\begin{aligned}
 L_{TO-1}^K &= 5000 \cdot 0,8 = 4000 \text{ км}; & L_{TO-2}^K &= 20000 \cdot 0,8 = 16000 \text{ км}; \\
 L_{KP}^K &= 130000 \cdot 0,8 = 104000 \text{ км}; & D_{ПР} &= 0,4 \cdot 0,7 = 0,28 \text{ дні} / 1000 \text{ км}; \\
 t_{цТО} &= 0,3 \cdot 1,05 = 0,315 \text{ люд} \cdot \text{год}; & t_{TO-1} &= 2,3 \cdot 1,05 = 2,415 \text{ люд} \cdot \text{год}; \\
 t_{TO-2} &= 9,2 \cdot 1,05 = 9,66 \text{ люд} \cdot \text{год}; & t_{ПР} &= 2,8 \cdot 0,882 = 2,469 \text{ люд} \cdot \text{год} / 1000 \text{ км}
 \end{aligned}$$

Корегування по кратності пробігу:

Для пробігу автомобіля до ТО-1:

$$\text{- кількість днів між ТО-1: } n_{\delta} = \frac{L_{TO-1}^K}{l_{c-\delta}},$$

$n_{\delta}$  округляється:

$$L_{TO-1} = n_{\delta} \cdot l_{c-\delta}$$

Для пробігу автомобіля до ТО-2:

$$\text{- кількість ТО-1 в періоді ТО-2: } n_{TO-1} = \frac{L_{TO-2}^K}{L_{TO-1}},$$

$n_{TO-1}$  округляється:



$$L_{TO-2} = n_{TO-1} \cdot L_{TO-1}$$

Для пробігу автомобіля до КР:

- кількість ТО-2 в періоді КР:  $n_{TO-2} = \frac{L_{KP}^K}{L_{TO-2}}$ ,

$n_{TO-1}$  округляється:

$$L_{KP} = n_{TO-2} \cdot L_{TO-2}$$

Для базового автомобіля

пробіг до ТО-1:  $n_{\phi} = \frac{4000}{200} = 20$ ;

$$L_{TO-1} = 20 \cdot 200 = 4000 \text{ км.}$$

пробіг до ТО-2:  $n_{TO-1} = \frac{16000}{4000} = 4$ ;

$$L_{TO-2} = 4 \cdot 4000 = 16000 \text{ км}$$

пробіг до КР:  $n_{TO-2} = \frac{104000}{16000} = 6,5$ ;

$$L_{KP} = 6 \cdot 16000 = 96000 \text{ км.}$$

Таблиця 2.2 – Розрахункові нормативи

Умовні позначення	Одиниці вимірювання	Нормативні знач	Прийняті
$L_{TO-1}$	км	5000	4000
$L_{TO-2}$	км	20000	16000
$L_{KP}$	км	130000	96000
$D_{PR}$	дні на тис. км	0,4	0,28
$D_{KP}$	дні	10	10
$t_{\text{цто}}$	люд*год	0,3	0,315
$t_{TO-1}$	люд*год	2,3	2,415
$t_{TO-2}$	люд*год	9,2	9,66
$t_{PR}$	люд*год	2,8	2,469

Коефіцієнт технічної готовності

$$\alpha_T = \frac{1}{1 + l_{c-d} \cdot \left( \frac{D_{ПР}}{1000} + \frac{D_{КР}}{L_{КР}} \right)},$$

де:  $D_{ПР}$ - скоригований час простою, дні/1000 км;

$L_{КР}$ - скоригований пробіг.

$D_{КР}$  - дні простою;

$l_{c-d}$  - середньодобовий пробіг, км;

Для автомобіля Skoda Octavia:

$$\alpha_T = \frac{1}{1 + 200 \cdot \left( \frac{0,28}{1000} + \frac{10}{104000} \right)} = 0,93.$$

Коефіцієнт випуску:

$$\alpha_B = \alpha_T \cdot \frac{D_P}{D_K},$$

де:  $D_K$ - кількість днів.

$D_P$ - робочих днів;

Для базового автомобіля

$$\alpha_B = 0,93 \cdot \frac{280}{365} = 0,71$$

Визначення загального річного пробігу:

$$L_P = A_{СП} \cdot l_{c-d} \cdot D_K \cdot \alpha_B,$$

де:  $A_{СП}$ - число автомобілів.

Для автомобіля Skoda Octavia:

$$L_P = 150 \cdot 200 \cdot 365 \cdot 0,71 = 7774500 \text{ км},$$

Фактична кількість ЦТО, ТО-1, ТО-2, КР за рік:

$$\text{Фактична кількість КР: } N_{КР}^P = \frac{L_P}{L_{КР}};$$

$$\text{Фактична кількість ТО-2: } N_{ТО-2}^P = \frac{L_P}{L_{ТО-2}} - N_{КР}^P;$$

$$\text{Фактична кількість ТО-1: } N_{\text{ТО-1}}^P = \frac{L_P}{L_{\text{ТО-1}}} - N_{\text{КР}}^P - N_{\text{ТО-2}}^P;$$

$$\text{Фактична кількість ЩТО: } N_{\text{ЩТО}}^P = \frac{L_P}{l_{c-\partial}}.$$

Для базового автомобіля

$$\text{Фактична кількість КР: } N_{\text{КР}}^P = \frac{7774500}{104000} = 74,7 \approx 75;$$

$$\text{Фактична кількість ТО-2: } N_{\text{ТО-2}}^P = \frac{7774500}{16000} - 74,7 = 411,2;$$

$$\text{Фактична кількість ТО-1: } N_{\text{ТО-1}}^P = \frac{7774500}{4000} - 74,7 - 411,2 = 1457,7;$$

$$\text{Фактична кількість ЩТО: } N_{\text{ЩТО}}^P = \frac{7774500}{200} = 38872,5.$$

ТО за добу:

$$N_{\text{ЩТО}}^{\partial} = \frac{N_{\text{ЩТО}}^P}{D_P}; N_{\text{ТО-1}}^{\partial} = \frac{N_{\text{ТО-1}}^P}{D_{P3}}; N_{\text{ТО-2}}^{\partial} = \frac{N_{\text{ТО-2}}^P}{D_{P3}};$$

Для базового автомобіля:

$$N_{\text{ЩТО}}^{\partial} = \frac{38872,5}{280} = 138,8; \quad N_{\text{ТО-1}}^{\partial} = \frac{1457,7}{280} = 5,2; \quad N_{\text{ТО-2}}^{\partial} = \frac{411,2}{280} = 1,4.$$

Таблиця 2.3 – Зведена річна програма ТО і Р

Пробіг, км	за рік				за добу		
	$N_{\text{КР}}^P$	$N_{\text{ТО-2}}^P$	$N_{\text{ТО-1}}^P$	$N_{\text{ЩТО}}^P$	$N_{\text{ТО-2}}^{\partial}$	$N_{\text{ТО-1}}^{\partial}$	$N_{\text{ЩТО}}^{\partial}$
7774500	75	411	1457	38870	1,4	5,2	139

Річна трудомісткість робіт:

$$\text{Щоденне ТО: } T_{\text{ЩТО}} = N_{\text{ЩТО}}^P \cdot t_{\text{ЩТО}} \cdot K_M;$$

$$K_M = 0,35 \dots 0,75.$$

$$\text{ТО-1: } T_{\text{ТО-1}} = N_{\text{ТО-1}}^P \cdot t_{\text{ТО-1}};$$

$$\text{ТО-2: } T_{\text{ТО-2}} = N_{\text{ТО-2}}^P \cdot t_{\text{ТО-2}};$$

Об'єм робіт з ремонту за рік:

$$T_{IP} = \frac{L_P}{1000} \cdot t_{IP};$$

Для базового автомобіля:

$$T_{ШГО} = 38872,5 \cdot 0,315 \cdot 0,5 = 6122,4 \text{ люд} \cdot \text{год};$$

$$T_{ТО-1} = 1457,7 \cdot 2,415 = 3520,3 \text{ люд} \cdot \text{год};$$

$$T_{ТО-2} = 411,2 \cdot 9,66 = 3972,1 \text{ люд} \cdot \text{год};$$

$$T_{IP} = \frac{7774500}{1000} \cdot 2,469 = 19195,24 \text{ люд} \cdot \text{год}.$$

Трудомісткості певних видів робіт знаходимо (приймаємо для обслуговування трансмісії 10%) в межах певного виду обслуговування

$$T_B = T_N \cdot \frac{c}{100}$$

де:  $T_B$ - трудомісткість виду робіт;

$T_N$ - річна трудомісткість;

$c$ - процентна доля, %.

Таблиця 2.4 – Зведений розподіл трудомісткостей ТО і ремонту

Роботи	%	Трудомісткість, люд·год
Щоденне ТО		
Прибиральні	80	489,792
Миючі	20	122,448
Всього		612,24
ТО-1		
Діагностичні	15	53,5815
Закріплюючі	50	178,605
Регулювальні	15	59,5815
Змашувальні, очисні	20	71,442
Всього	100	357,21

ТО-2		
Діагностичні	10	39,721
Закріплюючі	45	178,7445
Регулювальні	15	59,5815
Змашувальні, очисні	10	39,721
Відновлювальні	15	59,5815
Розбирально-збиральні	5	19,8605
Всього	100	397,21
ПР		
Діагностичні	5	95,9762
Регулювальні	10	191,9524
Розбирально-збиральні	35	671,8334
Дефектація	13	249,5381
Комплектація	10	191,9524
Відновлювальні	17	326,3191
Змашувальні, очисні	10	191,9524
Всього	100	1919,524

### 2.3 Розрахунок кількості робітників та пропозиція обладнання

Фонди робочого часу працівників:

$$\Phi_{Я} = (D_K - D_B - D_{CB}) \cdot t_{зм} - D_{ПС} \cdot t_{СК}$$

$$\Phi_{Ш} = (D_K - D_B - D_{CB} - D_{ВІД} - D_{ПОВ}) \cdot t_{зм} - D_{ПС} \cdot t_{СК}$$

де:  $D_K$  – календарні дні;

$D_B$  – вихідні дні;

$D_{CB}$  – святкові дні;

$D_{ВІД}$  – дні відпустки;

$D_{ПОВ}$  – пропуски з поважних причинах;

$D_{ПС}$  – передсвяткові дні;

$t_{зм}$  – тривалість зміни, год;

$t_{СК}$  – час скорочення змін в суботу і передсвяткові дні;

Приймаємо:

$t_{3M} - 7$  год (6-денний тиждень);

$t_{CK} - 1$  год;

$D_{VID} - 24$  ;

$D_{ПОВ} - 5$  .

$$\Phi_{Я} = (365 - 104 - 10) \cdot 7 - 10 \cdot 1 = 1747 ,$$

$$\Phi_{Ш} = (365 - 104 - 10 - 24 - 5) \cdot 7 - 10 \cdot 1 = 1544.$$

Явочна і штатна кількість робітників:

$$P_{Я} = \frac{T_I}{\Phi_{Я}}; P_{Ш} = \frac{T_I}{\Phi_{Ш}};$$

де:  $T_I$  – об'єм робіт (10 % від загальної суми річного).

$$P_{Я} = \frac{3281}{1747} = 1,88(\text{чол});$$

$$P_{Ш} = \frac{3281}{1544} = 2,12(\text{чол}).$$

- Явочних 2 (чол.) ;

- Штатних 2 (чол) .

Вибираємо обладнання згідно табелів технологічного обладнання та довідників обладнання для трансмісії.

Таблиця 2.5 – Виробниче обладнання для ділянки.

Обладнання	К-сть, шт.	Розміри,	Площа обладнання, м <sup>2</sup>	
			один.	заг.
Верстат заточний	1	400x200	0.08	0.08
Верстат слюсарний	1	1250x800	1	1
Верстат свердильний	1	600x500	0.3	0.3
Ванна для мийки	1	500x500	0.3	0.3
Шафа	2	570x420	0.2394	0.4788
Столик	1	560x400	0.224	0.224
Токарний верстат	1	800x500	0.4	0.4
Пристрій для розборки	1	1200x700	0.84	0.84
Умивальник	1	600x500	0.3	0.3
Стелаж	1	1400x600	0.84	0.84
Гідропідйомник	1	3000x1500	4.5	4.5
Всього	13		8.02	8.26

Площа обладнання - 8.26 м<sup>2</sup>.

Визначаємо площу відділення:

$$S_{ВД} = S_{ОБЛ,ЗАГ} \cdot K_{УЩ}$$

де:  $K_{УЩ}$  - коефіцієнт ущільнення (приймається  $K_{УЩ}=3-5$ );

$S_{ОБЛ,ЗАГ}$  - площа обладнання.

$$S_{ВД} = 5 \cdot 8,26 = 41,3 \text{ м}^2.$$

Площа ділянки – 41,3 м<sup>2</sup>.

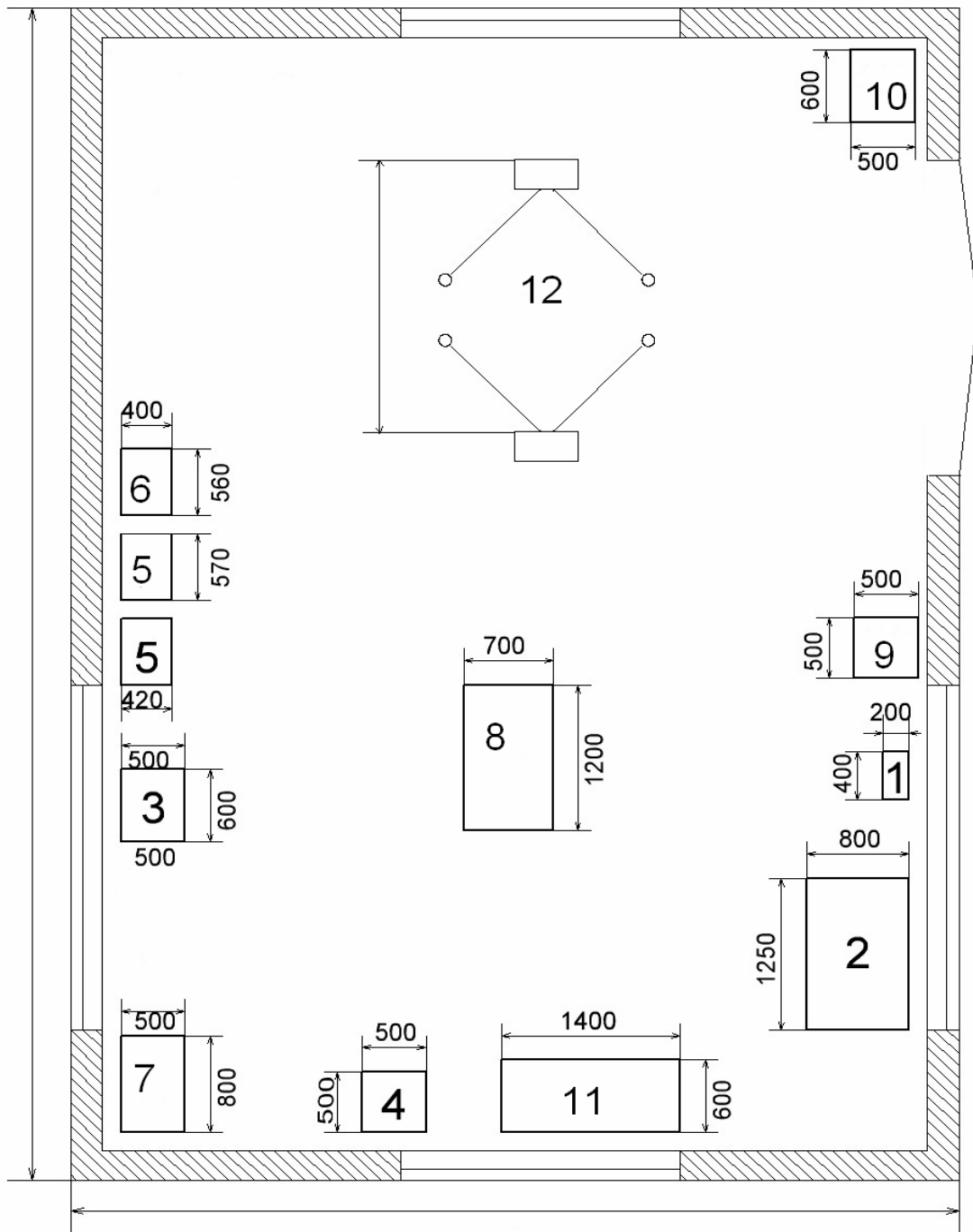


Рисунок 2.10 – План ділянки ТО та ремонту трансмісії.

де: 1 – верстат заточний; 2 - верстат слюсарний; 3 - верстат свердлильний;  
 4 - ванна; 5 - шафа; 6 - столик; 7 - токарний верстат; 8 - пристрій для розбирання; 9 - ящик для відходів; 10 – умивальник; 11 - стелаж; 12 - гідропідйомник.



### 3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

#### 3.1 Попередній розрахунок зчеплення

У транспортних засобах здебільшого застосовуються фрикційні зчеплення, невибагливі в експлуатації, конструктивно прості, з незначними трудовитратами. Передача моменту відбувається за рахунок тертя.

Найбільш поширені сухі зчеплення з гідравлічним чи механічним приводом.

Дані для розрахунку:

максимальний момент двигуна  $M_{e\max} = 200$  Н·м;

розміри накладки: товщина = 4,0 мм;

діаметри:  $D_n = 250$  мм,  $D_e = 155$  мм.

*Розрахунок на знос*

Знаходимо нажимну силу на поверхнях тертя

$$P_{н.зс} = \frac{4 \cdot M_{e\max} \cdot \beta}{\mu \cdot i \cdot (D_n + D_e)},$$

де  $\beta$  - коефіцієнт запасу,  $\beta = 1,8$ ;

$\mu$  - безрозмірний коефіцієнт,  $\mu = 0,3$ ;

$i$  - число поверхонь тертя

$$P_{н.зс} = \frac{4 \cdot 200 \cdot 1,8}{0,3 \cdot 2 \cdot (0,25 + 0,155)} = 5925 \text{ Н}$$

Питомий тиск на накладки

$$q = \frac{4 \cdot P_{н.зс}}{\pi \cdot (D_n^2 - D_e^2)},$$

$$q = \frac{4 \cdot 5925}{3,14 \cdot (0,25^2 - 0,155^2)} = 0,2 \text{ МПа}$$

Роботу буксування визначаємо

$$L_{\text{б}} = \frac{0,5 \cdot J_a \cdot M_{e \text{ max}} \cdot \omega_e^2}{M_{e \text{ max}} - M_{\psi}},$$

де  $J_a$  - момент інерції;

$\omega_e$  - швидкість обертання,  $\text{с}^{-1}$ ;

$M_{\psi}$  - момент опору.

Момент інерції  $J_a$

$$J_a = (1,04 + 0,05 \cdot i_k^2) \cdot \frac{(m_a + m_{np}) \cdot r_k^2}{i_k^2 \cdot i_0^2},$$

де  $m_a$  - повна маса,  $m_a = 1795$  кг,

$i_0$  - передавальне число головної передачі;

$i_k$  - передавальне число коробки передач,

$$i_k = 3,0, i_0 = 3,6$$

$$J_a = (1,04 + 0,05 \cdot 3,0^2) \cdot \frac{1795 \cdot 0,3^2}{3,0^2 \cdot 3,6^2} = 2,06 \text{ Н} \cdot \text{м} \cdot \text{с}^2$$

Швидкість колінчастого вала

$$\omega_n = \frac{\pi \cdot n}{30},$$

$$\omega_n = \frac{3,14 \cdot 4000}{30} = 420 \text{ с}^{-1}$$

Момент опору

$$M_{\psi} = \frac{g \cdot (m_a + m_{np}) \cdot \psi \cdot r_k}{i_k \cdot i_0 \cdot \eta_{mp}},$$

де  $\psi$  - коефіцієнт опору дороги

$$M_{\psi} = \frac{9,8 \cdot 1795 \cdot 0,015 \cdot 0,3}{3,0 \cdot 3,6 \cdot 0,9} = 8,1 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Робота буксування

$$L_{\sigma} = \frac{0,5 \cdot 2,06 \cdot 200 \cdot 420^2}{200 - 8,1} = 189260 \text{ Дж}$$

Маса нажимного диска

$$m_n = \frac{\gamma \cdot L_{\sigma}}{c \cdot \Delta t},$$

де  $c$  - питома частка матеріалу,  $c = 481,5$  ;

$\gamma$  - частка теплоти на деталь,  $\gamma = 0,5$

$$m_n = \frac{0,5 \cdot 189260}{481,5 \cdot 20} = 9,8 \text{ кг}$$

Товщина нажимного диска

$$h_o = \frac{4 \cdot m_n}{\pi \cdot (D^2 - d^2) \cdot \rho},$$

$$h_o = \frac{4 \cdot 9,8}{3,14 \cdot (0,25^2 - 0,155^2) \cdot 7800} = 0,042 \text{ м}$$

*Попередній розрахунок нажимного диска*

Диск виконується з чавуну

Величина окружної швидкості

$$V_{o_{max}} = \frac{\pi \cdot n_n \cdot D_o}{60},$$

$$V_{o_{max}} = \frac{3,14 \cdot 4000 \cdot 0,25}{60} = 52 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

*Попередній розрахунок циліндричної нажимної пружини*

Натискне зусилля пружини

$$P_1 = \frac{P_{нж}}{z_n},$$

де  $Z_n$  - кількість пружин;

$$P_1 = \frac{5925}{9} = 658 \text{ Н}$$

При збільшенні деформації пружин, сила пружності збільшується до  $P_2$ .

$$P_2 = 1,1 \cdot P_1,$$

$$P_2 = 1,1 \cdot 658 = 724 \text{ Н}$$

Індекс пружини

$$c = \frac{D_0}{d} = 6$$

Коефіцієнт кривизни витків

$$k = \frac{4 \cdot c + 2}{4 \cdot c - 3},$$

$$k = \frac{4 \cdot 6 + 2}{4 \cdot 6 - 3} = 1,2381$$

Визначаємо діаметр дроту

$$d \geq \sqrt{\frac{8 \cdot P_2 \cdot k \cdot c}{\pi \cdot [\tau]_k}};$$

$$d \geq \sqrt{\frac{8 \cdot 724 \cdot 1,2381 \cdot 6}{3,14 \cdot 0,3 \cdot 1860}}$$

$$d \geq 4,96 \text{ мм}$$

Номінальний діаметр дроту  $d = 5,0$  мм.

Середній діаметр пружини:

$$D_0 = c \cdot d,$$

$$D_0 = 6 \cdot 5,0 = 30 \text{ мм}$$

### *Попередній розрахунок вала*

У найвужчому перерізі діаметр вала не повинен бути менше

$$d_g \geq \sqrt[3]{\frac{M_{e \max}}{0,2 \cdot [\tau]}}$$

де  $[\tau]$  - допустимі напруження,  $[\tau] = 100$  МПа

$$d_g \geq \sqrt[3]{\frac{200}{0,2 \cdot 100 \cdot 10^6}}$$

$$d_g \geq 0,022 \text{ м}$$

Розрахунковий діаметр  $d_g = 22$  мм.

*Розрахунок підшипника зчеплення*

Динамічне навантаження на підшипник

$$C = P \cdot \sqrt[n]{L},$$

де  $P$  - еквівалентна сила, Н;

$n = 3$  - ступінь ,;

$L$  - довговічність підшипника.

Визначаємо еквівалентну силу

$$P = Q \cdot Y \cdot k_{\sigma},$$

де  $Q$  - сила на підшипник, Н;

$Y = 2,3$  - коефіцієнт навантаження;

$k_{\sigma} = 1,55$  - коефіцієнт безпеки.

Осьове зусилля на підшипник

$$Q = \frac{P_2 \cdot z_n}{i_p},$$

де  $i_p = 4$  - передаточне число

$$Q = \frac{724 \cdot 9}{4} = 1630 \text{ Н}$$

Еквівалентна сила

$$P = 1630 \cdot 2,3 \cdot 1,55 \cdot 1,0 = 5810 \text{ Н}$$

Визначаємо довговічність підшипника

$$L = \frac{0,1 \cdot S}{V_{cp}} \cdot \frac{60 \cdot n}{10^6},$$

де  $0,1$  – коефіцієнт роботи підшипника;

$S$  - пробіг до капремонту, км;

$V_{cp} = 43$  км / год - швидкість руху, приймаємо;

$n = 1000$  хв<sup>-1</sup> - обороти підшипника.

$$L = \frac{0,1 \cdot 290000}{43} \cdot \frac{60 \cdot 1000}{10^6} = 40,5 \text{ млн. об.}$$

Динамічне навантаження на підшипник

$$C = 5810 \cdot \sqrt[3]{40,5} = 19950 \text{ Н}$$

### 3.2 Попередній розрахунок коробки передач

Вихідні дані (на базі Skoda Octavia 1.6 MPI):

$M_{\text{max}} = 200 \text{ Н}\cdot\text{м}$  - крутний момент приводного двигуна;

$m = 1795 \text{ кг}$  - повна маса автомобіля;

$n_{\text{min}} = 800 \text{ об/хв}$  - мінімальна частота обертання приводу;

$u_0 = 3,6$  – передаточне число для головної передачі;

$r_k = 0,3 \text{ м}$  - радіус кочення колеса.

При розрахунку:

1. Визначаємо передавальні числа і діапазон.

Для першої передачі передаточне число знаходимо з врахуванням максимального опору

$$u_1 = \frac{\psi_{\text{max}} \cdot G_a \cdot r_k}{M_{e \text{ max}} \cdot u_0 \cdot \eta_{\text{Тр}}}$$

де  $\psi = 0,34$  - коефіцієнт опору руху;

$G_a$  - вага автомобіля,  $\text{Н}$ ;

$$u_1 = \frac{0,34 \cdot 17600 \cdot 0,3}{155 \cdot 3,6 \cdot 0,91} = 3,5.$$

Враховуємо умову відсутності буксування:

$$u_1 \leq \frac{\varphi \cdot G_{\varphi} \cdot r_k}{M_{e \text{ max}} \cdot u_0 \cdot \eta_{\text{Тр}}}$$

де  $G_{\varphi} = 1,2G_a$

$\varphi = 0,6$  - коефіцієнт зчеплення.

$$u_1 \leq \frac{0,6 \cdot 1,2 \cdot 17600 \cdot 0,3}{155 \cdot 3,6 \cdot 0,91} = 7,92$$

$u_1 = 3,5 \leq 7,92$ , умова витримана.

Для переміщення з мінімальною швидкістю необхідно, щоб

$$u_1 \leq \frac{0,377 \cdot n_{\min} \cdot r_{\kappa}}{u_0 \cdot v_{a \min}}$$

де  $v_{a \min} = 8 \text{ км/год}$  - швидкість при найменшій частоті двигуна,

$$u_1 \leq \frac{0,377 \cdot 800 \cdot 0,3}{3,6 \cdot 8} = 3,1 \leq 3,6, \text{ умова витримана.}$$

Передаточні числа певних передач

$$u_k = {}^{m-2}\sqrt{u_1^{m-k-1}},$$

де  $m$  - число передач,  $k$  - № передачі.

Звідки

$$u_2 = {}^{5-2}\sqrt{3,5^{5-2-1}} = 2,29 .$$

$$u_3 = {}^{5-2}\sqrt{3,5^{5-3-1}} = 1,51 .$$

$$u_4 = {}^{5-2}\sqrt{3,5^{5-4-1}} = 1 .$$

$$u_5 = {}^{5-2}\sqrt{3,5^{5-5-1}} = 0,66 .$$

Діапазон передаточних чисел

$$D_{КП} = \frac{U_{КП1}}{U_{КП6}} = \frac{3,5}{0,66} = 5,3 .$$

2. Визначаємо кількість ступенів і вибираємо передавальні числа інших передач.

3. Формуємо схему коробки передач, розраховуємо кількість зубів шестерень.



## 4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

### 4.1 Дослідження тягово-швидкісних властивостей

Якість і ефективність роботи автомобіля характеризується певними техніко-експлуатаційними властивостями, пов'язаними з його рухом, зокрема гальмівними властивостями, прохідністю та плавністю руху.

Вказані властивості перебувають в певній послідовності, однак вони взаємозв'язані, зміна хоча би однієї з них призводить до зміни других. Це потрібно враховувати тому, що покращення однієї з них може погіршити інші. Тому важливе значення полягає у виявленні кращих рішень при проектуванні автомобіля та при визначенні режимів руху в відповідних умовах експлуатації.

Показники техніко-експлуатаційних властивостей розраховуються на основі закономірностей руху транспортного засобу.

Важливою умовою тягового розрахунку є розрахунок потужності двигуна досліджуваного транспортного засобу  $N_{e \max}$ , а також передаточних чисел трансмісії  $u_k$ , котрі забезпечують потрібні значення певних властивостей.

Виконують розрахунок для заданих вихідних даних, зокрема:

$\eta_m = 0,91$  - ККД трансмісії;

$k = 0,5 \text{ с}^2 \text{ м}^{-4}$  - коефіцієнта обтічності;

$F = 1,4 \text{ м}^2$  - площа перерізу автомобіля.

### 4.2 Розрахунок та аналіз ефективної потужності двигуна

Ефективну потужність двигуна  $N_{e \max}$  визначаємо, використовуючи рівняннями балансу потужності при русі з максимальною швидкістю  $V_{a \max}$  дорогою з опором  $\psi_v = f_v$

Розрахункова потужність:

$$N_{e \max} = \frac{M_a \cdot g \cdot f_v \cdot V_{a \max} + k \cdot F \cdot V_{a \max}^3}{1000 \cdot \eta_m \cdot (a \cdot \beta_v + b \cdot \beta_v^2 - c \cdot \beta_v^3)} =$$

$$= \frac{1795 \cdot 9,81 \cdot 0,022 \cdot 43 + 0,5 \cdot 1,4 \cdot 43^3}{1000 \cdot 0,9(0,53 + 1,56 - 1,09)} = 80 \text{ (кВт)},$$

де

$f_v$  - безрозмірний коефіцієнт опору кочення.

$$f_v = 0,01 \cdot (1 + 65 \cdot 10^{-5} \cdot V_{a \max}^2) = 0,01 \cdot (1 + 65 \cdot 10^{-5} \cdot 43^2) = 0,022,$$

де  $\beta_v = 1$  - швидкісний коефіцієнт;

$a, b, c$  - постійні коефіцієнти;

$V_{a \max}$  - максимальна швидкість, м/с;

$M_a$  - маса автомобіля, кг.

Визначене значення ефективної потужності  $N_{e \max}$  беремо як вихідний параметр при розрахунку.

Для визначення зовнішньої швидкісної викоистовуємо формулу Лейдермана:

$$N_e = N_{e \max} \left\{ a \cdot \frac{n}{n_N} + b \cdot \left( \frac{n}{n_N} \right)^2 - c \cdot \left( \frac{n}{n_N} \right)^3 \right\} =$$

$$= 80 \cdot \left\{ 0,53 \cdot \frac{800}{4000} + 1,56 \cdot \left( \frac{800}{4000} \right)^2 - 1,09 \cdot \left( \frac{800}{4000} \right)^3 \right\} = 13 \text{ (кВт)}.$$

Решту точок  $N_e$  визначаємо так же і заносимо в таблицю 1.1 Додатку А.

Момент двигуна

$$M_e = 9550 \cdot \frac{N_e}{n} = 9550 \cdot \frac{13}{800} = 155 \text{ (Нм)}.$$

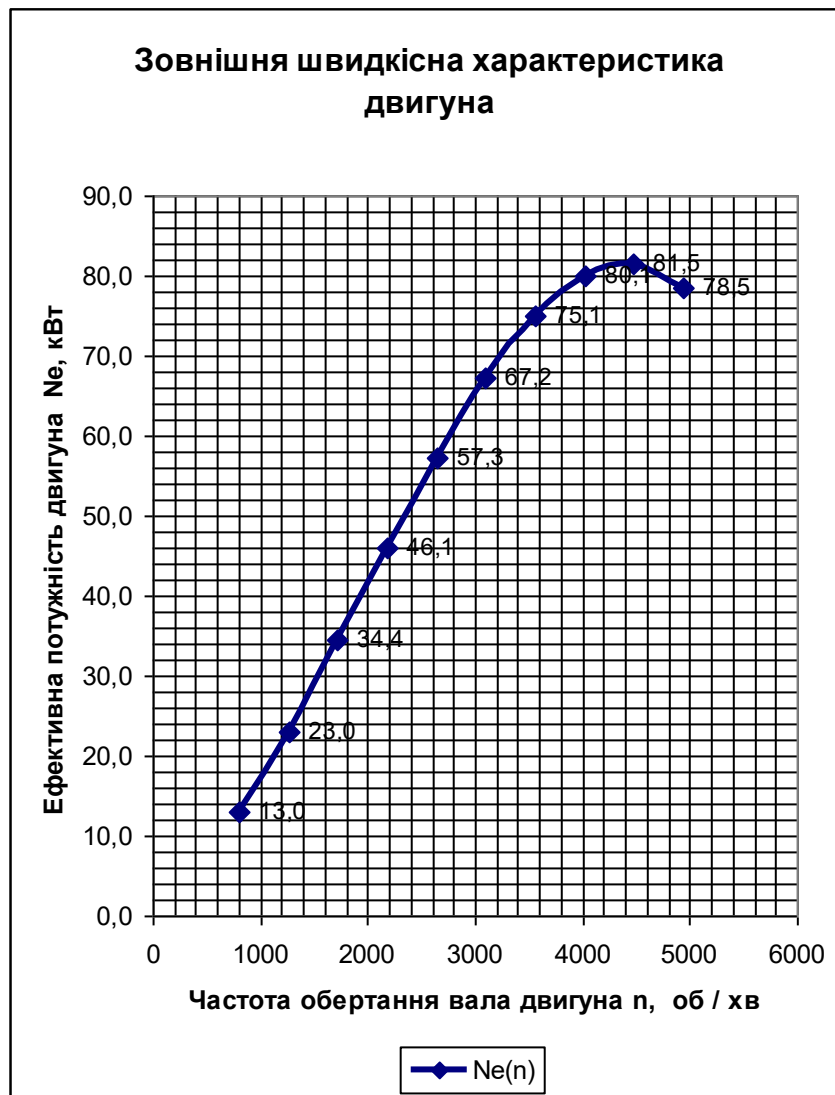
Решту точок  $M_e$  розраховуємо так же і заносимо в таблицю 1.1 Додатку А.

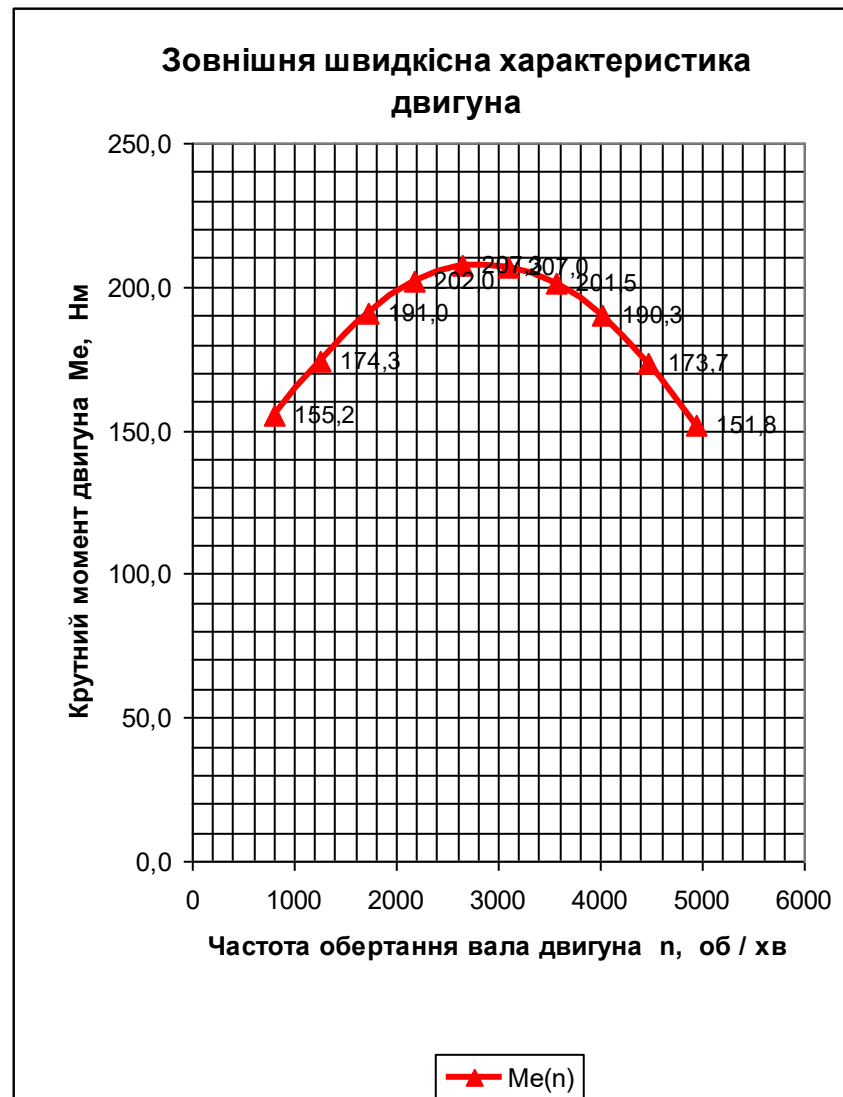
Границі діапазону обертання двигуна визначаємо від  $n_{\min} = 800$  до  $n_{\max} = 4940$  (об/хв.), а сам діапазон ділимо на 10 частин:

$$\Delta n = \frac{n_{\max} - n_{\min}}{9} = \frac{4940 - 800}{9} = 460 \text{ (об/хв.)}.$$

Для зручності заокруглюємо значення обертів, вибравши між ними рівні діапазони.

За результатами проведених розрахунків  $N_e(n)$  і  $M_e(n)$ , зведених у таблиці 1.1 Додатку А отримуємо зовнішню швидкісну характеристику.





### 4.3 Розрахунок і уточнення передаточних чисел трансмісії

Для головної передачі передаточне число знаходимо з умови забезпечення руху з швидкістю  $V_{a \max}$  :

$$u_0 = \frac{n_{\max} \cdot \beta_v \cdot r_d}{9,55 \cdot V_{a \max}} = \frac{4940 \cdot 1 \cdot 0,3}{9,55 \cdot 43} = 3,6 ,$$

де  $n_N$  - найбільша частота обертання двигуна ;

$r_d$  - динамічний радіус колеса,  $r_d = 0,3$ .

Для першої передачі передаточне число знаходимо з врахуванням подолання максимального опору.

$$u_1 = \frac{\psi_{max} \cdot M_a \cdot g \cdot r_d}{M_{e max} \cdot u_0 \cdot \eta_m} = \frac{0,34 \cdot 1795 \cdot 9,81 \cdot 0,3}{167 \cdot 3,6 \cdot 0,91} = 2,67 \text{ ,}$$

де  $\psi_{max} = 0,34$  - коефіцієнт сумарного опору;

$M_{e max}$  - момент при  $n_N$

$$M_{e max} = 9550 \cdot \frac{N_{e max} \cdot \Pi}{n_N} = 9550 \cdot \frac{80 \cdot 1,088}{4000} = 208 \text{ (Нм) .}$$

де  $\Pi$  – безрозмірний коефіцієнт

$$\Pi = a + \frac{b^2}{4 \cdot c} = 0,53 + \frac{1,56^2}{4 \cdot 1,09} = 1,088 \text{ (Нм) .}$$

Для інших передач передаточні числа знаходимо за умови формування геометричного ряду. Вища передача непряма  $u_e < 1$

$$u_k = {}^{m-2}\sqrt{u_1^{m-k-1}} \text{ ,}$$

де  $m$  - кількість передач,  $k$ - номер передачі;

Для другої передачі  $u_2$

$$u_2 = {}^{5-2}\sqrt{2,67^{5-2-1}} = 1,92 \text{ .}$$

Так же проводимо розрахунки інших  $u_k$  і заносимо в таблицю 1.1 Додатку А.

#### 4.4 Основні критерії тягово-швидкісних властивостей

Визначаємо графіки  $N(V)$  діаграми балансу потужності:

Швидкість руху:

$$V = \frac{r_d \cdot n}{9,55 \cdot u_0 \cdot u_k \cdot u_{pk}} \text{ , (м/с) .}$$

Для першого періоду першої передачі  $V$

$$V = \frac{0,3 \cdot 800}{9,55 \cdot 3,6 \cdot 2,67 \cdot 1} = 2,62, \text{ (м/с)} .$$

Решту точок  $V$  розраховуємо так же і заносимо в таблицю 1.1 Додатку А.

$N_k$  – потужність до коліс,

$$N_k = \eta_m \cdot N_e, \text{ (кВт)} .$$

Для першого періоду  $N_k$

$$N_k = 0,9 \cdot 13 = 11,7, \text{ (кВт)} .$$

Решту точок  $N_k$  розраховуємо так же і заносимо в таблицю 1.1 Додатку А.

$N_\psi$  - потужність на опір дороги

$$N_\psi = \frac{f_v \cdot M_a \cdot g \cdot V}{1000}, \text{ (кВт)} .$$

Для першого періоду четвертої передачі  $N_\psi$

$$N_\psi = \frac{0,01032 \cdot 1795 \cdot 9,81 \cdot 6,98}{1000} = 1,268, \text{ (кВт)} .$$

Решту точок  $N_\psi$  розраховуємо так же і заносимо в таблицю 1.1 Додатку А.

$$f_v = 0,01 \cdot \left(1 + 65 \cdot 10^{-5} \cdot V^2\right) \text{ – коефіцієнт опору кочення автомобіля;}$$

Визначаємо

$$f_v = 0,01 \cdot (1 + 65 \cdot 10^{-5} \cdot 6,98^2) = 0,01032 .$$

Проводимо розрахунки  $f_v$  і заносимо в таблицю 1.1 Додатку А.

$N_w$  - потужність на опір повітря :

$$N_w = \frac{k \cdot F \cdot V^3}{1000} , \text{ (кВт) .}$$

Для першого періоду першої передачі  $N_w$

$$N_w = \frac{0,5 \cdot 1,44 \cdot 2,62^3}{1000} = 0,0125 , \text{ (кВт) .}$$

Решту точок  $N_w$  розраховуємо так же і заносимо в таблицю 1.1 Додатку А.

Динамічний фактор

$$D = \frac{P_a}{M_a \cdot g} ;$$

Для першого періоду першої передачі  $D$  :

$$D = \frac{4465,55}{1795 \cdot 9,81} = 0,254 .$$

Решту точок  $D$  розраховуємо так же і заносимо в таблицю 1.1 Додатку А.

$P_a$  - розрахункова сила тяги:

$$P_a = P_k - P_w , \text{ (Н) .}$$

Для першого періоду 1-ї передачі  $P_a$  :

$$P_a = 4470,34 - 4,79 = 4465,55 \text{ (Н)} .$$

Решту точок  $P_a$  розраховуємо так же і заносимо в таблицю 1.1 Додатку А.

$P_k$  - сила тяги :

$$P_k = \frac{M_e \cdot u_0 \cdot u_k \cdot u_{pk} \cdot \eta_m}{r_\partial} , \text{ (Н)} .$$

Для першого періоду першої передачі  $P_k$  :

$$P_k = \frac{155,19 \cdot 3,6 \cdot 2,67 \cdot 1 \cdot 0,91}{0,3} = 4470,34 \text{ (Н)} .$$

Решту точок  $P_k$  розраховуємо так же і заносимо в таблицю 1.1 Додатку А.

$P_w$  - сила опору повітря на автомобіль,

$$P_w = k \cdot F \cdot V^2 , \text{ (Н)} .$$

Для першого періоду першої передачі  $P_w$  :

$$P_w = 0,5 \cdot 1,4 \cdot 2,62^2 = 4,79 \text{ (Н)} .$$

Решту точок  $P_w$  розраховуємо так же і заносимо в таблицю 1.1 Додатку А.

Прискорення автомобіля

$$j_a = \frac{(D - \psi) \cdot g}{\delta} , \text{ (м / с}^2\text{)} ,$$

де  $\psi = f_{v \max}$  - опір дороги для горизонтальної ділянки;



Для першого періоду першої передачі  $j_a$  :

$$j_a = \frac{(0,254 - 0,01) \cdot 9,81}{1,32} = 1,715 \text{ (м / с}^2\text{)} .$$

Решту точок  $j_a$  розраховуємо так же і заносимо в таблицю 1.1 Додатку А.

$\delta$  - безрозмірний коефіцієнт обертових мас транспортного засобу

$$\delta = 1,04 + 0,04 \cdot u_k^2 .$$

Для першої передачі  $\delta$  :

$$\delta = 1,04 + 0,04 \cdot 2,67^2 = 1,32 .$$

Розраховуємо решту точок  $\delta$  так же і заносимо в таблицю 1 Додатку А.

За визначеними показниками  $N_e, N_k, N_\psi, N_w, V, D, P_a, P_k, P_w, j_a, \delta$  , зведеними в таблиці 1 Додатку А, будуємо діаграми  $P(V)$  (силовий баланс),  $N(V)$  (баланс потужності),  $j_a(V)$  (графік прискорень),  $D(V)$  (динамічна характеристика), котрі визначають тягово-швидкісні властивості (Додаток А) досліджуваного транспортного засобу.

Графіки часу розгону  $t_p(V)$  і шляху розгону  $S_p(V)$  будуємо, використавши діаграму прискорень  $j_a(V)$ . На графіку прискорень варто розділити криві прискорень на діапазони. Потрібно для зручності використати точки, котрі визначені для відповідних передач і обертів двигуна автомобіля (рядки 4,9 таблиці 1 Додатку А).

Перехід до вищої передачі відбувається при швидкості з врахуванням максимального прискорення автомобіля. Графіки  $t_p(V)$  і  $S_p(V)$  визначаємо до швидкості  $V_{a \max}$  .

Для кожного інтервалу швидкостей знаходимо час розгону автомобіля з виразу:

$$t_1 = \frac{2 \cdot (V_1 - 0)}{j_1 + 0} = \frac{2 \cdot (2,62 - 0)}{1,715 + 0} = 3,06 \text{ (с)} ;$$

$$t_2 = \frac{2 \cdot (V_2 - V_1)}{j_2 + j_1} = \frac{2 \cdot (3,63 - 2,62)}{1,326 + 1,715} = 0,66 \text{ (с)} .$$

Решту точок  $t_k$  розраховуємо так же і заносимо в таблицю 2 (Додаток А).

Для кожного інтервалу швидкостей визначаємо шлях розгону автомобіля:

$$S_1 = \frac{(V_1 + 0)}{2} t_1 = \frac{(3,03 + 0)}{2} 3,5 = 5,3 \text{ (м)} ;$$

$$S_2 = \frac{(V_1 + V_2)}{2} t_2 = \frac{(3,03 + 4,94)}{2} 1,0 = 4,1 \text{ (м)} .$$

Розраховуємо решту точок  $S_k$  так же і заносимо в таблицю 2 (Додаток А).

Визначаємо сумарні час  $t_p$  і шлях розгону  $S_p$  :

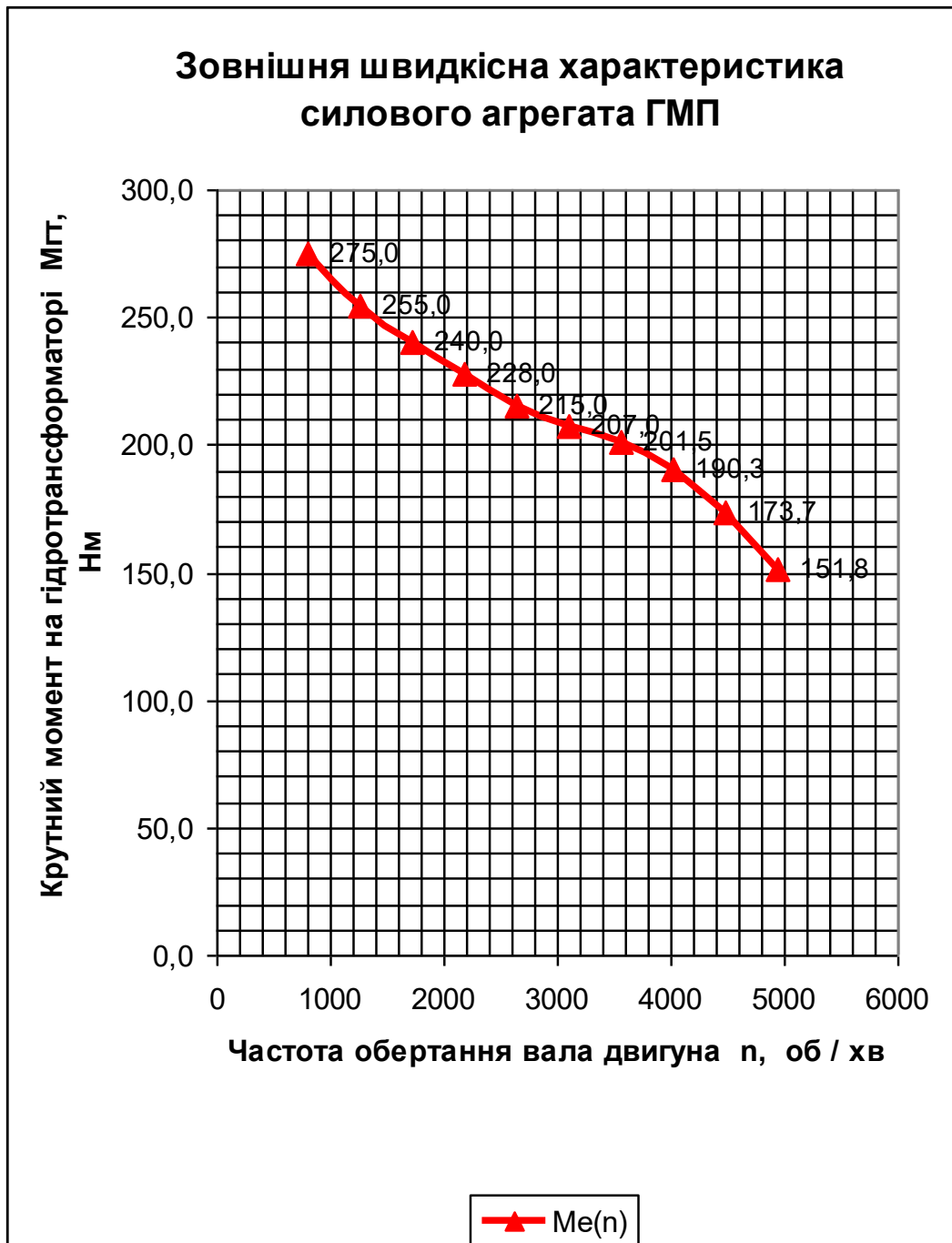
$$t_p = \sum t_i = t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n , \text{ додаючи } 1,5-2 \text{ с при переключенні передач;}$$

$$S_p = \sum S_i = S_1 + S_2 + S_3 + \dots + S_n , \text{ (м)} .$$

За результати занесених в таблицю 2 (Додаток А) розрахунків будемо графіки (Додаток А).

Як видно, визначена максимальна швидкість руху автомобіля рівна 42,3 м/с (150 км/год); визначений час розгону до максимальної швидкості 98 с; шлях розгону 2923 м.

У випадку використання гідротрансформатора крутний момент двигуна при виході зі стопового режиму зростає на гідротрансформаторі майже вдвічі, що дозволяє зменшити число понижувальних передач, зокрема відмовитись від першої передачі.



За визначеними показниками  $N_e, N_k, N_{\psi}, N_w, V, D, P_a, P_k, P_w, j_a, \delta$ , зведеними в таблиці 3 Додатку А, будуємо діаграми  $P(V)$  (силовий баланс),  $D(V)$  (динамічна характеристика), котрі визначають тягово-швидкісні властивості (Додаток А) транспортного засобу з гідротрансформатором та трьохступеневою передачею.

## 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

### 5.1 Розрахунок освітлення

Особливо важливе біологічне і гігієнічне значення для людини має природне освітлення, тому при проектуванні виробничих приміщень важливо передбачати наявність природного освітлення.

Розрізняють три системи природного освітлення: бокове, верхнє, комбіноване. Для кількісної оцінки виробничого освітлення важливою технічною характеристикою є освітлення робочої поверхні. Густина світлової енергії на площині  $E$ (лк) визначається за формулою:

$$E = dF / dS,$$

де  $dF$  – світловий потік, який характеризує потужність світлого випромінювача відповідно розподілений по площі  $dS$ ( $m^2$ ).

Коефіцієнт природного освітлення, який являє собою відношення освітленості в даній точці середини приміщення  $E_3$  визначаємо за формулою:

$$I = E_B / E_3$$

Заміри натурного освітлення проводяться люксометром 10116.

Розміри приміщення становлять:

$E_n \cdot B = 5 \cdot 8 m^2$ ; висота приміщення  $h = 3 m$ ,  $S$  – світловий опір вікон  $1 \cdot 1,9 m^2$ . Віконне скло подвійне. Характеристика зорової роботи відноситься до високої точності. Це відповідає нормі природного освітлення КПО  $I_K = 2\%$  при боковому освітленні.

При боковому освітленні використовується формула:

$$100 \frac{S_0}{S_n} = \frac{I_K \cdot K_3 \cdot \eta_{10}}{\tau_0 \cdot VI} K_6,$$

де  $S_0$  – площа світлових опорів,  $m^2$ ;

$S_n$  – площа підлоги,  $m$ ;

$K_3$  – коефіцієнт світло проникнення;

$\eta_{10}$  – світлова характеристика вікон:

$VI$  – коефіцієнт, який враховує відбивання світла від поверхні;

$K_6$  – коефіцієнт, який враховує затемнення будинками, що стоять навпроти.

Для приміщення розмірами  $5 \cdot 8 \cdot 3$  площа  $S = 40 \text{ м}^2$ ;

Для  $L_n / B = 8/5 = 1.6$ ;

$B / H = 5/3 = 1.67$ ;

$\eta_{10} = 16$ ;

Для середньозважуваного коефіцієнта відображення стелі, стін і підлоги, який дорівнює 0,4 коефіцієнт  $VI$  становить 2,4.  $K_6$  приймає – 1,4.

Для приміщення з повітряним середовищем, в якому концентрація пилу менше  $1 \text{ мг/м}^3$   $K = 1,4$ ;

Оскільки  $I_H = 2\%$  коефіцієнт  $\tau_0$  визначаємо за формулою:

$$\tau_0 = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4 \cdot \tau_5$$

де  $\tau_1, \tau_2, \tau_3$  – коефіцієнти світло пропускання матеріалу вікна, виду вікна і його конструкції: для віконного, листового, подвійного скла  $\tau_1 = 0,8$ ; для дерев'яних подвійних роздільних оправ до вікон  $\tau_2 = 0,6$ ; для залізобетонних конструкцій  $\tau_3 = 0,8$ .

$\tau_4$  – коефіцієнт, який враховує витрати світла в сонцезахисних конструкціях: для жалюзі і штор, що регулюються; дорівнює 1.

$\tau_5$  – коефіцієнт, який враховує витрати світла в захисній сітці, що встановлюється під світильником – дорівнює 0,9.

Отже,

$$\tau_0 = 0.8 \cdot 0.6 \cdot 0.8 \cdot 1 \cdot 0.9 = 0.35;$$

Визначаємо площу світлових отворів  $S_0$ :

$$S_0 = \frac{I_H \cdot K_3 \cdot \eta_{10} \cdot S_n}{100 \cdot \tau_0 \cdot VI} K_6;$$

$$S_0 = \frac{2 \cdot 1,4 \cdot 16 \cdot 1,4 \cdot 40}{100 \cdot 0,35 \cdot 24} = 2,98 (\text{м}^2).$$

Кількість вікон визначаємо за формулою:

$$n = S_0 / S_l,$$

де  $S_l$  – стандартна площа вікна.

Відповідно:

$$n = 2,98/1,9 = 2$$

Таким чином, для забезпечення КПО  $I_H = 2\%$  у приміщенні повинно бути два вікна площею  $1,9 \text{ м}^2$ .

Для освітлення приміщення, коли природного освітлення недостатньо, або взагалі немає, використовується штучне освітлення.

Світловий потік  $\Phi$  – це потужність світлової енергії, що оцінюється за світловим відчуттям, яке воно справляє на органи зору людини:

$$\Phi = dQ/dt.$$

Сила світла  $I$  – це відношення світлового потоку до величини тілесного кута, в якому рівномірно розподілено випромінювання:

$$I = d\Phi/d\omega.$$

Освітлення  $E$  – густина світлового потоку на освітлюваній поверхні.

$$E = d\Phi/dS.$$

Яскравість  $L$  – поверхнева густина сили світла у заданому напрямку.

$$L = dI/dS \cdot \cos(\alpha).$$

Коефіцієнт відбиття  $\beta$  – відношення відбитого світлового потоку до падаючого:

$$\beta = \Phi_{\text{відб.}} / \Phi_{\text{над.}}$$

Якісні показники.

Фон – поверхня, що прилягає безпосередньо до об'єкта розпізнавання, на який цей об'єкт сприймається. Фон характеризує коефіцієнт відбиття (залежить від кольору поверхні та від її фактури). Фон світлий  $\Phi > 0.4$ ; середній –  $\Phi = 0.2 - 0.4$ ; темний  $\Phi < 0.2$ ;

Контраст – ступінь розпізнавання яскравості об'єкта і фону.

$$K = (L_0 - L_\phi) / L_0.$$

Контраст великий  $K > 0.5$ ; середній  $K = 0.2 - 0.5$ ; маленький –  $K < 0.2$ ;

Коефіцієнт пульсації  $K_n$  – критерій оцінки відносної глибини коливань освітленості в результаті зміни в часі світлового потоку газорозрядних ламп при живленні їх змінним струмом.

$$K_n = (E_{\max} - E_{\min}) \cdot 100\% / (2 \cdot E_{\text{сер}}).$$

де  $E$  – значення освітленості за період.

Розміри приміщення:  $A = 8\text{ м}, B = 6\text{ м}, H = 3\text{ м}$ .

Нормована освітленість 300 лк.

Показник приміщення:

$$S = A \cdot B / (H \cdot (A + B)) = 8 \cdot 6 / (3 \cdot (8 + 6)) = 1.026,$$

де  $A, B, H$  – відповідно розміри приміщення.

Вибираємо світильник НОДЛ з коефіцієнтом використання світлового потоку  $\eta = 49\%$ .

Сумарний світловий потік:

$$\Phi = ((E_H \cdot S \cdot k \cdot Z) / \eta) \cdot 100\%.$$

де  $E_H$  – нормована освітленість, лк;

$S$  – проща приміщення,  $\text{м}^2$ ;

$k$  – коефіцієнт запису;

$Z$  – коефіцієнт мінімальної освітленості;

$\eta$  – коефіцієнт використання світлового потоку.

$$\Phi = ((300 \cdot 40 \cdot 1.75 \cdot 1.1) / 49) \cdot 100\% = 47143 \text{ лм. Вибираємо лампи ЛТБ-80 р.}$$

$\Phi_l$  – 4300 лм, тоді кількість ламп дорівнює:

$$N = \Phi / \Phi_l = 47143 / 4300 = 11 \text{ шт.}$$

Кількість світильників:

$$N_c = N / 2 = 6 \text{ шт.}$$

Перерахуємо значення  $E$ :

$$E = \frac{N \cdot \Phi_l \cdot \eta}{S \cdot k \cdot Z \cdot 100\%} = \frac{11 \cdot 4300 \cdot 49}{40 \cdot 1.75 \cdot 1.1 \cdot 100\%} = 301.$$

Отже, штучне освітлення забезпечує освітленість  $E = 301$  лк, що є більшим за  $E_H$  ( $E_H = 300 \text{ лк}$ ), тобто розрахунок проведено правильно.

## 5.2 Нормування захисту від випромінювань

Радіаційна безпека та протирадіаційний захист у практичній діяльності виходять з таких основних принципів:

принципу виправданості – будь-яка практична діяльність, що супроводжується опроміненням людей, не повинна здійснюватися, якщо вона не приносить більшої користі опроміненим особам або суспільству загалом порівняно зі шкодою, яку вона заподіює;

принципу неперевищення – рівні опромінення від усіх значущих видів практичної діяльності не повинні перевищувати встановлених лімітів;

принципу оптимізації – рівні індивідуальних доз та/або кількість опромінених осіб кожним ДІВ повинні бути такими малими, яких тільки можна досягти з урахуванням економічних та соціальних факторів.

Ліміти доз встановлені на рівнях, що виключають можливість виникнення детерміністичних ефектів опромінення і водночас гарантують таку низьку ймовірність виникнення стохастичних ефектів опромінення, що вона прийнятна як для окремих осіб, так і для суспільства загалом.

Нормування радіаційної безпеки здійснюють для таких категорій осіб (табл. 5.1):

А (персонал) – особи, які постійно або тимчасово працюють безпосередньо з ДІВ;

Б (персонал) – особи, які безпосередньо не зайняті на роботах з ДІВ, але у зв'язку з розташуванням робочих місць у приміщеннях та на промислових майданчиках об'єктів з радіаційно-ядерними технологіями можуть додатково опромінитись;

Таблиця 5.1 – Річні ліміти дози опромінення

Нормована величина	Ліміт дози, мЗв		
	персонал (категорія А)	персонал (категорія Б)	особи з населення (категорія В)
Ефективна доза	20 мЗв за рік у середньому за будь-які послідовні 5 років, але не більше 50 мЗв за рік	2 мЗв за рік	1 мЗв за рік
Еквівалентна доза за рік для:			



кришталіка	50	15	15
для шкіри	500	50	50
для кистей та стоп	500	50	-

Примітка: а – розподіл дози опромінення протягом календарного року не регламентується; б – для жінок дітородного віку (до 45 років) і вагітних діють окремі обмеження; в – у середньому за будь-які послідовні 5 років, але щонайбільше 50 мЗв за окремий рік.

В – населення загалом.

Окрім наведених лімітів для персоналу категорії А НРБУ-97 встановлено такі допустимі рівні:

надходження радіонуклідів через органи дихання;  
 концентрація радіонукліду в повітрі робочої зони;  
 щільність потоку радіоактивних частинок;  
 потужність дози зовнішнього опромінення;  
 забруднення шкіри, спецодягу та робочих поверхонь.

Для персоналу категорії Б діють перші два з наведених рівнів. Щодо населення (категорія В) регламентуються:

допустиме надходження радіонуклідів через органи дихання і травлення;  
 допустимі концентрації радіонуклідів у повітрі та питній воді,  
 допустимий скид і викид у довкілля.

Друга група регламентів передбачає обмеження опромінення людини від медичних джерел. Ідеться про рентгенологічні та радіоізотопні обстеження, медичне опромінення добровольців.

Третя група стосується відвернутої внаслідок втручання дози опромінення населення в умовах радіаційної аварії.

Найбільший інтерес для широкого загалу становить четверта група регламентів щодо відвернутої внаслідок втручання дози опромінення населення від техногенно підсилених джерел природного походження.

Підставою для рішення про доцільність вжиття того чи іншого контрзаходу є оцінка й порівняння користі для здоров'я людей за рахунок відвернутої втручанням дози та шкоди, що може бути заподіяна цим втручанням при реалізації контрзаходу.

Кількісними критеріями, що забезпечують виконання цих вимог, є рівні втручання та рівні дій.

Рівні втручання виражаються в термінах відвернутої дози, тобто дози, яку передбачається відвернути за час дії контрзаходу, пов'язаного з втручанням. Рівні дій виражаються в термінах таких показників радіаційної ситуації, які можна вимірювати, зокрема:

ефективної питомої активності ( $A_{ef}$ ) природних радіонуклідів у мінеральній сировині та будівельних матеріалах;

потужності поглиненої в повітрі дози (ППД гамма-випромінювання);

середньорічної еквівалентної рівноважної об'ємної активності (ЕРОА) ізоотопів радону в повітрі приміщень і робочих місцях;

питомої активності природних радіонуклідів у питній воді;

питомої активності природних радіонуклідів у мінеральних добривах;

питомої активності природних радіонуклідів у виробках з порцеляни, фаянсу та глини;

питомої активності природних радіонуклідів у мінеральних барвниках.

Однією з основних характеристик джерела радіоактивного випромінювання є його активність, що виражається кількістю радіоактивних перетворень за одиницю часу.

Активність  $A$  радіонуклідного джерела - міра радіоактивності, яка дорівнює співвідношенню кількості  $dN$  самовиникаючих ядерних перетворень у цьому джерелі за невеликий інтервал часу  $dt$  до цього інтервалу часу:

$$A = \frac{dn}{dt}$$

Одиниця активності - кюрі (Кі),  $1 \text{ Кі} = 3,7 \cdot 10^{10}$  ядерних перетворень за 1 секунду. В системі СІ одиниця активності - бекерель (Бк). 1 Бк дорівнює 1 ядерному перетворенню за 1 секунду або 0,027 нКі.

Небезпека, викликана дією радіоактивного випромінювання на організм людини, буде тим більшою, чим більше енергії передасть тканинам це випромінювання. Кількість такої енергії, переданої організму, або поглинутої ним, називається дозою.

Розрізняють експозиційну, поглинуту та еквівалентну дозу іонізуючого випромінювання.

Ступінь іонізації повітря оцінюється за експозиційною дозою рентгенівського або гамма-випромінювання.

Експозиційною дозою ( $X$ ) називається повний заряд  $dQ$  іонів одного знака, що виникають у малому об'ємі повітря при повному гальмуванні всіх вторинних електронів, утворених фотонами до маси повітря  $dm$  в цьому об'ємі:

$$X = \frac{dQ}{dm}.$$

Одиницею вимірювання експозиційної дози є кулон на 1 кг (Кл/кг). Позасистемна одиниця - рентген (Р);  $1 \text{ Р} = 2,58 \cdot 10^4 \text{ Кл/кг}$ .

Експозиційна доза характеризує потенційні можливості іонізуючого випромінювання.

Біологічна дія іонізуючих випромінювань на організм людини, в першу чергу, залежить від поглинутої енергії випромінювання.

Поглинута доза випромінювання ( $D$ ) - це фізична величина, яка дорівнює співвідношенню середньої енергії, переданої випромінюванням речовині в деякому елементарному об'ємі, до маси речовини в ньому:

$$D = \frac{dE}{dm}.$$

де  $E$  – енергія (Дж);

$m$  – маса речовини (кг).

Розподіл дози в часі характеризується поняттям потужності дози, яка визначається виразом

$$P (D, H_T, E) = \frac{D, H_T, E}{t}, \left( \frac{\text{Гр, Зв, бер}}{\text{год}} \right).$$

У результаті дії іонізуючого випромінювання на організм людини в тканинах можуть виникати складні фізичні, хімічні та біологічні процеси. При цьому порушується нормальне протікання біохімічних реакцій та обмін речовин в організмі.

В залежності від поглинутої дози випромінювання та індивідуальних особливостей організму викликані зміни можуть носити зворотний або незворотний характер. При незначних дозах опромінення уражені тканини відновлюються. Тривалий вплив доз, які перевищують гранично допустимі межі, може викликати незворотні зміни в окремих органах або у всьому організмі й виразитися в хронічній формі променевої хвороби. Віддаленими наслідками променевого ураження можуть бути променеві катаракти, злоякісні пухлини.

При вивченні дії на організм людини іонізуючого випромінювання були виявлені такі особливості:

- висока руйнівна ефективність поглинутої енергії іонізуючого випромінювання, навіть дуже мала його кількість може спричинити глибокі біологічні зміни в організмі;

- присутність прихованого періоду негативних змін в організмі, він може бути досить довгим при опроміненнях у малих дозах;

- малі дози можуть підсумовуватися чи накопичуватися.

Найбільш чутливими є: кришталик ока, червоний кістковий мозок, щитовидна залоза, внутрішні (особливо кровотворні) органи, молочні залози, статеві органи;

- різні організми мають істотні відмінні особливості реакції на дози опромінення;

- ефект опромінення залежить від частоти впливу іонізуючого випромінювання. Одноразове опромінення у великій дозі спричиняє більш важкі наслідки, ніж розподілене у часі.

При одноразовому опроміненні всього тіла людини можливі такі біологічні порушення в залежності від сумарної поглинутої дози випромінювання:

До 0,25 Гр (25 рад) - видимих порушень немає;

0,25 ... 0,5 Гр (25 ... 50 рад) - можливі зміни в складі крові;

0,5 ... 1,0 Гр (50 ... 100 рад) - зміни в складі крові,

нормальний стан працездатності порушується;

1,0 ... 2,0 Гр (100 ... 200 рад) - порушується нормальний

стан, можлива втрата працездатності;

2,0 ... 4,0 Гр (200 ... 400 рад) - втрата працездатності, можливі смертельні наслідки;

4,0 ... 5,0 Гр (400 ... 500 рад) - смертельні наслідки складають 50% від загальної кількості потерпілих;

6 Гр і більше (понад 600 рад) - смертельні випадки досягають 100% загальної кількості потерпілих;

10 ... 50 Гр (1000 ... 5000 рад) - опромінена людина помирає через 1-2 тижні від крововиливу в шлунково-кишковий тракт.

Доза 60 Гр (6000 рад) призводить до того, що смерть, як правило, настає протягом декількох годин або діб. Якщо доза опромінення перевищує 60 Гр, людина може загинути під час опромінення ("смерть під променем").

Очі людини уражаються при дозах 2...5 Гр (200...500 рад). Встановлено, що професійне опромінення із сумарною дозою 0,5...2 Гр (50...200 рад), отримане протягом 10-20 років, призводить до помутніння кришталика.

Питання захисту людини від впливу радіаційних випромінювань постали одночасно з їх відкриттям. Це пояснюється, по-перше, тим, що радіаційне випромінювання швидко почало застосовуватися в науці та на практиці, і, по-друге, комплексом виявлених їхніх негативних впливів на організм людини.

У нашій країні захист працюючих від впливу радіаційного випромінювання забезпечується системою загальнодержавних заходів. Вони складаються з комплексу організаційних і технічних заходів. Ці заходи залежать від конкретних умов роботи з джерелами іонізуючого випромінювання та від типу джерела випромінювання.

Для захисту від зовнішнього опромінювання, яке має місце при роботі із закритими джерелами випромінювання, основні зусилля необхідно направити на попередження переопромінення персоналу шляхом:

- збільшення відстані між джерелом випромінювання і людиною (захист відстанню);
- скорочення тривалості роботи в зоні випромінювання (захист часом);
- екранування джерела випромінювання (захист екранами).

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. В загально-технічному розділі подано загальну характеристику трансмісій легкових автомобілів, проаналізовано історію розвитку та конструктивні особливості автомобілів Skoda Octavia, основні неполадки та обслуговування трансмісії передньоприводного автомобіля;

2. В технологічному розділі охарактеризовано технологічний процес демонтажу коробки передач, проведено розрахунок виробничої програми та спроектовано дільницю ремонтного цеху;

3. В конструкторському розділі проведено огляд та розрахунок зчеплення, попередній розрахунок механічної коробки передач та визначено діапазон передаточних чисел;

4. В науково - дослідному розділі подано характеристику тягово-швидкісних властивостей, проведено аналіз потужності двигуна, розрахунок і уточнення передаточних чисел та визначено основні критерії тягового балансу, зокрема гідромеханічної трансмісії.

5. Прийняті технічні рішення дозволили спроектувати дільницю ремонтного цеху та досягти покращення показників і умов технологічного процесу ремонту.

**БІБЛІОГРАФІЯ**

1. Ляшук О.Л., Гудь В.З., Пиндус Ю.І., Левкович М.Г., Хорошун Р.В. Методичний посібник до виконання кваліфікаційної роботи магістра за освітньо-кваліфікаційним рівнем «магістр» галузі знань 27 «Транспорт» спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» – Тернопіль: Видавництво ТНТУ, 2020. – 66 с.
2. Кисляков В. Ф., Лущик В.В. Будова і експлуатація автомобілів: Підр. – 6-те вид. – К., 2006. – 400 с.
3. Гришкевич А.И. Автомобили: Теория. — Минск: В. шк., 1986. - 240 с.
4. Кошарний М.Ф. Основи механіки та енергетики автомобіля. - К.: Вища шк., 1992- 200 с.
5. Нагайцев М.В., Харитонов С.А., Юдин Е.Г. Автоматические коробки передач современных легковых автомобилей. Уч. пособие. М., 2003. – 128 с.
6. Погорілець О.М., Погорілець М.О. Основи проектування і розрахунку об'ємного гідропривода: Методичні вказівки. — К.: НАУ, 2000. — 47 с.
7. Литвинов А.С. и др. Автомобиль: Теория эксплуатационных свойств. - М.: Маш., 1984.-272 с.
8. Сахно В.П., Безбородова Г.Б. та ін. Автомобілі: Тягово-швидкісні властивості та паливна економічність /Навч. Посібник/.- К: В-во «КВІЦ»,2004.- 174 с.
9. Про затвердження Державних санітарних правил і норм «Гігієнічні вимоги до влаштування та експлуатації рентгенівських кабінетів і проведення рентгенологічних процедур» / Наказ МОН України від 04.06.2007 р. № 294. Із змінами і доповненнями, внесеними наказом МОН України від 22.09.2017 р. № 1126.
- 10.Краткий автомобильный справочник НИИАТ - М.: Транспорт, 2003г. - 600 с.
- 11.<https://avtoexperts.ru/question/dvigateli-i-transmissii-skoda-octavia-2020/>

ДОДАТКИ



Додатки А

Таблиця 1 - Результати розрахунків тягово-швидкісних властивостей автомобіля для різних передач

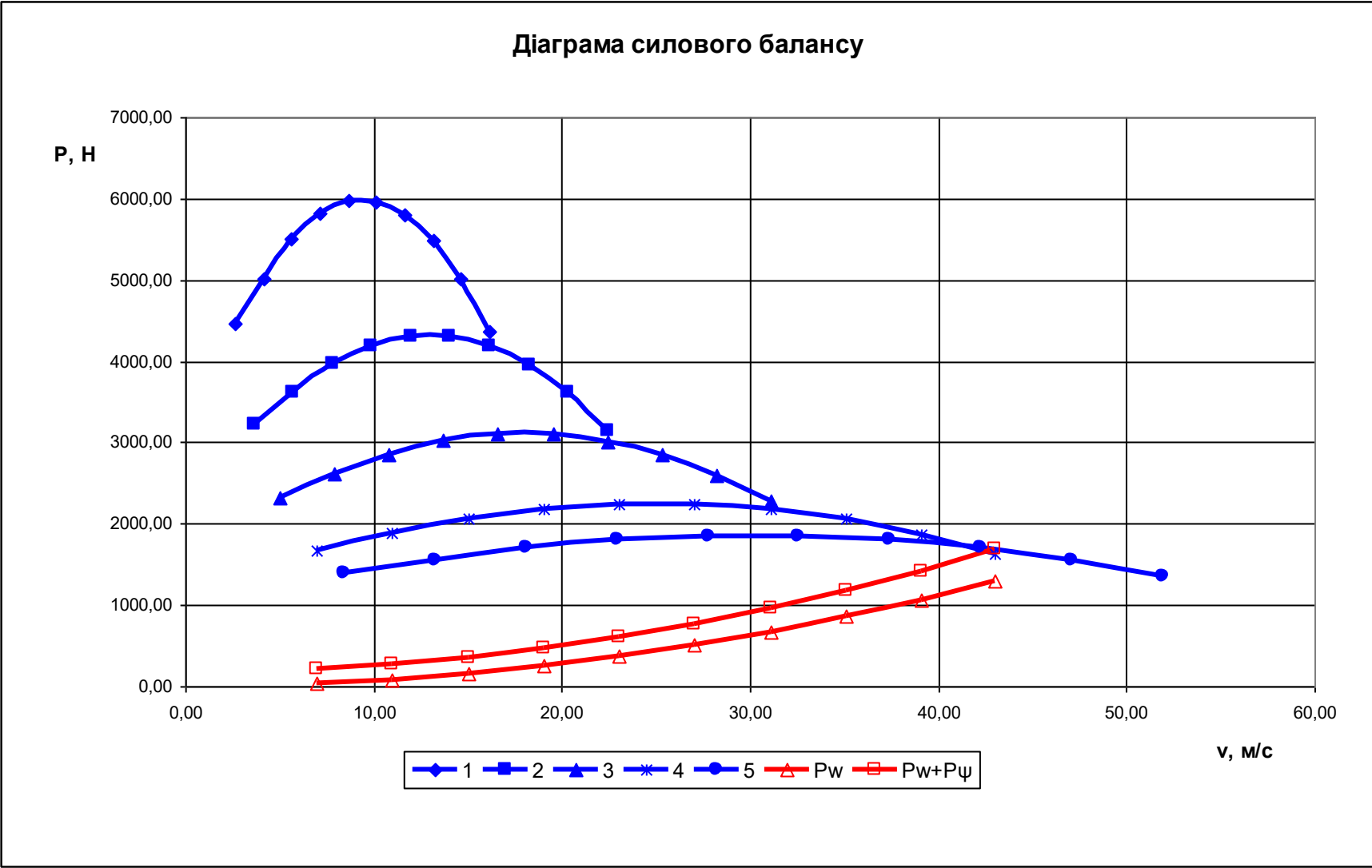
№	Параметри		n1	n2	n3	n4	n5	n6	n7	n8	n9	n10	
			800	1260	1720	2180	2640	3100	3560	4020	4480	4940	
1	Ne		13,0	23,0	34,4	46,1	57,3	67,2	75,1	80,1	81,5	78,5	
2	Nk		11,7	20,7	31,0	41,5	51,6	60,5	67,6	72,1	73,4	70,7	
3	Me		155,2	174,3	191,0	202,0	207,3	207,0	201,5	190,3	173,7	151,8	
4	δ= 1,32    u1= 2,67	V	2,62	4,12	5,63	7,13	8,64	10,14	11,65	13,15	14,66	16,16	
5		Pk	4470,3	5021,6	5502,0	5817,4	5970,9	5963,4	5803,3	5481,4	5004,6	4371,5	
6		Pw	4,8	11,9	22,2	35,6	52,2	72,0	95,0	121,1	150,4	182,8	
7		Pa	4465,5	5009,7	5479,8	5781,8	5918,7	5891,4	5708,4	5360,4	4854,2	4188,7	
8		D	0,2539	0,2848	0,3115	0,3287	0,3365	0,3349	0,3245	0,3047	0,2759	0,2381	
9		ja	1,715	1,944	2,142	2,269	2,326	2,315	2,238	2,092	1,879	1,599	
10		Nw	0,0125	0,0490	0,1247	0,2539	0,4510	0,7302	1,1059	1,5924	2,2039	2,9549	
4		δ= 1,19    u2= 1,92	V	3,63	5,72	7,80	9,89	11,98	14,06	16,15	18,24	20,33	22,41
5			Pk	3223,4	3621,0	3967,3	4194,8	4305,4	4300,1	4184,6	3952,5	3608,7	3152,2
6			Pw	9,2	22,9	42,6	68,5	100,4	138,5	182,6	232,9	289,2	351,6
7	Pa		3214,2	3598,1	3924,7	4126,3	4205,0	4161,6	4002,0	3719,7	3319,5	2800,5	
8	D		0,183	0,205	0,223	0,235	0,239	0,237	0,228	0,211	0,189	0,159	
9	ja		1,326	1,506	1,659	1,753	1,790	1,770	1,695	1,563	1,375	1,132	
10	Nw		0,0335	0,1308	0,3327	0,6773	1,2029	1,9476	2,9497	4,2472	5,8784	7,8814	

4		V	5,03	7,93	10,82	13,72	16,61	19,51	22,40	25,29	28,19	31,08
5		Pk	2324,3	2611,0	2860,7	3024,8	3104,5	3100,7	3017,4	2850,1	2602,1	2273,0
6		Pw	17,7	44,0	82,0	131,7	193,2	266,3	351,2	447,9	556,2	676,3
7		Pa	2306,6	2567,0	2778,7	2893,1	2911,4	2834,3	2666,2	2402,2	2045,9	1596,6
8		D	0,131	0,146	0,158	0,164	0,166	0,161	0,152	0,137	0,116	0,091
9		ja	0,957	1,087	1,193	1,250	1,259	1,221	1,137	1,005	0,827	0,603
10		$\delta= 1,12 \quad u_3= 1,39$	Nw	0,0893	0,3488	0,8873	1,8066	3,2085	5,1948	7,8674	11,3282	15,6790
4		V	6,98	10,99	15,01	19,02	23,04	27,05	31,06	35,08	39,09	43,00
5		Pk	1676,0	1882,7	2062,8	2181,1	2238,6	2235,8	2175,8	2055,1	1876,3	1639,0
6		Pw	34,1	84,6	157,7	253,3	371,5	512,2	675,5	861,4	1069,8	1294,3
7		Pa	1641,9	1798,1	1905,1	1927,8	1867,1	1723,6	1500,3	1193,8	806,6	344,7
8		D	0,093	0,102	0,108	0,110	0,106	0,098	0,085	0,068	0,046	0,020
9		ja	0,647	0,728	0,783	0,795	0,763	0,689	0,574	0,416	0,216	-0,022
10		$\delta= 1,08 \quad u_4= 1$	Nw	0,2381	0,9304	2,3666	4,8185	8,5577	13,8557	20,9843	30,2150	41,8194
11	N $\psi$		1,267	2,086	3,027	4,133	5,450	7,022	8,892	11,106	13,708	16,655
12	Nw+N $\psi$		1,5050	3,0164	5,3934	8,9519	14,0079	20,8775	29,8765	41,3211	55,5272	72,3100
4		V	8,41	13,25	18,08	22,92	27,75	32,59	37,43	42,26	47,10	51,94
5		Pk	1391,1	1562,7	1712,1	1810,3	1858,0	1855,7	1805,9	1705,7	1557,3	1360,3
6		Pw	49,5	122,8	228,9	367,7	539,2	743,5	980,6	1250,3	1552,8	1888,1
7		Pa	1341,6	1439,8	1483,2	1442,6	1318,8	1112,2	825,3	455,4	4,5	-527,8
8		D	0,076	0,082	0,084	0,082	0,075	0,063	0,047	0,026	0,000	-0,030
9		ja	0,498	0,549	0,572	0,551	0,486	0,378	0,229	0,036	-0,200	-0,478
10		$\delta= 1,068 \quad u_5= 0,83$	Nw	0,4165	1,6271	4,1390	8,4271	14,9665	24,2323	36,6995	52,8431	73,1381

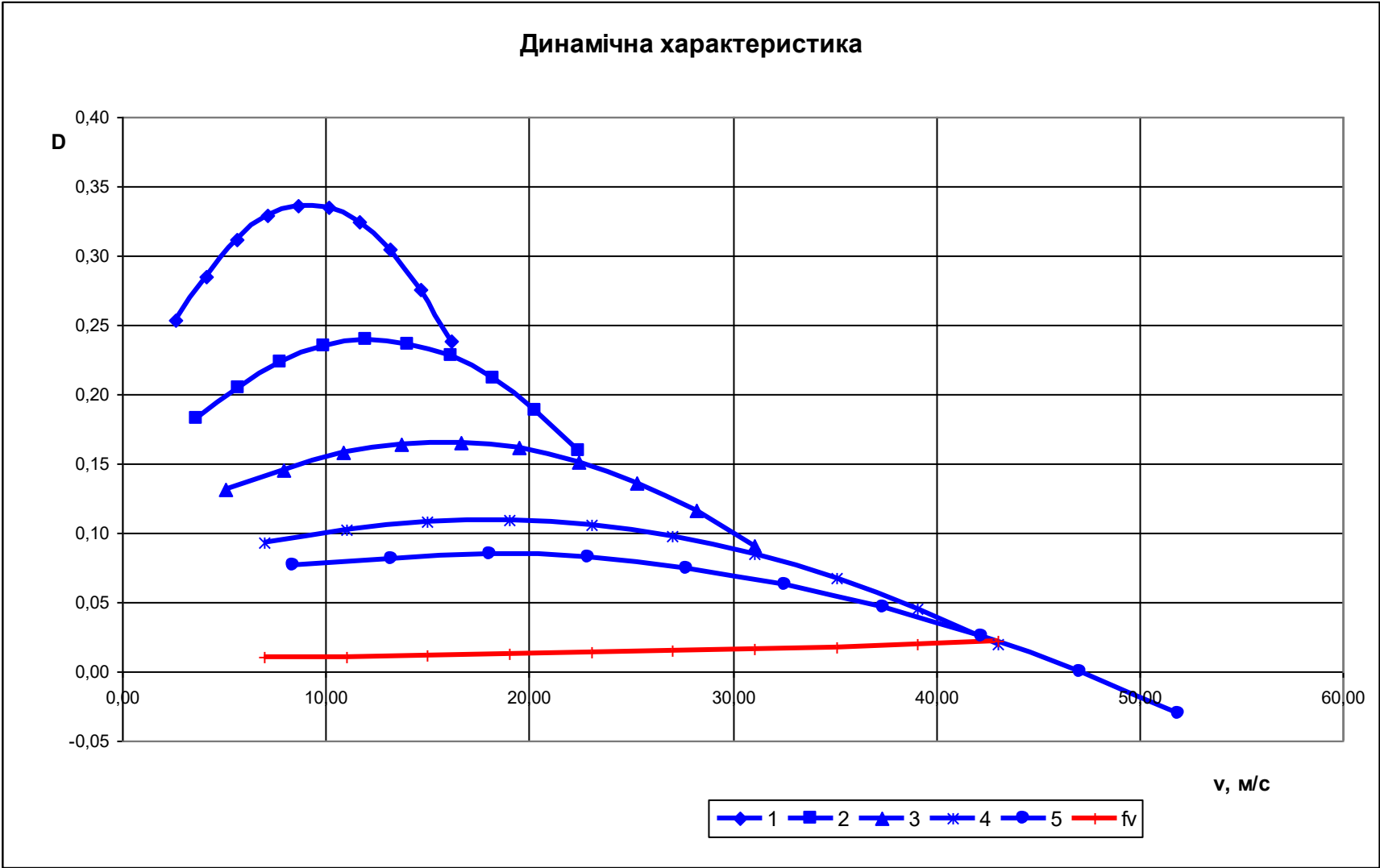
Додатки А

Таблиця 2 - Результати розрахунків часу та шляху розгону автомобіля

Величина	Інтервал швидкості									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Швидкість в кінці інтервалу $V_i, \text{м/с}$	2,62	4,12	5,63	7,13	8,64	7,80	9,89	11,98	14,06	13,72
Прискор. в кінці інтервалу $j_i, \text{м/с}^2$	1,72	1,94	2,14	2,27	2,33	1,66	1,75	1,79	1,77	1,25
Час розгону в інтервалі $t_{i,c}$	3,1	0,8	0,7	0,7	0,7	0,6	1,2	1,2	1,2	1,0
Сумарний час розгону $\sum t_{i,c}$	3,1	3,9	4,6	5,3	5,9	6,5	7,8	8,9	10,1	11,1
Шлях розгону в інтервалі $S_{i,m}$	4,0	2,8	3,6	4,4	5,2	4,8	10,8	12,9	15,3	13,9
Сумарний шлях розгону $\sum S_{i,m}$	4,0	6,8	10,4	14,7	19,9	24,7	35,5	48,4	63,6	77,5
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Швидкість в кінці інтервалу $V_i, \text{м/с}$	16,61	19,51	22,40	19,0	23,04	27,05	27,75	32,59	37,43	42,26
Прискор. в кінці інтервалу $j_i, \text{м/с}^2$	1,26	1,22	1,14	0,79	0,76	0,69	0,49	0,38	0,23	0,04
Час розгону в інтервалі $t_{i,c}$	2,3	2,3	2,5	4,0	5,2	5,5	1,2	11,2	15,9	36,6
Сумарний час розгону $\sum t_{i,c}$	13,4	15,7	18,2	22,2	27,4	32,9	34,1	45,3	61,2	97,8
Шлях розгону в інтервалі $S_{i,m}$	35,0	42,2	51,5	82,8	108,4	138,4	32,8	337,6	558,0	1459
Сумарний шлях розгону $\sum S_{i,m}$	112,5	154,7	206,1	289	397,3	535,7	568,6	906,2	1464	2923

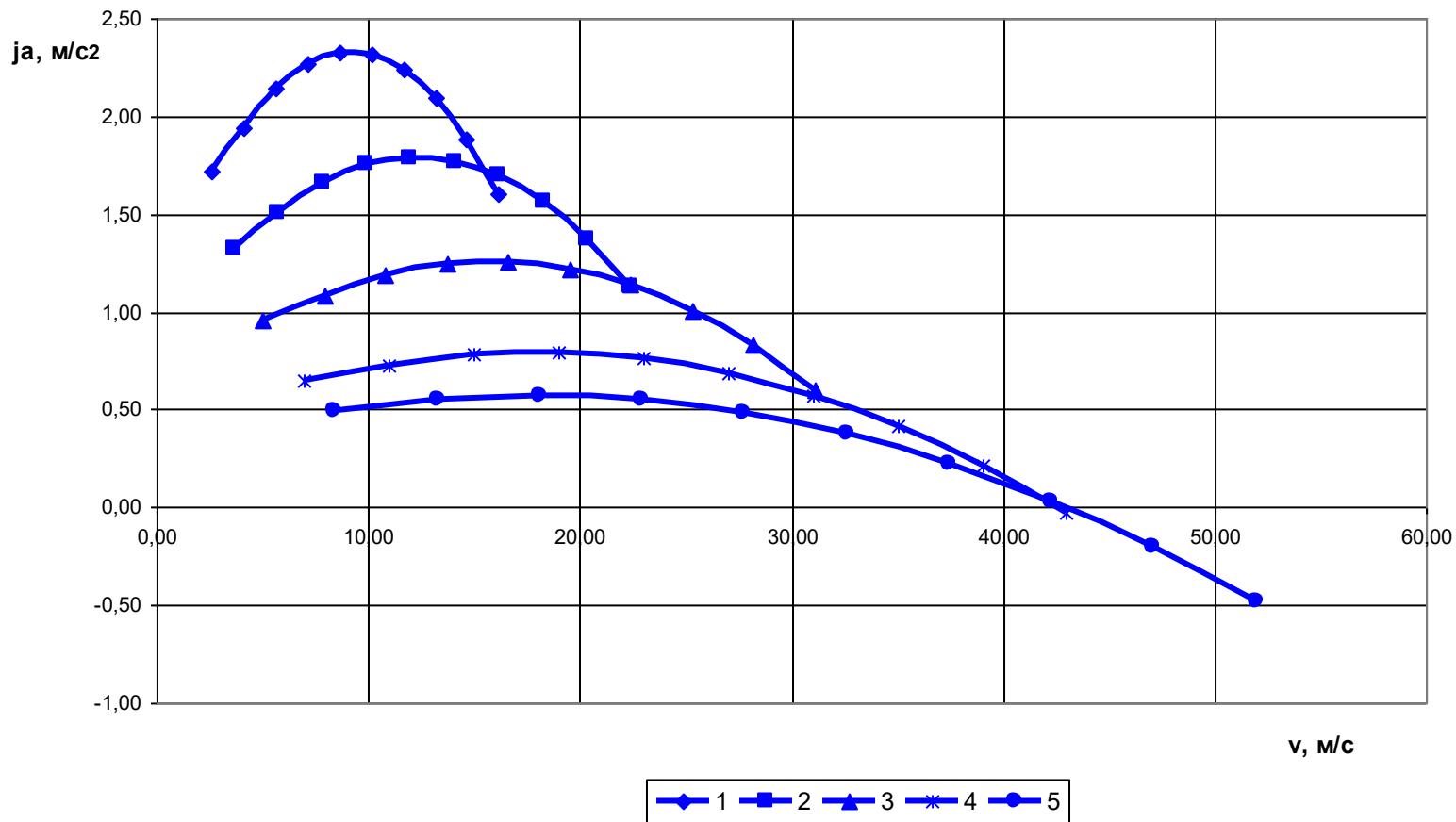


Діаграма силового балансу



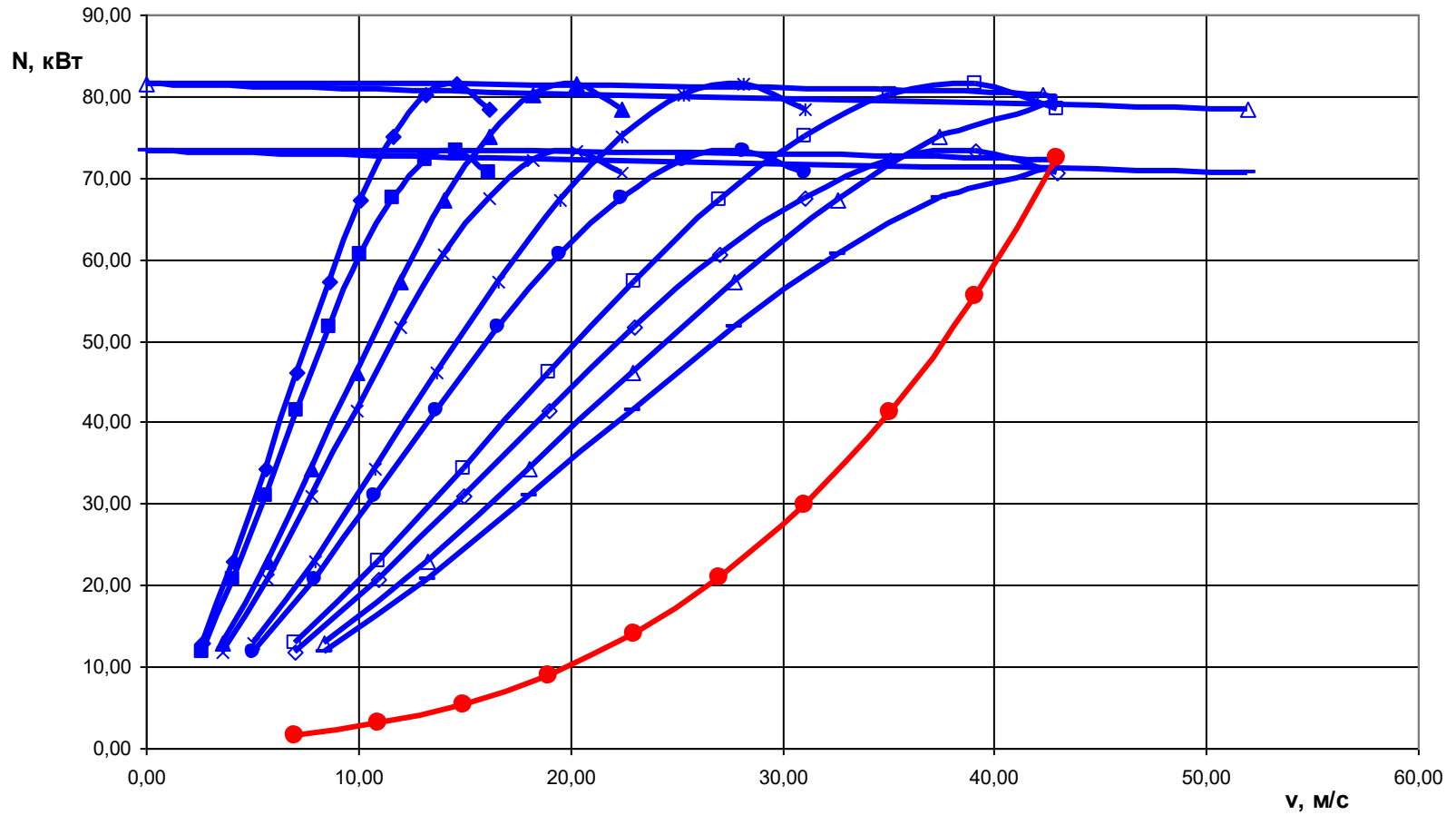
Динамічна характеристика

Діаграма прискорень



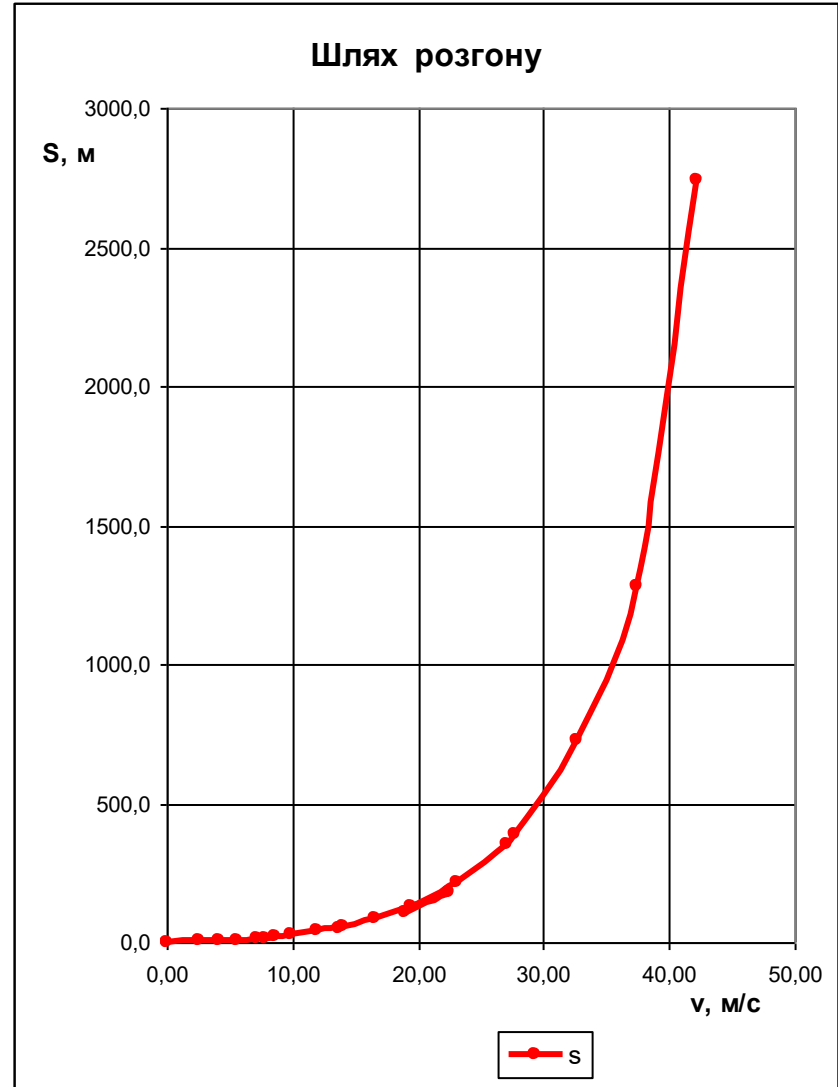
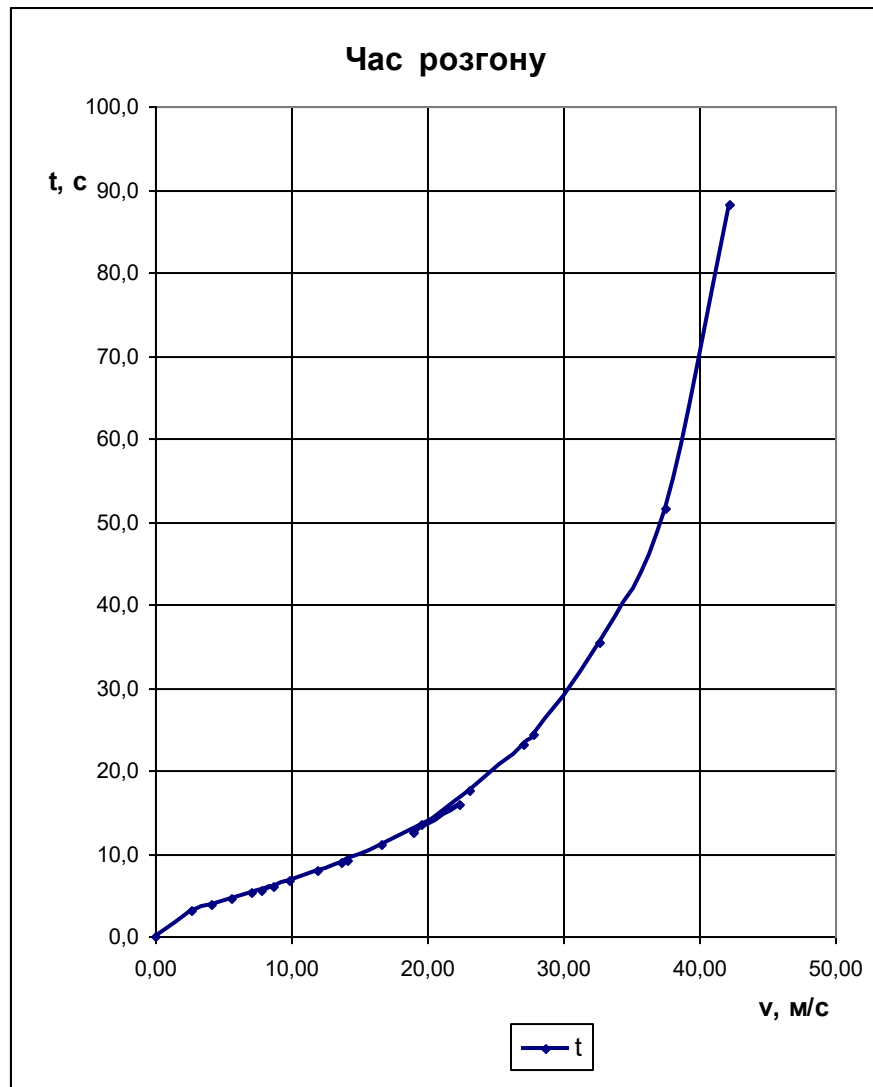
Діаграма прискорень

Діаграма балансу потужності



◆ Ne1 ■ Nk1 ▲ Ne2 × Nk2 \* Ne3 ● Nk3 □ Ne4 ◇ Nk4 △ Ne5 — Nk5 ● Nψ+Nw

Діаграма балансу потужності



Час і шлях розгону



Додатки А

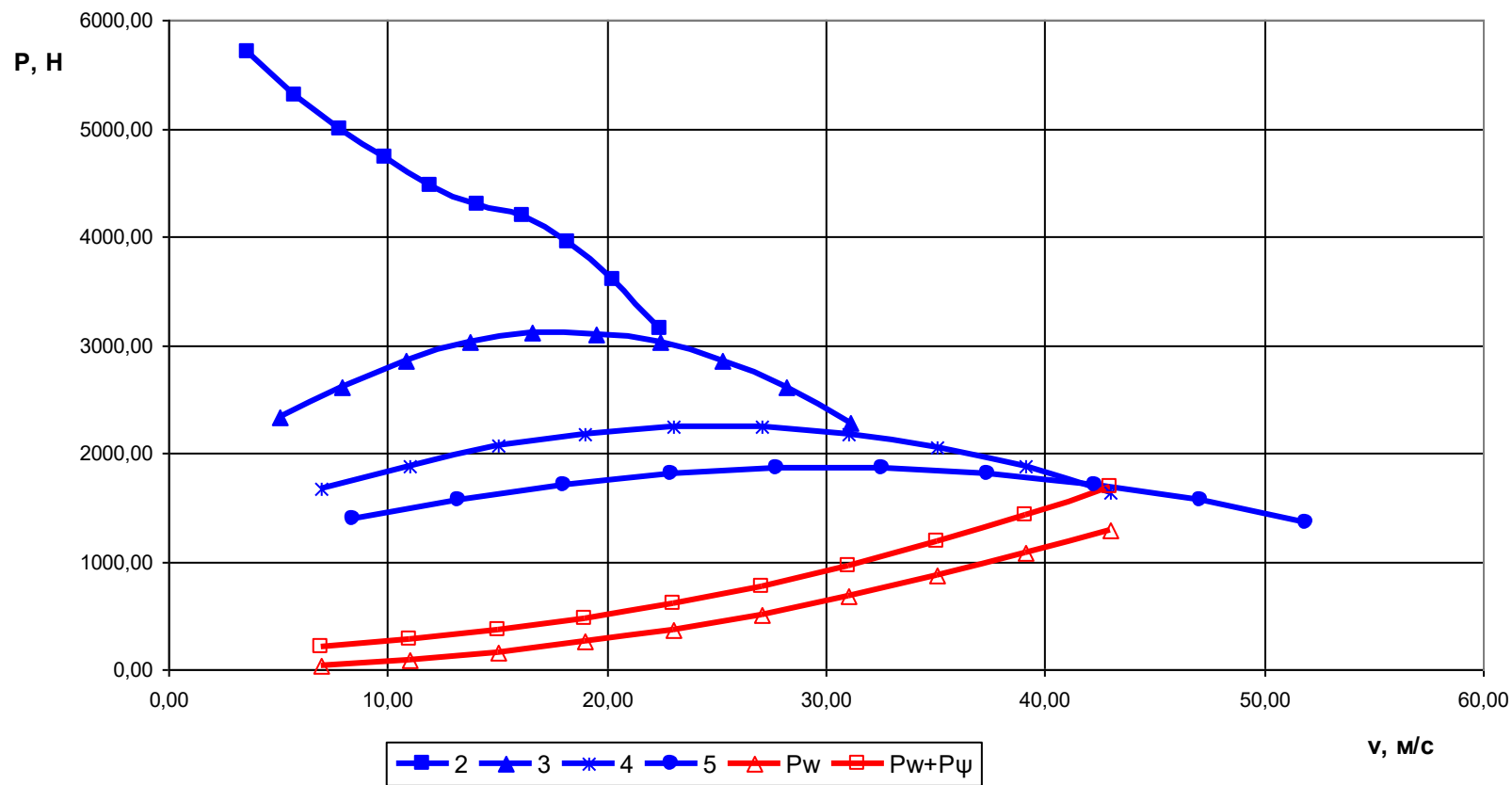
Таблиця 3 - Результати розрахунків тягово-швидкісних властивостей автомобіля з гідромеханічною передачею

№	Параметри	n1	n2	n3	n4	n5	n6	n7	n8	n9	n10
		800	1260	1720	2180	2640	3100	3560	4020	4480	4940
1	Ne	13,0	23,0	34,4	46,1	57,3	67,2	75,1	80,1	81,5	78,5
2	Nk	11,7	20,7	31,0	41,5	51,6	60,5	67,6	72,1	73,4	70,7
3	Me	155,20	174,30	191,00	202,00	207,30	207,00	201,50	190,30	173,70	151,80
4	Мтр (при виході зі стопового режиму)	275,0	255,0	240,0	228,0	215,0	207,0	201,5	190,3	173,7	151,8

4	$\delta = 1,19$ $u_1 = 1,92$	V	3,63	5,72	7,80	9,89	11,98	14,06	16,15	18,24	20,33	22,41	
5		Pk	5712,1	5296,7	4985,1	4735,9	4465,8	4300,1	4184,6	3952,5	3608,7	3152,2	
6		Pw	9,2	22,9	42,6	68,5	100,4	138,5	182,6	232,9	289,2	351,6	
7		Pa	5702,9	5273,8	4942,5	4667,4	4365,4	4161,6	4002,0	3719,7	3319,5	2800,5	
8		D	0,324	0,300	0,281	0,265	0,248	0,237	0,228	0,211	0,189	0,159	
9		ja	2,493	2,292	2,136	2,007	1,866	1,770	1,695	1,563	1,375	1,132	
10		Nw	0,0335	0,1308	0,3327	0,6773	1,2029	1,9476	2,9497	4,2472	5,8784	7,8814	
4		$\delta = 1,12$ $u_2 = 1,39$	V	5,03	7,93	10,82	13,72	16,61	19,51	22,40	25,29	28,19	31,08
5			Pk	2324,5	2610,6	2860,7	3025,5	3104,9	3100,4	3018,0	2850,2	2601,6	2273,6
6			Pw	17,7	44,0	82,0	131,7	193,2	266,3	351,2	447,9	556,2	676,3
7	Pa		2306,8	2566,6	2778,7	2893,8	2911,7	2834,1	2666,8	2402,4	2045,4	1597,3	
8	D		0,131	0,146	0,158	0,165	0,166	0,161	0,152	0,137	0,116	0,091	
9	ja		0,957	1,087	1,193	1,250	1,259	1,220	1,137	1,005	0,827	0,604	
10	Nw		0,0893	0,3488	0,8873	1,8066	3,2085	5,1948	7,8674	11,3282	15,6790	21,0215	

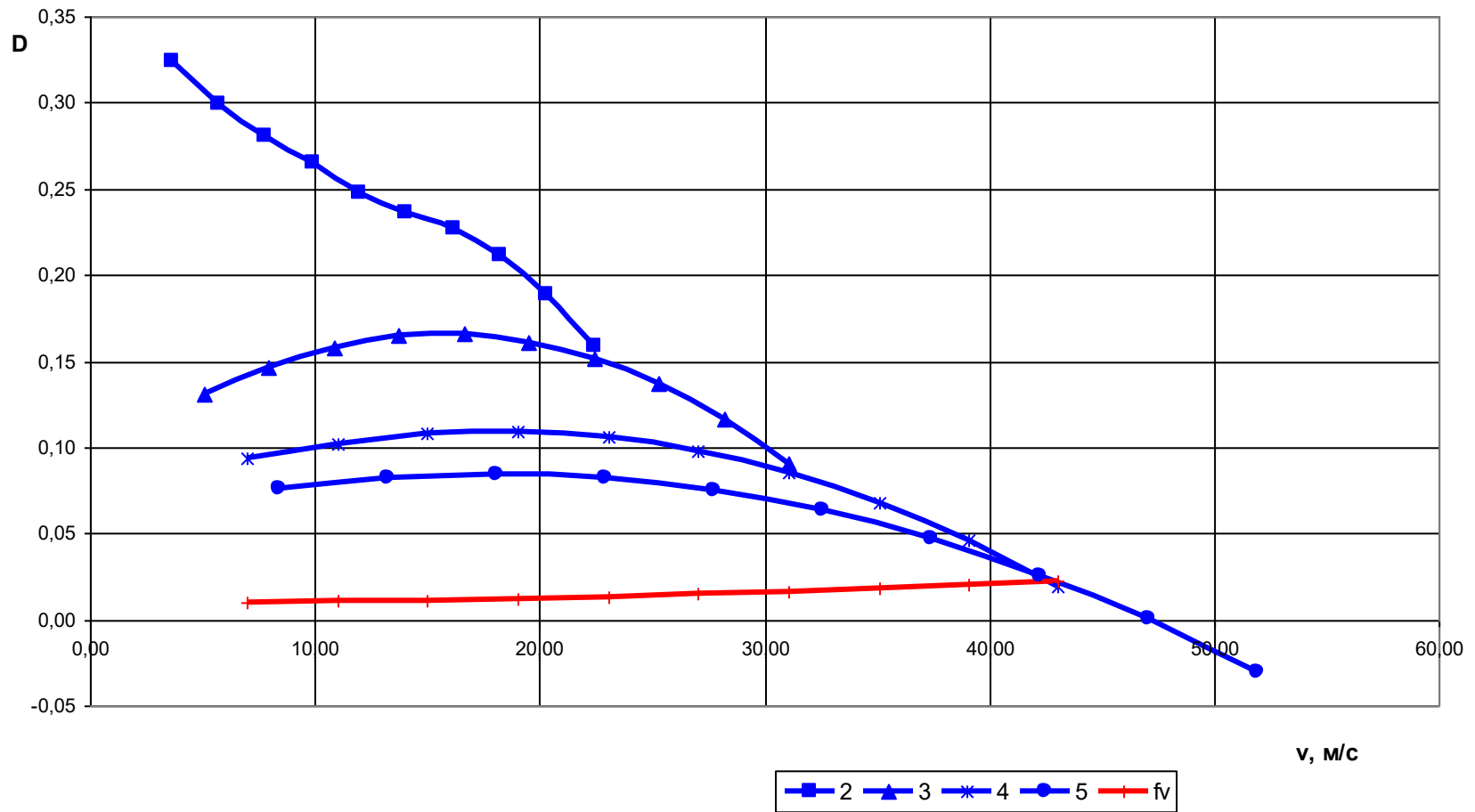
4	$\delta = 1,08$ $u_3 = 1$	V	6,98	10,99	15,01	19,02	23,04	27,05	31,06	35,08	39,09	43,00	
5		Pk	1676,2	1882,4	2062,8	2181,6	2238,8	2235,6	2176,2	2055,2	1876,0	1639,4	
6		Pw	34,1	84,6	157,7	253,3	371,5	512,2	675,5	861,4	1069,8	1294,3	
7		Pa	1642,0	1797,8	1905,1	1928,3	1867,4	1723,4	1500,7	1193,9	806,2	345,1	
8		D	0,093	0,102	0,108	0,110	0,106	0,098	0,085	0,068	0,046	0,020	
9		ja	0,647	0,728	0,783	0,795	0,763	0,689	0,574	0,416	0,216	-0,022	
10		Nw	0,2381	0,9304	2,3666	4,8185	8,5577	13,8557	20,9843	30,2150	41,8194	55,6549	
11		N $\psi$	1,267	2,086	3,027	4,133	5,450	7,022	8,892	11,106	13,708	16,655	
12		Nw+N $\psi$	1,5050	3,0164	5,3934	8,9519	14,0079	20,8775	29,8765	41,3211	55,5272	72,3100	
4		$\delta = 1,068$ $u_4 = 0,83$	V	8,41	13,25	18,08	22,92	27,75	32,59	37,43	42,26	47,10	51,94
5			Pk	1391,2	1562,4	1712,1	1810,7	1858,2	1855,5	1806,2	1705,8	1557,0	1360,7
6			Pw	49,5	122,8	228,9	367,7	539,2	743,5	980,6	1250,3	1552,8	1888,1
7	Pa		1341,7	1439,6	1483,2	1443,0	1319,0	1112,0	825,7	455,5	4,2	-527,4	
8	D		0,076	0,082	0,084	0,082	0,075	0,063	0,047	0,026	0,000	-0,030	
9	ja		0,498	0,549	0,572	0,551	0,486	0,378	0,229	0,036	-0,200	-0,477	
10	Nw		0,4165	1,6271	4,1390	8,4271	14,9665	24,2323	36,6995	52,8431	73,1381	98,0597	

Діаграма силового балансу ГМП



Діаграма силового балансу ГМП

Динамічна характеристика ГМП



Динамічна характеристика ГМП

Додатки В

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя (Україна)  
Національна академія наук України  
Університет імені П'єра і Марії Кюрі (Франція)  
Маріборський університет (Словенія)  
Технічний університет у Кошице (Словаччина)  
Вільнюський технічний університет ім. Гедімінаса (Литва)  
Шяуляйська державна колегія (Литва)  
Жешувський політехнічний університет ім. Лукасевича (Польща)  
Білоруський національний технічний університет (Республіка Білорусь)  
Міжнародний університет цивільної авіації (Марокко)  
Національний університет біоресурсів і природокористування України (Україна)  
Наукове товариство ім. Шевченка  
ГО «Асоціація випускників Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя»

# **АКТУАЛЬНІ ЗАДАЧІ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

**Збірник**

**тез доповідей**

**Том I**

**IX Міжнародної науково-технічної  
конференції молодих учених та студентів**

**25-26 листопада 2020 року**



**УКРАЇНА  
ТЕРНОПІЛЬ – 2020**

УДК 621.85; 62-822

Г.М. Данилюшин, канд. техн. наук, доц., П.Р. Михайлюца  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

## **ОСОБЛИВОСТІ БУДОВИ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ГІДРОМЕХАНІЧНИХ ТРАНСМІСІЙ ЛЕГКОВИХ АВТОМОБІЛІВ**

**G.M. Danylyshyn, Ph.D., Assoc. Prof., P.R. Mykhailytsia  
PECULIARITIES OF STRUCTURE AND RESEARCH OF CHARACTERISTICS  
OF HYDROMECHANICAL TRANSMISSIONS OF CARS**

В процесі передачі крутного моменту приводного двигуна автомобіля та зміни його відповідно до навантаження і умов експлуатації важливу функцію виконує трансмісія, зокрема, гідромеханічна передача, яку традиційно називають автоматичною коробкою передач чи коробкою - автоматом.

При достатньо великій кількості кінематичних схем структура гідромеханічної передачі практично незмінна, вона включає гідродинамічний трансформатор, механічну коробку передач та систему управління. В даний час здебільшого застосовуються найбільш прості гідротрансформатори, які включають три основні елементи: вхідне насосне колесо, вихідне турбінне колесо та реактор. Гідрравлічний зв'язок приводного двигуна з ведучими колесами дає можливість двигуну працювати при гальмуванні та зупинці автомобіля, автоматично змінювати крутний момент залежно від умов руху в режимі гідрмуфти або трансформації моменту, згладжувати крутильні коливання. Впровадження блокувальної муфти усуває проковзування в гідротрансформаторі, що підвищує паливну економічність, проте незначний коефіцієнт трансформації (до 2,0 - 2,5) зумовлює впровадження коробки передач (або варіатора). Перші механічні коробки передач (планетарні або вальні) гідромеханічної трансмісії були, здебільшого, трьохшвидкісними. Планетарні коробки побудовані за схемою Сімпсона з двома послідовно розміщеними планетарними рядами або за схемою зі зчепленими сателітами. Сучасні автомобілі комплектують чотирьох - або п'ятишвидкісними (іноді шести - дев'ятишвидкісними) коробками передач, що зменшує розхід палива та збільшує динамічні показники при розгоні.

Системи управління автоматичних трансмісій бувають гідравлічними або електронними. Гідравлічні системи використовуються на застарілих або бюджетних моделях, сучасні коробки - автомати управляються електронікою. Система управління використовує для роботи два основних параметри: швидкість руху транспортного засобу і навантаження на його двигун. Для визначення цих параметрів гідравлічна система управління використовує здебільшого механічні датчі, електронна система - електричні. Основними з них є датчі частоти обертання вхідного та вихідного валів коробки передач, положення педалі акселератора та важеля селектора, температури масла. Блок управління коробки - автомата може отримувати додаткову інформацію від системи управління двигуном, від інших електронних систем автомобіля, зокрема, від антиблокувальної системи. Електронна система перемикання передач за характером зміни швидкості при певному навантаженні здатна легко і миттєво визначити силу опору руху автомобіля, за необхідності вводити певні поправки в алгоритм перемикання, зокрема, пізніше включати підвищені передачі на завантаженому автомобілі. Для включення муфт і гальмівних стрічок гідромеханічні коробки використовують гідравлічний контур, який управляється гідравлічним або електромагнітним клапаном. Впровадження допоміжних режимів управління дає можливість оптимізувати процес керування трансмісією з врахуванням сукупності багатьох факторів, а також побажань водія.