

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Західноукраїнський національний університет
Навчально-науковий інститут інноватики, природокористування та
інфраструктури
Кафедра транспорту і логістики

ГАЛИЛУЙКО Андрій Михайлович

**Удосконалення трансмісії автомобіля УАЗ-469 в
спеціальних умовах експлуатації / Improvement
of the UAZ-469 car transmission in special
operating conditions**

спеціальність: 274 - Автомобільний транспорт
освітньо-професійна програма - Автомобільний транспорт

Кваліфікаційна робота

Виконав студент групи ТАм-21
А. М. Галилуйко

Науковий керівник:
О. П. Захарчук

Кваліфікаційну роботу
допущено до захисту:

"__" _____ 20__ р.

Завідувач кафедри
_____ **П. В. Попович**

ЗМІСТ

АННОТАЦІЯ.....	6
ABSTRACT	7
ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ	10
1.1. Аналіз предметної області	10
1.2 Аналіз варіантів вирішення задачі	18
РОЗДІЛ 2. ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ	27
2.1 Розрахунок технічних характеристик позашляховику УАЗ-469 у базовій комплектації	27
2.1.1 Вихідні дані	27
2.1.2 Визначення значення ККД трансмісії.....	29
2.1.3 Розрахунок зовнішньої швидкісної характеристики автомобіля базової комплектації.	30
2.1.4 Визначення силового балансу транспортного засобу.	35
2.1.5 Розрахунок паливно-економічної характеристики транспортного засобу в базовій комплектації	42
2.2 Розрахунок технічних характеристик уніфікованого позашляховику УАЗ-469	49
2.2.1 Вихідні дані	49
2.2.2 Зовнішня швидкісна характеристика двигуна після уніфікації	51
2.2.3 Силовий баланс уніфікованого транспортного засобу.	53

2.2.4 Розрахунок паливно-економічної характеристики транспортного засобу після уніфікації.....	57
2.2.5 Баланс потужності уніфікованого транспортного засобу	59
РОЗДІЛ 3. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ.....	62
3.1 Розрахунок економічної доцільності модернізації позашляховику УАЗ-469.....	62
3.2 Вартість експлуатації транспортного засобу в базовій комплектації у розрахунку на рік.	64
3.3 Розрахунок річних витрат експлуатації двигуна 1KZ-TE.....	66
3.4 Розрахунок точки початку економії	67
ВИСНОВКИ	69
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	70

АННОТАЦІЯ

Дипломний проект на тему “Удосконалення трансмісії автомобіля УАЗ-469 в спеціальних умовах експлуатації”

Структура роботи. Робота складається з анотації, вступу, 3 розділів, висновків, списку використаних джерел з 12 найменування. Основний текст викладений на 58 сторінках, ілюструється 17 рисунками, містить 12 таблиць.

Метою роботи є дослідження і обґрунтування можливості уніфікації трансмісії УАЗ-469. У роботі виконано розрахунок тягово-швидкісних характеристик на базі позашляховика УАЗ-469 у базовій комплектації, тобто з двигуном УМЗ-451 та 4-ступінчастою механічною коробкою перемикачів передач. Запропоновано встановити двигун західного зразка Toyota 1KZ-TE, який є більш економічним та екологічним та механічну 5-ступінчасту КПП Mitsubishi Pajero 2.5(96-06) ME580807. Розраховано тягово-швидкісні характеристики на базі автомобіля УАЗ-469 з двигуном Toyota 1KZ-TE. Представлено порівняльний аналіз динамічних та тягово-швидкісних характеристик досліджуваного транспортного засобу до та після уніфікації силової установки, встановлено, що тягово-швидкісні характеристики зросли на 10 %. Проведено розрахунок економічної ефективності проведення такої уніфікації. Встановлено, що проведена модернізація повністю окупить себе через 7 років.

Об’єкт дослідження. Експлуатаційні характеристики та формалізація трансмісій позашляховика УАЗ-469.

Предмет дослідження. Удосконалення трансмісії позашляховика УАЗ-469.

Ключові слова: паливна економічність, уніфікація, тягово-швидкісні характеристики, трансмісія, коробка перемикачів передач, передавальне число.

ABSTRACT

Diploma project on the topic "Improving the transmission of the UAZ-469 car in special operating conditions"

Structure of work. The work consists of an abstract, an introduction, 3 chapters, conclusions, a list of 12 sources used. The main text is laid out on 58 pages, illustrated with 17 figures, and contains 12 tables.

The purpose of the work is research and substantiation of the possibility of unifying the UAZ-469 transmission. The paper calculates the traction-speed characteristics based on the UAZ-469 SUV in the basic configuration, i.e. with the UMZ-451 engine and a 4-speed manual gearbox. It is proposed to install a Western-style Toyota 1KZ-TE engine, which is more economical and environmentally friendly, and a Mitsubishi Pajero 2.5 (96-06) ME580807 mechanical 5-speed gearbox. Traction and speed characteristics were calculated based on the UAZ-469 car with a Toyota 1KZ-TE engine. A comparative analysis of the dynamic and traction-speed characteristics of the vehicle under study before and after the unification of the power plant is presented, it was established that the traction-speed characteristics increased by 10%. The calculation of the economic efficiency of such unification has been carried out. It has been established that the carried out modernization will fully pay for itself after 7 years.

Object of research. The process of optimizing the UAZ-469 SUV transmission.

Subject of research. Optimization of the UAZ-469 SUV transmission.

Key words: fuel efficiency, unification, traction-speed characteristics, transmission, gearbox, gear ratio.

ВСТУП

Використання позашляховика УАЗ-469 для військових потреб України має низку переваг, зважаючи на його технічні характеристики, історію експлуатації та специфіку військових операцій. УАЗ-469 має відмінні показники прохідності завдяки своїй простій, але надійній конструкції. Він може успішно долати важкі ділянки місцевості, включаючи болотисті території, гірські райони та бездоріжжя, що робить його ідеальним для використання в умовах збройних конфліктів на території України. Враховуючи, що УАЗ-469 вже довгий час використовується в армії, його надійність і ремонтпридатність в умовах бойових дій є важливими перевагами. В Україні наявність досвіду з обслуговування та ремонту цих автомобілів дозволяє мінімізувати час на відновлення техніки, що важливо під час активних бойових дій. УАЗ-469 можна адаптувати для різних задач — від патрулювання та перевезення особового складу до медичних місій, доставки вантажів чи встановлення спеціального обладнання. Це дозволяє максимально використовувати техніку для різних потреб в армії.

Хоча УАЗ-469 є надійним позашляховиком, багато з них вже застаріли і потребують модернізації або заміни. Старі моделі можуть мати проблеми з надійністю двигунів, трансмісії та іншими компонентами, що може впливати на їх ефективність в бойових умовах. У порівнянні з сучасними військовими транспортними засобами, УАЗ-469 має обмежену швидкість та менший комфорт для екіпажу. Для довгих маршей або складних операцій в умовах бойових дій це може стати фактором, який обмежує його ефективність.

Удосконалення трансмісії позашляховика дасть можливість покращити тягово-твидкісні та паливно-економічні показники, зробивши його потужним інструментом для забезпечення потреб Збройних Сил України.

Мета і задачі дослідження. Враховуючи нестачу техніки для забезпечення потреб мобільних груп переднього краю Збройних сил України, особливо в умовах активних бойових дій, де мобільність і швидкість реагування мають вирішальне значення, доцільно проводити модернізацію наявних транспортних засобів, для забезпечення кращих потужнісних та паливно-економічних характеристик

Об'єкт дослідження. Експлуатаційні характеристики та формалізація трансмісії позашляховика УАЗ-469.

Предмет дослідження. Удосконалення трансмісії позашляховика УАЗ-469.

Методи дослідження. У даній роботі магістра використовувалися емпіричні методи дослідження, метод синтезу, метод аналізу, порівняння та ін. Проведено порівняльні розрахунки щодо тягово-швидкісних характеристик та паливно-економічних показників перед та після уніфікації трансмісії, що підтверджує доцільність запропонованої модернізації.

Наукова новизна отриманих результатів дипломної роботи магістра полягає в наступному: на основі проведених досліджень надано рекомендації, щодо оптимізації трансмісії позашляховика УАЗ-469 шляхом заміни КПП та двигуна з покращенням тягово-швидкісних та паливно-енергетичних характеристик.

РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1.1. Аналіз предметної області

УАЗ-469 — радянський позашляховик, відомий своєю витривалістю та високою прохідністю. Він був розроблений у 1960-х роках на Ульяновському автомобільному заводі та офіційно прийнятий на озброєння в Радянській армії в 1973 році. УАЗ-469 зарекомендував себе як надійний автомобіль для важких умов експлуатації, зокрема, у військових, рятувальних та цивільних цілях.

Цей позашляховик може легко подолати різні перешкоди, зокрема водні перешкоди та нерівну місцевість. УАЗ-469 був розроблений як універсальний позашляховик для виконання широкого спектра завдань у військовій і цивільній сферах. Його головні функції та призначення включають:

УАЗ-469 також став популярним у сільському господарстві й промислових компаніях, особливо там, де потрібна робота в умовах бездоріжжя, перевезення вантажів або обладнання. УАЗ-469 залишається популярним серед фермерів і лісників, особливо в регіонах з важкодоступною місцевістю. Він активно використовується для перевезення обладнання, тварин і працівників у віддалені зони.

Деякі рятувальні служби в віддалених регіонах все ще використовують УАЗ-469, оскільки він добре підходить для експлуатації на важкопрохідних ділянках, зокрема в гірській місцевості, болотах і засніжених територіях.

Завдяки своїй прохідності та невибагливості, УАЗ-469 досі популярний серед мисливців і рибалок, які цінують його здатність долати складні перешкоди. Багато власників доопрацьовують і модернізують автомобіль для кращого комфорту та прохідності.

УАЗ-469 став своєрідною класикою серед позашляховиків, і деякі ентузіасти відновлюють його в автентичному вигляді для участі в ретро-заходах, виставках і ралі.



Рисунок 1.1 – Позашляховик УАЗ-469

УАЗ-469 активно застосовувався в армії для перевезення особового складу, транспортування вантажів, розвідувальних і патрульних місій, а також для буксирування легких артилерійських гармат та іншого обладнання. Його повний привід і висока прохідність зробили його ідеальним для використання на бездоріжжі. На теперішній час його використовують для патрулювання, транспортування персоналу та обладнання. Зазвичай такі автомобілі пройшли капітальний ремонт або модернізацію, щоб відповідати мінімальним вимогам

Попри появу сучасніших позашляховиків, УАЗ-469 залишається актуальним для тих, хто потребує простого, надійного та витривалого

автомобіля для бездоріжжя. Завдяки своїй універсальності УАЗ-469 став класичним позашляховиком, придатним для різних умов і сфер діяльності. Наразі УАЗ-469 все ще використовується в різних сферах, хоч його конструкція є застарілою порівняно з сучасними позашляховиками. Проте, завдяки простоті конструкції та високій прохідності, цей автомобіль продовжує служити в кількох ключових областях.

У даному дипломному проєкті доведено доцільність переобладнання позашляховику УАЗ-469 (рис. 1.1), а заміну трансмісійної системи.

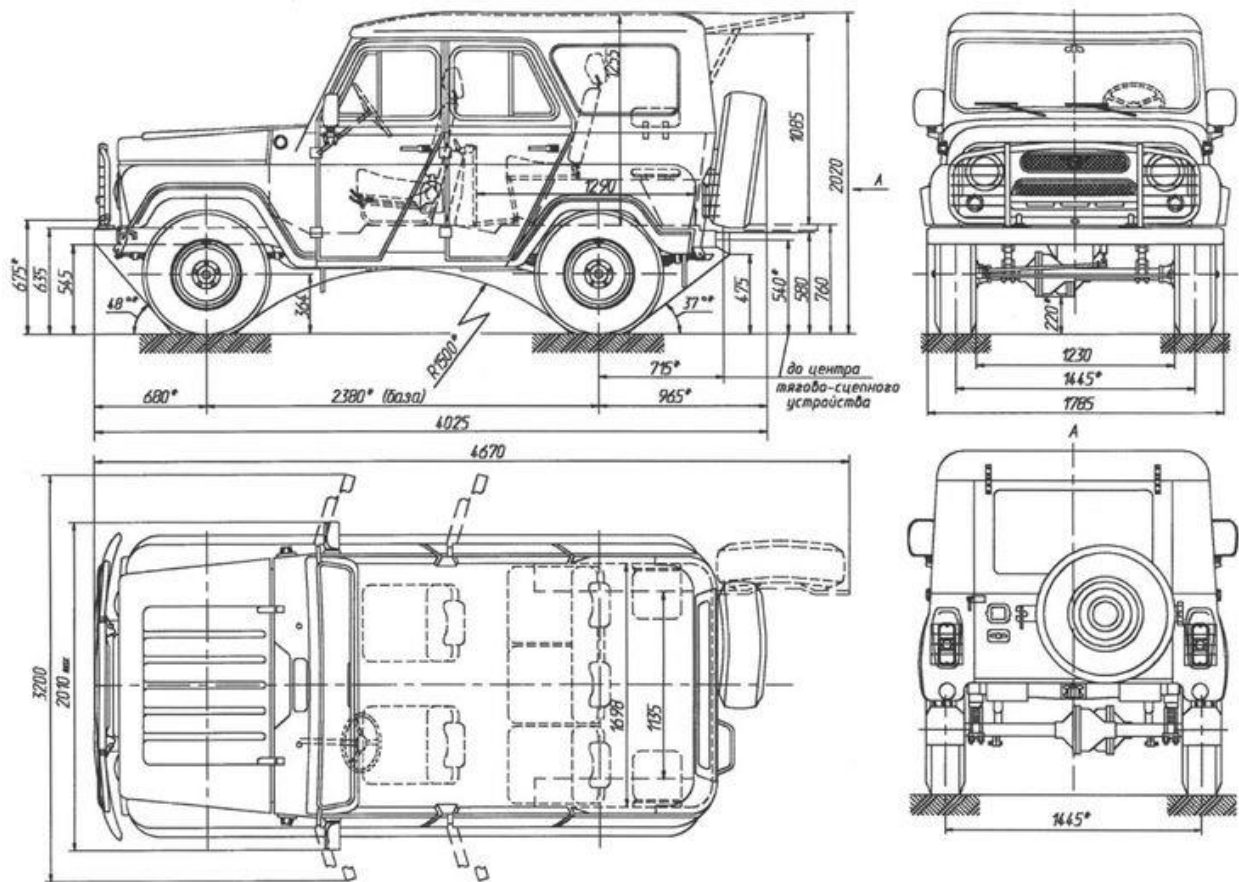


Рисунок 1.2. –Основі габаритні розміри позашляховику УАЗ-469

Силова установка розглянутого досліджуваного транспортного засобу виготовлялась і удосконалювалась з 1969-1982 рр. отже даний автомобіль має значно гірші екологічні та економічні показники в порівнянні з новітніми двигунами західного виробництва.

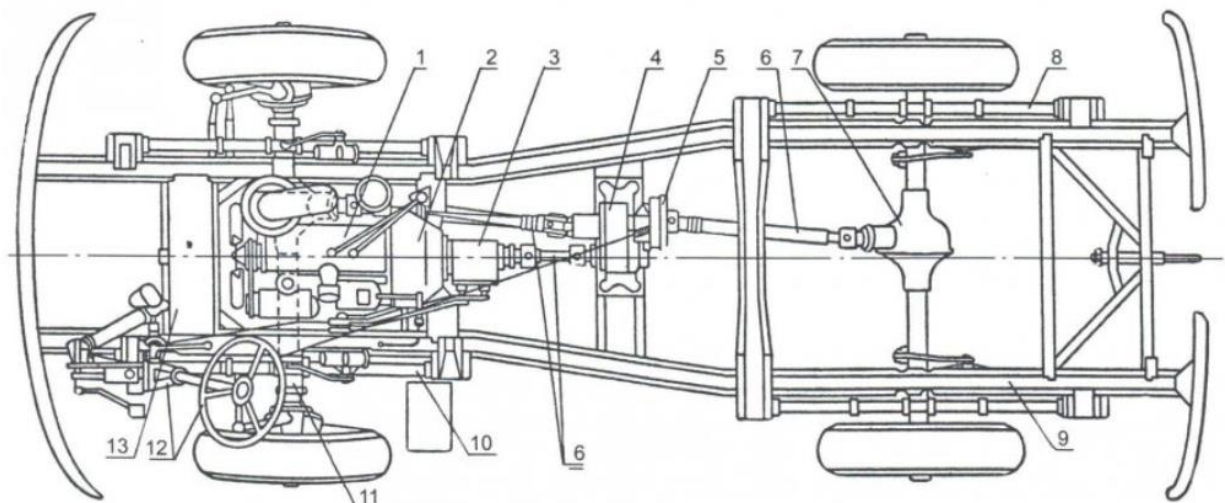


Рисунок 1.3 - Схема компоновання трансмісії та інших елементів шасі
УАЗ-469

1 – двигун; 2 – зчеплення; 3 - коробка передач; 4 - карданний вал; 5 - головна передача; 6 - проміжний вал; 7 - задній міст; 8 – ресори; 9 – амортизатори; 10 - гальмівна система; 11 - система керування; 12 – педалі; 13 – шасі.

Технічний персонал може зіткнутися із певними технічними, логістичними та економічними проблемами експлуатації даного транспортного засобу. Перш за все застарілі технічні характеристики силової установки досліджуваної моделі є не конкурентоспроможними на сучасному ринку. У зв'язку з військовою агресією Російської Федерації стає неможливим здійснення поставань та подальша співпраця з виробником двигунів та

елементів трансмісії, які раніше використовувалися на автомобілях УАЗ. Це призводить до неминучих труднощів із забезпеченням необхідними вузлами та деталями. До економічних проблем можна віднести подовжений час ремонту, використання неякісних запчастин та збільшення обсягу ГММ, що автоматично призводить до збільшених фінансових витрат.

Однак у моїй дипломній роботі я аналізую можливі варіанти вирішення цих проблем, спрямованих на підвищення ефективності та заміну трансмісії для використання автомобіля позашляховика.

Двигун УМЗ-451 є одним із класичних силових агрегатів, розроблених для автомобілів УАЗ. Це бензиновий чотиритактний двигун з рядним розташуванням чотирьох циліндрів, що забезпечує надійність і довговічність у важких умовах експлуатації. Цей двигун встановлювався на різних модифікаціях автомобілів УАЗ, зокрема на моделях УАЗ-469 та УАЗ-452, завдяки своїй простій конструкції та ремонтпридатності. УМЗ-451 відзначається витривалістю, що робило його популярним серед армійських і цивільних користувачів, які потребують автомобіль із високою прохідністю..

Через застарілу карбюраторну систему двигун споживає більше пального, що робить його менш економічним, особливо при великих навантаженнях та їзді по бездоріжжю. Потужність у 75 к.с. є недостатньою для сучасних вимог, особливо при використанні для важких або повнопривідних транспортних засобів. Карбюраторна система живлення вимагає регулярного обслуговування та точного налаштування, що може бути складним для деяких водіїв, особливо в польових умовах. УМЗ-451 не відповідає сучасним екологічним нормам щодо викидів, що ускладнює його використання в країнах із суворими стандартами.

Двигун не розрахований на роботу на високих обертах протягом тривалого часу, що може призводити до швидкого зносу. УМЗ-451 може

перегріватися при тривалих поїздках на низькій швидкості або в умовах високого навантаження, особливо в жаркому кліматі. Загалом двигун має застарілу конструкцію, яка не відповідає сучасним стандартам комфорту, ефективності й надійності, що знижує його конкурентоспроможність на сучасному ринку.

Ці недоліки роблять УМЗ-451 менш привабливим для сучасного використання, тому було прийнято рішення заміни силової установки, з метою прокращення тягово-швидкісних та паливно-економічних показників позашляховика.



Рисунок 1.3 - Загальний вигляд двигуна УМЗ-451

На УАЗ-469 встановлюється механічна коробка передач (КПП)— це 4-ступінчаста механічна коробка. Вона забезпечує чотири передніх передачі та одну задню. Водій має можливість самостійно обирати необхідну передачу для забезпечення потрібного співвідношення швидкості та крутного моменту.

Коробка передач УАЗ-469 відрізняється простою і надійною конструкцією. Це забезпечує легкість у ремонті та обслуговуванні, що є важливим у польових умовах та умовах обмеженого доступу до сервісних центрів. КПП оснащена синхронізаторами на 3-й і 4-й передачах, що забезпечує плавніше перемикання передач і зменшує знос деталей. На нижчих передачах синхронізатори відсутні, що може вимагати більше зусиль та навичок при перемиканні, особливо для недосвідчених водіїв. Коробка передач використовує проміжний вал для передачі крутного моменту до роздаткової коробки. Це забезпечує додатковий рівень надійності та знижує навантаження на окремі елементи трансмісії. КПП УАЗ-469 працює в парі з роздатковою коробкою, яка дозволяє вибирати високий або низький діапазон передач для підвищення крутного моменту на колесах. Це особливо важливо при русі по бездоріжжю.

Перша передача має передаточне число, що забезпечує максимальний крутний момент для руху з місця і на важкопрохідних ділянках. Друга і третя передачі мають поступове зниження передаточного числа, що дозволяє підтримувати середню швидкість. Четверта передача — пряма, призначена для досягнення максимальної швидкості на рівних дорогах.

Завдяки невисоким передаточним числам для повільного руху коробка передач забезпечує високу силу тяги на низьких швидкостях, що дозволяє автомобілю впевнено долати перешкоди, такі як глибокий пісок, сніг або бруд.

Завдяки цим характеристикам КПП УАЗ-469 є ідеальною для умов бездоріжжя і складного рельєфу, де потрібна надійність та можливість долати різноманітні перешкоди.

Коробка передач УАЗ-469 має певні недоліки, які слід враховувати при її експлуатації. Синхронізатори встановлені лише на 3-й і 4-й передачах, тоді як на 1-й і 2-й передачах вони відсутні. Це означає, що перемикання на ці передачі може бути жорстким і вимагати більшої уваги та навичок від водія, особливо

при переключенні на низьких обертах. КПП УАЗ-469 відрізняється досить високим рівнем шуму, особливо при перемиканні на низьких передачах. Крім того, можуть спостерігатися вібрації, що негативно впливають на комфорт водія і пасажирів.

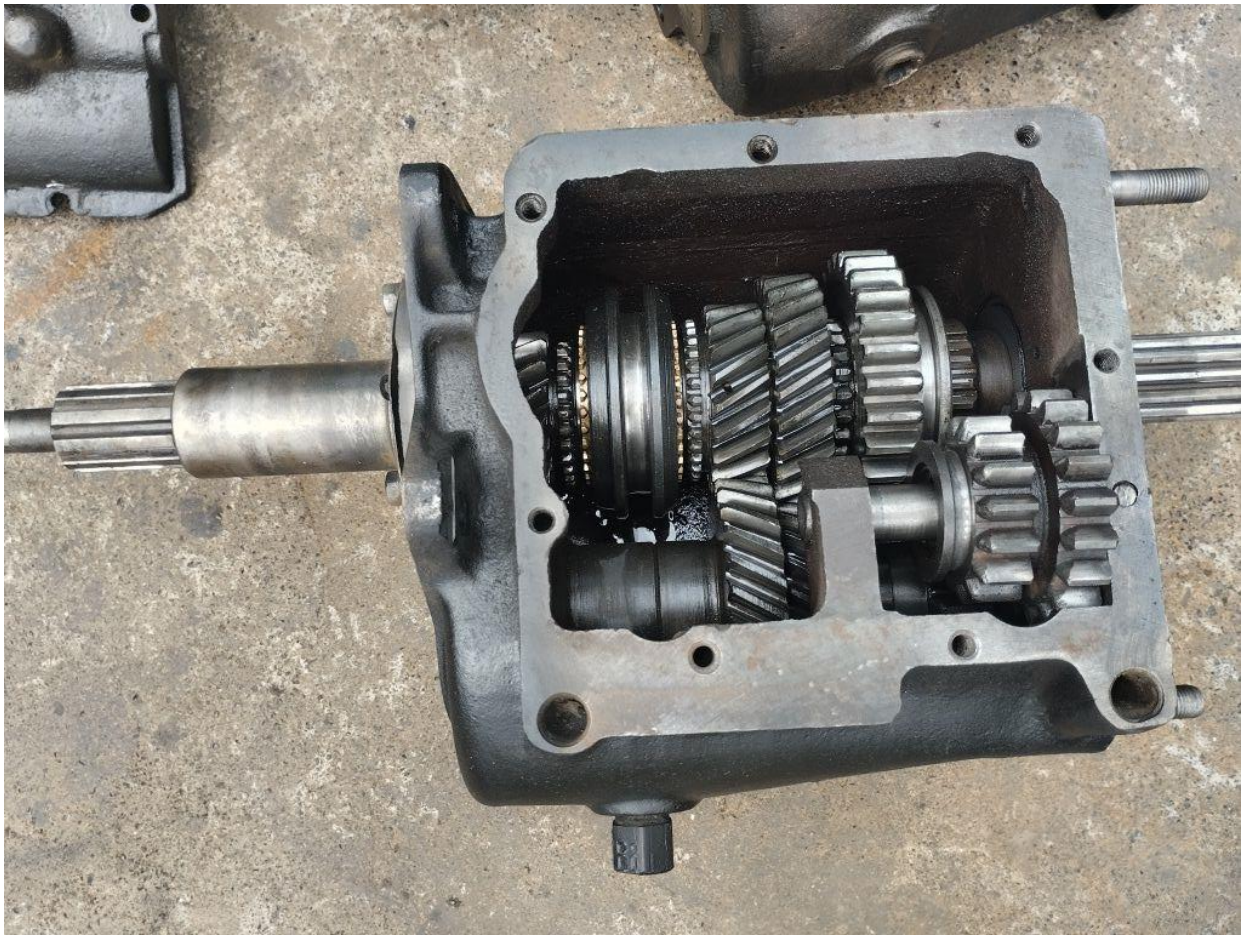


Рисунок 1.4 - Загальний вигляд КПП УАЗ-469

Через просту конструкцію та відсутність сучасних технологій коробка передач піддається більш інтенсивному зносу, особливо при частому використанні в складних умовах. Це може призвести до швидкого зношування шестерень, синхронізаторів і підшипників. 4-ступінчаста коробка передач має

обмеження по швидкості та ефективності на високих обертах двигуна. Відсутність 5-ї передачі не дозволяє знижувати оберти на високих швидкостях, що впливає на економічність і комфорт під час їзди на великих відстанях. КПП має громіздку конструкцію, що додає ваги автомобілю та впливає на загальні габарити трансмісійної системи.

Хоча конструкція коробки передач є відносно простою, деякі ремонтні роботи, такі як заміна синхронізаторів або шестерень, можуть бути складними в умовах відсутності необхідного інструменту та запчастин. Через відсутність високої передачі автомобіль витрачає більше палива на високих швидкостях, оскільки двигун працює на підвищених обертах. Це знижує загальну економічність, особливо при тривалих поїздках. КПП УАЗ-469 розроблялася ще в 1970-х роках, і, попри свою надійність, вона не відповідає сучасним стандартам ергономіки та ефективності. У сучасних КПП використовуються більш вдосконалені рішення, які підвищують комфорт, економічність і знижують рівень шуму.

Ці недоліки є типовими для старих конструкцій, і для сучасних умов експлуатації коробка передач УАЗ-469 може здатися застарілою та потребує певних покращень, особливо в питаннях економічності, зручності та комфорту.

1.2 Аналіз варіантів вирішення задачі

Для виконання поставлених завдань доцільно придбати новий сучасний двигун для подальшого встановлення на шасі базової моделі. Оновлення силової установки повинно покращити паливну економічність транспортного засобу та полегшити його технічне обслуговування. Нижче наведено варіанти двигунів та КПП, рекомендованих для встановлення на автомобілі УАЗ-469.

Двигун Mitsubishi PAJERO II 2.5 TD 4WD V24C V24W 4D56 TD

Двигун 4D56 TD, встановлений на Mitsubishi Pajero II 2.5 TD 4WD (моделі V24C та V24W), є одним з найвідоміших та надійних дизельних двигунів компанії Mitsubishi. Нижче наведені основні характеристики та особливості цього двигуна:

Рядний, 4-циліндровий, турбодизельний двигун, робочийм об'ємом 2.5 літра (2477 куб. см). Залежно від року випуску, потужність становить приблизно від 99 до 105 кінських сил при 4000 об/хв. Крутний момент близько 240 Нм при 2000 об/хв. Дизельний двигун з прямим впорскуванням палива. Оснащений турбонаддувом, що покращує подачу повітря до циліндрів і підвищує потужність та ефективність двигуна. Рідинна система охолодження з примусовою циркуляцією рідини. Високий ступінь стиснення (приблизно 21:1), що є типовим для дизельних двигунів, забезпечує високу ефективність згоряння палива.

Двигун 4D56 відомий своєю міцною конструкцією та довговічністю. Він широко використовується на багатьох моделях Mitsubishi і навіть інших марках, що підкреслює його репутацію як надійного мотора. Завдяки простій конструкції, двигун легко обслуговувати. Багато ремонтних робіт можна виконати з мінімальною кількістю спеціального обладнання, що знижує витрати на обслуговування. 4D56 TD є відносно економічним для свого часу, особливо при їзді на довгі відстані або в умовах бездоріжжя, що робить його популярним вибором серед тих, хто шукає автомобіль для тривалих поїздок. Двигун має високий крутний момент на низьких обертах, що ідеально підходить для умов бездоріжжя та важких дорожніх умов.

Разом з тим двигун досить шумний і має значний рівень вібрацій, що може створювати дискомфорт для водія та пасажирів. У порівнянні з сучасними дизельними двигунами, 4D56 має дещо обмежену потужність, що

може знижувати динамічні характеристики автомобіля, особливо при повному навантаженні або буксируванні. Як і багато дизельних двигунів, 4D56 TD потребує якісного палива. Використання низькоякісного дизеля може призвести до проблем з паливною системою та зменшити довговічність двигуна. У деяких умовах двигун може бути схильним до перегріву, особливо при інтенсивній роботі на бездоріжжі. Регулярна перевірка і підтримка системи охолодження є важливими для запобігання перегріву.



Рисунок 1.5 - Загальний вигляд двигуна Mitsubishi PAJERO II 2.5 TD
4WD V24C V24W 4D56 TD

Двигун 4D56 TD використовується на різних моделях Mitsubishi, включаючи Pajero, L200 та інші автомобілі, орієнтовані на бездоріжжя. Це робить його популярним серед власників, які потребують надійний і простий в обслуговуванні двигун для складних умов експлуатації.

Двигун 4D56 TD — це відмінний вибір для любителів бездоріжжя, які шукають надійний та витривалий мотор, здатний працювати в умовах складного рельєфу. Хоча він має певні обмеження в потужності та комфортабельності, його простота, ремонтпридатність та економічність роблять його одним з найпопулярніших дизельних двигунів свого часу.

Двигун Toyota LAND CRUISER 90 3.0 TD KZJ90 KZJ95 1KZTE

Двигун 1KZ-TE, встановлений на Toyota Land Cruiser 90 (моделі KZJ90 та KZJ95), є популярним турбодизельним агрегатом від Toyota. Цей двигун відомий своєю надійністю та хорошими характеристиками для використання як на дорозі, так і на бездоріжжі. Ось основні характеристики і особливості цього двигуна:

Рядний, 4-циліндровий, турбодизельний двигун з водяним охолодженням. 3.0 літра (2982 куб. см). потужність БЛИЗЬКО 125 к.с. (92 кВт) при 3600 об/хв. Крутний момент приблизно 287 Нм при 2000 об/хв. Система живлення електронний впорск дизельного палива. Оснащений турбонагнітачем, що підвищує потужність і крутний момент. Двигун 1KZ-TE відомий своєю міцною конструкцією і здатністю працювати в екстремальних умовах. Він добре переносить важкі навантаження і тривалу експлуатацію без значних збоїв, що робить його популярним вибором для бездоріжжя та далеких подорожей.

Двигун має високий крутний момент на низьких обертах, що ідеально підходить для умов бездоріжжя, де потрібна велика сила тяги на невеликих швидкостях. Двигун обладнаний електронною системою управління впорском

(EFI), яка контролює подачу палива для оптимізації потужності та економічності. Це покращує роботу двигуна і знижує витрату палива.

Незважаючи на свою технологічність, двигун залишається порівняно простим у ремонті. Запчастини на 1KZ-TE досить доступні, і є багато фахівців, які вміють його обслуговувати.



Рисунок 1.6 - Загальний вигляд двигуна Toyota LAND CRUISER 90 3.0
TD KZJ90 KZJ95 1KZTE

Як і більшість дизельних двигунів того часу, 1KZ-TE може бути досить шумним, особливо при роботі на високих обертах. Це може знижувати комфорт у салоні. Електронне управління впорском робить двигун трохи складнішим в обслуговуванні в порівнянні з повністю механічними системами. Несправності в електроніці або інжекторах можуть потребувати дорогого

ремонту. Деякі власники відзначають, що двигун може перегріватися при інтенсивному використанні, особливо на великих навантаженнях або при високих температурах навколишнього середовища. Регулярне обслуговування системи охолодження є важливим для запобігання перегріву. Незважаючи на свою економічність для свого класу, 1KZ-TE може мати відносно високу витрату палива в порівнянні з сучасними дизельними двигунами. Це особливо помітно при високих швидкостях або інтенсивному використанні на бездоріжжі. Двигун 1KZ-TE був розроблений ще в 90-х роках, і з часом він морально застарів. Сучасні дизельні двигуни пропонують більше потужності, кращу економічність і нижчий рівень викидів.

1KZ-TE — це надійний і витривалий двигун, який добре підходить для використання в умовах бездоріжжя. Він забезпечує достатню потужність і тягу для подолання складних ділянок і важких умов, що робить його ідеальним для Toyota Land Cruiser 90. Хоча він має деякі обмеження в комфорті та економічності, його простота обслуговування та надійність роблять його популярним серед любителів бездоріжжя та далекобійних поїздок.

Двигуни 1KZ-TE і 4D56 TD мають свої переваги та недоліки, однак 1KZ-TE вважається більш сучасним і продуктивним. Він є більш потужним двигуном, має об'єм 3.0 літра, тоді як 4D56 TD має об'єм 2.5 літра. Це дозволяє 1KZ-TE забезпечувати більше кінських сил і крутного моменту, що позитивно впливає на динаміку розгону та прохідність автомобіля. 1KZ-TE є більш технологічним та надійним. Завдяки кращій якості матеріалів і конструкції, цей двигун здатний витримувати більші навантаження, має довший ресурс роботи і краще адаптований для важких умов експлуатації.

Таблиця 1.1 – Технічні характеристики запропонованих двигунів

	Характеристика	4D56TD (Mitsubishi)	1KZ-TE (Toyota)	УМЗ-451
1	Тип двигуна	Рядний 4-циліндровий, турбодизель	Рядний 4-циліндровий, турбодизель	Рядний 4-циліндровий, карбюраторний
2	Об'єм	2.5 л (2477 куб. см)	3.0 л (2982 куб. см)	2.45 л (2445 куб. см)
3	Потужність	99-105 к.с. при 4000 об/хв	125 к.с. при 3600 об/хв	70 к.с. при 4000 об/хв
4	Крутний момент	240 Нм при 2000 об/хв	287 Нм при 2000 об/хв	167 Нм при 2200 об/хв
5	Система живлення	Пряме впорскування палива	Електронне впорскування палива	Карбюратор
6	Турбонаддув	Так	Так	Ні
7	Інтеркулер	Ні	Опціонально	Ні
8	Ступінь стиснення	21:1	21.2:1	6.7:1
9	Система охолодження	Рідинне охолодження	Рідинне охолодження	Рідинне охолодження
10	Відомі проблеми	Шум та вібрація, чутливість до якості палива. схильність до перегріву при	Шум та вібрація, складна паливна система, перегрів у екстремальних умовах, вища	Низька потужність. схильність до перегріву, підвищена витрата палива, низька•
11	Паливна економічність	Приблизно 10-12 л/100 км	Приблизно 11-13 л/100 км	Приблизно 15-17 л/100 км

Незважаючи на більший об'єм, 1KZ-TE інколи демонструє кращі показники витрати палива завдяки більш ефективній системі упорскування, хоча це залежить від режиму експлуатації. Він також відповідає вищим стандартам викидів, що робить його менш шкідливим для навколишнього середовища. 1KZ-TE зазвичай працює м'якше і тихіше за 4D56 TD, оскільки має краще налаштовану систему упорскування і більш продуману конструкцію.

Так як 1KZ-TE краще підходить для важких умов експлуатації, має вищу потужність, надійність і технологічність, а в умовах експлуатації даного транспортного засобу потрібна потужність і витривалість, мною обрано цей двигун для реконструкції трансмісії позашляховика.

Коробка передач КПП Mitsubishi Pajero 2.5(96-06) ME580807

Ця коробка передач відома своєю міцністю та стійкістю до високих навантажень, що робить її популярною серед водіїв, які експлуатують Mitsubishi Pajero в екстремальних умовах або для бездоріжжя. Підтримує передачі значних навантажень, оптимальна для дизельного двигуна. Є можливість перемикання між режимами 2Н (дві ведучі колеса) і 4Н (повний привід). Коробка розроблена для важких умов експлуатації, особливо на бездоріжжі. Механічна, 5-ступінчаста, передавальні числа

- 1-а передача: ~4.313
- 2-а передача: ~2.330
- 3-я передача: ~1.436
- 4-а передача: ~1.000
- 5-а передача: ~0.827
- Задня передача: ~4.220

Загалом 5-ступінчаста коробка передач має кілька переваг над 4-ступінчастою, особливо в аспектах керованості, економічності та загального

комфорту водіння. Додаткова передача в 5-ступінчастій КПП дозволяє краще розподілити потужність двигуна, що робить розгін плавнішим і менш стресовим для мотора. Ширший вибір передавальних чисел дозволяє підбирати передачу, яка найкраще відповідає умовам руху, забезпечуючи більшу гнучкість під час керування. Додаткова п'ята передача має низьке передавальне число (висока швидкість, низькі оберти), що дозволяє зменшити оберти двигуна під час руху на високих швидкостях, як-от на трасі. Це призводить до зниження витрати палива, оскільки двигун працює менш інтенсивно. На 5-й передачі оберти двигуна нижчі, що знижує рівень шуму і вібрацій у салоні під час руху на швидкості. Менші оберти також сприяють зменшенню зношування двигуна та трансмісії, що в свою чергу продовжує ресурс автомобіля.

Завдяки п'ятій передачі на високих швидкостях двигун працює на оптимальних обертах, що знижує навантаження на його компоненти, збільшуючи довговічність двигуна.

Додаткова передача дозволяє зменшити стрибок між передавальними числами, забезпечуючи більш плавне прискорення і передачу потужності на колеса.

П'ятиступінчаста КПП дає більше можливостей вибору для адаптації до різних типів дорожніх умов, таких як міський рух, траса, підйоми і спуски, забезпечує кращу економічність, комфорт та ефективніше використання потужності двигуна порівняно з 4-ступінчастою, особливо на високих швидкостях.

Для того, щоб перевірити можливість реалізації запропонованих рішень визначимо вихідні технічні параметри для позашляховику УАЗ-469, у базовій комплектації.

РОЗДІЛ 2. ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Розрахунок технічних характеристик позашляховику УАЗ-469 у базовій комплектації

2.1.1 Вихідні дані

Розрахуємо характеристики позашляховику УАЗ-469 у базовій комплектації, спираючись на технічні характеристики транспортного засобу, наведені в таблиці 2.1.

У випадку, коли головна передача досліджуваного транспортного засобу має декілька передавальних чисел, необхідно вибирати найменше з них.

Існує безліч видів деформації пневматичної шини. На відміну від коліс з жорстким ободом, пневматична шина не має одного сталого радіуса.

Статичний радіус колеса — це відстань від центру осі колеса до поверхні, на якій воно стоїть, коли автомобіль перебуває в стані спокою на рівній поверхні. Він визначається як відстань від осі колеса до точки контакту з дорожнім покриттям, коли автомобіль стоїть і не навантажений. Статичний радіус обернено пропорційний навантаженню та прямо пропорційний тиску повітря в шині. Динамічний радіус колеса — це відстань від центру осі колеса до точки контакту з дорогою, коли автомобіль рухається. Динамічний радіус залежить від таких факторів, як навантаження, тиск у шинах, швидкість руху та переданий момент. При зростанні швидкості руху і зниженні передаваного моменту динамічний радіус збільшується, і навпаки — зменшується.

Таблиця 2.1. Вихідні (довідкові) дані по АТЗ

Параметри		Умовні позначки параметрів	Значення параметрів
Власна маса, кг		m	1530
Марка і тип двигуна		УМЗ-451М рядний 4-циліндровий карбюраторний двигун	
Максимальна потужність двигуна, кВт		N_{max}	55
Максимальний крутний момент двигуна, Нм		M_{max}	167
Частота колінчастого вала χv^{-1} :	обертання при M_{max}	n_M	2200-2500
	при N_{max}	n_N	4000
Роздавальна коробка	пряма передача	u_{P1}	2,135
	знижена передача	u_{P2}	1,15
Передаточні числа	КПП на першої	u_{K1}	3,75
	другої	u_{K2}	2,05
	третьої	u_{K3}	1,31
	четвертої	u_{K4}	1,00
	головної	u_0	5,125
Шини			235/75 R15
Висота АТЗ, м		B	2,05
Ширина, м		III	1,78
Колія передніх коліс, м		K	1,45
ККД трансмісії, %		η	0,82

Основна різниця між статичним і динамічним радіусами полягає в тому, що динамічний радіус враховує певне стиснення або деформацію шини під навантаженням і під час руху.

2.1.2 Визначення значення ККД трансмісії

Трансмісія УАЗ-469 має кілька ключових конструктивних особливостей. Коробка передач із синхронізаторами на 3-й і 4-й передачах дозволяє керувати швидкістю і потужністю двигуна для різних умов, включаючи бездоріжжя. Оснащена дводіапазонною роздавальною коробкою, котра має пряму та знижувальну передачу, що дозволяє працювати в режимах високого і низького передавального числа. Це особливо корисно для руху по пересіченій місцевості. Постійний задній привід із можливістю підключення переднього моста. Це забезпечує повний привід при потребі, підвищуючи прохідність на складних ділянках дороги. Три карданні вали забезпечують передачу крутного моменту між коробкою передач, роздавальною коробкою та мостами. Карданні з'єднання адаптуються до зміни кута між вузлами, що важливо для роботи в умовах нерівностей. У кожному мосту є головна передача з гіпоїдною передачею, що забезпечує ефективну передачу крутного моменту на колеса, зменшуючи шум і вібрацію. Мости УАЗ-469 мають захищену конструкцію з циліндричними та конічними шестернями, що підвищує витривалість та довговічність на бездоріжжі. Ці конструктивні особливості роблять трансмісію УАЗ-469 витривалою та придатною для використання в суворих умовах.

В даній роботі визначення ККД трансмісії проводиться за допомогою формули, яка враховує конструктивні особливості використаного шасі.

$$\eta_{\text{тр}} = 0,98^z \cdot 0,97^k \cdot 0,995^n \cdot \quad (2.1)$$

де z – число циліндричних, прямозубих і косозубих передач;

k – число конусних і гіпоїдних передач;

n – число карданних з'єднань.

У трансмісії УАЗ-469 є одна конусна передача в роздавальній коробці та одна гіпоїдна передача в головній передачі моста. Отже, значення $k = 2$.

У трансмісії УАЗ-469 є:

- 4 передачі в коробці передач (всі циліндричні),
- 2 передачі в роздавальній коробці (пряма і знижувальна).

Таким чином, загальна кількість циліндричних передач $z = 6$.

У трансмісії УАЗ-469 є три карданні з'єднання:

1. Між коробкою передач і роздавальною коробкою.
2. Між роздавальною коробкою і переднім мостом.
3. Між роздавальною коробкою і заднім мостом.

Отже, значення $n = 3$.

Для того, щоб перевірити отримане значення ККД трансмісії скористаємося формулою (2.1).

$$\eta_{\text{тр}} = 0,98^6 \cdot 0,97^2 \cdot 0,995^3 = 0,821$$

Для перевірки достовірності розрахунку коефіцієнта корисної дії трансмісії співставимо отримане значення із табличним. Позашляховики з роздатковою коробкою мають ККД 0,8...0,9.

2.1.3 Розрахунок зовнішньої швидкісної характеристики автомобіля базової комплектації.

Швидкісна характеристика двигуна - це графік або таблиця, що відображає залежність обертового моменту або крутного моменту двигуна від

обертів в ходовій одиниці часу. Ця характеристика вказує, як змінюється потужність двигуна при різних обертальних швидкостях. Обертовий момент важливий для визначення динаміки руху автомобіля або іншого транспортного засобу. Швидкісна характеристика дозволяє оцінити, на якому діапазоні обертів двигун найбільш ефективний і як він може взаємодіяти з трансмісією для забезпечення оптимальної продуктивності та ефективності.

При побудові зовнішньої швидкісної характеристики поршневого ДВЗ використовується емпірична формула. Ця формула показує, що потужність залежить від кількості обертів на хвилину за ступінчастим законом. Значення констант обчислюються шляхом аналізу даних випробувань. Ця емпірична модель може бути корисною для апроксимації швидкісної характеристики і використання її в різних інженерних розрахунках. Важливо відзначити, що такі емпіричні моделі можуть бути досить специфічними для конкретного типу двигуна і вимагають належного експериментального підходу для отримання адекватних констант.

$$N_e = N_{emax} \left[A_1 \cdot \frac{n}{n_N} + A_2 \cdot \left(\frac{n}{n_N} \right)^2 - A_3 \cdot \left(\frac{n}{n_N} \right)^3 \right] \quad (2.2)$$

де N_e , кВт – поточне значення потужності двигуна, відповідне частоті обертання колінчастого валу двигуна n , об/хв;

N_{emax} , кВт – максимальна потужність двигуна при частоті обертання n_N , об/хв;

n_N , об/хв – частота обертання колінчастого валу двигуна при максимальній потужності;

n , об/хв – поточна частота обертання колінчастого валу двигуна;

A_1, A_2, A_3 – емпіричні коефіцієнти, що характеризують тип двигуна внутрішнього згоряння.

Для бензинових карбюраторних двигунів значення емпіричних коефіцієнтів становлять $A_1 = 0,9; A_2 = 1,1; A_3 = 1$.

Крок зміни частоти обертання колінвалу двигуна оберемо із наступної залежності (розбиваючи діапазон на 6 інтервалів).

$$\Delta_n = \frac{n_N - n_{min}}{6} \quad (2.3)$$

Отримаємо сім точок та розрахуємо по них швидкісні характеристики двигун.

Приймаємо мінімальні частоту обертання колінвалу базового двигуна $n_{min} = 1000$ об/хв

$$\Delta_n = \frac{4000 - 1000}{6} = 500 \text{ об/хв} \quad (2.4)$$

Для кожного з отриманих частот обертання розрахуємо потужність, користуючись наступною залежністю (2.2). Далі для кожного інтервалу розраховуємо крутний момент двигуна:

$$M_e = 9550 \frac{N_e}{n}, \text{ Нм} . \quad (2.5)$$

На основі проведених розрахунків побудуємо графік зовнішньої швидкісної характеристики двигуна, тобто залежність крутного моменту колінчастого валу двигуна та потужності від частоти обертання колінвалу.

Таблиця 2.3 – Результати розрахунків зовнішньої швидкісної характеристики двигуна УМЗ-451

Параметри	Значення						
n , об/хв	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000
N_e , кВт	19,698	30,832	41,143	49,372	54,261	54,552	48,984
M_e , Н·м	188,199	196,378	196,538	188,68	172,805	148,911	116,999

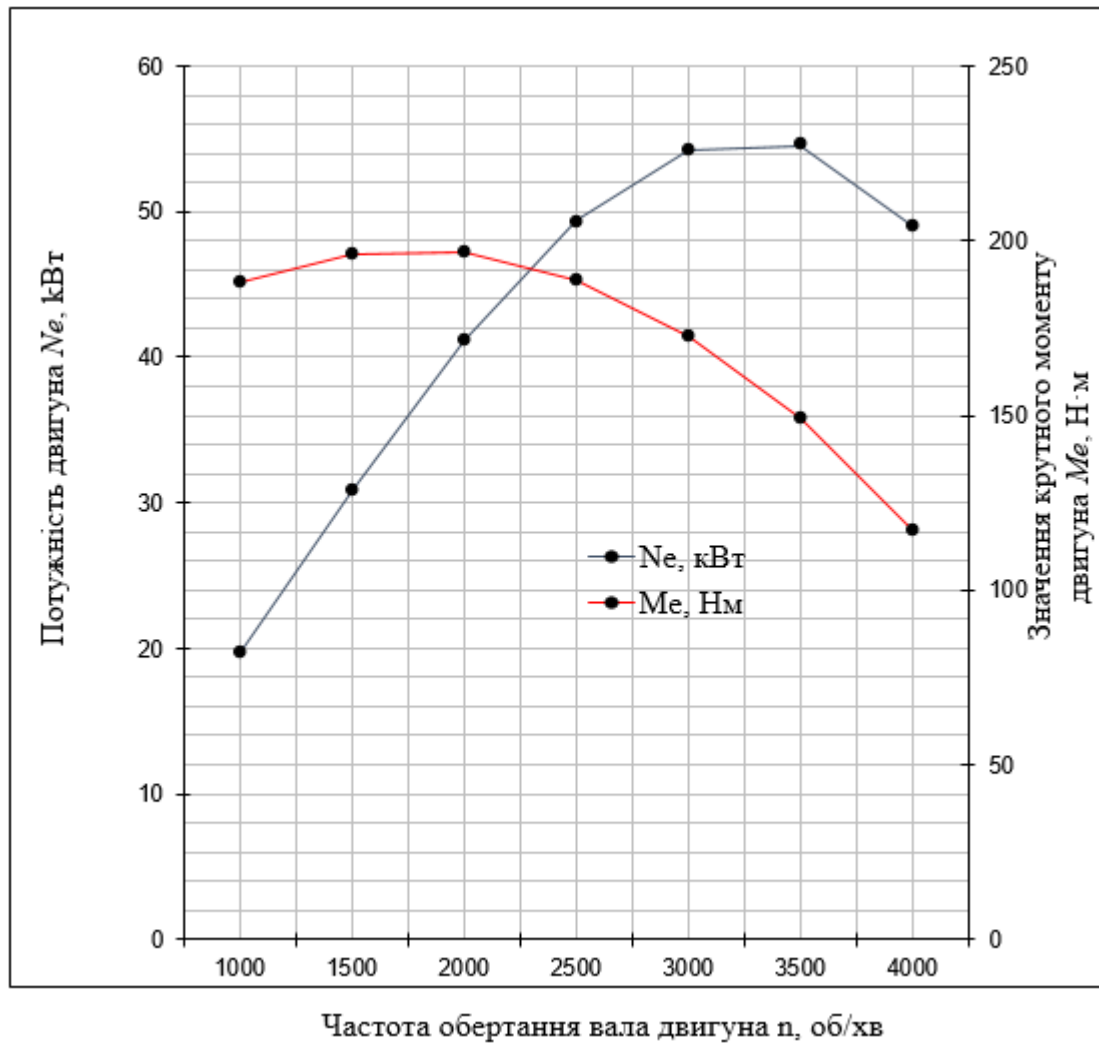


Рисунок 2.1 – Зовнішня швидкісна характеристика двигуна УМЗ-451

Сила тяги ведучих коліс є сумарною сил опору: тягова сила, пов'язана з опором кочення або тертям від коліс і покриття дороги; тягова сила, пов'язана

із спрощеним рухом транспортного засобу на рівній дорозі; тягова сила, пов'язана з прискоренням транспортного засобу, тягова сила, необхідна для подолання підйому чи спуску; тягова сила, пов'язана з опором вітру, особливо для швидших транспортних засобів. Ця характеристика є тяговим балансом автомобіля.

Тяговий баланс автомобіля — це розподіл сили тяги між передніми і задніми колесами транспортного засобу. Цей баланс визначається тим, яке відсоткове співвідношення тяги припадає на передні і задні колеса. Тяговий баланс може бути виражений у відсотках від загальної сили тяги. Тяговий баланс впливає на характеристики руху автомобіля, особливо на поведінку на дорозі. Різниця в тяговому балансі може впливати на стійкість автомобіля на поворотах, його керуваність, а також на зношення шин і інші параметри експлуатації. Тип приводу також важливий при виборі автомобіля для конкретних умов експлуатації (наприклад, в умовах снігопаду або бездоріжжя).

Максимальна тягова сила автомобіля може виявлятися при різкому прискоренні або під час руху по нахиленим поверхням, де потрібна додаткова сила, щоб подолати силу тяжіння

Максимальна тягова сила на кожній з передач автомобіля може бути досягнута в різних ситуаціях. Тут важливо врахувати, що максимальна тягова сила може залежати від оборотів двигуна, передачі та інших факторів. Зазвичай максимальна тягова сила досягається тоді, коли двигун працює на певних обертах, що забезпечує оптимальний баланс між потужністю та обертовим моментом.

Під час руху на першій передачі максимальна тягова сила може виявитися при низьких швидкостях або під час руху від стояння. На вищих

передачах, таких як п'ята або шоста, максимальна тягова сила зазвичай досягається при високих швидкостях, коли двигун працює на високих обертах.

Двигуни автомобілів мають оптимальні зони роботи, де досягається найкраща ефективність. Вибір передачі та швидкості руху може впливати на те, коли саме буде досягнута максимальна тягова сила.

З рисунку 2.1 бачимо, що розрахункова максимальна потужність складає 54,261 кВт, максимальний крутний момент 196,538 Н·м

2.1.4 Визначення силового балансу транспортного засобу.

Розрахунки провадитимемо для всі передачі послідовно, як і для всіх швидкостей. Значення усіх складових рівняння силового балансу транспортного засобу знаходиться із співвідношення:

$$P_k - P_\psi - P_W - P_j = 0, \quad (2.6)$$

де P_k – тягове зусилля на ведучих колесах, Н;

P_ψ – сила сумарного дорожнього опору, Н;

P_W – сила опору повітря, Н;

P_j – сила опору розгону, Н.

Силовий баланс автомобіля описує розподіл сил, які впливають на нього під час руху. Основні сили, які враховуються у силовому балансі, включають силу тяги, опір повітря, опір коченню, силу тяжіння та інші впливи. Силовий баланс можна виразити рівнянням, що описує рівновагу цих сил.

Рівняння силового балансу автомобіля враховує взаємодію між тяговою силою, яка приводить в рух автомобіль, і силами опору, які стримують або ускладнюють рух.

Тягове зусилля ведучих коліс P_k розраховується із залежності:

$$P_k = \frac{M_e \cdot U_{ki} \cdot \eta}{r_d} \quad (2.7)$$

Таким чином тягове зусилля на провідних колесах прямопропорційне крутному моменту двигуна M_e , величині передавального числа i -тої передачі коробки перемикання передач u_{ki} , передавальному відношенню головної передачі u_0 та коефіцієнту корисної дії трансмісії транспортного засобу, та оберненопропорційне динамічному радіусу колеса r_d , який у нормальних умовах рівний статичному.

Розглянемо другу складову рівняння силового балансу, а саме силу сумарного дорожнього опору:

$$P_\psi = \psi \cdot G, \quad (2.8)$$

де $G = g \cdot m$ – повна вага автомобіля, Н;

$g = 9,8 \text{ м/с}^2$ – прискорення вільного падіння;

m – маса автомобіля;

ψ – коефіцієнт дорожнього опору.

Через встановлений швидкісний режим при експлуатації автомобільної аеродромної техніки, в розрахунках не враховується вплив швидкості руху на зміну коефіцієнта опору коченню. Через це для подальших обчислень будемо вважати, що ψ залишається постійним.

У розглянутому випадку сумарна сила дорожнього опору для автомобіля УАЗ-469 складається наступним чином:

$G = 9,8 \cdot 1530 = 14\,994$ Н; Приймаємо $\psi = 0,02$; $P_\psi = 0,02 \cdot 14\,994 = 230$ Н
Наступна третя компонента рівняння силового балансу автомобіля - це сила опору повітря, яка визначається відповідно до наступної формули:

$$P_W = \frac{k \cdot F \cdot V^2}{3,6^2}, \quad (2.9)$$

де F – лобова площа автомобіля, м^2 ;

V – швидкість автомобіля, км/год ;

k – коефіцієнт опору повітря.

Спрощена формула для визначення лобової площі автомобіля має вигляд:

$$F = \alpha \cdot B \cdot H, \quad (2.10)$$

де B – ширина автомобіля;

H – висота автомобіля;

α – коефіцієнт заповнення площі.

Коефіцієнт заповнення площі для автомобілів - це величина, яка вказує, наскільки ефективно площа передньої частини автомобіля використовується для протидії опору повітря. Визначається як відношення лобової площі (площа, яку займає передня частина автомобіля, коли дивляться збоку) до площі прямокутника, який має таку ж ширину, як і автомобіль, і таку саму висоту, як і висота передньої частини автомобіля.

Математично для нашого транспортного засобу це виражається так:

$$F = 0,8 \cdot 2,05 \cdot 1,78 = 2,92 \text{ м}^2$$

Щоб визначити точно лобову площу транспортного засобу та обґрунтовано обрати коефіцієнт опору повітря виконується побудова схематичного креслення досліджуваного транспортного зразка, де необхідно відобразити всі необхідні елементи, що впливають на форму і розмір лобової площі. Це креслення дозволяє точніше визначити аеродинамічні параметри транспортного засобу та обґрунтовано обрати значення коефіцієнта опору повітря для подальших розрахунків.

Виконано обрахунок та аналіз графіка силового балансу, котрий є різницею тягового зусилля P_k та суми опорів руху:

$$P_j = P_k - (P_\psi + P_w). \quad (2.11)$$

Усі залежності, які ми представлятимемо графічно будуть відображені функціями швидкості транспортного засобу в км/год, котра залежить безпосередньо від частоти обертання колінвалу двигуна:

$$V = \frac{n \cdot r_k}{U_{ki}} \quad (2.12)$$

де r_k – радіус кочення колеса, м, рівний за відсутності прослизання статичному радіусу $r_{ст}$ (для шин статичний радіус кочення рівний 348 мм);

n – поточна частота обертання колінчастого валу двигуна;

U_{ki} – передавальне відношення i -тої передачі трансмісії;

$$U_{ki} = u_{ki} \cdot u_0 \cdot u_{pi} \quad (2.13)$$

u_{ki} – передавальне відношення і-тої передачі КПП;

u_0 – передавальне відношення головної передачі;

u_{pi} – передавальне відношення роздаткової коробки.

Розрахуємо передавальні числа трансмісії автомобіля у базовій комплектації:

1 передача - $U_{k1} = 41,032$;

2 передача - $U_{k2} = 22,431$;

3 передача - $U_{k3} = 14,334$;

4 передача - $U_{k4} = 10,942$.

Динамічний фактор автомобіля - це характеристика, яка визначає, наскільки ефективно автомобіль взаємодіє з дорогою та керується під час руху. Цей термін може використовуватися для опису різних аспектів динаміки автомобіля, таких як розподіл ваги, властивості підвіски, система керування, гальмівна система тощо. Розраховано послідовно на кожній передачі та швидкості руху за наступною залежністю:

$$D = \frac{P_k - P_w}{G}, \quad (2.14)$$

де P_k – тягове зусилля на ведучих колесах;

P_w – сила опору повітря;

G – повна маса автомобіля.

Значення динамічного фактора по тязі вказує на тягово-швидкісні характеристики конкретного автомобіля при різних навантаженнях і дозволяє порівнювати ці характеристики між різними транспортними засобами.

Зазвичай, чим вище динамічний фактор по тязі, тим кращі тягово-швидкісні властивості та прохідність автомобіля. Такий автомобіль здатний до великих прискорень, подолання крутих підйомів і буксування при буксируванні причепів великої маси.

Таблиця 2.4 – Силовий баланс автомобіля в базовій комплектації

Параметри	Значення параметрів						
n , об/хв	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000
N_e , кВт	19,698	30,832	41,143	49,372	54,261	54,552	48,984
M_e , Н·м	188,199	196,378	196,538	188,68	172,805	148,911	116,999
V_1 , км/год	8,057	12,086	16,114	20,143	24,171	28,2	32,229
P_{k1} , Н	18690	19500	19510	18730	17160	14790	11620
P_{w1} , Н	20,644	46,448	82,575	129,023	185,793	252,885	330,299
D_1	1,245	1,297	1,296	1,241	1,132	0,969	0,753
V_2 , км/год	14,739	22,108	29,477	36,846	44,216	51,585	58,954
P_{k2} , Н	10220	10660	10670	10240	9380	8083	6351
P_{w2} , Н	69,077	155,424	276,309	431,733	621,696	846,197	1105
D_2	0,677	0,701	0,693	0,654	0,584	0,483	0,35
V_3 , км/год	23,064	34,596	46,128	57,66	69,192	80,724	92,256
P_{k3} , Н	6528	6812	6817	6545	5994	5165	4058
P_{w3} , Н	169,16	380,61	676,641	1057	1522	2072	2707
D_3	0,424	0,429	0,41	0,366	0,298	0,206	0,09
V_4 , км/год	30,214	45,321	60,428	75,535	90,642	105,748	120,855
P_{k4} , Н	4983	5200	5204	4996	4576	3943	3098
P_{w4} , Н	290,295	653,164	1161	1814	2613	3556	4645
D_4	0,313	0,303	0,27	0,212	0,131	0,066	0,02

Виконаємо обчислення P_k , P_w і D використовуючи залежності (2.7), (2.9), (2.12) і зведені в таблицю 2.4. З отриманих результатів будуються графіки силового балансу автомобіля і графік динамічної характеристики.

Побудуємо графік силового балансу позашляховику. Розрахуємо суми опорів руху. Остання залежить від швидкості руху транспортного засобу і не залежить від передавального числа коробки передач.

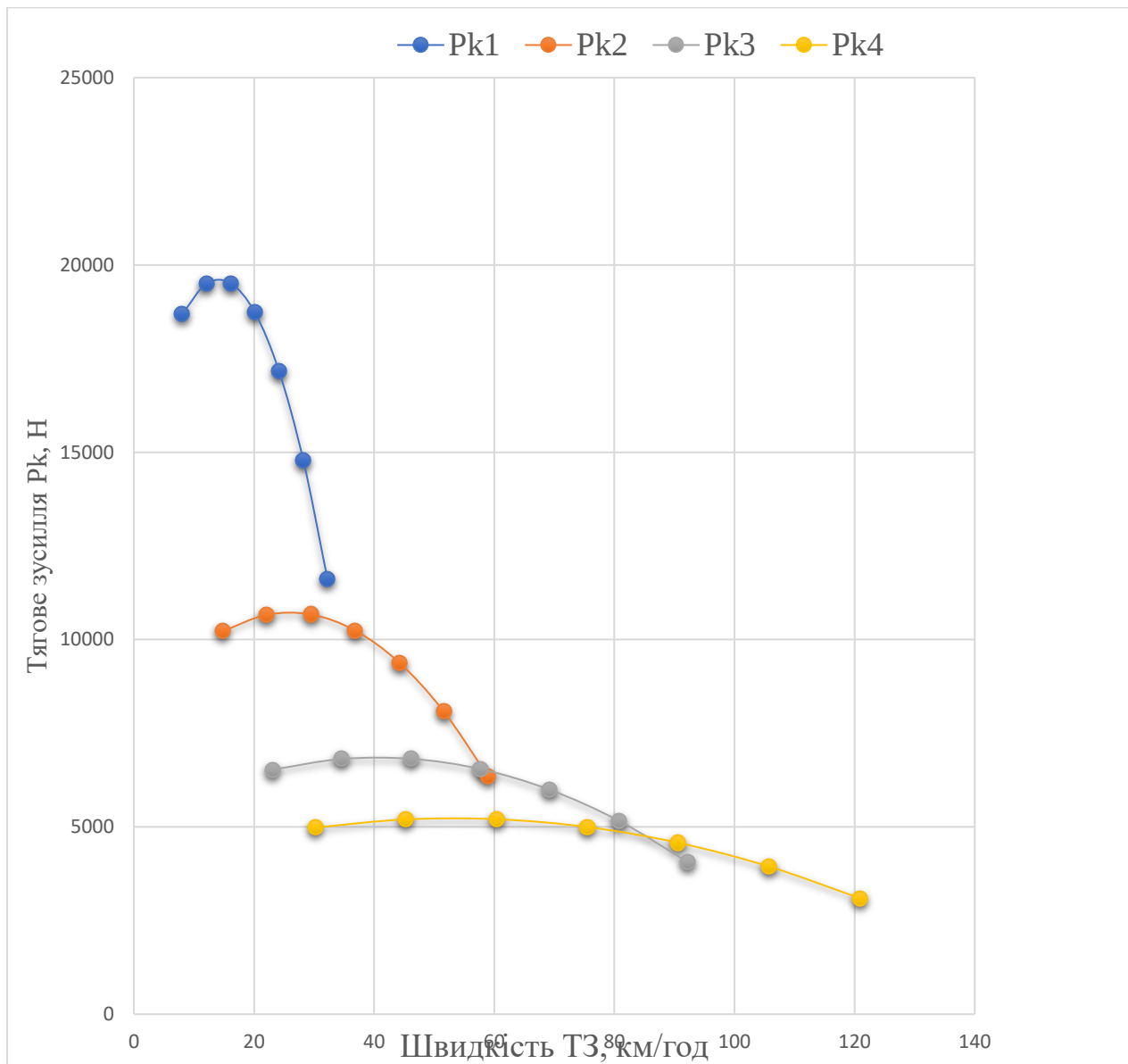


Рисунок 2.2 – Силовий баланс транспортного засобу в базовій комплектації

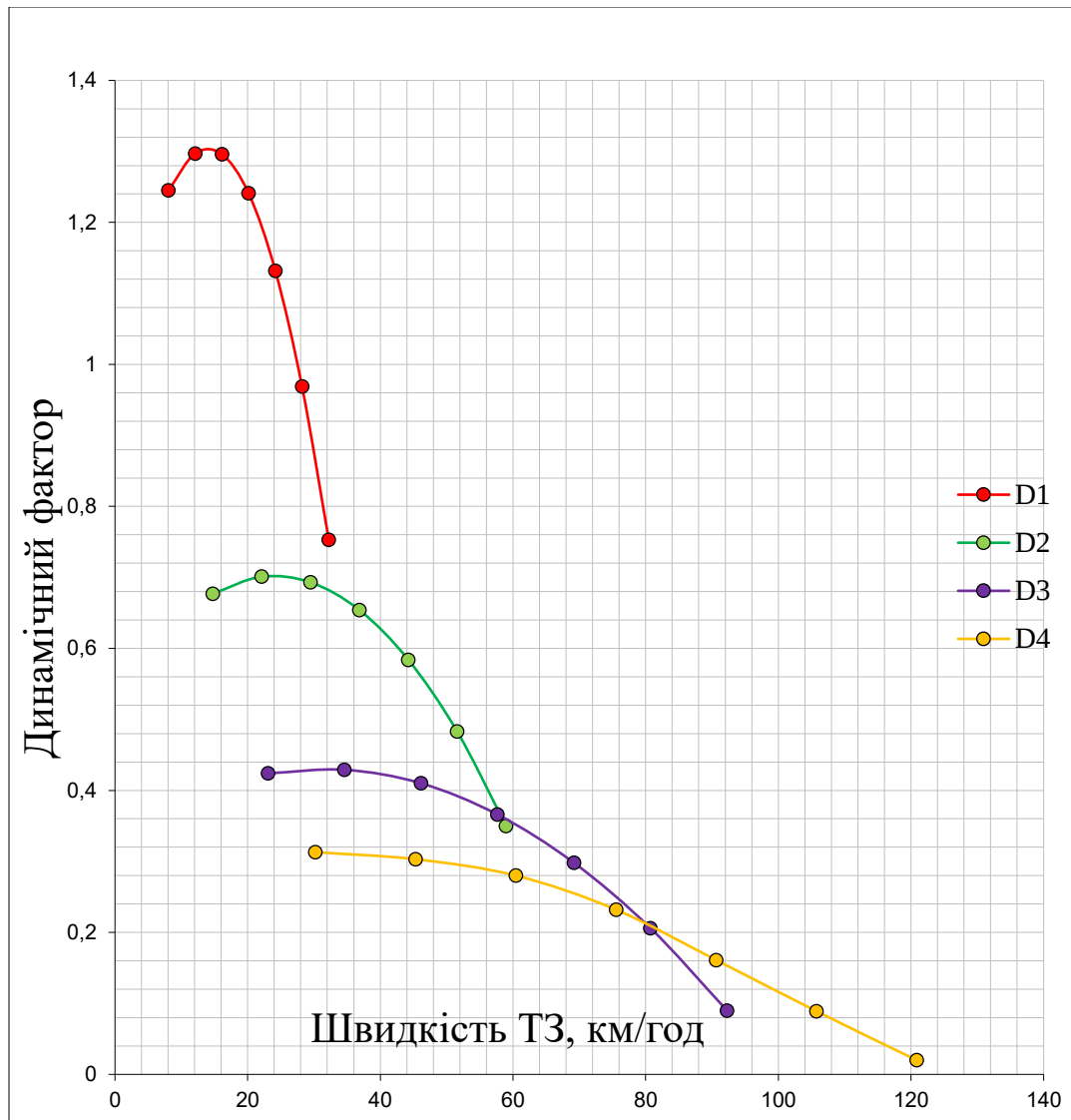


Рисунок 2.3 – Динамічна характеристика транспортного засобу в базовій комплектації

Враховуючи цю обставину, розрахунок, який пропонується в роботі, виконується для швидкостей, що відповідають вищій передачі автомобіля.

2.1.5 Розрахунок паливно-економічної характеристики транспортного засобу в базовій комплектації

Паливно-економічна характеристика транспортного засобу визначає його здатність споживати паливо за певних умов експлуатації, відображаючи співвідношення між витратами палива та ефективністю руху. Вона важлива для оцінки економічності транспортного засобу та впливу на довкілля.

Питому витрату палива розраховано із залежності:

$$g_e(n_i) = g_N \cdot k_n(n_i), \quad (2.15)$$

де g_N - питома номінальна витрата палива, г/(кВт год);

$k_n(n_i)$ - коефіцієнт що враховує зміну витрати палива залежно від обертів двигуна.

$$k_n(n_i) := 1.25 - 0.99 \cdot \frac{n_i}{n_N} + 0.98 \left(\frac{n_i}{n_N} \right)^2 - 0.24 \left(\frac{n_i}{n_N} \right)^3 \quad (2.16)$$

Питома номінальна витрата палива — це показник, який характеризує ефективність двигуна транспортного засобу, виражений у кількості палива, необхідного для вироблення одиниці потужності за певний час. Питома номінальна витрата палива дозволяє порівнювати економічність різних двигунів незалежно від їхньої потужності та робочого об'єму. Це важливо при виборі двигунів для транспортних засобів, сільськогосподарської та будівельної техніки, де ефективне використання палива суттєво впливає на загальні експлуатаційні витрати.

За допомогою паливно-швидкісної характеристики позашляховика на кожній передачі (2.15) оцінили його паливну економічність. Для побудови цієї характеристики використовують залежність:

$$Q = \frac{g_N k_N}{3600 \cdot \eta \cdot \rho_n} \cdot (P_\psi + P_w) \quad (2.17)$$

де g_n - питома витрата палива при максимальній потужності двигуна, г/кВт: $g_N = 260$.

ρ_n - густина палива, г/см³, для дизельного двигуна:

$$\rho_n = 0,7$$

Сила опору дороги руху автомобіля, Н:

$$P_\psi = G \cdot \psi \quad (2.18)$$

$$P_\psi = 370.6$$

k_N - Коефіцієнт що враховує зміну завантаження двигуна по потужності

$$k_N = 3,27 - 8,22 \cdot \frac{P_\psi + P_w}{P_k} + 9,13 \cdot \left(\frac{P_\psi + P_w}{P_k} \right)^2 - 3,18 \cdot \left(\frac{P_\psi + P_w}{P_k} \right)^3 \quad (2.19)$$

Отримані значення занесемо у таблицю.

Таблиця 2.5 – Паливна характеристики транспортного засобу до уніфікації

Параметри	Значення параметрів						
n, об/ХВ	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000
N_e , кВт	19,698	30,832	41,143	49,372	54,261	54,552	48,984
M_e , Н·м	188,199	196,378	196,538	188,68	172,805	148,911	116,999
V_1 , км/год	8,057	12,086	16,114	20,143	24,171	28,2	32,229
Q_1 , л/100км	16,518	16,309	16,285	16,421	16,69	17,056	17,271
V_2 , км/год	14,739	22,108	29,477	36,846	44,216	51,585	58,954

Продовження таблиці 2.5

Q_2 , л/100км	16,205	15,999	15,975	16,109	16,373	16,731	16,942
V_3 , км/Год	23,064	34,596	46,128	57,66	69,192	80,724	92,256
Q_3 , л/100км	15,874	15,673	15,649	15,781	16,039	16,39	16,597
V_4 , км/Год	30,214	45,321	60,428	75,535	90,642	105,748	120,855
Q_4 , л/100км	15,544	15,347	15,324	15,452	15,705	16,049	16,252

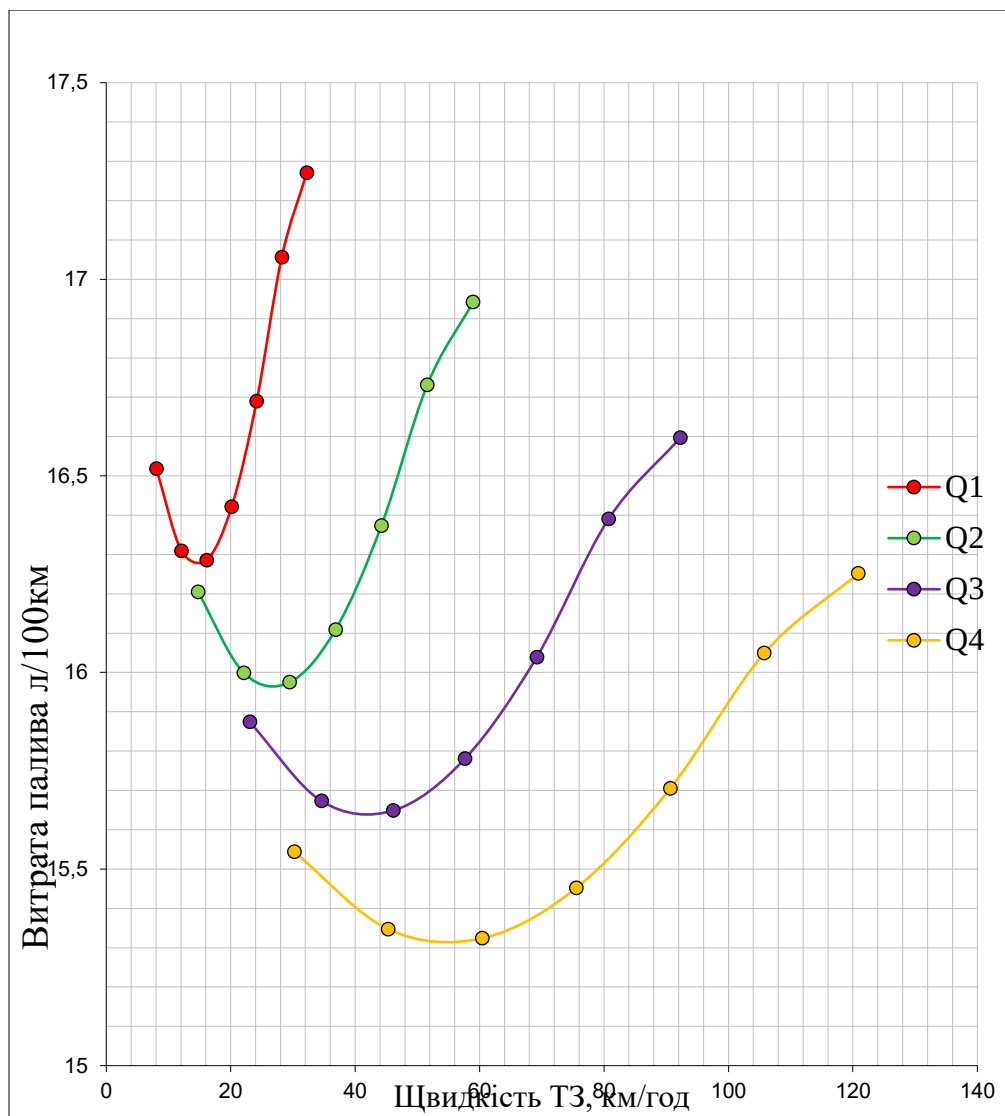


Рисунок 2.4 – Паливна характеристика транспортного засобу в базовій комплектації

2.6 Баланс потужності транспортного засобу.

Рівняння потужнісного балансу автомобіля визначає, як потужність, яку генерує двигун, використовується для різних аспектів руху автомобіля. Це рівняння можна записати у вигляді:

$$N_k - N_\psi - N_W - N_j = 0, \quad (2.20)$$

де N_k – потужність на ведучих колесах;

N_ψ , – потужність, що витрачається на подолання сумарних дорожніх опорів;

N_W – потужність, що витрачається на подолання опору повітря;

N_j – потужність, яка використовується для розгону.

Розрахуємо потужність ведучих коліс N_k . Потужність на ведучих колесах автомобіля визначається величиною крутного моменту (обертового моменту), що видається двигуном, і швидкістю обертання цих коліс. Зазвичай це можна виразити наступним рівнянням:

$$N_k = N_e \cdot \eta. \quad (2.21)$$

Використаємо величини P_ψ і P_W для вищої передачі для розрахунку значень потужностей N_ψ і N_W . Величини P_ψ і P_W для вищої передачі, що дозволяє забезпечити весь діапазон швидкостей руху автомобіля УАЗ-469.

$$N_\psi = \frac{P_\psi \cdot V}{3600}. \quad (2.22)$$

$$N_W = \frac{P_W \cdot V}{3600} . \quad (2.23)$$

Значення величин N_Ψ і N_W , котрі ми отримали, сумуються. Оберемо з таблиці дані швидкостей руху представленого позашляховику у відповідності до кожної передачі. Отримані значення є у відповідності із прийнятими попередньо значеннями частоти обертання колінвчастого валу двигуна. Обраховані результати розрахунків занесено в таблицю. На базі отриманих даних виконано побудову графіку балансу потужності позашляховика.

Таблиця 2.6 – Потужнісний баланс автомобіля в базовій комплектації

Параметри	Значення параметрів						
n, об/хв	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000
N_e , кВт	19,698	30,832	41,143	49,372	54,261	54,552	48,984
N_k , кВт	15,759	24,665	32,914	39,498	43,409	43,641	39,188
V_1 , км/год	8,057	12,086	16,114	20,143	24,171	28,2	32,229
V_2 , км/год	14,739	22,108	29,477	36,846	44,216	51,585	58,954
V_3 , км/год	23,064	34,596	46,128	57,66	69,192	80,724	92,256
V_4 , км/год	30,214	45,321	60,428	75,535	90,642	105,748	120,855
N_Ψ , кВт,	1,556	2,333	3,111	3,889	4,666	5,444	6,222
N_W , кВт	0,840	2,836	6,721	13,127	22,683	36,020	53,768
$N_\Psi + N_W$, кВт	2,396	5,169	9,832	17,015	27,349	41,464	59,990

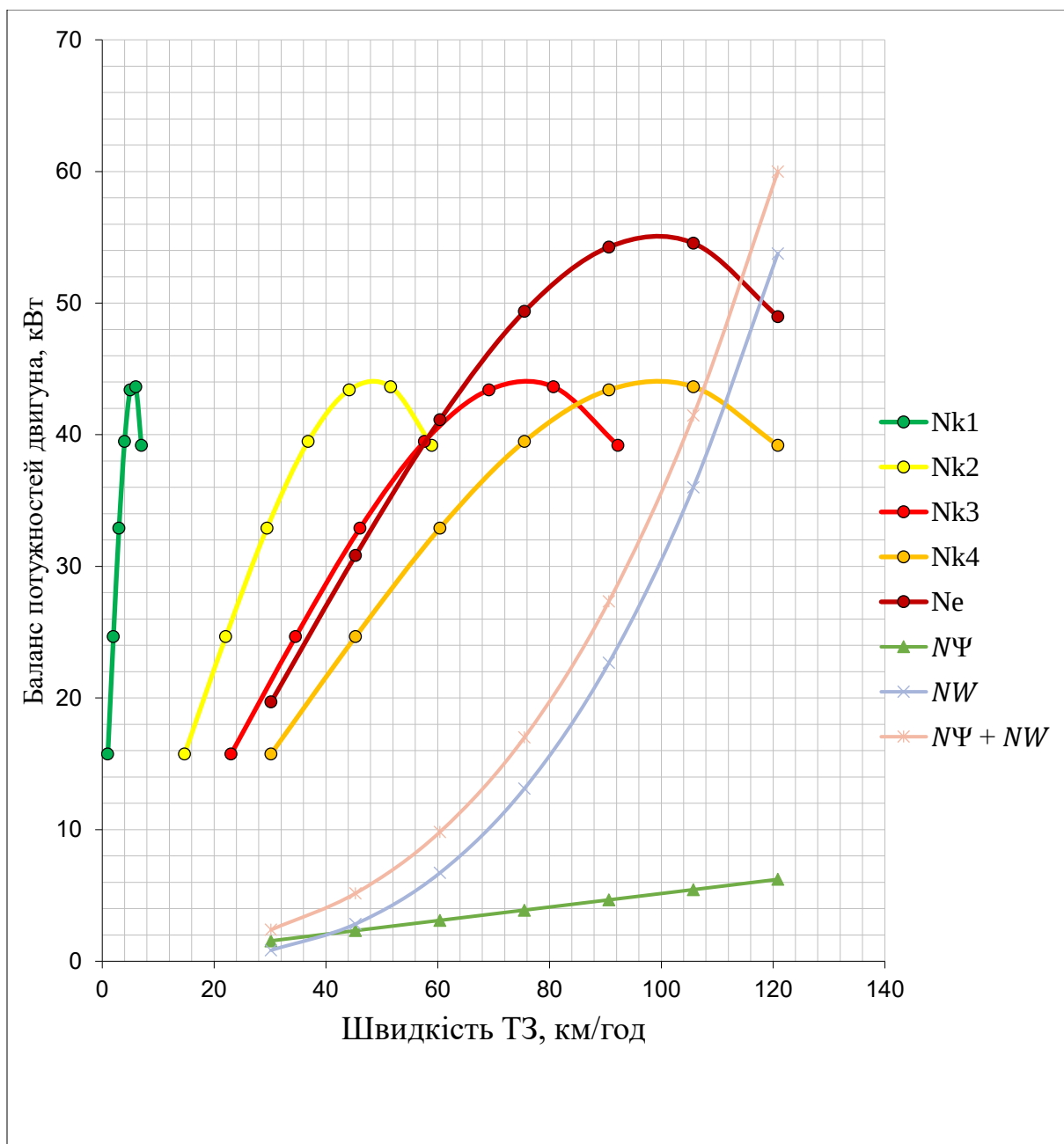


Рисунок 2.5 – Графік потужнісного балансу автомобіля у базовій комплектації

Залежність значення N_e від швидкості побудовано на вищій передачі, а N_k – для всіх чотирьох передач. Представлені графічні залежності дають

можливість виконати аналіз значення потужності ДВЗ відповідно до швидкості ТЗ.

Для того, щоб перевірити, чи доцільно модернізувати автомобіль УАЗ-469, шляхом встановлення на шасі пропонованої силової установки, виконаємо побудову графіків зовнішньої швидкісної характеристики двигуна, для подальшого аналізу.

2.2 Розрахунок технічних характеристик уніфікованого позашляховику УАЗ-469

2.2.1 Вихідні дані

Для покращення тягово-швидкісних показників, досягнення більшої потужності та екологічних показників позашляховику УАЗ-469, вирішено встановити двигун Toyota LAND CRUISER 90 3.0 TD KZJ90 KZJ95 1KZTE, загальний вигляд якого представлено на рисунку 1.6.

Після визначення значення N_e для прийнятих значень частот обертання колінчастого валу двигуна розраховуємо крутний момент двигуна (2.5) та будуємо зовнішню швидкісну характеристику для уніфікованого транспортного засобу, на основі розрахованих даних, котрі ми зведемо у таблицю 2.7.

Таблиця 2.7 - Вихідні (довідкові) дані по АТЗ

Параметри		Умовні позначки параметрів	Значення параметрів
Власна маса, кг		G_0	1530
Марка і тип двигуна		Toyota 1KZ-TE рядний 4-циліндровий турбодизель	
Максимальна потужність двигуна, кВт		N_{max}	92
Максимальний крутний момент двигуна, Нм		M_{max}	287
Частота обертання колінчастого вала хв^{-1} :	при M_{max}	n_M	1900-2000
	при N_{max}	n_N	3600
Роздавальна коробка	пряма передача	u_{P1}	1,9
	знижена передача	u_{P2}	1
Передаточні числа	КПП на першої	u_{K1}	4,31
	другої	u_{K2}	2,33
	третьої	u_{K3}	1,43
	четвертої	u_{K4}	1,00
	п'ятої	u_{K5}	0,82
	головної	u_0	5,125
Шини			31/10.5 R15
Висота АТЗ, м		B	2,05
Ширина, м		III	1,78
Колія передніх коліс, м		K	1,45
ККД трансмісії, %		η	0,82

2.2.2 Зовнішня швидкісна характеристика двигуна після уніфікації

ЗХШ розрахуємо за відомою емпіричною формулою 2.2. Для дизельних двигунів значення емпіричних коефіцієнтів становлять $A_1 = 0,53$; $A_2 = 1,56$; $A_3 = 1,09$.

Крок зміни частоти обертання колінвалу двигуна оберемо із залежності (2.4) (розбиваючи діапазон на 6 інтервалів).

Визначимо вісім точок і розрахуємо за ними швидкісні характеристики двигуна.

Нехай для нового дизельного двигуна мінімальна частота обертання $n_{min}=800$ об/хв

$$\Delta n = \frac{3600-800}{7} = 400 \text{ об/хв}$$

Таблиця 2.8 – Результати розрахунків зовнішньої швидкісної характеристики двигуна Toyota 1KZ-TE

Параметри	Значення							
n , об/хв	800	1200	1600	2000	2400	2800	3200	3600
N_e , кВт	16,822	28,486	41,217	54,19	66,581	77,563	86,311	92
M_e , Н·м	200,903	226,795	246,117	258,868	265,047	264,655	257,692	244,158

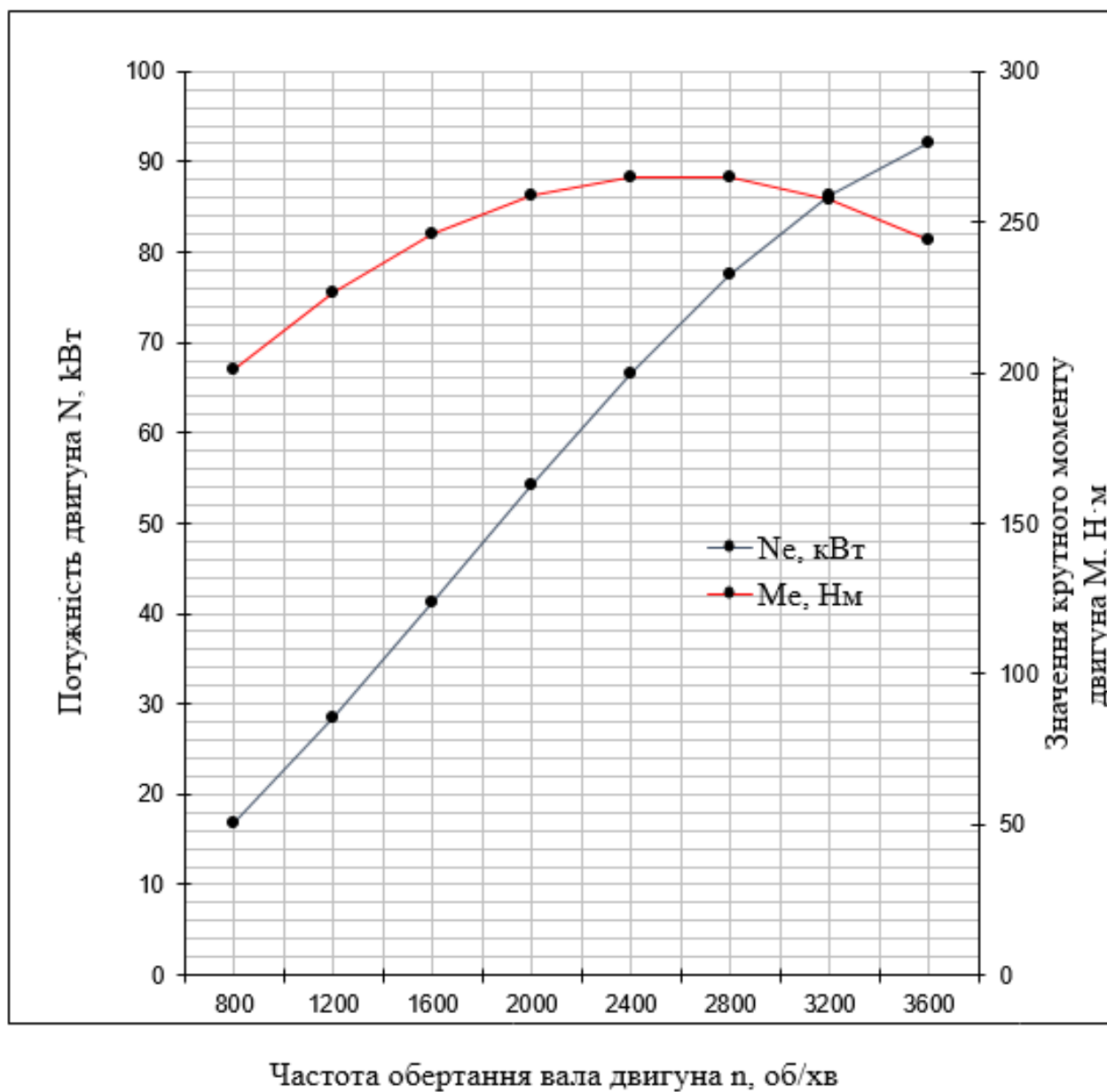


Рисунок 2.6 – Зовнішня швидкісна характеристика двигуна Toyota 1KZ-TE

Як бачимо із графіку, максимальна розрахункова потужність становить 92 кВт, та значення максимального крутного моменту 265,047 Н·м.

2.2.3 Силовий баланс уніфікованого транспортного засобу.

Силовий баланс – це графік, який відображає розподіл енергії у системі або процесі між різними видами сил, що взаємодіють в цій системі. Давайте розглянемо загальний підхід до побудови графіків силового балансу та розглянемо кілька прикладів.

Для побудови графіків силового балансу послідовно для всіх передач і швидкостей руху автомобіля виконуються розрахунки всіх компонентів рівняння силового балансу даного транспортного засобу.

Розрахуємо передавальні числа трансмісії уніфікованого позашляховика (2.13):

1 передача - $U_{к1} = 41,969$;

2 передача - $U_{к2} = 22,688$;

3 передача - $U_{к3} = 13,925$;

4 передача - $U_{к4} = 9,738$.

5 передача - $U_{к5} = 7,985$.

Сформовано та проаналізовано графік силового балансу, що є різницею тягового зусилля P_k та суми опорів руху:

Усі залежності, які ми представлятимемо графічно будуть відображені функціями швидкості транспортного засобу в км/год, котра залежить безпосередньо від частоти обертання колінвалу двигуна:

Таблиця 2.9 – Силовий баланс уніфікованого автомобіля

Параметри	Значення параметрів							
n , об/хв	800	1200	1600	2000	2400	2800	3200	3600
N_e , кВт	16,822	28,486	41,217	54,19	66,581	77,563	86,311	92
M_e , Н·м	200,903	226,795	246,117	258,868	265,047	264,655	257,692	244,158
V_1 , км/год	7,12	10,68	14,24	17,8	21,36	24,92	28,48	32,04
P_{k1} , Н	18510	20900	22680	23850	24420	24380	23740	22500
P_{w1} , Н	16,121	36,272	64,484	100,757	145,09	197,483	257,938	326,452
D_1	1,233	1,391	1,508	1,584	1,619	1,613	1,566	1,479
V_2 , км/год	13,17	19,755	26,34	32,926	39,511	46,096	52,681	59,266
P_{k2} , Н	10010	11300	12260	12890	13200	13180	12840	12160
P_{w2} , Н	55,159	124,107	220,635	344,742	496,428	675,694	882,539	1117
D_2	0,864	0,945	1,003	1,037	1,047	1,034	0,997	0,937
V_3 , км/год	21,46	32,19	42,92	53,65	64,381	75,111	85,841	96,571
P_{k3} , Н	6141	6933	7523	7913	8102	8090	7877	7463
P_{w3} , Н	146,451	329,516	585,806	915,321	1318	1794	2343	2966
D_3	0,7	0,74	0,763	0,767	0,752	0,72	0,669	0,6
V_4 , км/год	30,686	46,028	61,371	76,714	92,057	107,399	122,742	138,085
P_{k4} , Н	4295	4848	5262	5534	5666	5658	5509	5220
P_{w4} , Н	299,429	673,716	1198	1871	2695	3668	4791	6063
D_4	0,606	0,618	0,611	0,584	0,538	0,473	0,388	0,284
V_5 , км/год	37,425	56,137	74,849	93,562	112,274	130,986	149,698	168,411
P_{k5} , Н	3522	3975	4314	4538	4646	4639	4517	4280
P_{w5} , Н	445,392	1002	1782	2784	4009	5456	7126	9019
D_5	0,555	0,548	0,519	0,467	0,393	0,296	0,176	0,034

На основі отриманих даних виконаємо побудову графіка силового балансу позащляховика на кожній передачі.

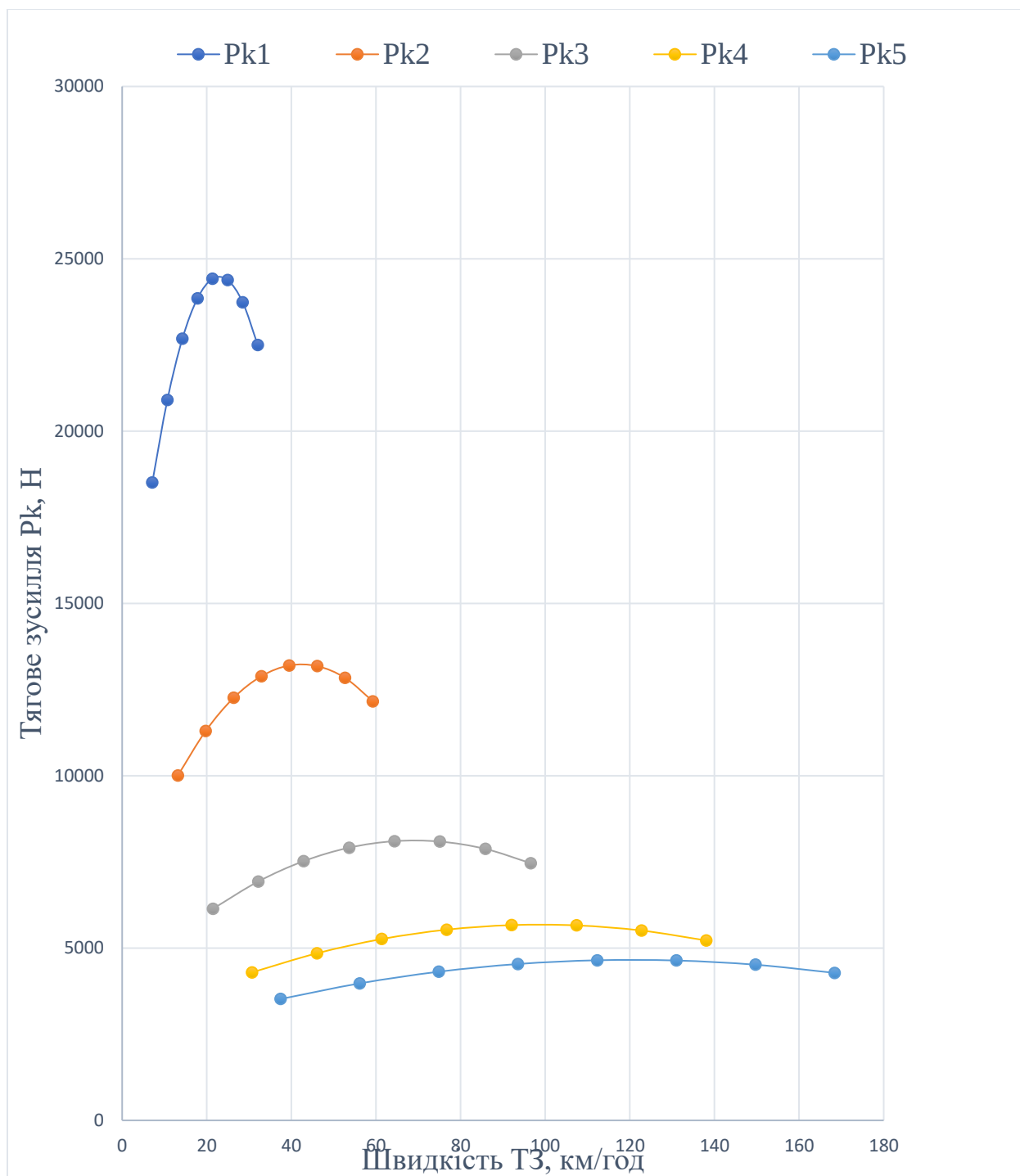


Рисунок 2.7 – Графік силового балансу уніфікованого автомобіля

Як бачимо з представлених графічних залежностей, що транспортний засіб набув кращих потужнісних характеристик, у порівнянні із базовою

моделлю. Із побудованих графіків робимо висновок, що модифікований позашляховик максимальну швидкість 150 км/год. Виконаємо побудову графіка динамічних характеристик автомобіля після уніфікації.

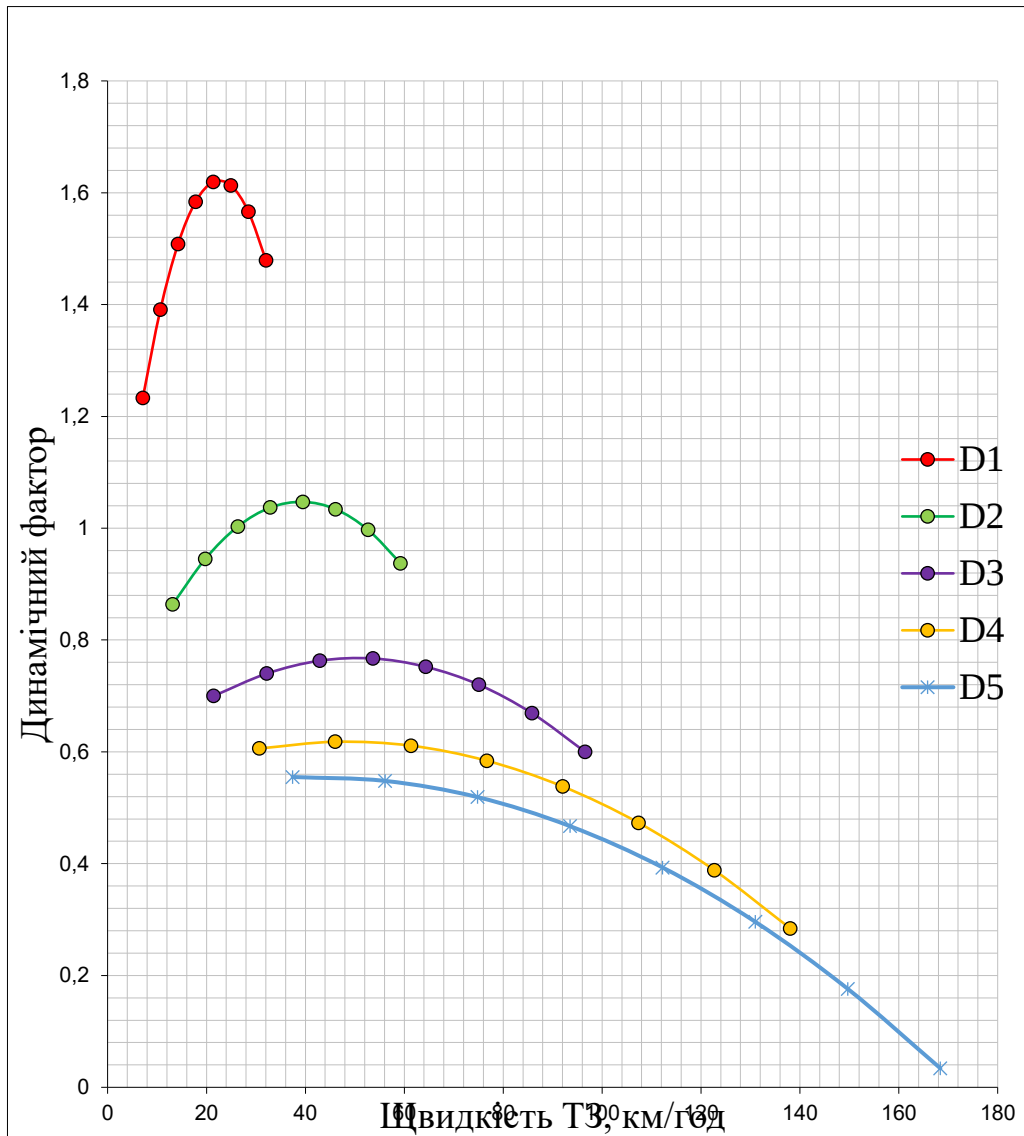


Рисунок 2.8 – Динамічна характеристика уніфікованого транспортного засобу

Уніфікований транспортний засіб володіє кращими динамічними характеристиками, у порівнянні із базовою моделлю.

2.2.4 Розрахунок паливно-економічної характеристики транспортного засобу після уніфікації.

Питому витрату палива розраховано із залежності (2.15).

де g_N - питома номінальна витрата палива, г/(кВт год);

$k_n(n_i)$ - коефіцієнт що враховує зміну витрати палива залежно від обертів двигуна.

Питома номінальна витрата палива для дизельного двигуна приймається, г/(кВт год): $g_N := 240$

За допомогою паливно-швидкісної характеристики позашляховика на кожній передачі (2.15) оцінили його паливну економічність. Для побудови цієї характеристики використовують залежність(2.17)

Питома витрата палива при максимальній потужності двигуна, $g_N = 260$ г/кВт

ρ_n - густина палива, г/см³, для дизельного двигуна:

$$\rho_n = 0,8$$

Розрахуємо коефіцієнт, який враховує зміну навантаження на двигун за потужністю. із залежності 2.19.

Отримані значення занесемо у таблицю.

Таблиця 2.10 – Паливна характеристики транспортного засобу після уніфікації

Параметри	Значення параметрів							
n , об/хв	800	1200	1600	2000	2400	2800	3200	3600
N_e , кВт	16,822	28,486	41,217	54,19	66,581	77,563	86,311	92
M_e , Н·м	200,903	226,795	246,117	258,868	265,047	264,655	257,692	244,158
V_1 , км/год	7,12	10,68	14,24	17,8	21,36	24,92	28,48	32,04

Продовження таблиці 2.10

Q_1 , л/100км	9,911	9,785	9,771	9,853	10,014	10,233	10,362	10,578
V_2 , км/Год	13,17	19,755	26,34	32,926	39,511	46,096	52,681	59,266
Q_2 , л/100км	9,723	9,6	9,585	9,666	9,824	10,039	10,039	10,504
V_3 , км/Год	21,46	32,19	42,92	53,65	64,381	75,111	85,841	96,571
Q_3 , л/100км	9,525	9,404	9,39	9,469	9,623	9,834	9,958	10,289
V_4 , км/Год	30,686	46,028	61,371	76,714	92,057	107,399	122,742	138,085
Q_4 , л/100км	9,326	9,208	9,194	9,271	9,423	9,63	9,751	10,075
V_5 , км/Год	37,425	56,137	74,849	93,562	112,274	130,986	149,698	168,411
Q_5 , л/100км	9,128	9,012	8,999	9,074	9,223	9,425	9,544	9,861

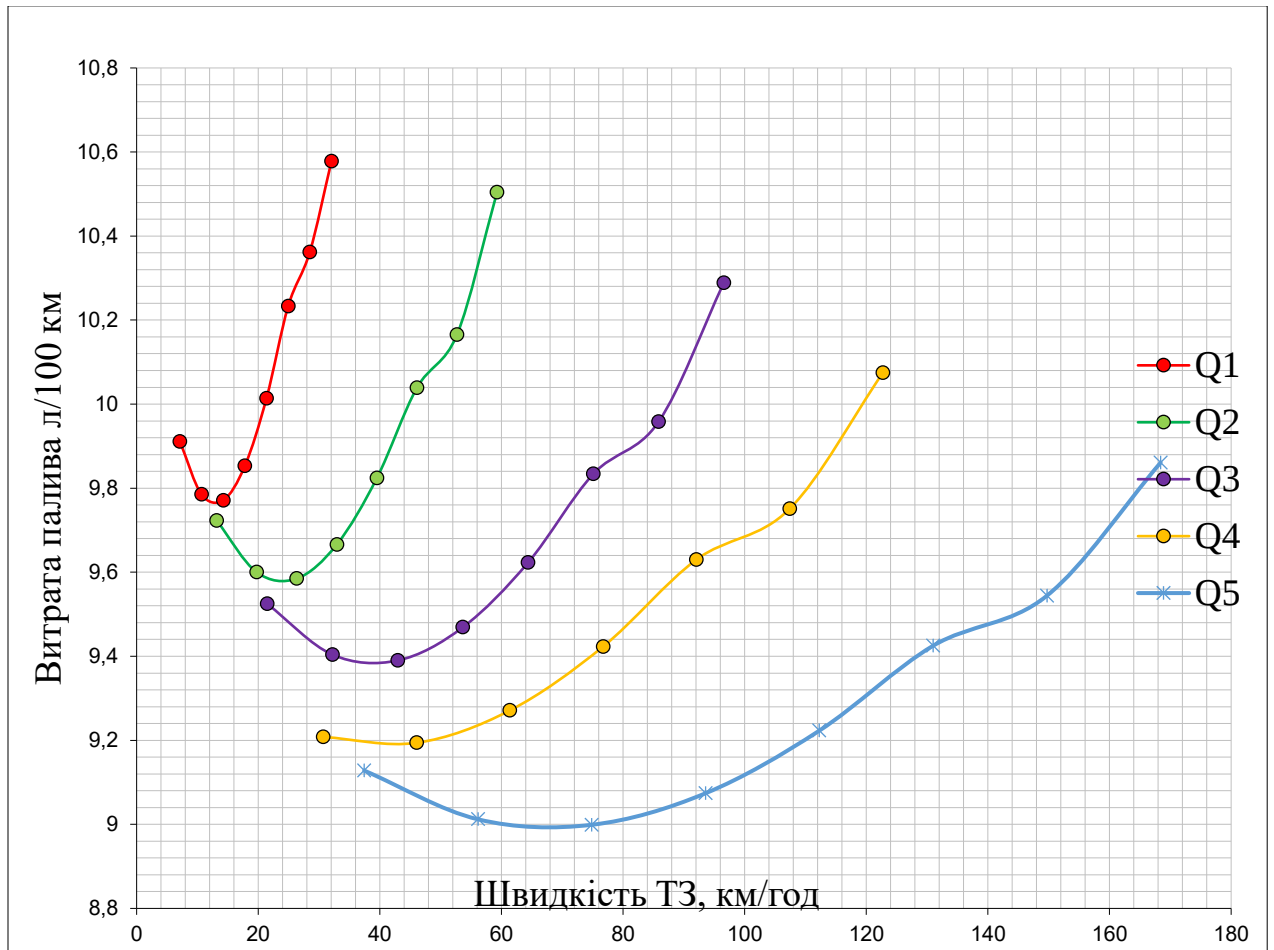


Рисунок 2.9 – Паливна характеристика уніфікованого транспортного засобу

2.2.5 Баланс потужності уніфікованого транспортного засобу

Розрахуємо баланс потужності ДВЗ через потужність на колесах N_k (2.20).

Використаємо величини P_ψ і P_W для вищої передачі для розрахунку значень потужностей N_ψ і N_W . Величини P_ψ і P_W для вищої передачі, що дозволяє забезпечити весь діапазон швидкостей руху автомобіля УАЗ-469. (2.22-2.23)

Таблиця 2.11 – Потужнісний баланс автомобіля

Параметри	Значення параметрів							
n , об/хв	800	1200	1600	2000	2400	2800	3200	3600
N_e , кВт	16,822	28,486	41,217	54,19	66,581	77,563	86,311	92
N_k , кВт	14,299	24,213	35,034	46,062	56,594	65,928	73,364	78,2
V_1 , км/год	7,12	10,68	14,24	17,8	21,36	24,92	28,48	32,04
V_2 , км/год	13,17	19,755	26,34	32,926	39,511	46,096	52,681	59,266
V_3 , км/год	21,46	32,19	42,92	53,65	64,381	75,111	85,841	96,571
V_4 , км/год	30,686	46,028	61,371	76,714	92,057	107,399	122,742	138,085
V_5 , км/год	37,425	56,137	74,849	93,562	112,274	130,986	149,698	168,411
N_ψ , кВт,	3,993	5,989	7,986	9,982	11,979	13,975	15,971	17,968
N_W , кВт	3,113	10,506	24,902	48,637	84,045	133,461	133,461	283,653
$N_\psi + N_W$, кВт								

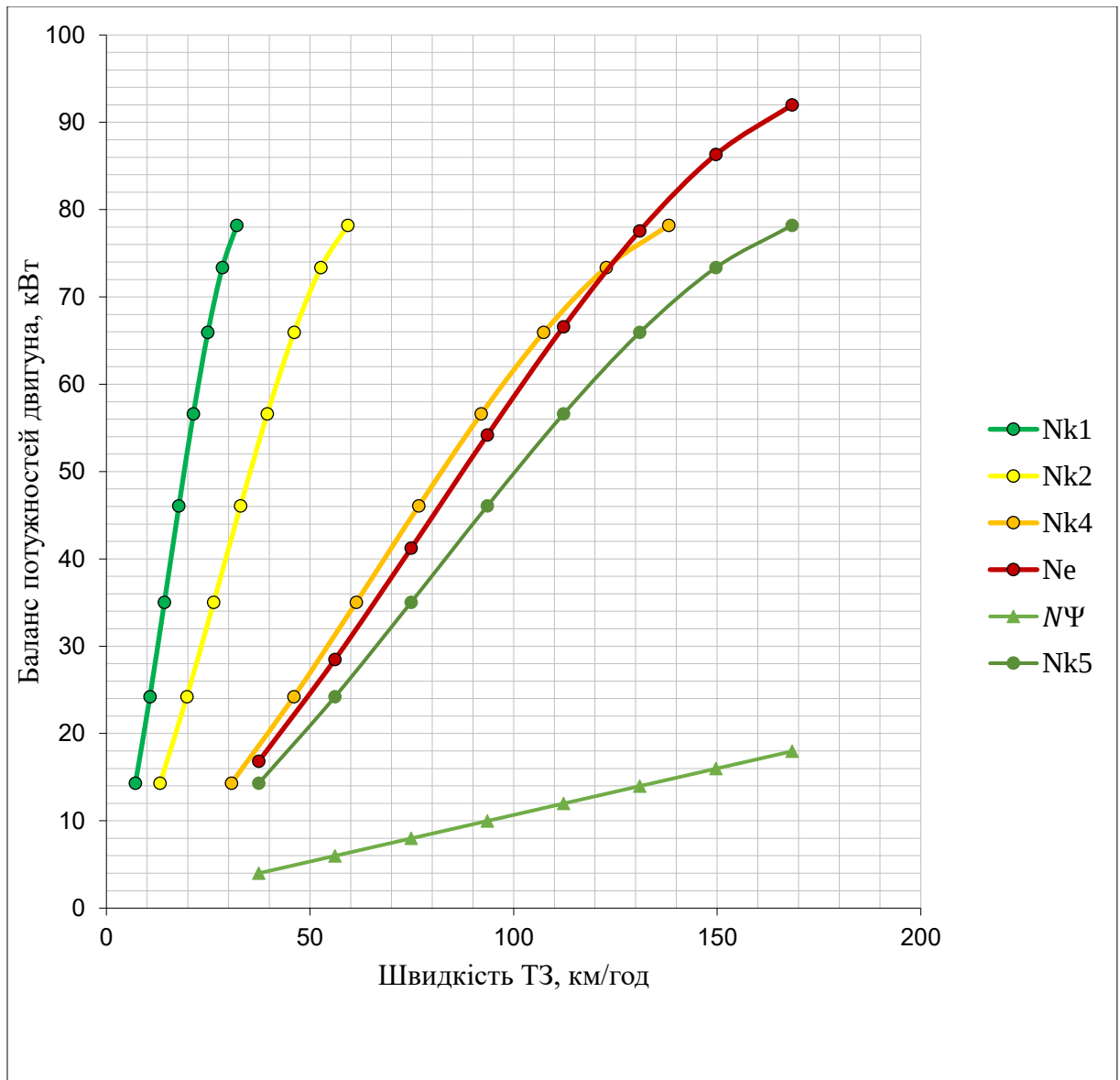


Рисунок 2.10 – Графік потужнісного балансу уніфікованого автомобіля

Залежність значення N_e від швидкості побудовано на вищій передачі, а N_k – для всіх п'яти передач.

Для оцінки доцільності модернізації трансмісійної системи на базі шасі автомобіля УАЗ-469 побудовано графіки залежностей зусиль, швидкості та

часу для подальшого аналізу можливостей використання запропонованого двигуна як основного джерела енергії [11].

Порівнюючи отримані графіки зусиль, швидкості, та часу для уніфікованого УАЗ-469, можна зазначити наступне:

- Витрата палива у уніфікованого позашляховика УАЗ-469 є меншою за рахунок економного двигуна та оптимальної 5-ступінчастої КПП з понижаючою п'ятою передачею.
- Автомобіль УАЗ-469, оснащений дизельним двигуном Toyota 1KZ-TE, відзначається вищими значеннями крутного моменту, що позитивно впливає на його тягово-швидкісні характеристики.
- Уніфікований позашляховик має більшу потужність, що проявляється в його динамічних характеристиках.

РОЗДІЛ 3. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

3.1 Розрахунок економічної доцільності модернізації позашляховику УАЗ-469

У цьому розділі визначена економічно доцільність способу модернізації обраного транспортного засобу, а саме позашляховику на шасі УАЗ-469 шляхом заміни двигуна УМЗ-451, який йде у базовій комплектації, на двигун марки 1KZ-TE та встановлення 5-ступінчатої коробки перемикачів швидкостей Mitsubishi Pajero 2.5(96-06) ME580807. Дана уніфікація проведена для збільшення тягово-швидкісних, динамічних та паливно-економічних характеристик транспортного засобу з подальшим його як базова бойова колісна машина Збройних Сил України.

Проаналізуємо економічну доцільність даного технічного рішення щодо оптимізації автомобіля. Для порівняння економічної ефективності шляху модернізації позашляховика УАЗ-469, який пропонується у дипломній роботі магістра, виконано порівняльну характеристику ціни експлуатації позашляховика у базовому рішенні, та уніфікованого.

Потрібні витрати для того, щоб виконати розрахунки: розхід на технічне обслуговування, паливний розхід, розхід на купівлю нової силової установки та розхід на переобладнання позашляховику.

Заміна двигуна та коробки передач — це складний процес, що вимагає виконання ряду технічних операцій. Для цієї операції трудовитрати становитимуть 352люд.-год. та приблизно коштуватиме $C_p = 80\,000$ грн.

Так як шасі залишається, то розхід на запчастини та тех. обслуговування не зміниться.

Витрати палива та ціна на купівлю нової силової установки та КПП при розрахунках будуть змінними.

Виконаємо порівняльний аналіз паливо-економічних показників автомобіля.

Таблиця 3.1 – Вихідні дані для розрахунку

Параметр	Значення параметрів
Ресурсний пробіг або пробіг до КР - $L_{кр}$, км	400 000
Середньодобовий пробіг $L_{сс}$, км	19
Число робочих днів на рік $D_{р.р\text{ік}}$, днів	365
Ціна двигуна УМЗ-451, грн	15 000
Середня витрата палива двигуна УМЗ-451, л/100км	16
Ціна двигуна 1KZ-TE, грн	120 700
Середня витрата палива двигуна 1KZ-TE, л/100км	10
Ціна КПП та роздаткової коробки від Mitsubishi Pajero 2.5(96-06) ME580807, грн	39 000

Розрахуємо вартість уніфікації позашляховика за наступною формулою:

$$\sum C_{\text{уніф}} = C_{\text{д}} + C_{\text{кпп}} + C_{\text{р}} \quad (3.1)$$

$$\sum C_{\text{уніф}} = 120\,700 + 39\,000 + 80\,000 = 239\,700$$

$C_{\text{д}}$ – ціна двигуна 1KZ-TE;

$C_{\text{кпп}}$ - ціна КПП та роздаткової коробки Mitsubishi Pajero 2.5(96-06) ME580807.

$$\sum C_{\text{уніф}} = C_{\text{д}} + C_{\text{кпп}} + C_{\text{р}}$$

3.2 Вартість експлуатації транспортного засобу в базовій комплектації у розрахунку на рік.

Розрахуємо ресурс транспортного засобу в роках [11]:

$$P_{\text{р.р.}} = \frac{L_{\text{кр}}}{L_{\text{сс}} \cdot D_{\text{р.рік}}} \quad (3.2)$$

На основі вхідних даних отримаємо:

$$P_{\text{р.р.}} = \frac{400000}{19 \cdot 365} = 22 \quad (3.3)$$

Кількість замін двигуна у розрахунку на 10 років знайдемо на основі даних про ресурс автомобіля:

$$N_{\text{а}}^{10} = \frac{10}{P_{\text{р.р}}} \quad (3.4)$$

де 10 – обраний проміжок часу;

$P_{a,p}$ – ресурс автомобіля в роках.

У нашому випадку значення кількості замін на 10 років:

$$N_a^{10} = \frac{10}{22} = 0,4 \text{ раз}$$

Пробіг автомобіля протягом одного року роботи визначається за допомогою спеціальної формули.

$$Q_H = L_{cc} \cdot D_p \cdot \alpha_T \quad (3.5)$$

де L_{cc} – середньодобовий пробіг, км;

D_p – число робочих днів на рік;

α_T – коефіцієнт технічної готовності.

$$Q_H = 19 \cdot 365 \cdot 0,99 = 6865 \text{ км/рік}$$

Обчислюємо витрати палива транспортного засобу в базовій комплектації протягом року роботи за допомогою визначеної формули.

$$\Pi_{\frac{6}{p}} = \frac{Q_H}{100} \cdot V \cdot \Pi_n \quad (3.6)$$

де Q_H – нормативний пробіг автомобіля за рік роботи;

V – середня витрата палива;

Π_n – вартість 1 літра бензину для транспортного засобу, оснащеного базовим двигуном.

$$\Pi_{6/p} = \frac{6865}{100} \cdot 16 \cdot 52 = 57\,116 \text{ грн/рік}$$

Придбання нового двигуна УМЗ-451, витрати на обслуговування та витрати на паливе за перший рік для одного автомобіля розраховуються за наступною формулою:

$$\sum Z_{1\text{рік}} = C_{\text{д}} + C_{\text{кпп}} + C_{\frac{\text{б}}{\text{р}}} \quad (3.7)$$

де $\sum Z_{1\text{рік}}$ – сума всіх затрат для обслуговування базової силової установки протягом першого обслуговування;

$C_{\text{д}}$ – ціна двигуна УМЗ-451

$C_{\text{кпп}}$ - ціна КПП та роздаткової коробки УАЗ-469

$$\sum Z_{1\text{рік}} = 16\,000 + 13\,000 + 57\,116 = 86\,116 \text{ грн/рік}$$

3.3 Розрахунок річних витрат експлуатації двигуна 1KZ-TE

Пробіг автомобіля протягом року роботи визначається за допомогою формули (3.5).

$$Q_{\text{н}} = 19 \cdot 365 \cdot 0,99 = 6865 \text{ км/рік}$$

Обчислюємо витрати палива двигуна 1KZ-TE за рік роботи за допомогою формули (3.64)

$$C_{\frac{\text{б}}{\text{р}}} = \frac{6865}{100} \cdot 10 \cdot 48 = 30\,072 \text{ грн/рік}$$

Придбання нового двигуна 1KZ-TE, заміна коробки перемикачів швидкостей та роздаткової коробки та витрати на паливо за перший рік для одного автомобіля розраховуються за формулою (3.7).

$$\sum z_{\text{рік}} = 120\,700 + 39\,000 + 30\,072 = 477\,242 \text{ грн/рік}$$

3.4 Розрахунок точки початку економії

Проведемо економічний аналіз доцільності використання нового двигуна 1KZ-TE на шасі УАЗ-469 у порівнянні із старим двигуном УМЗ-451 та побудуємо графік беззбитковості. Розрахуємо термін, протягом якого новий двигун 1KZ-TE починає забезпечувати економію,

Проаналізовано затрати на експлуатацію автомобіля УАЗ-469 у наступні роки з двигуном 1KZ-TE та двигуном УМЗ-451 (див. рис. 4.2) і розрахуємо їх вартість.

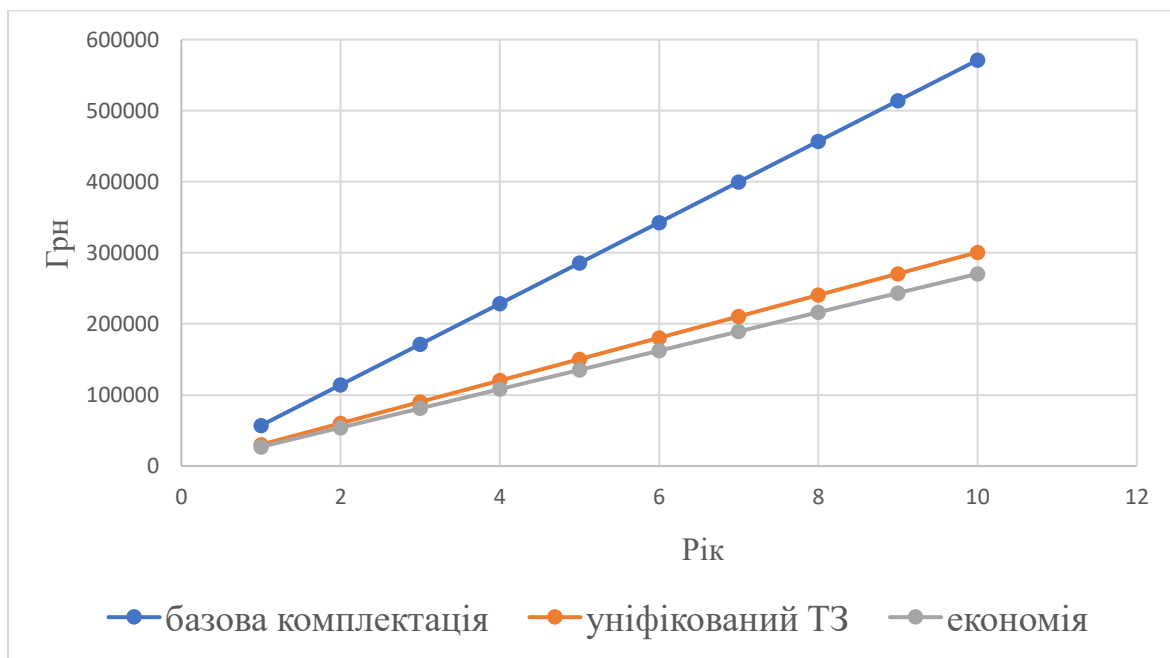


Рисунок 3.1 – Вартість експлуатації позашляховика УАЗ-469

Аналізуючи отримані розрахунки та подані графіки, можемо зробити наступні висновки:

- Економія протягом першого року складе 20 044 грн.
- Протягом 10 років модернізований автомобіль дозволить досягти економії в розмірі 270 440 грн, що дає можливість встановити новий двигун за рахунок зекономленої суми на восьмому році експлуатації.

Разом з тим доцільність уніфікації даного позашляховика продиктована більше унікальністю його конструкції, котра забезпечує дуже високу надійність та прохідність транспортного засобу, який у комплектації з дизельним двигуном нового зразка та 5-ступінчатою КПП перетворює авто у потужний та витривалий позашляховик.

ВИСНОВКИ

В даній дипломній роботі запропоновано провести уніфікацію самоскиду УАЗ-469 шляхом встановлення сучасного двигуна та 5-ступеневої КПП.

1. Проаналізовані конструктивні особливості двигунів, що встановлюються на спеціальні автомобілі УАЗ-469.

2. Виконано розрахунок тягово-швидкісних характеристик, проведені розрахунки основних параметрів двигунів УМЗ-451;

2. Виконано розрахунок тягово-швидкісних характеристик, проведені розрахунки основних параметрів двигунів Toyota 1KZ-TE;

3. Виконано порівняльний аналіз основних технічних показників двигунів УМЗ-451 та Toyota 1KZ-TE, проведено обґрунтування необхідності та доцільності встановлення на самоскид УАЗ-469 двигуна Toyota 1KZ-TE, встановлено, що тягово-швидкісні характеристики досліджуваного транспортного засобу після уніфікації силової установки зросли на 10 %;

4. Аналізуючи отримані розрахунки та подані графіки, можемо зробити наступні висновки:

- Економія протягом першого року складе 20 044 грн.
- Протягом 10 років модернізований автомобіль дозволить досягти економії в розмірі 270 440 грн, що дає можливість встановити новий двигун за рахунок зекономленої суми на восьмому році експлуатації.

Разом з тим доцільність уніфікації даного позашляховика продиктована більше унікальністю його конструкції, котра забезпечує дуже високу надійність та прохідність транспортного засобу, який у комплектації з дизельним двигуном нового зразка та 5-ступінчатою КПП перетворює авто у потужний та витривалий позашляховик.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Фалович Н.М., Розум Р.І., Буряк М.В., Прогній П.Б, Шевчук О.С, Попович П.В., Захарчук О.П. Огляд обладнання для діагностики та ремонту двигунів внутрішнього згорання. «Вчені записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського. Серія: Технічні науки» Том 33 (72) № 5, 2022с. (прийнято до друку).
<https://journals.onmu.in.ua/index.php/journal/issue/view/13>
2. Розум Р., Буряк М., Попович П., Прогній П., Захарчук О. (2022). Методологія діагностування автомобільних дизельних двигунів. Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті, 1(18), 138-142.
<https://eforum.lntu.edu.ua/index.php/jurnal-mbf/article/view/770>
3. Пат. 151462 U Україна, МПК (2006) G01H 17/00, F02B 1/00. Спосіб діагностики автомобільних двигунів / Р. І. Розум, П. В. Попович, М. В. Буряк, В. Я. Брич, О. С. Шевчук, О. П. Захарчук, О. В. Чорна, Н. М. Фалович (Україна); заявник та патентовласник Р. І. Розум, П. В. Попович, М. В. Буряк, В. Я. Брич, О. С. Шевчук, О. П. Захарчук, О. В. Чорна, Н. М. Фалович. – № u202200406; заявл. 01.02.2022; опубл. 27.07.2022, бюл. № 30.
<https://base.uipv.org/searchINV/search.php?action=viewsearchres&page=8>
4. Розум Р.І., Корбак С.І. Двигуни: минуле і сьогодення / Тенденції та виклики сучасної аграрної науки: теорія і практика. Матеріали III Міжнародної наукової інтернет-конференції. Тези доповідей (20-22 жовтня 2021 р.). Київ, 2021. С. 312.
5. Каталог продукции двигунів cummins [Електронний ресурс] : Каталог виробляємої продукції, сайт. – Режим доступу : <https://www.cummins.com/engines/isl> . – Дата доступу 17.12.2022. – Загол. з екрана.

6. Каталог продукції двигунів cummins [Електронний ресурс] : Каталог виробляємої продукції, сайт. – Режим доступу : <https://www.cummins.com/engines/isx15> . – Дата доступу 17.12.2022. – Загол. з екрана.

7. Каталог продукції двигунів Weichai [Електронний ресурс] : Каталог виробляємої продукції, сайт. – Режим доступу : <https://www.karer.in.ua/weichai.php> . – Дата доступу 17.12.2022. – Загол. з екрана.

8. Каталог продукції автомобилей КрАЗ [Електронний ресурс] : Каталог виробляємої продукції, сайт. – Режим доступу : <http://www.autokraz.com.ua/> . – Дата доступу 17.12.2022. – Загол. з екрана.

9. Інформації щодо новин переобладнання та випуску військової техніки [Електронний ресурс] : Інформація з переобладнання військової техніки, сайт. – Режим доступу : <https://www.ukrmilitary.com/> . – Дата доступу 17.12.2022. – Загол. з екрана.

10. В. П. Волков Теорія експлуатаційних властивостей автомобіля [Текст] : підручник / В. П. Волков. - Х.: ХНАДУ, 2004. – 292с. 11. Сідашенко О. І. Ремонт машин та обладнання [Текст] : підручник / за ред. проф. О. І. Сідашенка, О.А. Науменка. – К. : Агроосвіта, 2015. – 665 с. 12.Бойчик І. М. Економіка підприємства [Текст] : підручник / І. М. Бойчик. – К. : Кондор -Видавництво, 2016. – 378 с.

11. Теоретичне дослідження паливних характеристик зерновоза КрАЗ 5401с2 з оптимізацією передаточних відношень коробки передач / А.І. Криворот, М.В. Шаповал, М.О. Скорик, М.М. Шпилька // Інноваційні аспекти систем безпеки праці, захисту інтелектуальної власності : зб. матеріалів VI Всеукр. наук.- практ. інтернет-конф. – Полтава : ПДАУ, 2021.– Вип. 6. – С. 253-257.

12. Сіран Роман, Галилуйко Андрій /Удосконалення трансмісії автомобіля УАЗ-469 в спеціальних умовах експлуатації // Маркетингові технології підприємств в сучасному науково-технічному середовищі. – Матеріали III Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції. – Тернопіль, ТНТУ, 2024. – С 147-148.