**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ “ОДЕСЬКА ПОЛІТЕХНІКА”**

### МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ З ДИСЦИПЛІНИ «ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ КОЛІСНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ»

для здобувачів за першим (бакалаврським) рівнемвищої освіти

спеціальності 133–Галузеве машинобудування

Освітня програма – «Комп’ютерне проектування та діагностика колісних транспортних засобів»

**Одеса 2022**

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ “ОДЕСЬКА ПОЛІТЕХНІКА”**

### МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ З ДИСЦИПЛІНИ “ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ КОЛІСНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ”

Для здобувачів вищої освіти за першим (бакалаврським) рівнем

спеціальності 133–Галузеве машинобудування

Освітня програма–Комп’ютерне проектування та діагностика колісних транспортних засобів

# Затверджено

на засіданні кафедри

автомобільного транспорту

Протокол №5 від 24.12.2021 р

**Одеса2022**

Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни «Експлуатаційні властивості колісних транспортних засобів», для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти / Укладачі:   
Чабан С. Г., Ковра О. В. Державний університет «Одеська політехніка». 2022. - 73 с.

Укладачі: С.Г. Чабан, канд. техн. наук, доц.

О.В.Ковра, старший викладач

### 1 Загальні рекомендації щодо оформлення та змісту курсової роботи та її розділів

Орієнтовний обсяг пояснювальної записки курсової роботи 30…40 друкованих сторінок. Текст пояснювальної записки розміщують на одному боці аркуша білого паперу. Графіки, (ілюстративний) матеріал слід виконувати на листах формату А4 та розміщувати в додатках.

Текст пояснювальної записки виконується державною мовою в друкованому вигляді на аркушах формату А4 шрифтом Times New Roman14 пунктів, міжрядковий інтервал 1,5 з розрахунку не більше 40 рядків на сторінці. Поля: зліва – 2,5 см, справа – 1 см, зверху та знизу – 1,5 см. Номер сторінки проставляється в штампі аркушу пояснювальної записки в відповідності з вимогами ЄСКД. Пояснювальна записка повинна бути оформлена в відповідності з вимогами ДСТУ 3008 – 2015– «Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлення». Під час виконання роботи необхідно дотримуватись рівномірної щільності, контрастності і чіткості зображення впродовж усієї роботи. В роботі мають бути чіткі не розпливчасті лінії, літери, цифри та інші знаки. Всі лінії, літери, цифри і знаки повинні бути однаково чорними впродовж всієї роботи.

**Завдання вибираються згідно порядкового номера здобувача в списку групи. В 2021 році завдання вибираються по варіанту 1, додаток “В”, таблиця В.1.**

### 1.2 Нумерація

Нумерацію сторінок, розділів, підрозділів, пунктів і підпунктів, таблиць, рисунків виконують арабськими цифрами без знака №. Розділи і підрозділи повинні мати заголовки. Пункти і підпункти можуть мати заголовки. Заголовки структурних елементів роботи і розділів необхідно розміщувати посередині рядка і друкувати прописними літерами без крапки в кінці. Заголовки підрозділів, пунктів і підпунктів необхідно починати з абзацу (5 знаків). Відстань між заголовком та наступним або попереднім текстом має бути не менше двох рядків. Якщо заголовок складається із двох і більше речень, їх розділяють крапками. Перенесення слів у заголовку розділу не допускається. Не можна розміщувати заголовок у нижній частині сторінки, якщо після нього залишається тільки один рядок тексту. Розділи повинні мати порядкову нумерацію в межах викладення роботи і починатися арабськими цифрами без крапки, починаючи з цифри «1». Підрозділи повинні мати порядкову нумерацію в межах кожного розділу. Номер підрозділу складається з номера розділу і порядкового номера підрозділу, відокремлених крапкою. Після номера підрозділу крапку не ставлять, наприклад, 1.1, 1.2 тощо. Пункти повинні мати порядкову нумерацію в межах кожного розділу або підрозділу. Номер пункту складається з номера розділу і порядкового номера пункту, або з номера розділу, порядкового номера підрозділу та порядкового номера пункту відокремлених крапкою. Після номера пункту, крапку не ставлять, наприклад, 1.1, 1.2, або 1.1.1, 1.1.2 тощо. Якщо текст поділяють тільки на пункти, їх слід нумерувати порядковими номерами. Номер підпункту складається з номера розділу, порядкового номера підрозділу, порядкового номера пункту і порядкового номера підпункту, відокремлених крапкою, наприклад, 1.1.1.1, 1.1.1.2, 1.1.1.3 тощо. Після номера підпункту крапку не ставлять.

### 1.3 Ілюстрації

Ілюстрації (креслення, графіки, рисунки, схеми, діаграми, фотознімки) слід розміщувати безпосередньо після тексту, де вони згадуються вперше, або на наступній сторінці. На всі ілюстрації мають бути посилання в роботі. Якщо ілюстрації створені не студентом, необхідно при поданні їх в курсовій роботі дотримуватись чинного законодавства про авторські права. Ілюстрації нумеруються арабськими цифрами порядковою нумерацією в межах розділу. Номер ілюстрації складається з номера розділу і порядкового номера ілюстрації, відокремлених крапкою, наприклад, рисунок 4.1 – перший рисунок четвертого розділу. Ілюстрації можуть мати назву, яку слід розміщувати під ілюстрацією. За необхідності під ілюстрацією розміщують пояснювальні дані (підрисунковий текст), наприклад:

«Рисунок 4.2 – Компонувальна схема КТЗ.

1 – двигун; 2 – шасі; 3 – кабіна і т.п.».

Ілюстраційний матеріал кожного додатку позначають літерами додатку і порядковим номером арабськими цифрами (наприклад, рисунок А.1).

### 1.4 Таблиці

Цифровий матеріал, як правило, оформляють у вигляді таблиць, приклад таблиці приведений на рисунку 1.

Таблицю слід розміщувати безпосередньо після тексту, в якому вона згадується вперше, або на наступній сторінці. Таблиці слід розташовувати таким чином, щоб їх можна було читати без повороту тексту, або з поворотом по часовій стрілці. На всі таблиці мають бути посилання в тексті. Нумерують таблиці арабськими цифрами порядковою нумерацією в межах розділу. Номер

Таблиця 1.1 – Час перемикання передач,с

Підзаголовки

граф

Заголовки

граф

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Характеристика коробки передач Головка | Час перемикання передач,с | |
| Бензиновий двигун | Дизельний двигун |
| Ступінчаста без синхронізатора | 1,3…1,5 | 3,0…4,0 |
| Ступінчаста із синхронізатором | 0,2…0,5 | 1,0…1,5 |
| Напівавтоматична | 0,05…0,1 | 0,5…0,8 |

Боковик (графи для заголовків) розділів)

Графи (колонки)

Рисунок 1

таблиці складається з номера розділу і порядкового номера таблиці, відокремлених крапкою, наприклад, таблиця 4.1 – перша таблиця четвертого розділу. Якщо в роботі одна таблиця, її слід нумерувати арабськими цифрами порядковою нумерацією в межах розділу. Таблиця може мати назву, яку друкують малими літерами (крім першої великої) і вміщують над таблицею. Назва має бути стислою і відбивати зміст таблиці. Слово «Таблиця» її номер та назву розміщують ліворуч над таблицею. Наприклад, «Таблиця 3.1 – Вихідні дані для розрахунку та аналізу КТЗ». Якщо горизонтальні рядки таблиці або графи виходять за межі формату сторінки, таблицю поділяють на частини, і розміщують одну частину над однією, або поруч, або переносять частину таблиці на наступну сторінку, повторюючи в кожній частині таблиці її головку і боковик. При поділі таблиці на частини допускається її головку або боковик заміняти відповідно номерами граф і рядків, нумеруючи їх арабськими цифрами у першій частині таблиці. Тоді над іншими частинами таблиці пишуть «Продовження таблиці \_\_\_» з зазначенням номера таблиці.

Заголовки граф таблиці починають з великої літери, а підзаголовки - з малої, якщо вони складають одне речення з заголовком. Підзаголовки, що мають самостійне значення, пишуть з великої літери. В кінці заголовків і підзаголовків таблиць крапки не ставлять. Заголовки і підзаголовки граф указують в однині. Допускається використовувати в таблиці шрифт на 1 – 2 пункта менше ніж шрифт основного тексту курсової роботи. Не слід включати в таблицю графу «Номер по порядку». При необхідності нумерації показників, які включені в таблицю, порядкові номера указують безпосередньо перед їхньою найменуванням.

### 1.5 Формули

Формули та рівняння розташовують безпосередньо після тексту в якому вони згадуються, посередині сторінки. Вище і нижче кожної формули або рівняння повинно бути залишено не менше одного вільного рядка. Формули і рівняння в курсовій роботі слід нумерувати порядковою нумерацією в межах розділу. Номер формули або рівняння зазначають на рівні формули або рівняння в дужках у крайньому правому положенні на рядку. Пояснення значень символів та числових коефіцієнтів, що входять в формулу слід наводити безпосередньо під формулою у тій послідовності, в якій вони наводяться в формулі чи рівнянні. Пояснення значення символу та числового коефіцієнта слід надавати з нового рядка. Перший рядок позначення починають з абзацу словом «де» без двокрапки. Наприклад, потужність опору коченню визначається за формулою:

 кВт, (1.1)

де  – повна вага КТЗ (за наявності причепа або напівпричепа враховується повна вага автопоїзда), Н;

**– максимальна швидкість КТЗ, що розраховується, м/c;

** – коефіцієнт опору кочення, що відповідає максимальній швидкості, визначається за емпіричною залежністю:



де * -*початковий коефіцієнт опору кочення (визначається із завдання на проектування).

Переносити формули та рівняння на наступний рядок допускається тільки на знаках виконуваних операцій, повторюючи знак операції на початку наступного рядка. Формули, що йдуть одна за одною й не розділені текстом, відокремлюють комою. Наприклад, поточне значення потужності та крутного моменту визначають за формулами:

 (1.2)

 (1.3)

### 1.6 Посилання

Посилання в тексті курсової роботи на опрацьовані літературні джерела слід зазначати порядковим номером по мірі появи посилань у тексті, порядковий номер виділяються двома квадратними дужками, наприклад «згідно з даними робіт [1 – 3] потужність визначається…». Не рекомендується включати до бібліографічного списку ті публікації, на які немає посилань в тексті курсової роботи і які фактично не були використані.

### 1.7 Додатки

Додатки слід оформлювати як продовження роботи на його наступних сторінках, розташовуючи додатки в порядку появи посилань на них у тексті роботи. Кожний додаток повинен починатися з нової сторінки. Додатки повинні мати спільну з рештою курсової роботи наскрізну нумерацію сторінок. Кожен додаток має починатися з нової сторінки. Додатки позначають посередині рядка прописними буквами (А, Б, В…). Наприклад «Додаток А». Далі симетрично до тексту друкується заголовок додатка.

У додаток вміщують матеріал, який є необхідним для повноти роботи, але не може бути розміщений в основній частині роботи через великий обсяг або способи відтворення. У додаток, при необхідності, можна включати допоміжний матеріал, наприклад:

- проміжні математичні доведення, формули, рівняння та розрахунки ;

- таблиці додаткових інформаційних даних, роздруків ЕОМ;

- опис нових програм, які використовувались в курсовій роботі;

- протоколи випробувань, впроваджень у виробництво чи в методики

розрахунків;

- специфікації складальних одиниць;

- ілюстрації допоміжного характеру.

### 2 Структура пояснювальної записки курсової роботи

Загальними вимогами до змісту курсової роботи являються: точне, логічне та об’єктивне викладення матеріалу, яке підтверджується посиланнями на джерела інформації, коротке і обґрунтоване формулювання висновків.

Структура курсової роботи включає наступні елементи:

* титульний лист (додаток А) ;
* завдання на виконання курсово роботи (додаток Б);
* анотація українською мовою;
* зміст;
* вступ;
* розділи які розкривають зміст роботи ;
* загальні висновки;
* перелік використаних літературних джерел;
* додатки.

Анотація обсягом до 500 знаків виконується державною мовою, та стисло відображає загальну характеристику та основний зміст курсової роботи. Титульний лист, завдання на курсову та анотація не нумеруються. Нумерація сторінок в пояснювальній записці починається з четвертої сторінки.

У вступі приводиться загальна характеристика роботи, розкриваються цілі та задачі роботи, оцінка сучасного стану розроблюваної теми на основі аналізу вітчизняної та зарубіжної науково – технічної літератури та патентного пошуку із зазначенням практично вирішених задач, існуючих проблем за темою курсової роботи.

Основна частина курсової роботи за темами проектувального тягово – динамічного розрахунку, як правило, містити:

1 Обгрунтування теми курсової роботи

* 1. Призначення КТЗ що розробляється. Умови експлуатації в яких передбачається використання даного автомобіля
  2. Коротка характеристика та аналіз існуючих конструкцій автомобілів - прототипів

1. Визначення основних параметрів КТЗ, що розробляється в роботі

2.1Вимоги ЄЕК ООН до конструкції КТЗ, аналіз компонувальних та кінематичних схем КТЗ аналогічного класу

* 1. Визначення вагових параметрів КТЗ
  2. Визначення розмірних параметрів КТЗ

1. Тягово-динамічний розрахунок КТЗ
2. Підготовка початкових даних для розрахунку та аналізу
   1. Визначення потрібної потужності двигуна. Вибір кутових швидкостей обертання колінчастого валу двигуна
   2. Розрахунок, побудова та аналіз зовнішньої швидкісної характеристики двигуна
   3. Визначення передавальних чисел трансмісії
   4. Розрахунок і побудова динамічної характеристики КТЗ
   5. Аналіз тягово-швидкісних властивостей КТЗ
   6. Розрахунок і побудова графіка прискорення КТЗ
   7. Розрахунок і побудова графіка часу розгону КТЗ
   8. Розрахунок і побудова графіка шляху розгону КТЗ
   9. Розрахунок, побудова та аналіз графіка потужного балансу КТЗ. Висновки та рекомендації щодо розроблюваного КТЗ

### 4 Основні розділи курсової роботи

### 4.1 Обґрунтування теми курсової роботи

**4.1.1** Призначення КТЗ, що проектується. Умови експлуатації, в яких передбачається використання даного транспортного засобу.

На умови експлуатації КТЗ значний вплив мають ряд чинників, основними з яких є транспортні, дорожні, кліматичні та навантажувальні. Правильне визначення цих чинників лежить в основі вибору основних характеристик та конструкцій КТЗ.

***Транспортні умови*** передбачають вид, обсяг перевезень вантажів, умови навантаження та розвантаження, організацію перевезень, умови обслуговування, ремонту та зберігання рухомого складу, а також визначають вибір типу та конструкції автомобілів. Серед різноманітних видів вантажів більш масовими є будівельні, сільськогосподарські, промислові та спеціалізовані. Слід враховувати також, що номенклатура основних видів вантажів нараховує більше п'яти сотень найменувань, а вантажі розподіляються залежно від об'ємної маси на п'ять класів, які вимагають різноманітних КТЗ для ефективного їхнього використання.

Практика автомобільних перевезень показує, що більш високі техніко-економічні показники досягаються при масових перевезеннях вантажів з використанням автомобілів та автопоїздів великої вантажопідйомності.

Оскільки показники використання автомобілів значною мірою залежать від відстані та виду вантажів, до конструкції автомобіля ставляться відповідні вимоги. Для місцевих перевезень використовують автомобілі загального призначення, а також різноманітні спеціалізовані КТЗ.

Правильна організація перевезень і використання контейнерів та піддонів може значно скоротити простої автомобілів у пунктах навантажування та розвантажування за рахунок механізації навантажувально-розвантажувальних робіт, зменшується час доставки вантажів, а також вартість перевезень, зменшується використання тари та упаковки.

При місцевих перевезеннях, як правило, швидкість руху не дуже впливає на продуктивність транспортної роботи, тому що збільшення швидкості руху автомобілів неможливо через значну кількість перешкод. Основними вимогами до автомобілів для місцевих перевезень є маневреність та пристосованість до навантажувально-розвантажувальних операцій. Автомобілі для місцевих перевезень мають меншу питому потужність, не потребують кабіни зі спальним місцем та інших умов комфорту, що необхідні для дальніх поїздок. Місцеві перевезення виконуються на відстань до 50 км.

Для міжміських перевезень автомобілі, як правило, мають кабіну, обладнану спальним місцем, що надає максимум зручностей для праці і відпочинку водіїв, які довгий час знаходяться в дорозі.

Найбільш ефективним засобом підвищення продуктивності транспортних робіт і зменшення собівартості магістральних перевезень є використання автопоїздів великої вантажопідйомності, що можуть здійснювати регулярні міжміські перевезення великої кількості вантажів. На продуктивність таких перевезень великий вплив має швидкість руху автомобілів. Для збільшення швидкості руху необхідно використання більш потужних двигунів. Дальність міжміських перевезень становить 700 - 800 км, а у деяких випадках – до 1,5 - 2,0 тис. км.

***Дорожні умови*** є одними з найважливіших чинників, що впливають на техніко-економічні показники роботи автомобільного транспорту, на технічні характеристики і конструкцію автомобілів. Експлуатаційні показники доріг характеризуються розрахунковою швидкістю транспортних засобів, ступенем безпеки руху, допустимим навантаженням на вісь, максимальною пропускною здатністю, зчепленням коліс з дорожнім покриттям, поздовжнім профілем і профілем в плані. Дороги за технічною характеристикою відповідно до діючої класифікації, за основу якої прийнята розрахункова швидкість руху, що забезпечується дорогою, поділяються на п'ять категорій. Залежно від міцності покриття дороги загального призначення допускають навантаження на одну вісь до 100 кН (дороги І - IV категорій) та до 60 кН (дороги V категорії).

Залежно від типу покриття та його стану на поверхні дороги є різні нерівності, що значно впливають на опір коченню коліс, на їхні зчіпні властивості, а також на плавність руху. Мікропрофіль дороги звичайно розглядають як центровану випадкову функцію. Вважають, що імовірність розподілу ординат мікропрофілю близька до нормального закону, тому основною характеристикою нерівностей дороги є середня квадратична величина. Середнє квадратичне значення ординат нерівностей для різних покриттів знаходиться в межах [2]:

* + цементобетонне та асфальтобетонне – 0,45…1,4;
  + бруківка:

у задовільному стані – 1,35…2,3

з виступами та западинами – 2,5…3,3;

* + гравійне покриття:

мало зношене – до 1,0

зношене – 1,0…2,0

сильно зношене – 2,0…3,0

розбите – більше 3,0.

При русі КТЗ по нерівних дорогах витрачається додаткова енергія через удари коліс по нерівностях, що значною мірою впливає на зношення деталей та вузлів автомобілів, а це у свою чергу збільшує обсяг робіт з технічного обслуговування та поточного ремонту, скорочуються міжремонтні пробіги автомобілів. Дорожні випробування автомобілів показали, що при русі по дорогах з нерівним покриттям витрата палива на 25 - 30 % більше, ніж при русі по дорогах з удосконаленим дорожнім покриттям.

Допустима швидкість руху КТЗ по дорогах нижчих категорій визначається станом дорожнього покриття і обмежується, в основному, величиною вертикальних прискорень. Тому, швидкість руху по нерівних дорогах залежить більшою мірою від удосконалення конструкції підвіски, а по дорогах гарної якості – від потужності двигуна, стійкості, керованості та гальмівних властивостей транспортного засобу.

Швидкість руху залежить також від видимості на дорозі, ширини проїжджої частини, радіусів заокруглень дороги, підйомів і спусків.

Таким чином, стан дороги визначає продуктивність, довговічність, економічність і собівартість автомобільних перевезень.

***Від кліматичних умов*** значною мірою залежить стан покриття доріг (вологий, засніжений, обледенілий) та видимість на дорозі (дощ, снігопад, туман). Температура навколишнього середовища впливає на тепловий режим двигуна і на умови роботи агрегатів автомобіля, що визначає швидкісні показники та економічність роботи автомобільного транспорту.

Територія України належить до помірної кліматичної зони з мінімальною температурою повітря взимку до –20…–300С і максимальною температурою влітку до +30…+400С. Для роботи у помірній зоні автомобілі розробляються у стандартному виконанні. Для роботи у північній кліматичній зоні автомобілі обладнують пристроями для полегшення пуску двигуна, для обігріву кабіни і кузова, акумуляторних батарей і паливних баків; необхідно використовувати мастила і паливо зимових (арктичних) сортів, морозостійкі матеріали, особливо гумовотехнічні вироби.

Автомобілі для південної кліматичної зони, яка характеризується короткою зимою та високою температурою влітку (до +45…+500С) і малою вологістю повітря, повинні бути оснащені більш ефективною системою охолодження двигуна, ефективною системою очищення повітря від пилу, пристроєм для кондиціонування повітря, спеціальними стійкими до підвищеної температури гумовотехнічними виробами та іншими спеціальними пристроями.

4.1.2 Аналіз існуючих конструкцій автомобілів-прототипів, їхня коротка характеристика

У цьому розділі курсової роботи слід проаналізувати компонувальні схеми, призначення, основні технічні параметри існуючих вітчизняних та закордонних автомобілів, які є автомобілями-прототипами щодо автомобіля, який проектується. Основні параметри автомобіля аналогічного класу рекомендується представити у вигляді таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Основні параметри автомобілів( КТЗ)аналогічного класу

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Найменування параметрів і показників | Одиниці виміру | Марка КТЗ | | |
|  |  |  |
| Колісна формула |  |  |  |  |
| Вантажопідйомність | кг |  |  |  |
| Порожня маса  Розподіл порожньої маси:  -  на передню вісь;  - на задню вісь | кг  кг  кг |  |  |  |
| Повна маса  Розподіл повної маси:  - на передню вісь;  - на задню вісь | кг  кг  кг |  |  |  |
| Максимальна швидкість | м/с |  |  |  |
| Час розгону до швидкості 60 км/г або 100 км/г | с |  |  |  |
| Максимальний підйом, який долає КТЗ | % |  |  |  |
| Контрольна витрата палива при заданих умовах або в їздових циклах | л/100 км |  |  |  |
| Характеристика коробки передач |  |  |  |  |
| Характеристика головної передачі |  |  |  |  |
| Характеристика двигуна:  - максимальна потужність при кутовій швидкості обертання колінчастого вала;  - максимальний крутний момент при кутовій швидкості обертання колінчастого валу | кВт/рад/с  Н∙м/рад/с |  |  |  |
| Позначення шин |  |  |  |  |

### 4.2 Визначення основних параметрів колісних транспортних засобів

### 4.2.1 Вимоги ЄЕК ООН до конструкції КТЗ

До КТЗ, що проектуються, ставляться такі вимоги:

- оптимальне поєднання швидкісних і тягових характеристик;

- міцність, висока зносостійкість матеріалу і простота конструкції;

- мінімальна власна маса;

- мінімальна вартість;

- простота обслуговування;

- низький рівень звукового тиску і вібрації в кабіні і кузові машини;

- можливість експлуатації в різних кліматичних умовах;

- максимальна швидкість руху по шосе 90-110 км/год;

- мінімальна швидкість 4-5 км/год;

- зовнішній габаритний радіус повороту не більше 9,3 м;

- максимальний підйом, який долає автомобіль при повному завантаженні повинен бути не менше 16 %;

- нижня межа максимальної швидкості не менше 75 км/год;

- наявність робочої, запасної і стоянкової гальмових систем.

- мінімальна витрата палива, масла, мастильних матеріалів, антифризу, гальмової рідини;

- забезпечення збереження вантажів при русі або транспортуванні КТЗ;

- наявність буксирних пристосувань.

Бортові тягачі так само мають відповідати ряду загальних вимог, серед яких:

- транспортабельність – можливість перевезення автомобіля різними видами наземного, водного і повітряного транспорту;

- рухливість – забезпечується високими тягово-швидкісними властивостями автомобіля;

- надійність – збереження якості функціонування автомобіля в часі.

Крім перерахованого вище, конструкція КТЗ має відповідати нормативним документам щодо безпеки автомобілів [6].

### 4.3 Аналіз компонувальних схем автомобілів

Для сучасних КТЗ (автомобілів) затвердилися компонувальні схеми, які представлені в таблиці 4.2, та розглянуті характерні особливості представлених компонувальних схем автомобілів.

Таблиця 4.2 – Компонувальні схеми КТЗ

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Схема | | Умовне позначення та описання схеми |
| 1 | | 2 |
| КТЗ категорії М (Легкові автомобілі) | | |
|  | 1 Двигун попереду, ведучі колеса – задні (класична схема) | |
|  | 2 Двигун попереду, ведучі колеса – передні. Вісь двигуна може розташовуватись: вздовж або поперек поздовжньої осі автомобіля, попереду, або над віссю передніх коліс. | |
|  | 3Двигун позаду, ведучі колеса – задні. Двигун може бути встановлений вздовж або поперек автомобіля, позаду або над віссю задніх коліс. | |

Продовження таблиці 4,2

|  |  |
| --- | --- |
|  | 4 Двигун попереду, ведучі колеса – передні та задні (повний привід). |
| КТЗ категорії М (Автобуси) | |
|  | 5.Двигун попереду переднього моста, поздовжнє розташування двигуна, ведучі колеса передні. |
|  | 6 Двигун попереду переднього моста. поперечне розташування двигуна, ведучі колеса передні |
|  | 7 Двигун попереду переднього моста, поздовжнє розташування двигуна, ведучі колеса задні. |

|  |  |
| --- | --- |
|  | 8 Двигун над віссю переднього моста, поздовжнє розташування двигуна, ведучі колеса задні. |
|  | 9 Двигун за віссю заднього моста, поздовжнє розташування двигуна, ведучі колеса задні. |

Закінчення таблиці 4.2

|  |  |
| --- | --- |
|  | 10 Двигун за віссю заднього моста, поперечне розташування двигуна, ведучі колеса задні. |
|  | 11 Двигун розміщається між передньою та задньою осями, поздовжнє розташування двигуна, ведучі колеса задні. |
| КТЗ категорії N(Вантажні автомобілі) | |
|  | 12Двигун над віссю передніх коліс, кабіна за двигуном, ведучі колеса задні. |
|  | 13 Двигун над віссю передніх коліс, кабіна над двигуном, ведучі колеса задні. |
|  | 14 Двигун над віссю передніх коліс, кабіна перед двигуном, ведучі колеса задні. |
|  | 15 Двигун за віссю передніх коліс, кабіна перед двигуном, ведучі колеса задні. |

**КТЗ категорії М, легкові автомобілі. *Схема 1.*** Двигун попереду, ведучі колеса – задні (класична схема). Для КТЗ, які виконані за такою схемою, характерною є відносно велика габаритна довжина, а при використанні двигунів з великим робочим обє'мом, які не можуть бути встановлені попереду осі передніх коліс, також і велика база. Споряджена маса КТЗ більша, ніж у КТЗ з іншими компонувальними схемами. Це обумовлено наявністю карданної передачі і тунелю у підлозі для неї, а також більшою габаритною довжиною. Розподіл маси між передніми та задніми колесами при повному навантаженні 48/52 % дозволяє забезпечити нейтральну або невелику недостатню повертальність, а також стабільну курсову стійкість. Найбільш повно можна використовувати ці властивості при нерозрізній балці заднього мосту. При цьому крен підресорної частини не супроводжується зміною положення коліс відносно опорної поверхні, а висота центра крену практично не змінюється. Оскільки на задні колеса припадає відносно велике навантаження, автомобіль достатньо добре долає підйоми та слизькі ділянки дороги. Однак, на таких автомобілях при гальмуванні можливе виникнути блокування задніх коліс, що призводить до заносу і перекиданню автомобіля. Блокування коліс може бути усунено регуляторами гальмових сил або використанням протиблокувальних систем.

Перевагами такого компонування є гарний доступ до двигуна під час його технічного обслуговування або ремонту, а також можна збільшити об'єм багажника.

Недоліком схеми є обов'язкова наявність тунелю у підлозі салону для карданної передачі, відносно більша довжина автомобіля.

***Схема 2.***Двигун попереду, ведучі колеса – передні. Двигун може бути встановлений вздовж або поперек поздовжньої осі автомобіля.

Переваги цієї компонувальної схеми особливо чітко виявляються при поперечному розташуванні двигуна (невеликого робочого об'єму) попереду ведучих коліс. Це дозволяє скоротити базу автомобіля приблизно на 10% та зменшити споряджену масу автомобіля приблизно на 8 % порівняно з класичною схемою. Двигун, коробка передач і головна передача за такою схемою складають єдиний компактний агрегат, що легко замінюється при ремонті. Це також зручно у виробництві таких агрегатів. Затрати, пов'язані з виготовленням чотирьох карданних шарнірів у приводі передніх коліс, частково компенсуються відсутністю конічної або гепоїдної головної передачі, яка замінюється на простішу пару з циліндричними зубчатими колесами. Розподіл маси між передніми і задніми колесами становить 60/40%, що забезпечує автомобілю недостатню повертальність та добру курсову стійкість при різноманітних навантаженнях. Однак при русі автомобіля по слизькій дорозі, особливо на підйомах, сила тяги на ведучих колесах може стати рівною силі зчеплення, внаслідок чого автомобіль втрачає керованість і прохідність. У результаті меншого навантаження на задні колеса при гальмуванні можливе блокування задніх коліс і занос автомобіля. Для виключення цього обов'язково необхідно встановлювати на задні гальмівні механізми регулятори тиску або протиблокувальну систему. Занос автомобіля може виникати також під час дуже ефективного гальмування двигуном.

Недоліком схеми, особливо при поперечному розташуванні двигуна, є недостатній доступ до двигуна при його обслуговуванні.

Великою перевагою схеми є відсутність тунелю у підлозі салону і можливість створення повноцінних модифікацій кузовів типу універсал і фургон. Тому що задні колеса недовантажені, можна збільшити масу вантажу багажника, а його об'єм обмежується тільки заднім звісом.

***Схема 3.***  Двигун розмішений позаду, ведучі колеса – задні. Двигун може бути встановлений вздовж або поперек автомобіля, позаду або над віссю задніх коліс.

За такою схемою двигун частіше розташований вздовж автомобіля, за віссю задніх коліс. Це дає змогу мати приблизно такий же задній звіс, як і при схемі 2, а також забезпечує добрий доступ до двигуна для його обслуговування і ремонту. При такому компонуванні обов'язково встановлення незалежної підвіски задніх коліс. Двигун, коробка передач і головна передача створюють єдиний компактний агрегат. Розподіл маси між передніми і задніми колесами при повному навантаженні складає 42/58 %, що призводить до перевантаження задніх коліс. При цьому автомобіль може мати надмірну повертальність і недостатню курсову стійкість.

Перевагою схеми є те, що велике навантаження на задні колеса обумовлює здатність автомобіля легко долати підйоми та слизькі ділянки дороги.

Недоліками такої схеми є довгі комунікації, тяги та ланцюги керування, а також наявність тунелю у підлозі салону для їхнього розміщення; недостатній обігрів вітрового скла; підвищений рівень шуму в салоні; неможливість створення повноцінних кузовів типу універсал і фургон із задніми дверима. При звичайній довжині переднього звісу об'єм багажника, який розташований між великими кожухами передніх коліс, не може бути достатньо великим. Розташування двигуна позаду не забезпечує захист водія і пасажирів при аварійних зіткненнях автомобілів.

Можлива галузь застосування такого компонування – автомобілі особливо малого класу, які мають порівняно невеликі швидкості руху і двигуни невеликого робочого об'єму.

Аналіз компонувальних схем сучасних легкових автомобілів показує, що найбільше розповсюдження має компонувальна схема з переднім розташуванням двигуна і приводом на передні колеса. Ця схема витісняє компонувальну схему із задніми ведучими колесами і переднім розташуванням двигуна, а особливо із заднім розташуванням двигуна, і знаходить застосування в автомобілях середнього, а також великого класу.

***Схема 4.*** Двигун розміщений попереду, ведучі колеса передні та задні (повний привід). Як правило, на легкових автомобілях використовується диференційний привід переднього та заднього мостів. Для підвищення прохідності в таких автомобілях передбачається блокування міжосьового диференціалу. Повний привід коліс забезпечує повне використання зчіпної ваги, особливо при обладнанні автомобілів двигуном великої потужності. Автомобілі такої компоновки володіють доброю керованістю, стійкістю та приємістистю.

При такій компонувальній схемі на легкових автомобілях підвищеної потужності використовується бездиференціальний привід мостів. В роздавальних коробках встановлюються понижувальні передачі, що дає змогу значно збільшувати максимальні тягові зусилля на ведучих колесах. Але, для виключення циркуляції потужності при швидкостях більших ніж 30 км/ч необхідно вимикати привід одного моста, як правило переднього. Така схема в теперішній час використовується рідко, на автомобілях з двигунами невеликої потужності.

**КТЗ категорії М, автобуси. *Схема 5.*** Двигун попереду переднього моста, поздовжне розташування двигуна, ведучі колеса передні. Перевагами такої компоновки являється простота управління двигуном і коробкою передач, добрий доступ до двигуна для обслуговування та ремонту, просте розміщення радіатора системи охолодження, зручність установки і зняття двигуна, забезпечення ефективного охолодження двигуна, більша площа задньої частини салону для стоячих пасажирів, можливість розміщення багажника ззаду, і з боків.

Недоліками такої компоновки являється складність виконання підлоги на низькому рівні, погіршена оглядовість з місця водія, недостатня ізоляція салону від двигуна, небезпечність загазованості салону і кабіни водія.

***Схема 6.***Двигун попереду переднього моста, поперечне розташування двигуна, ведучі колеса передні. Перевагами цієї компоновки порівняно зі схемою 5 являється компактніше розташування двигуна з коробкою передач та головною передачею, покращення оглядовості водія та збільшення корисної площі автобуса при тих самих габаритних розмірах, що і в схемі 5. Така компоновка забезпечує добру статичну керованість і стійкість та можливість зниження рівня пасажирського салону.

Недоліками такої компоновки являється складність виконання підлоги на низькому рівні, недостатня ізоляція салону від двигуна, небезпечність загазованості салону і кабіни водія.  При недостатньому зчепленні коліс з опорною поверхнею можливе блокування задніх коліс і занос автобуса, що вимагає обов’язкове регулювання гальмівних сил на колесах автобуса.

В автобусах, виготовлених за схемами 5 і 6, у навантаженому стані на передні колеса припадає 27 ... 30 % маси. Це є оптимальним навантаженням при русі по дорогах у задовільному стані, а також позитивним є те, що без навантаження на задні колеса автомобіля припадає більше 50 % маси.

***Схема7.***Двигун попереду переднього моста, подовжнє розташування двигуна, ведучі колеса задні. Така компоновка забезпечує збільшення навантаження на задній міст порівняно зі схемами 5 та 6, більш легкий доступ до двигуна та його вузлів при ремонті та обслуговуванні. Таке розташування двигуна приймається як правило при капотній компоновці автобуса. Така компоновка дає можливість розміщувати багажні відділення з боків та в задній частині автобуса.

Недоліками такої компоновки являється складність виконання підлоги на низькому рівні, збільшення коефіцієнта опору повітряного середовища порівняно з вагонною компоновкою та збільшення габаритних розмірів при однаковій пасажиромісткості. Можливість вібрацій в результаті використання багатоланкової трансмісії.

***Схема 8.*** Двигун над віссю переднього моста, подовжнє розташування двигуна, ведучі колеса задні. При такій схемі більш раціонально використовується площа пасажирського салону, автобус виконується більш компактним порівняно зі схемами 6 і 7.

Недоліками такої компоновки являється збільшення висоти підлоги автобуса, наявність карданної передачі великої довжини та можливість загазованості салону і кабіни водія при недостатній ізоляції моторного відділення автобусу.

***Схеми 9, 10.*** Перевагами таких компоновок являється можливість зниження рівня підлоги та створення більш об’ємних багажних відділень, ізоляція двигуна від салону та добрий доступ до двигуна для обслуговування та ремонту, мінімальні шум та вібрація, можливість раціонального планування пасажирського салону, створення більш комфортних умов для водія.

Недоліками такої компоновки являється складність керування силовим агрегатом, та труднощі з розташуванням радіатора системи охолодження двигуна.

***Схема 11*.**  Основними перевагами автобуса з розташуванням двигуна в межах бази є хороший розподіл маси по осях, можливість використання стандартного заднього моста.

Недоліками є складність обслуговування двигуна; складність управління двигуном, зчепленням і коробкою передач; необхідність застосування двигунів з горизонтальним розташуванням циліндрів.

**КТЗ категорії N, вантажні автомобілі. *Схема 12.*** Двигун над віссю передніх коліс, кабіна за двигуном. Автомобілі, які виготовлені за такою схемою, відзначаються великою базою і габаритною довжиною, обмеженою оглядовістю, але такі автомобілі мають добру доступність до двигуна для обслуговування і ремонту, а також зручність для водія щодо входу і виходу з кабіни.

***Схема 13.*** Двигун над віссю передніх коліс, кабіна наддвинута на двигун. Ця схема дозволяє дещо зменшити базу і габаритну довжину (на 200…400 мм), однак колісні ніші та двигун, що виступають за площину перегородки моторного відсіку, зменшують об'єм в зоні розміщення педалей управління, чим ускладнюють їхнє компонування, а тому необхідно піднімати підлогу кабіни.

Недоліками автомобілів, що виготовлені за такою схемою, є недостатній доступ до задньої частини двигуна, мала ширина дверей кабіни, підвищений рівень шуму, нагрів перегородки моторного відсіку.

***Схема 14.*** Двигун над віссю передніх коліс, кабіна перед двигуном. Таке компонування дозволяє отримати мінімальну базу та габаритну довжину.

Недоліки даної схеми: велика висота підлоги кабіни та незручний вхід і вихід з кабіни; наявність кожуха над двигуном, що зменшує "життєвий простір" кабіни, а також недостатній доступ до двигуна через капот; крім того в кабіну можуть проникати відпрацьовані гази. Тому замість підйомного капота іноді роблять кабіну, яка відкидається вперед, а це приводить до ускладнення приводів керування та комунікацій.

***Схема15.*** Двигун позаду передніх коліс, кабіна перед двигуном. Ця схема дає змогу отримати проміжні значення бази і габаритної довжини. Сидіння розміщуються над колісними нішами, що надає схемі таких переваг: проміжні значення висоти підлоги кабіни, добра передня оглядовість, зручність входу і виходу з кабіни, рівна підлога кабіни. В автомобілях, виготовлених за такою схемою, у підлозі кабіни роблять люк, або кабіну – відкидною. Для доброго доступу до двигуна під час його обслуговування і ремонту рекомендується використовувати двигуни з горизонтальним або опозитним розташуванням циліндрів двигуна.

На автомобілях, виготовлених за схемами *14* і *15*, у навантаженому стані на передні колеса припадає 33 … 35 % маси, що добре для руху автомобіля по дорогах з твердим покриттям, а без навантаження на задні колеса припадає менше 50 % маси, що зовсім неприпустимо для руху по бездоріжжю. Недоліком таких схем є також те, що сидіння водіїв розміщені далеко від зони комфортабельності, внаслідок чого екіпаж знаходиться в зоні великих вертикальних прискорень при поздовжніх коливаннях автомобіля. Порівняно з автомобілями, виготовленими за схемами *12* і *13*, автомобілі зі схемою компонування *14* і *15* мають меншу базу на 900 … 1000 мм і габаритну довжину меншу на 700 … 1000 мм. Це забезпечує високу маневреність і мінімальну площу для стоянки автомобіля. Споряджена маса автомобіля менше на 100 … 150 кг.

При розробці компонувальної схеми автомобіля слід проаналізувати існуючі схеми та схеми автомобілів-прототипів і розробити компонувальну схему автомобіля, що проектується (додаток А).

### 4.4 Визначення вагових параметрів автомобіля

Повна маса КТЗ визначається за формулами:

* + вантажні автомобілі

 (4,1)

* + легкові автомобілі

 (4.2)

* + автобуси для міських перевезень

 (4.3)

* + автобуси для міжміських перевезень

, (4.4)

де – повна маса, що дорівнює масі порожнього КТЗ, масі вантажу, пасажирів та багажу;

****– маса порожнього КТЗ (маса КТЗ із заправленими ємностями і необхідним спорядженням без водія і пасажирів (спорядженого КТЗ) та маса водія або 75 кг вантажу на сидінні водія);

 – маса вантажу;

– маса одного пасажира  = 75 кг;

 – кількість місць для сидіння пасажирів;

 – кількість місць для проїзду для стоячих пасажирів;

 – маса багажу.

Кількість місць для проїзду стоячих пасажирів в автобусах міського типу визначається по площі, в межах якої можливе їх розміщення. У нормальних умовах передбачається розміщення на одному квадратному метрі площі, вільної від сидінь, до 5 осіб, а в години "пік" – до 8 осіб. В кількість місць для сидіння в легкових автомобілях враховується місце водія.

Масу багажу водія та пасажирів вантажних автомобілів і міських автобусів приймають дорівнюючою 5 кг, міжміських автобусів – 15 кг, легкових автомобілів – 10 кг на одну особу.

Споряджена маса легкових автомобілів залежить від класу та групи [4]. У таблиці 4.4 наведений робочий об'єм двигуна (), а також маса відповідно до типажу. Робочий об'єм двигуна є основним параметром, що визначає належність автомобіля до відповідного класу або групи.

Споряджена маса автобуса залежить від його номінальної пасажиромісткості. Споряджену масу можна визначити за питомою спорядженою масою, тобто за масою автобуса, яка припадає на одного пасажира. На рисунку 4.1 наведена залежність цієї маси від номінальної місткості міських та приміських автобусів. Номінальна місткість приймається за нормальними умовами (не в години "пік"). Криві на рисунку 4.1 відповідають найменшим і найбільшим масам.

Повна маса вантажного автомобіля може бути визначена за статистичними даними, враховуючи коефіцієнт вантажопідйомності , який являє собою відношення маси вантажу до повної маси автомобіля, тобто

. (4.5)

На рисунку 4.2 показана залежність цього коефіцієнта від повної маси бортових неповнопривідних та повнопривідних автомобілів і сідельних автопоїздів.

Таблиця 4.4 – Залежність сухої маси та спорядження від класу автомобіля

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Клас автомобіля | Група | Робочий об'єм двигуна, л | Суха маса, кг | Маса спорядження, кг |
| І – особливо малий | 1  2 | До 0,849  0,85…1,099 | До 649  650…799 | 30…50  50…65 |
| ІІ – малий | 1  2  3 | 1,1…1,299  1,3…1,499  1,5…1,799 | 800…899  900…1049  1050…1149 | 65…90 |
| ІІІ – середній | 1  2 | 1,8…2,499  2,5…3,499 | 1150…1209  1300…1499 | 90…110 |
| ІV – великий | 1  2 | 3,5…4,949  понад 6 | 1500…1900  не регламент. | 110…120 |

Для автомобілів-самоскидів залежність  від повної маси приведена на рисунку 4.3.

Залежності, що наведені на рисунках 4.1 – 4.3, характеризують існуючий рівень автомобілебудування. Слід враховувати, що покращення експлуатаційних властивостей матеріалів, що використовуються в автомобілебудуванні, та технології виготовлення автомобілів будуть збільшувати коефіцієнт вантажопідйомності.

Розподілення ваги вантажних автомобілів по мостах обумовлюється доцільністю повного використання вантажопідйомності шин, а також необхідністю дотримання норм, встановлених для України Угодою країн СНД [5]. При розподіленні ваги вантажних автомобілів по мостах слід враховувати, що збільшення навантаження на ведучу вісь приводить до збільшення зчіпної ваги і покращує його прохідність. Прохідність автомобіля визначається коефіцієнтом зчіпної ваги :  (4.6)

де  – вага, що припадає на ведучу вісь (ведучі осі);

– повна вага автомобіля.

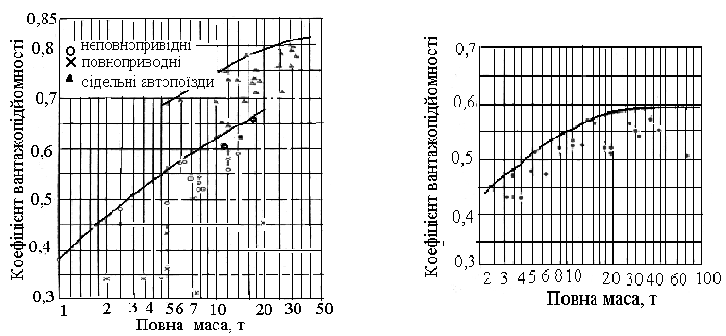
Вага, що припадає на ведучу вісь, колеса, якої мають здвоєні шини, звичайно приймається в межах 67…75 % від повної ваги автомобіля.

Розподілення ваги легкових автомобілів на осі залежить від компонувальної схеми. При передньому розташуванні двигуна і задньому ведучому мосту на задній міст припадає 52…55 % повної ваги автомобіля. При передньому розташуванні двигуна та передньому ведучому мосту на ведучий міст припадає 55…67 %, а при задньому розташуванні двигуна та задньому ведучому мосту – 55…70 %.

Вагові параметри автомобіля, що проектується, та автомобілів аналогічного класу пропонується навести у вигляді таблиці 4.5



Рисунок 4.1 - Залежність питомої спорядженої маси автобусів від їхньої пасажиромісткості



|  |  |
| --- | --- |
| Рисунок 4.2 – Залежність коефіцієнта вантажопідйомності від повної маси | Рисунок 4.3 – Залежність коефіцієнта вантажопідйомності бортових автомобілів від повної маси автомобілів–самоскидів і автопоїздів |

Таблиця 4.5 – Вагові параметри автомобілів

| Параметри КТЗ | Умов. познач | Один. виміру | КТЗ, що проекту-ється | Прототип (марка) | Прототип (марка) |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1. Маса вантажу (для вантажних автомобілів) | Мв | кг |  |  |  |
| 2.Кількість пасажирських місць:  - сидячих  - всього  (для автобусів) | n  n+ к | місць  місць |  |  |  |
| 3. Споряджена маса | М0 | кг |  |  |  |
| 4. Порожня маса | Мп | кг |  |  |  |
| 4. Повна маса | Ма | кг |  |  |  |
| 5. Коефіцієнт вантажопідйомності (для вантажних АТЗ) | Кв |  |  |  |  |
| 6. Літраж двигуна  (для легкових автомоб.) | Vh | л |  |  |  |
| 7. Питома споряджена маса (для автобусів) | МПИТ | кг/пас |  |  |  |
| 8. Коефіцієнт зчіпної ваги | Кφ |  |  |  |  |

### 4.4 Визначення розмірних і геометричних параметрів КТЗ

Експлуатаційні властивості КТЗ значною мірою залежать від основних параметрів компонування: бази, переднього і заднього звісів, розподілу маси по осях, радіусів поздовжньої і поперечної прохідності та інших параметрів, що, у свою чергу, пов'язані з компонувальною схемою.

При визначенні розмірних і геометричних параметрів слід проаналізувати ці параметри існуючих КТЗ і обґрунтувати їхній вибір для КТЗ, що проектується.

При розробці вантажних автомобілів важливим конструктивним параметром є компонувальна відстань від передньої осі до задньої стінки кабіни *L*К [3].

Розглянемо компонування двовісного автомобіля (рисунок 4.4). При виборі параметрів автомобіля слід враховувати діючі законодавчі обмеження. Мінімальне положення нижньої частини буферу обмежується рекомендаціями СЕВ, згідно з якими мінімальний кут в'їзду βmin = 250, а мінімальна висота буферу Hб min = 600 мм. Довжина кабіни визначається конструкцією кабіни. За розмірами кабіни визначається відстань *L*К від передньої осі до задньої стінки кабіни. Крім того, задається мінімальний зазор Δ між стінкою кабіни і переднім бортом платформи. Довжину бортової платформи *L*П визначають, орієнтуючись на вантажопідйомність і види вантажів, які будуть перевозитись.

Графічна залежність компонувальних параметрів *L*К, *L*П, *L*, зображених на рисунку 4.4, наведена на прикладі автомобілів, що мають *L*К = 190 мм (кабіна без спальних місць), *L*К = 640 мм (кабіна зі спальними місцями) і Δ = 100 мм.

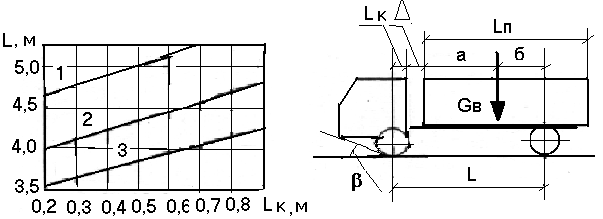


Рисунок 4.4 - Залежність колісної бази L від довжини платформи LП  
або розміру LК для дво- і тривісних автомобілів:

***1*** – 4 х 2, Lп = 6,5 м; ***2*** – 4 х 2, Lп = 5,5 м; 6х4, Lп = 6,5 м;  
***3*** – 6 х 4, Lп = 5,5 м

Параметри автомобілів такі: для автомобілів колісної формули 4 х 2 – *М1В* = 6 т,*МВ* = 8,5 т, *М1С* = 4,0 т; для автомобілів колісної формули 6 х 4 – *М1В* = 6 т, *МВ* = 14,5 т, *М1С* = 4,3 т. Залежність колісної бази від відстані *L*К показана на рисунку 4.5. Ці графіки доводять, що колісна база значною мірою залежить від відстані *L*К.

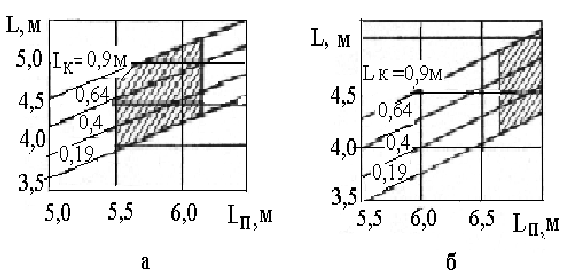


Рисунок 4.5 - Залежність колісної бази L від довжини платформи LП  
або розміру LК для автомобілів: а – двовісних; б – тривісних

Координати центра тяжіння автомобіля для прийнятої колісної бази можна визначити за формулами

 (4.7)

 (4.8)

де  – відстань від передньої осі до центра тяжіння;

 – відстань від задньої осі до центра тяжіння;

**– маса, що приходиться на передню вісь автомобіля, т;

 – маса, що прихоиться на задню вісь автомобіля, т;

 – повна маса автомобіля, т.

### 4.5 Тягово-динамічний розрахунок

### 4.5.1 початкові дані для розрахунку і аналізу

Тягово – динамічний розрахунок та графіки рекомендується виконувати за допомогою редактора **електронних таблиць MicrosoftExcel**. Основні переваги електронних таблиць в тому, що від користувача не вимагається спеціальної підготовки в програмуванні. Приклад роздруку тягово – динамічного розрахунку та графіки наведені в додатках“Г” та “Д”.

Для автомобілів з чотирьох та п’яти ступеневими коробками передач на кафедрі розроблена програма розрахунків, яку можна використати при виконанні курсової роботи.

На основі завдання відповідно до призначення КТЗ та аналізу технічних характеристик існуючих, близьких за призначенням КТЗ вибрати ряд характеристик, необхідних для проведення тягово-динамічного розрахунку. До таких характеристик відносяться вагові і розмірні параметри, розміри шин, коефіцієнт корисної дії трансмісії, коефіцієнт опору повітря.

Початкові дані для виконання проектувальноготягово-динамічного розрахунку на ЕОМ зручно представити у вигляді таблиці 4.6, а перевірочного – у вигляді таблиці 4.7

Таблиця 4.6- Дані для проектувального тягово – динамічного розрахунку

| Параметри КТЗ | Умов. познач | Одиниці виміру | Розрахун ковий КТЗ | КТЗ для порівняння | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 |
| Кількість передач | N | – |  |  |  |
| Максимальна швидкість руху | Vmax | м/с |  |  |  |
| Радіус кочення колеса | rк | м |  |  |  |
| Максимальна потужність двигуна | Nmax | кВт |  |  |  |
| Мінімальна кутова швидкість обертання колінчастого валу | ωmin | рад/с |  |  |  |
| Кутова швидкість обертання колінчастого валу при Nmax | ωN | рад/с |  |  |  |
| Максимальний крутний момент | Мmax | Н∙м |  |  |  |
| Кутова швидкість обертання колінчастого валу при Мmax | ωМ | рад/с |  |  |  |
| Відношення ωv / ωN | ωv/ ωN | – |  |  |  |
| Повна вага автомобіля | G*a* | Н |  |  |  |
| Вага на ведучу вісь навантаженого автомобіля | G*a* ЗЧ | Н |  |  |  |
| Вага порожнього автомобіля | Gп | Н |  |  |  |
| Вага на ведучу вісь порожнього автомобіля | Gп ЗЧ | Н |  |  |  |
| Коефіцієнт зміни реакцій на ведучій осі | mЗЧ | – |  |  |  |
| Площа лобового опору | F | м2 |  |  |  |
| Коефіцієнт обтічності | K | Н∙с2/м4 |  |  |  |
| Коефіцієнт корисної дії трансмісії | ηт | – |  |  |  |
| Початковий коефіцієнт опору кочення | *f0* | – |  |  |  |
| Коефіцієнт сумарного дорожнього опору | ψmax | – |  |  |  |
| Коефіцієнт зчеплення | ϕ | – |  |  |  |
| Коефіцієнт А | А | – |  |  |  |
| Коефіцієнт В | В | – |  |  |  |
| Коефіцієнт С | С | – |  |  |  |
| Передаточне число підвищуючої передачі КПП | *i*пп | – |  |  |  |
| Передаточне число роздавальної коробки (дільника) | *i*рк(д) | – |  |  |  |

Таблиця 4.7 – Дані для перевіряльного тягово – динамічного розрахунку

| Параметри КТЗ | Умовні позначення | Одиниці виміру | Значення параметрів |
| --- | --- | --- | --- |
| Кількість передач | N | – |  |
| Максимальна швидкість руху | Vmax | м/с |  |
| Радіус кочення колеса | rк | м |  |
| Максимальна потужність двигуна | Nmax | кВт |  |
| Мінімальна кутова швидкість обертання колінчастого вала | ωmin | рад/с |  |
| Кутова швидкість обертання колінчастого валу при Nmax | ωN | рад/с |  |
| Максимальний крутний момент | Мmax | Нм |  |
| Кутова швидкість обертання колінчастого валу при Мmax | ωМ | рад/с |  |
| Відношення ωv / ωN | ωv / ωN | – |  |
| Повна вага КТЗ | G*a* | Н |  |
| Вага на ведучу вісь навантаженого автомобіля | G*a* ЗЧ | Н |  |
| Вага порожнього автомобіля | Gп | Н |  |
| Вага на ведучу вісь спорядженого КТЗ | Gп ЗЧ | Н |  |
| Коефіцієнт зміни реакцій на ведучій осі | mЗЧ | – |  |
| Площа лобового опору | F | м2 |  |
| Коефіцієнт обтічності | K | Нс2/м4 |  |
| Коефіцієнт корисної дії трансмісії | ηт | – |  |
| Початковий коефіцієнт опору кочення | *f0* | – |  |
| Коефіцієнт сумарного дорожнього опору | ψmax | – |  |
| Коефіцієнт зчеплення | ϕ | – |  |
| Коефіцієнт А | А | – |  |
| Коефіцієнт В | В | – |  |
| Коефіцієнт С | С | – |  |
| Передаточне число підвищ. передачі КПП  Передаточне число головної передачі  Передаточні числа КПП  Передавальне число роздавальної коробки (дільника) | *i*пп  *i*0  *i*I  *iII*  *i*III  *i*IV  *i*V  *i*рк(д) | –  –  –  –  –  –  –  – |  |

### 4.6 **В**изначення потрібної потужності двигуна. вибір кутових швидкостей обертання колінчастого валу двигуна

Потужність двигуна, яка необхідна для рівномірного руху повністю навантаженого КТЗ, визначається з умови його рівномірного руху з максимальною швидкістю на рівній горизонтальній ділянціасфальтобетонного шосе. При цьому його потужність витрачається на потужність опору кочення і потужність опору повітряного середовища.

Потужність опору кочення визначається за формулою

 кВт, (4.9)

де  – повна вага КТЗ (за наявності причепа або напівпричепа

враховується повна вага автопоїзда), Н;

**** – коефіцієнт опору кочення, який відповідає максимальній швидкості, визначається за емпіричною залежністю

 (4.10)

де  – початковий коефіцієнт опору кочення (визначається із завдання на проектування).

**** – максимальна швидкість АТЗ, що розраховується, м/c;

## Потужність опору повітряного середовища

 кВт, (4.10)

де – коефіцієнт обтічності, Н⋅с2 /м4, приймається на основі аналізу

прототипу та АТЗ для порівняння;

– площа лобового опору, м2. Приблизно може бути знайдена за формулою:

– для вантажних автомобілів

 (4.11)

– для легкових автомобілів

 (4.12)

де  – колія автомобіля, м;

 – габаритна ширина автомобіля, м;

**** – габаритна висота автомобіля, м.

Якщо відомий чинник обтічності, то потужність опору повітряного середовища може бути знайдена за чинником обтічності



Потужність двигуна при максимальній швидкості руху, кВт

 (4.13)

де – ККД трансмісії.

Кутову швидкість обертання колінчастого валу двигуна при максимальній потужності розрахункового КТЗ приймаємо за довідковими даними КТЗ-прототипу. Максимальна кутова швидкість обертання колінчастого вала двигуна, відповідна максимальній швидкості руху КТЗ, приймається залежно від прийнятого відношення. Це відношення вибирається залежно від призначення автомобіля і типу двигуна.

Для АТЗ з бензиновими двигунами приймається таке відношення

- для легкових автомобілів 1,15…1,25;

- для вантажних автомобілів 1,10…1,15;

- для міських і приміських автобусів 1,15…1,20;

- для міжміських автобусів 1,05…1,1.

Для АТЗ з дизельними двигунами відношення – 0,95...1,0. Тоді максимальна кутова швидкість визначається прийнятим  і вибраним  із відношення

 ( 4,14)

Мінімальне значення кутової швидкості обертання колінчастого валу двигуна  приймається в межах 60...90 рад/c залежно від кутової швидкості обертання колінчастого валу при . Для тихохідних двигунів  приймається в межах 60…70 рад/c, швидкохідних – 80…90 рад/c.

### **4.7 Розрахунок,** побудова **і аналіз зовнішньої швидкісної характеристики двигуна**

Максимальна потужність двигуна визначається за емпіричною залежністю

 (4.15)

де – емпіричні коефіцієнти, що залежать від типу двигуна і конструкції камери згоряння. Значення коефіцієнтів  залежно від типу двигунів наведено в таблиці 4.8.

Таблиця 4.8 – Значення емпіричних коефіцієнтів

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Тип двигуна | Коефіцієнти | | |
| ***А*** | ***В*** | ***С*** |
| Бензинові | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| Дизелі з неподіленою камерою згоряння | 0.87 | 1.13 | 1.0 |
| Дизельні з передкамерою | 0.6 | 1.4 | 1.0 |

Для побудови зовнішньої швидкісної характеристики вводимо в початкові дані для розрахунку на ПЕОМ значення кутових швидкостей обертання колінчастого валу, відповідних ωmin, ωN, ωmax, що прийняті раніше для розрахунку.

Поточне значення потужності двигуна визначаємо за формулою

 (4.16)

де  –поточне значення кутової швидкості обертання колінчастого валу двигуна, рад/c.

Значення крутного моменту визначається за формулою

 (4.17)

При використанні для розрахунків ПЕОМ у пояснювальній записці наводяться розрахунки N*e* та M*e* для двох значень *ωe*. При кутових швидкостях  та  за даними роздруку ПЕОМ будується графік зовнішньої швидкісної характеристики.

За отриманими результатами визначається питома потужність, запас крутного моменту, коефіцієнт зниження кутової швидкості обертання колінчастого вала при перевантаженнях. Питома потужність автотранспортного засобу визначається за формулою:

 4,18)

де – максимальна потужність двигуна, ;

– повна вага автомобіля, .

Запас крутного моменту являє собою відношення різниці між максимальним та номінальним крутним моментом до номінального моменту і може бути визначений за формулою

 ( 4.20)

Діапазон кутових швидкостей обертання колінчастого вала двигуна від  до характеризується коефіцієнтом зниження швидкості при перевантаженнях, визначається за формулою

 (4.21)

Результати розрахунків зіставляються з даними автомобілів для порівняння, робляться висновки за розрахованою зовнішньою швидкісною характеристикою.

### **4.8 Визначення передаточних чисел** трансмісії

4.8.1 Передаточне число головної передачі визначають виходячи з умови забезпечення максимальної швидкості руху автомобіля

 (4.22)

де  – радіус кочення колеса, м;

** – максимальна швидкість руху, м/c;

 – передаточне число вищого ступеня роздавальної коробки або дільника.

Якщо на автомобілі встановлюється КПП з передаточним числом вищого ступеня менше одиниці (підвищувальна передача), то передаточне число головної передачі визначають за формулою

 (4.23)

де  – передаточне число вищого ступеня КПП.

4.8.2 Передаточне число першого ступеня КПП визначають виходячи з умови подолання максимального дорожнього опору, тобто 

 (4.24)

де – максимальне значення коефіцієнта сумарного дорожнього опору

(за завданням на проектування);

– максимальний крутний момент двигуна;

** – ККД трансмісії.

Отримане значення передаточного числа першої передачі перевіряють за умови виключення буксування ведучих коліс 

 (4.25)

де  – вага, що припадає на ведучі колеса навантаженого автомобіля, Н;

 – коефіцієнт зміни радіальних реакцій на ведучих колесах автомобіля;

– коефіцієнт зчеплення, приймають 0,7...0,8.

4.8.3 Передаточні числа проміжних ступенів КПП визначають за емпіричною залежністю

 (4.26)

де  – передаточне число першого ступеня за умови подолання ;

– порядковий номер ступеня, що розраховується;

 – кількість передач прямого ходу без підвищувальної передачі.

Результати розрахунків передаточних чисел КПП і головної передачі порівнюють з даними КТЗ-прототипу (таблицю 4.9).

Таблиця 4.9 – Передаточні числа разрахункового КТЗ та прототипу

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Автомобіль | Передавальні числа | | | | | | |
| *i*I | *i*II | *i*III | *i*IV | *i*V | *i*рк(д) | *i*0 |
| Розрахунковий |  |  |  |  |  |  |  |
| Прототип |  |  |  |  |  |  |  |

За результатами розрахунків необхідно зробити висновки щодо розбіжності передаточних чисел трансмісії.

4.9 Розрахунок і побудова динамічноїхарактеристики автомобіля

Динамічна характеристика являє собою залежність динамічного чинника від швидкості руху на різних передачах.

Динамічний чинник автомобіля представляють як відношення різниці сили тяги і сили опору повітряного середовища до ваги КТЗ.

 (4.27)

де  – повна вага АТЗ, Н;

 – тягова сила на колесах автомобіля, Н;

**(4.28)

– сила опору повітряного середовища, Н;



де  – чинник обтічності, Нс2 /м4;

 – швидкість руху АТЗ, м/c;

 (4.29)

Динамічний чинник спорядженого автомобіля

 (4.30)

де  – вага спорядженого автомобіля, Н.

Розрахунок динамічного чинника виконують для характерних точок кутової швидкості обертання колінчастого валу на всіх передачах. Інші значення беруть з даних розрахунку на ПЕОМ. За даними розрахунку на ПЕОМ будують динамічну характеристику.

### **4.10 Аналіз** тягово-**швидкісних властивостей КТЗ**

За отриманоюдинамічною характеристикою автомобіля необхідно визначити:

4.10.1 Правильність розрахунку передавального числа першої передачі КПП за умови подолання максимального дорожнього опору і без буксування ведучих коліс при подоланні максимального дорожнього опору.

Правильність розрахунку передавального числа першої передачі КПП визначається порівнянням максимального динамічного чинника на першій передачі і максимального дорожнього опору, який заданий на проектування. Якщо , тоді передавальне число І передачі КПП забезпечить подолання заданих максимальних опорів руху і таким чином необхідна умова можливості руху КТЗ виконується. Дана умова перевіряється на достатність (відсутність буксування ведучих коліс). Ця умова виконується, якщо РЗЧ ≥ Рд. Для цього перевіряється величина передавального числа І передачі КПП за умовою зчеплення коліс з опорною поверхнею, . При цьому забезпечується умова

*.*(4.31)

4.10.2. Щільність ряду передавальних чисел КПП і правильність їхнього розрахунку за наявності зон перекриття стійких режимів руху КТЗ.

Для визначення правильності розрахунку передавальних чисел проміжних передач КПП за динамічною характеристикою КТЗ визначаємо зони стійких режимів роботи двигуна. Якщо зони стійких режимів руху автомобіля перекриваються поміж І-ІІ, ІІ-ІІІ, ІІІ-ІV передачами і т.д., тоді передавальні числа проміжних передач КПП розраховані правильно. Якщо зони стійких режимів руху автомобіля не перекриваються, треба дати рекомендації для корегування передавальних чисел. Зона стійких режимів на передачі визначається можливістю автомобіля подолати підвищені опори руху без перемикання на попередню передачу. Ця зона знаходиться в інтервалі швидкостей від максимальної до критичної. Критична швидкість – це така швидкість, при якій подальше підвищення дорожнього опору призведе до того, що двигун зупиниться. Критична швидкість на динамічній характеристиці відповідає максимальному значенню динамічного чинника.

За результатом аналізу тягово-швидкісних властивостей КТЗ відповідно до його призначення (міжміські перевезення, експлуатація в міських умовах, у сільській місцевості, в умовах бездоріжжя) потрібно дати рекомендації для зближення деяких передач КПП при тому ж інтервалі відношення від першої до вищої передачі.

4.10.3 Можливі максимальні швидкості руху КТЗ з вантажем.

Можливі максимальні швидкості визначаються за графіком динамічної характеристики за умови . Якщо ., тодімаксимальна швидкість визначається абсцисою точки перетину  з і обмежена опором руху. Якщо  при максимальній швидкості руху більше , тоді максимальна швидкість обмежена максимальною кутовою швидкістю обертання колінчастого валу двигуна.

4.10.4. Технічно можливі максимальні швидкості руху АТЗ і передачі, на яких можливий рух по ґрунтовій дорозі після дощу –  *=*0,15, під час руху по бездоріжжю – *=*0,20, по сухому піску – *=*0,25, розсипчастому снігу –  *=*0,30.

Можливі максимальні швидкості визначаються за графіком динамічної характеристики за умови*.* При визначенні технічно можливих максимальних швидкостей не враховуються умови безпеки руху і зчеплення коліс з опорною поверхнею.

4.10.6. Можливий максимальний підйом, що долається АТЗ з вантажем і без нього при рівномірному русі.

Можливий максимальний підйом, який автомобіль долає на першій

передачі основної коробки передач і на нижчій передачі в додатковій коробці або дільнику. Можливий максимальний підйом визначається за умови:

а) для автомобіля з вантажем

 (4.32)





б) для автомобіля порожньої маси

.

**4.11** Розрахунок і побудова графіка прискорення **АТЗ**

Використовуючи розрахункові значення динамічного чинника, розрахувати і побудувати графік прискорення АТЗ на передачах

 (4.33)

де  – прискорення автомобіля, м/с2;

 – коефіцієнт опору кочення, відповідний швидкості руху АТЗ;

 – прискорення вільного падіння,  = 9,8 м/с2;

 – коефіцієнт урахування мас, що обертаються,

 (4.34)

Розрахунок провести для характерних точок кутової швидкості обертання колінчастого валу. За результатами розрахунків на ПЕОМ побудувати графік прискорення АТЗ.

**4.12** Розрахунок і побудова графіка часу розгону **КТЗ**

Розрахунок часу розгону КТЗ пропонується виконати графоаналітичнимспособом. Сутьспособу полягає в тому, що на графіку прискорення на кожній передачі виділяються інтервали швидкостей і допускається, що в кожному інтервалі КТЗ розганяється з постійним прискоренням, середнім для даного інтервалу. Інтервал швидкостей на першій передачі – 0,5...1,0 м/с; на проміжних передачах – 1...3 м/с; на вищій передачі – 3...4 м/с.

Середнє значення прискорення у вибраному інтервалі швидкостей руху, м/с

 ( 4.35)

де  – прискорення відповідно на початку і наприкінці інтервалу, м/с2.

Час розгону у вибраному інтервалі швидкостей руху, c

**(4.36)

Час розгону на даній передачі визначається підсумовуванням, c

 (4.37)

де **–** час розгону КТЗ у вибраних інтервалах.

Сумарний час розгону автомобіля визначається підсумовуванням з урахуванням часу на перемикання передач

 (4.38)

Зменшення швидкості за час перемикання передач

**(4.39)

де *f* – коефіцієнт опору кочення, відповідний швидкості руху АТЗ наприкінці розгону на даній передачі;

** – час перемикання передач, залежить від конструкції коробки

передач і типу двигуна, приймається за даними таблиці 4.5.

При розрахунку на ПЕОМ час розгону розраховується для всіх інтервалів швидкостей від  до  на даній передачі прироботі двигуна за зовнішньою швидкісною характеристикою. За графіком прискорення визначити оптимальні швидкості, відповідні моментам перемикання передач, і підрахувати сумарний час розгону з урахуванням часу перемикання передач. Розрахунок виконується до розрахункової швидкості, яка приймається на вищій передачі.

Таблиця 4.5 – Значення часу перемикання передач, с

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Коробка передач | Тип двигуна | |
| бензиновий | дизельний |
| Ступінчаста без синхронізатора | 1.3...1.5 | 3...4 |
| Ступінчаста з синхронізатором | 0.2...0.5 | 1.0...1.5 |
| Напівавтоматична | 0.05...0.1 | 0.5...0.8 |

4.13 Розрахунок і побудова графіка шляху розгону КТЗ

Використовуючи ті самі інтервали швидкостей, що і при визначенні часу розгону КТЗ, і прийнявши, що в кожному інтервалі КТЗ рухається рівномірно з середньою для даного інтервалу швидкістю, визначити приріст пройденого КТЗ шляху, а потім і повний шлях розгону.

Середнє значення швидкості у вибраному інтервалі, м/с

**(4.40)

Шлях, пройдений КТЗ визначається так:

у заданому інтервалі

**

за час розгону на даній передачі, м

*;*(4.42)

за час перемикання передач

 (4.43)

Сумарний шлях, пройдений КТЗ, м

**. (4.44)

Так само, як і час розгону, за даними розрахунку на ПЕОМ визначається шлях розгону КТЗ з урахуванням шляху, пройденого автомобілем за час перемикання передач. Розрахунок виконується до розрахункової швидкості, яка приймається  на вищій передачі. Побудувати графік шляху розгону КТЗ.

Порівняти отримані значення шляху розгону КТЗ з даними заданого КТЗ, пояснити причини виявленої невідповідності.

4.14 Розрахунок і побудова графіка потужного балансу автомобіля

Графік потужного балансу являє собою залежність потужності на колесах КТЗ від швидкості руху на різних передачах, а також потужності опору кочення і опору повітряного середовища.

Потужність, що підводиться до коліс КТЗ, кВт

**(4.45)

Швидкість руху КТЗ на передачах, м/с

 (4.46)

Потужність опору кочення, кВт

 (4.47)

Потужність опору повітряного середовища, кВт

 (4.48)

За даними розрахунку на ПЕОМ побудувати графік потужного балансу автомобіля. За отриманим графіком визначити коефіцієнт використання потужності двигуна при максимально допустимих швидкостях руху згідно з Правилами руху в міських умовах і за містом.

Коефіцієнт використання потужності двигуна визначається відношенням суми потужностей опору кочення та опору повітряного середовища до тягової потужності за зовнішньою швидкісною характеристикою двигуна при заданій швидкості руху автомобіля за формулою

 (4.49)

При виконанні перевірочного тягово-динамічного розрахунку виконується розрахунок і побудова таких же графіків, як при проектувальному розрахунку, але аналіз виконується відповідно до заданих дорожніх умов. За результатами розрахунків робиться висновок щодо відповідності даного автомобіля заданим умовам і за необхідності вносяться рекомендації для удосконалення конструкції автомобіля чи силового агрегату.

**4.15** Висновки та рекомендації щодо розроблюваного автомобіля

За результатами розрахунку зовнішньої швидкісної характеристики двигуна слід зробити висновок щодо тягово-швидкісних властивостей автомобілів. Порівняння розрахунків питомої потужності, запасу крутного моменту та коефіцієнта зниження кутової швидкості обертання колінчастого валу двигуна при перевантаженнях з кращими зразками автомобілів аналогічного класу дає підставу для внесення корективів в вигляді рекомендацій в вихідні дані. Наприклад, зменшення власної ваги автомобіля, використання комплексу підприємств по удосконаленню двигуна, зменшення аеродинамічного опору, опору кочення та інші поліпшають тягово-швидкісні властивості, що має особливо важливе значення в умовах інтенсивного руху для виходу автомобіля із аварійної ситуації, коли гальмування уже пізно, а виконувати маневри не дозволяє дорожня ситуація.

Аналіз передавальних чисел трансмісії слід виконувати за розрахунками діапазону передавальних чисел , а також за інтервалом між передавальними числами. Діапазон передавальних чисел визначається відношенням передавальних чисел крайніх ступенів коробки передач . Чим більше діапазон передавальних чисел, тим краще пристосованість автомобіля до дорожніх умов та навантаження. Слід порівняти діапазон передавальних чисел розрахункового КТЗ з кращими аналогами і дати рекомендації щодо покращення пристосованості КТЗ.

Інтервал між передавальними числами визначається відношенням передавальних чисел  – ої до  – передачі (). В залежності від призначення автомобіля слід рекомендувати зменшення або збільшення інтервалів між передавальними числами. Наприклад, для КТЗ, які призначені для експлуатації по удосконаленим дорогам слід рекомендувати зменшити інтервал між вищими передачами за рахунок збільшення інтервалу між нижчими. При рекомендаціях слід враховувати, що за умови можливості перемикання передач найбільші значення  повинно бути не більше 1,6…1,7.

За визначеним ступенем використання потужності двигуна за потужним балансом зробити висновки, як вплинуть запропоновані зміни на паливну економічність КТЗ.

Враховуючи зміну реакцій на ведучому мосту при русі на підйом визначити максимальний підйом, який може долати КТЗ при мінімальному (заданому) значенні коефіцієнта зчеплення, та при коефіцієнті зчеплення рівному 0,8. Порівняти отримане значення максимального підйому з величиною підйому в разі привода до інших коліс. Наприклад, при розрахунках автомобіля з переднім приводом порівняти із автомобілем із заднім приводом при тих же параметрах автомобіля. Зробити висновок щодо максимального підйому, який може подолати автомобіль з переднім, заднім та повнім приводами.

Рекомендована література

1 Чабан С.Г., Гайденко М.О. Методичні вказівки до курсового проекту з дисципліни ”Теорія руху колісних машин і експлуатаційні властивості “ для студ. спец. 7 (8) 05050305,Одеса, “Наука і техніка“ 2011. – 92с.

2 Чабан С.Г., Колесніченко М.О.,Ковра О.В.Методичні вказівки до курсового проекту з дисципліни «Теорія руху колісних машин і експлуатаційні властивості» для студентів магістрів всіх форм навчання спеціальності 133 – Галузевемашинобудування. 2018 – 53с. Рег.номер МВ09893 від 22.10.2018.

3 Чабан С.Г., Колесніченко М.О. Теорія експлуатаційних властивостей автотранспортних засобів. Одес. Нац. Політехн, ун – т. – Одеса: АО БАХВА, 2003. – 220 с.

4 Чабан С.Г., Колесніченко М.О. Методичні вказівки та завдання до контрольних робіт з дисципліни “Теорія експлуатаційних властивостей автотранспортних засобів” Одеса, Наука і техніка, 2011, - 72с.

5 Волков В.П., Вільський Г.Б. Теорія руху автомобіля. Суми, Університетська книга, 320с. 2010.

6 Кравец В.Н. Теория автомобиля: учеб. пособие / НГТУ. – Нижний Новгород, 2007. – 368 с.

7 Автомобильный справочник BOSCH: Пер.с англ. – 2е изд.,перераб. и доп. – М.: ЗАО “КЖИ “ За рулем”, 2004. – 992 с.

8. ДСТУ 3649 – 2010. Колісні транспортні засоби. Вимоги щодо безпечності технічного стану та методи контролювання

ДОДАТОК А

**Приклад оформлення титульного листа**

Міністерство освіти і науки України

Державний університет “Одеська політехніка “

Навчально – науковий інститут машинобудування та транспорту

Кафедра автомобільного транспорту

Петров Іван Іванович

Студент групи КІ – 181

**КУРСОВА РОБОТА**

**з дисципліни «Експлуатаційні властивості колісних транспортних засобів»**

Тема роботи: Тягово – динамічний розрахунок автомобіля ктегорії N3

Спеціальність:

133 Галузеве машинобудування

Освітня програма:

Копп’ютерне проектування та діагностика колісних транспортних засобів

Керівник:

Чабан Сергій Григорович

к.т.н., доцент

Одеса - 2022

**ДОДАТОК Б**

**Приклад оформлення завдання на курсову роботу**

Міністерство освіти і науки України

Державний університет "Одеська політехніка”

# ІнститутНавчально – науковий інститут машинобудування та транспорту

# Кафедра «Автомобільний транспорт»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

# Рівень вищої освіти - \_перший (бакалаврський) \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Спеціальність 133 – Галузеве машинобудування \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

# Освітня програма - Комп’ютерне проектування та діагностика колісних транспортних засобів

## **З А В Д А Н Н Я**

### на курсову роботу

З дисципліни «експлуатаційні властивості колісних танспортних засобів»

СтудентГр.КІ – 181 Друмов Владіслав Дмитрович\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(1. Тема курсової роботиТягово динамічний розрахунок КТЗ категорії N3

Керівник роботи \_\_\_Чабан С.Г., ктн, доцент\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

( прізвище, ім’я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

2 Строк подання студентом проекту (роботи)\_\_\_

3 Вихідні дані до проекту (роботи)\_\_вихідний коефіцієнт опору коченню fo=0,012, коефіцієнт сумарного дорожнього \_опору ψmax=0,38, маса вантажу 25000 кг, мінімальний коефіцієнт зчеплення 

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити); вступ: техніко – економічне обґрунтування теми курсової роботи; тягово – динамічний розрахунок КТЗ; висновки та рекомендації щодо розроблюваного КТЗ.(Розділи тягово – динамічного розрахунку згідно методичним вказівкам до курсової роботи)

1. Перелік графічного матеріалу: Графіки тягово – динамічного розрахунку згідно методичних вказівок на форматі А4, розміщаються в додатках

Студент \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_ . Друмов В.Д**.**

( підпис ) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_Чабан С.Г.\_\_\_\_\_

( підпис ) (прізвище та ініціали)

**ДОДАТОК В**

**Варіанти завдань на курсову роботу**

Варіант 1

Таблиця В.1

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  завд. | Категорія КТЗ | Маса вантажу, кг | Пасажиро –місткість, осіб | Vmax, м/с | Дорожні умови | | Кількість передач, N |
| f0 | ψmax | передач |
| 1 | N1 | 1000 | — | 30 | 0,012 | 0,40 | 6 |
| 1 | N1 | 1500 | — | 28 | 0,010 | 0,38 | 5 |
| 2 | N1 | 2000 | — | 28 | 0,008 | 0,36 | 6 |
| 3 | N2 | 3500 | — | 30 | 0,012 | 0,29 | 8 |
| 4 | N2 | 4500 | — | 27,7 | 0,014 | 0,32 | 7 |
| 5 | N2 | 5200 | — | 25 | 0,012 | 0,34 | 6 |
| 6 | N2 | 5500 | — | 25 | 0,013 | 0,29 | 6 |
| 7 | N3 | 10000 | — | 27 | 0,001 | 0,31 | 8 |
| 8 | N3 | 15000 | — | 25 | 0,014 | 0,28 | 9 |
| 9 | N3 | 20000 | — | 25 | 0,011 | 0,3 | 8 |
| 10 | N3 | 25000 | — | 26 | 0,010 | 0,32 | 9 |
| 11 | М3 | — | 40 | 28 | 0,008 | 0,48 | 9 |
| 12 | М3 | — | 50 | 25 | 0,010 | 0,44 | 8 |
| 13 | М2 | — | 38 | 23,6 | 0,012 | 0,42 | 6 |
| 14 | М2 | — | 30 | 25 | 0,014 | 0,40 | 6 |
| 15 | М1 | — | 5 | 44 | 0,009 | 0,36 | 5 |

Варіант 2

Таблиця В.2

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  завд. | Категорія КТЗ | Маса вантажу, кг | Пасажиро –місткість, осіб | Vmax, м/с | Дорожні умови | | Кількість передач, N |
| f0 | ψmax | передач |
| 1 | Автопоїзд ,N3 | 32000 | — | 26 | 0,012 | 0,46 | 9 |
| 1 | Автопоїзд ,N3 | 30000 | — | 27 | 0,010 | 0,50 | 9 |
| 2 | Автопоїзд ,N3 | 34000 | — | 25 | 0,008 | 0,40 | 8 |
| 3 | N2 | 3700 | — | 25 | 0,010 | 0,38 | 8 |
| 4 | N2 | 4800 | — | 26 | 0,012 | 0,36 | 7 |
| 5 | N1 | 2800 | — | 28 | 0,013 | 0,38 | 5 |
| 6 | N1 | 1700 | — | 25 | 0,014 | 0,39 | 5 |
| 7 | M3 | — | 48 | 27 | 0,008 | 0,46 | 8 |
| 8 | M3 | — | 52 | 25 | 0,011 | 0,48 | 9 |
| 9 | M3 |  | 46 | 25 | 0,010 | 0,3 | 8 |
| 10 | M2 | — | 36 | 26 | 0,010 | 0,32 | 9 |
| 11 | М1 | — | 40 | 28 | 0,008 | 0,48 | 5 |
| 12 | М1 | — | 50 | 25 | 0,010 | 0,44 | 5 |
| 13 | М2 | — | 38 | 23,6 | 0,012 | 0,42 | 6 |
| 14 | М2 | — | 30 | 25 | 0,014 | 0,40 | 6 |
| 15 | М1 | — | 5 | 44 | 0,009 | 0,36 | 5 |

**ДОДАТОК Г**

Роздрук тягово динамічного розрахунку КТЗ

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  | Студент гр КТ– 181 Друмов В.Д. | | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  | Зовнішня швидкісна характеристика |  |  | Динамічний чинник, прискорення | | | | | | |  |  |
|  |  | Wе,рад/с | Nе,кВт | Ме,Нм |  | Перша передача | | | |  |  |  |  |
| Wmin,рад/с | 60 | 60 | 93,83 | 1563,83 |  | VI,м/с | Рв,Н | Рт,Н | Da | D0 | J,м/с2 | fV |  |
| Wmax,рад/с | 210 | 73,64 | 118,49 | 1609,04 |  | 0,78 | 3,39 | 102033,7 | 0,392 | 0,832 | 1,021 | 0,012 |  |
| А | 0,87 | 87,28 | 143,33 | 1642,19 |  | 0,96 | 5,13 | 104983,4 | 0,404 | 0,856 | 1,053 | 0,012 |  |
| В | 1,13 | 100,92 | 167,89 | 1663,59 |  | 1,14 | 7,24 | 107146,3 | 0,412 | 0,874 | 1,075 | 0,012 |  |
| С | 1 | 114,56 | 191,67 | 1673,1 |  | 1,31 | 9,56 | 108542,6 | 0,417 | 0,885 | 1,088 | 0,012 |  |
| Nmax,кВт | 295,54 | 128,2 | 214,19 | 1670,75 |  | 1,49 | 12,37 | 109163,1 | 0,42 | 0,89 | 1,096 | 0,012 |  |
| Vmax,м/с | 27,8 | 141,84 | 234,95 | 1656,44 |  | 1,67 | 15,54 | 109009,8 | 0,419 | 0,889 | 1,094 | 0,012 |  |
| rk,м | 0,46 | 155,48 | 253,49 | 1630,37 |  | 1,85 | 19,06 | 108076,1 | 0,416 | 0,881 | 1,086 | 0,012 |  |
| fo | 0,012 | 169,12 | 269,3 | 1592,36 |  | 2,03 | 22,95 | 106375,1 | 0,409 | 0,867 | 1,067 | 0,012 |  |
| fv | 0,0182 | 182,76 | 281,9 | 1542,46 |  | 2,2 | 26,96 | 103895,1 | 0,4 | 0,847 | 1,043 | 0,012 |  |
| F,м2 | 8,12 | 196,4 | 290,81 | 1480,7 |  | 2,38 | 31,55 | 100639,4 | 0,387 | 0,82 | 1,008 | 0,012 |  |
| К,нс2/м4 | 0,686 | 210,04 | 295,55 | 1407,11 |  | 2,56 | 36,51 | 96609,75 | 0,371 | 0,788 | 0,964 | 0,0121 |  |
| Ga,Н | 259965 |  |  |  |  | 2,74 | 41,82 | 91808,3 | 0,353 | 0,748 | 0,916 | 0,0121 |  |
| Ga сц,Н | 187185 |  |  |  |  |  | Друга передача | | |  |  |  |  |
| Go,Н | 122625 |  |  |  |  | V2,м/с | Рв,Н | Рт,Н | Da | D0 | J,м/с2 | fV |  |
| Go сц,Н | 78480 |  |  |  |  | 1,05 | 6,14 | 75767,6 | 0,291 | 0,618 | 1,104 | 0,012 |  |
| Nк,кВт | 131,53 |  |  |  |  | 1,29 | 9,27 | 77958 | 0,3 | 0,636 | 1,139 | 0,012 |  |
| Nв,кВт | 119,68 |  |  |  |  | 1,53 | 13,04 | 79564,1 | 0,306 | 0,649 | 1,163 | 0,012 |  |
| і0 | 4,37 |  |  |  |  | 1,77 | 17,45 | 80600,9 | 0,31 | 0,657 | 1,179 | 0,012 |  |
| І1 | 8,08 | 3,651 |  |  |  | 2,01 | 22,5 | 81061,7 | 0,312 | 0,661 | 1,187 | 0,012 |  |
| І2 | 6 | 2,48 |  |  |  | 2,25 | 28,2 | 80947,8 | 0,311 | 0,66 | 1,183 | 0,012 |  |
| І3 | 4,45 | 1,832 |  |  |  | 2,49 | 34,54 | 80254,5 | 0,309 | 0,654 | 1,175 | 0,012 |  |
| І4 | 3,3 | 1,476 |  |  |  | 2,73 | 41,52 | 78991,4 | 0,304 | 0,644 | 1,155 | 0,0121 |  |
| І5 | 2,45 | 1,28 |  |  |  | 2,97 | 49,14 | 77149,8 | 0,297 | 0,629 | 1,127 | 0,0121 |  |
| І6 | 1,82 | 1,172 |  |  |  | 3,21 | 57,4 | 74732,2 | 0,287 | 0,609 | 1,087 | 0,0121 |  |
| і7 | 1,35 | 1,113 |  |  |  | 3,45 | 66,3 | 71739,9 | 0,276 | 0,584 | 1,044 | 0,0121 |  |
| і8 | 1 | 1,08 |  |  |  | 3,68 | 75,44 | 68174,5 | 0,262 | 0,555 | 0,989 | 0,0121 |  |
| і9 | 0,795 | 1,065 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Третя передача | |  |  |  |  |  | Четверта передача | |  |  |  |  |
| V3,м/с | Рв,Н | Рт,Н | Da | D0 | fv | J,м/с2 | V4,м/с | Рв,Н | Рт,Н | Da | D0 | fv | J,м/с2 |
| 1,42 | 11,23 | 56194,3 | 0,216 | 0,458 | 0,012 | 1,092 | 1,91 | 20,3 | 41672,2 | 0,16 | 0,34 | 0,012 | 0,984 |
| 1,74 | 16,86 | 57818,8 | 0,222 | 0,471 | 0,012 | 1,125 | 2,35 | 30,8 | 42876,9 | 0,165 | 0,349 | 0,012 | 1,017 |
| 2,06 | 23,64 | 59010 | 0,227 | 0,481 | 0,012 | 1,151 | 2,78 | 43 | 43760,3 | 0,168 | 0,357 | 0,0121 | 1,036 |
| 2,39 | 31,82 | 59779 | 0,23 | 0,487 | 0,012 | 1,167 | 3,22 | 57,8 | 44330,5 | 0,17 | 0,361 | 0,0121 | 1,049 |
| 2,71 | 40,91 | 0120,8 | 0,231 | 0,49 | 0,0121 | 1,172 | 3,65 | 74,2 | 44583,9 | 0,171 | 0,363 | 0,0121 | 1,056 |
| 3,03 | 51,14 | 60036,3 | 0,231 | 0,489 | 0,0121 | 1,172 | 4,09 | 93,2 | 44521,3 | 0,171 | 0,362 | 0,0121 | 1,056 |
| 3,36 | 62,89 | 59522,1 | 0,229 | 0,485 | 0,0121 | 1,161 | 4,52 | 113,8 | 44140 | 0,169 | 0,359 | 0,0122 | 1,042 |
| 3,68 | 75,44 | 58585,3 | 0,225 | 0,477 | 0,0121 | 1,14 | 4,96 | 137 | 43445,3 | 0,167 | 0,353 | 0,0122 | 1,029 |
| 4 | 89,13 | 57219,5 | 0,22 | 0,466 | 0,0121 | 1,113 | 5,39 | 161,8 | 42432,4 | 0,163 | 0,345 | 0,0122 | 1,002 |
| 4,32 | 103,96 | 55426,4 | 0,213 | 0,451 | 0,0121 | 1,076 | 5,83 | 189,3 | 41102,7 | 0,157 | 0,334 | 0,0123 | 0,962 |
| 4,65 | 120,44 | 53207,1 | 0,204 | 0,433 | 0,0122 | 1,027 | 6,26 | 218,3 | 39457 | 0,151 | 0,32 | 0,0123 | 0,922 |
| 4,97 | 137,59 | 50562,7 | 0,194 | 0,411 | 0,0122 | 0,974 | 6,7 | 250,1 | 37496 | 0,143 | 0,304 | 0,0124 | 0,868 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | П'ята передача | |  |  |  |  |  | Шоста передача | |  |  |  |  |
| V5,м/с | Рв,Н | Рт,Н | Da | D0 | fv | J,м/с2 | V6,м/с | Рв,Н | Рт,Н | Da | D0 | fv | J,м/с2 |
| 2,58 | 37,08 | 30938,4 | 0,119 | 0,252 | 0,0121 | 0,819 | 3,47 | 67,07 | 22982,8 | 0,088 | 0,187 | 0,0121 | 0,635 |
| 3,16 | 55,62 | 31832,8 | 0,122 | 0,259 | 0,0121 | 0,842 | 4,26 | 101,09 | 23647,3 | 0,091 | 0,192 | 0,0121 | 0,66 |
| 3,75 | 78,33 | 32488,7 | 0,125 | 0,264 | 0,0121 | 0,865 | 5,05 | 142,06 | 24134,4 | 0,092 | 0,196 | 0,0122 | 0,668 |
| 4,34 | 104,92 | 32912 | 0,126 | 0,268 | 0,0122 | 0,872 | 5,84 | 189,98 | 24449 | 0,093 | 0,198 | 0,0123 | 0,675 |
| 4,92 | 134,84 | 33100,2 | 0,127 | 0,269 | 0,0122 | 0,88 | 6,63 | 244,85 | 24588,7 | 0,094 | 0,199 | 0,0124 | 0,683 |
| 5,51 | 169,12 | 33053,7 | 0,126 | 0,268 | 0,0122 | 0,872 | 7,41 | 305,86 | 24554,2 | 0,093 | 0,198 | 0,0124 | 0,675 |
| 6,09 | 206,59 | 32770,6 | 0,125 | 0,266 | 0,0123 | 0,864 | 8,2 | 374,55 | 24343,9 | 0,092 | 0,195 | 0,0125 | 0,665 |
| 6,68 | 248,56 | 32254,8 | 0,123 | 0,261 | 0,0124 | 0,848 | 8,99 | 450,19 | 23960,7 | 0,09 | 0,192 | 0,0126 | 0,648 |
| 7,27 | 294,41 | 31502,9 | 0,12 | 0,255 | 0,0124 | 0,825 | 9,78 | 532,79 | 23402,1 | 0,088 | 0,186 | 0,0128 | 0,629 |
| 7,85 | 343,26 | 30515,6 | 0,116 | 0,246 | 0,0125 | 0,793 | 10,57 | 622,34 | 22668,8 | 0,085 | 0,18 | 0,0129 | 0,603 |
| 8,44 | 396,79 | 29293,8 | 0,111 | 0,236 | 0,0126 | 0,754 | 11,36 | 718,85 | 21761,1 | 0,081 | 0,172 | 0,013 | 0,569 |
| 9,02 | 453,2 | 27837,9 | 0,105 | 0,223 | 0,0127 | 0,707 | 12,15 | 822,3 | 20679,6 | 0,076 | 0,162 | 0,0132 | 0,526 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Сьома передача | |  |  |  |  |  | Восьма передача | |  |  |  |  |
| V7,м/с | Рв,Н | Рт,Н | Da | D0 | fv | J,м/с2 | V8,м/с | Рв,Н | Рт,Н | Da | D0 | fv | J,м/с2 |
| 4,68 | 122 | 17047,7 | 0,065 | 0,138 | 0,0122 | 0,465 | 6,32 | 222,49 | 12627,9 | 0,048 | 0,101 | 0,0123 | 0,324 |
| 5,74 | 183,53 | 17540,5 | 0,067 | 0,142 | 0,0123 | 0,482 | 7,75 | 334,57 | 12993 | 0,049 | 0,103 | 0,0125 | 0,332 |
| 6,81 | 258,33 | 17901,9 | 0,068 | 0,144 | 0,0124 | 0,49 | 9,19 | 470,45 | 13260,7 | 0,049 | 0,104 | 0,0127 | 0,33 |
| 7,87 | 345,01 | 18135,2 | 0,068 | 0,145 | 0,0125 | 0,489 | 10,62 | 628,25 | 13433,5 | 0,049 | 0,104 | 0,0129 | 0,328 |
| 8,93 | 444,2 | 18238,9 | 0,068 | 0,145 | 0,0126 | 0,488 | 12,06 | 810,17 | 13510,3 | 0,049 | 0,104 | 0,0132 | 0,325 |
| 10 | 557,03 | 18213,3 | 0,068 | 0,144 | 0,0128 | 0,487 | 13,49 | 1013,69 | 13491,3 | 0,048 | 0,102 | 0,0135 | 0,313 |
| 11,06 | 681,38 | 18057,3 | 0,067 | 0,142 | 0,013 | 0,476 | 14,93 | 1241,65 | 13375,8 | 0,047 | 0,099 | 0,0138 | 0,302 |
| 12,12 | 818,25 | 17773,1 | 0,065 | 0,138 | 0,0132 | 0,457 | 16,37 | 1492,72 | 13165,2 | 0,045 | 0,095 | 0,0141 | 0,281 |
| 13,19 | 969,1 | 17358,7 | 0,063 | 0,134 | 0,0134 | 0,437 | 17,8 | 1764,9 | 12858,3 | 0,043 | 0,09 | 0,0145 | 0,259 |
| 14,25 | 1131,12 | 16814,7 | 0,06 | 0,128 | 0,0136 | 0,409 | 19,24 | 2062,01 | 12455,4 | 0,04 | 0,085 | 0,015 | 0,227 |
| 15,31 | 1305,66 | 16141,5 | 0,057 | 0,121 | 0,0139 | 0,38 | 20,67 | 2379,91 | 11956,7 | 0,037 | 0,078 | 0,0154 | 0,196 |
| 16,38 | 1494,54 | 15339,3 | 0,053 | 0,113 | 0,0141 | 0,343 | 22,11 | 2723,06 | 11362,4 | 0,033 | 0,07 | 0,0159 | 0,155 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Дев'ята передача | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| V7,м/с | Рв,Н | Рт,Н | Da | D0 | fv | J,м/с2 |  | V,м/с | Рк,Н | Рв,Н | Рк+Рв, Н |  |  |
| 7,94 | 351,17 | 10039,2 | 0,037 | 0,079 | 0,0125 | 0,226 |  | 0 | 3119 | 0 | 3119 |  |  |
| 9,75 | 529,53 | 10329,4 | 0,0377 | 0,08 | 0,0128 | 0,229 |  | 2,74 | 3146 | 41,82 | 3188 |  |  |
| 11,56 | 744,38 | 10542,2 | 0,0377 | 0,08 | 0,0131 | 0,227 |  | 3,68 | 3146 | 75,44 | 3221 |  |  |
| 13,36 | 994,24 | 10679,6 | 0,0373 | 0,079 | 0,0134 | 0,22 |  | 4,97 | 3172 | 137,59 | 3310 |  |  |
| 15,17 | 1281,89 | 10740,7 | 0,0364 | 0,077 | 0,0138 | 0,208 |  | 6,7 | 3224 | 250 | 3474 |  |  |
| 16,97 | 1604,15 | 10725,6 | 0,0351 | 0,074 | 0,0143 | 0,192 |  | 9,02 | 3302 | 453 | 3759 |  |  |
| 18,78 | 1964,59 | 10633,7 | 0,0333 | 0,071 | 0,0148 | 0,17 |  | 12,15 | 3432 | 822 | 4244 |  |  |
| 20,59 | 2361,53 | 10466,4 | 0,0312 | 0,066 | 0,0154 | 0,146 |  | 16,38 | 3665 | 1495 | 5160 |  |  |
| 22,39 | 2792,47 | 10222,4 | 0,0286 | 0,061 | 0,016 | 0,116 |  | 22,11 | 4133 | 2723 | 6856 |  |  |
| 24,2 | 3262,2 | 9902 | 0,0255 | 0,054 | 0,0167 | 0,081 |  | 27,81 | 4731 | 4308 | 9039 |  |  |
| 26 | 3765,54 | 9505,5 | 0,0221 | 0,047 | 0,0174 | 0,043 |  |  |  |  |  |  |  |
| 27,81 | 4308,06 | 9033,1 | 0,0182 | 0,039 | 0,0182 | 0 |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | **Динаміка розгону автомобіля,потужний баланс** | | | | | |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  | Перша передача | |  |  |  |  |  | Друга передача | |  |  |  |
| V1,м/с | dt,c | dS,м | Nт,кВт | Nв,кВт | Nк,кВт | Nк+Nв, | V2,м/с | dt,c | dS,м | Nт,кВт | Nв,кВт | Nк,кВт | Nк+Nв, |
| 0,782 | 0,171 | 0,149 | 79,756 | 0,003 | 2,44 | 2,443 | 1,053 | 0,213 | 0,25 | 79,756 | 0,007 | 3,285 | 3,292 |
| 0,959 | 0,167 | 0,175 | 100,717 | 0,005 | 2,992 | 2,997 | 1,292 | 0,208 | 0,294 | 100,717 | 0,012 | 4,03 | 4,042 |
| 1,137 | 0,165 | 0,202 | 121,831 | 0,008 | 3,547 | 3,555 | 1,531 | 0,205 | 0,338 | 121,831 | 0,02 | 4,776 | 4,796 |
| 1,315 | 0,162 | 0,227 | 142,707 | 0,013 | 4,102 | 4,115 | 1,771 | 0,202 | 0,382 | 142,707 | 0,031 | 5,525 | 5,556 |
| 1,492 | 0,163 | 0,258 | 162,92 | 0,019 | 4,654 | 4,673 | 2,01 | 0,202 | 0,43 | 162,92 | 0,045 | 6,27 | 6,315 |
| 1,67 | 0,163 | 0,287 | 182,062 | 0,026 | 5,21 | 5,236 | 2,249 | 0,203 | 0,481 | 182,062 | 0,063 | 7,016 | 7,079 |
| 1,848 | 0,165 | 0,32 | 199,708 | 0,035 | 5,765 | 5,8 | 2,488 | 0,206 | 0,537 | 199,708 | 0,086 | 7,762 | 7,848 |
| 2,026 | 0,168 | 0,355 | 215,467 | 0,046 | 6,32 | 6,366 | 2,728 | 0,209 | 0,595 | 215,467 | 0,113 | 8,581 | 8,694 |
| 2,203 | 0,174 | 0,399 | 228,905 | 0,06 | 6,872 | 6,932 | 2,967 | 0,216 | 0,667 | 228,905 | 0,145 | 9,333 | 9,478 |
| 2,381 | 0,181 | 0,447 | 239,615 | 0,075 | 7,428 | 7,503 | 3,206 | 0,225 | 0,748 | 239,615 | 0,184 | 10,085 | 10,269 |
| 2,559 | 0,188 | 0,498 | 247,189 | 0,093 | 8,05 | 8,143 | 3,446 | 0,235 | 0,838 | 247,189 | 0,228 | 10,84 | 11,068 |
| 2,736 |  |  | 251,218 | 0,114 | 8,606 | 8,72 | 3,685 |  |  | 251,218 | 0,279 | 11,591 | 11,87 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  | Третя передача | |  |  |  |  |  | Четверта передача | |  |  |  |
| V3,м/с | dt,c | dS,м | Nт,кВт | Nв,кВт | Nк,кВт | Nк+Nв, | V4,м/с | dt,c | dS,м | Nт,кВт | Nв,кВт | Nк,кВт | Nк+Nв, |
| 1,419 | 0,291 | 0,46 | 79,756 | 0,016 | 4,427 | 4,443 | 1,914 | 0,435 | 0,927 | 79,756 | 0,039 | 5,971 | 6,01 |
| 1,742 | 0,284 | 0,541 | 100,717 | 0,029 | 5,434 | 5,463 | 2,349 | 0,424 | 1,088 | 100,717 | 0,072 | 7,328 | 7,4 |
| 2,065 | 0,278 | 0,619 | 121,831 | 0,049 | 6,442 | 6,491 | 2,784 | 0,417 | 1,252 | 121,831 | 0,12 | 8,757 | 8,877 |
| 2,387 | 0,276 | 0,703 | 142,707 | 0,076 | 7,446 | 7,522 | 3,219 | 0,413 | 1,419 | 142,707 | 0,186 | 10,126 | 10,312 |
| 2,71 | 0,276 | 0,793 | 162,92 | 0,111 | 8,525 | 8,636 | 3,654 | 0,412 | 1,595 | 162,92 | 0,272 | 11,494 | 11,766 |
| 3,033 | 0,276 | 0,882 | 182,062 | 0,155 | 9,541 | 9,696 | 4,089 | 0,415 | 1,787 | 182,062 | 0,381 | 12,862 | 13,243 |
| 3,355 | 0,281 | 0,988 | 199,708 | 0,21 | 10,553 | 10,763 | 4,524 | 0,42 | 1,991 | 199,708 | 0,516 | 14,348 | 14,864 |
| 3,678 | 0,286 | 1,098 | 215,467 | 0,277 | 11,569 | 11,846 | 4,959 | 0,429 | 2,221 | 215,467 | 0,679 | 15,728 | 16,407 |
| 4 | 0,295 | 1,228 | 228,905 | 0,357 | 12,582 | 12,939 | 5,395 | 0,443 | 2,486 | 228,905 | 0,875 | 17,111 | 17,986 |
| 4,323 | 0,307 | 1,377 | 239,615 | 0,45 | 13,598 | 14,048 | 5,83 | 0,462 | 2,794 | 239,615 | 1,104 | 18,642 | 19,746 |
| 4,646 | 0,322 | 1,548 | 247,189 | 0,559 | 14,735 | 15,294 | 6,265 | 0,486 | 3,15 | 247,189 | 1,37 | 20,033 | 21,403 |
| 4,968 | 0 | 0 | 251,218 | 0,683 | 15,756 | 16,439 | 6,7 |  |  | 251,218 | 1,675 | 21,598 | 23,273 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  | П'ята передача | |  |  |  |  |  | Шоста передача | |  |  |  |
| V5,м/с | dt,c | dS,м | Nт,кВт | Nв,кВт | Nк,кВт | Nк+Nв, | V6,м/с | dt,c | dS,м | Nт,кВт | Nв,кВт | Nк,кВт | Nк+Nв, |
| 2,578 | 0,706 | 2,027 | 79,756 | 0,095 | 8,109 | 8,204 | 3,47 | 1,219 | 4,711 | 79,756 | 0,233 | 10,915 | 11,148 |
| 3,164 | 0,687 | 2,375 | 100,717 | 0,176 | 9,953 | 10,129 | 4,259 | 1,188 | 5,528 | 100,717 | 0,43 | 13,397 | 13,827 |
| 3,75 | 0,675 | 2,729 | 121,831 | 0,294 | 11,796 | 12,09 | 5,048 | 1,175 | 6,395 | 121,831 | 0,717 | 16,01 | 16,727 |
| 4,336 | 0,669 | 3,097 | 142,707 | 0,454 | 13,752 | 14,206 | 5,837 | 1,162 | 7,241 | 142,707 | 1,108 | 18,664 | 19,772 |
| 4,922 | 0,669 | 3,489 | 162,92 | 0,664 | 15,61 | 16,274 | 6,626 | 1,162 | 8,158 | 162,92 | 1,62 | 21,359 | 22,979 |
| 5,508 | 0,675 | 3,916 | 182,062 | 0,931 | 17,469 | 18,4 | 7,415 | 1,178 | 9,2 | 182,062 | 2,271 | 23,903 | 26,174 |
| 6,094 | 0,685 | 4,375 | 199,708 | 1,261 | 19,486 | 20,747 | 8,204 | 1,2 | 10,318 | 199,708 | 3,076 | 26,659 | 29,735 |
| 6,68 | 0,701 | 4,888 | 215,467 | 1,66 | 21,533 | 23,193 | 8,992 | 1,236 | 11,602 | 215,467 | 4,05 | 29,454 | 33,504 |
| 7,266 | 0,724 | 5,473 | 228,905 | 2,137 | 23,422 | 25,559 | 9,781 | 1,281 | 13,035 | 228,905 | 5,212 | 32,547 | 37,759 |
| 7,852 | 0,758 | 6,174 | 239,615 | 2,697 | 25,516 | 28,213 | 10,57 | 1,346 | 14,758 | 239,615 | 6,578 | 35,447 | 42,025 |
| 8,438 | 0,802 | 7,002 | 247,189 | 3,347 | 27,639 | 30,986 | 11,359 | 1,441 | 16,937 | 247,189 | 8,164 | 38,388 | 46,552 |
| 9,024 |  |  | 251,218 | 4,093 | 29,793 | 33,886 | 12,148 |  |  | 251,218 | 9,986 | 41,686 | 51,672 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  | Сьома передача | |  |  |  |  |  | Восьма передача | |  |  |  |
| V7,м/с | dt,c | dS,м | Nт,кВт | Nв,кВт | Nк,кВт | Nк+Nв, | V8,м/с | dt,c | dS,м | Nт,кВт | Nв,кВт | Nк,кВт | Nк+Nв, |
| 4,678 | 2,247 | 11,707 | 79,756 | 0,57 | 14,837 | 15,407 | 6,316 | 4,378 | 30,795 | 79,756 | 1,403 | 20,196 | 21,599 |
| 5,742 | 2,187 | 13,72 | 100,717 | 1,055 | 18,36 | 19,415 | 7,752 | 4,335 | 36,715 | 100,717 | 2,595 | 25,191 | 27,786 |
| 6,805 | 2,174 | 15,951 | 121,831 | 1,755 | 21,936 | 23,691 | 9,187 | 4,365 | 43,235 | 121,831 | 4,319 | 30,331 | 34,65 |
| 7,869 | 2,178 | 18,297 | 142,707 | 2,714 | 25,571 | 28,285 | 10,623 | 4,398 | 49,878 | 142,707 | 6,678 | 35,625 | 42,303 |
| 8,933 | 2,181 | 20,642 | 162,92 | 3,971 | 29,261 | 33,232 | 12,059 | 4,502 | 57,522 | 162,92 | 9,768 | 41,381 | 51,149 |
| 9,996 | 2,21 | 23,267 | 182,062 | 5,564 | 33,262 | 38,826 | 13,495 | 4,67 | 66,375 | 182,062 | 13,69 | 47,361 | 61,051 |
| 11,06 | 2,279 | 26,417 | 199,708 | 7,536 | 37,378 | 44,914 | 14,931 | 4,923 | 77,038 | 199,708 | 18,542 | 53,565 | 72,107 |
| 12,123 | 2,38 | 30,119 | 215,467 | 9,925 | 41,601 | 51,526 | 16,366 | 5,319 | 90,87 | 215,467 | 24,418 | 59,99 | 84,408 |
| 13,187 | 2,513 | 34,475 | 228,905 | 12,774 | 45,937 | 58,711 | 17,802 | 5,909 | 109,435 | 228,905 | 31,426 | 67,105 | 98,531 |
| 14,25 | 2,697 | 39,867 | 239,615 | 16,119 | 50,381 | 66,5 | 19,238 | 6,79 | 135,501 | 239,615 | 39,661 | 75,018 | 114,679 |
| 15,314 | 2,941 | 46,602 | 247,189 | 20,005 | 55,337 | 75,342 | 20,674 | 8,177 | 174,918 | 247,189 | 49,221 | 82,768 | 131,989 |
| 16,377 |  |  | 251,218 | 24,467 | 60,03 | 84,497 | 22,109 |  | 0 | 251,218 | 60,199 | 91,386 | 151,585 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  | Дев'ята передача | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| V9,м/с | dt,c | dS,м | Nт,кВт | Nв,кВт | Nк,кВт | Nк+Nв, |  | V,м/с | Nk+Nв |  |  |  |  |
| 7,944 | 7,938 | 70,227 | 79,756 | 2,793 | 25,815 | 28,608 |  | 0,782 | 2,443 |  |  |  |  |
| 9,75 | 7,921 | 84,382 | 100,717 | 5,163 | 32,444 | 37,607 |  | 1,05 | 3,292 |  |  |  |  |
| 11,556 | 8,081 | 100,681 | 121,831 | 8,596 | 39,354 | 47,95 |  | 1,41 | 4,443 |  |  |  |  |
| 13,362 | 8,439 | 120,382 | 142,707 | 13,289 | 46,547 | 59,836 |  | 1,914 | 5,971 |  |  |  |  |
| 15,168 | 9,035 | 145,206 | 162,92 | 19,439 | 54,415 | 73,854 |  | 6,7 | 23,373 |  |  |  |  |
| 16,975 | 9,978 | 178,387 | 182,062 | 27,246 | 63,105 | 90,351 |  | 9,024 | 33,886 |  |  |  |  |
| 18,781 | 11,43 | 224,988 | 199,708 | 36,901 | 72,26 | 109,161 |  | 12,148 | 51,672 |  |  |  |  |
| 20,587 | 13,786 | 296,261 | 215,467 | 48,603 | 82,419 | 131,022 |  | 16,377 | 84,497 |  |  |  |  |
| 22,393 | 18,335 | 427,132 | 228,905 | 62,549 | 93,142 | 155,691 |  | 22,109 | 151,583 |  |  |  |  |
| 24,199 | 29,129 | 731,196 | 239,615 | 78,936 | 105,058 | 183,994 |  | 27,8 | 251,518 |  |  |  |  |
| 26,005 | 84 | 2260,272 | 247,189 | 97,96 | 117,631 | 215,591 |  |  |  |  |  |  |  |
| 27,811 |  |  | 251,218 | 119,82 | 131,584 | 251,404 |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| V,м/с | T,с |  | V,м/с | S.м |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0 | 0 |  | 0 | 0 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0,959 | 0,171 |  | 0,959 | 0,49 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1,14 | 0,338 |  | 1,14 | 0,324 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 1,538 |  | 1 | 1,664 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1,771 | 1,773 |  | 1,771 | 2 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2,249 | 2,147 |  | 2,249 | 2,812 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2,71 | 2,424 |  | 2,109 | 5,512 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3,355 | 2,975 |  | 2,71 | 6,215 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4,64 | 3,837 |  | 3,555 | 7,89 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4,5 | 5,037 |  | 4,64 | 12,581 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4,959 | 5 |  | 4,5 | 18,149 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 5,83 | 6,329 |  | 4,96 | 20,14 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 6,7 | 7,277 |  | 5,83 | 24,847 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 6,56 | 8,477 |  | 6,7 | 30,79 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 7,266 | 9,178 |  | 6,56 | 38,83 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 7,858 | 9,902 |  | 7,266 | 43,7 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 9,024 | 11,462 |  | 7,858 | 49,19 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 8,882 | 13,662 |  | 9,024 | 62,37 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 9,781 | 14,5 |  | 8,882 | 73,17 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 10,57 | 15,179 |  | 9,781 | 84,77 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 12,148 | 17,866 |  | 10,57 | 97,8 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 12,006 | 20,166 |  | 12,148 | 129,5 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 13,187 | 22,1 |  | 12,006 | 144 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 15,314 | 26,757 |  | 13,187 | 174,2 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 16,377 | 30,618 |  | 15,314 | 248,6 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 16,22 | 32,818 |  | 16,377 | 295,1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 17,802 | 37 |  | 16,22 | 314 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 19,2 | 41,5 |  | 17,802 | 405,65 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 22,1 | 56,7 |  | 19,2 | 515 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**ДОДАТОКД**

Змн.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

Графіки тягово – динамічного розрахунку

