

Міністерство освіти і науки України

**Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя**

*Кафедра транспортних
технологій та механіки*



МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання курсової роботи з дисципліни
«Транспортні засоби»

для студентів денної форми навчання
спеціальності

**275 «Транспортні технології
(на автомобільному транспорті)»**

для здобуття освітнього рівня
«БАКАЛАВР»

УДК 656.1

Бабій М.В. Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни «Транспортні засоби» для студентів денної форми навчання спеціальності 275 «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)» для здобуття освітнього рівня «Бакалавр» / М.В. Бабій, П.В. Попович, В.О. Дзюра. – Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2018. – 60 с.

Пропоновані методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни «Транспортні засоби» розроблені відповідно до навчальних планів, освітньо-професійних програм та освітньо-кваліфікаційних характеристик підготовки студентів освітнього рівня «бакалавр» спеціальності 275 «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)».

Розглянуто й затверджено на засіданні кафедри транспортних технологій та механіки, протокол № 5 від 7 грудня 2017 р.

Схвалено й рекомендовано до друку на засіданні науково-методичної комісії факультету інженерії машин, споруд та технологій Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, протокол № 5 від 27 грудня 2017 р.

Укладачі: асистент Бабій М.В., професор Попович П.В.,
доцент Дзюра В.О.

Рецензент: д.т.н., доцент Ляшук О.Л.

Відповідальна за випуск: Бабій М.В.

ЗМІСТ

Вступ	4
1. Види проектів та мета курсової роботи	5
2. Тематика курсової роботи	7
3. Теоретичні відомості для дослідження основних закономірностей при русі автомобіля	11
3.1. Визначення зовнішніх сил, що діють на автомобіль	11
3.2. Розподіл і перерозподіл вертикальних реакцій R_z на осях автомобіля	17
3.3. Рівняння руху автомобіля	20
3.4. Визначення висоти ескарпа з місця неведучим колесом	24
3.5. Визначення висоти ескарпа для подолання його з місця ведучим колесом	25
3.6. Подолання ескарпа з місця повноприводним автомобілем	27
3.7. Динамічне подолання ескарпа	28
3.8. Стійкість автомобіля	29
3.8.1. Перекидання автомобіля на підйомі	29
3.8.2. Рух автомобіля на поперечних схилах	30
3.8.3. Стійкість автомобіля проти занесення і перекидання	31
4. Оформлення розрахунково-пояснюючої записки	39
Перелік використаної літератури	52
Додатки	54

ВСТУП

Конструктивні особливості автомобіля мають суттєвий вплив на рівень техніко-експлуатаційних показників роботи рухомого складу та його продуктивність.

Експлуатаційні властивості рухомого складу необхідно оцінювати виходячи з умов експлуатації, тобто особливостей організації процесу перевезень, які визначаються різними поєднаннями транспортних, дорожніх та кліматичних умов.

Транспортні умови характеризуються обсягами перевезень та їх партійністю (розміром партії вантажу, що перевозиться), видами вантажу, відстанню перевезень, умовами виконання навантажувально-розвантажувальних робіт, особливостями організації перевезень.

Дорожні умови характеризуються типом та рівністю дорожнього покриття, поздовжнім профілем дороги, станом дорожнього покриття в різні пори року, інтенсивністю руху.

Кліматичні умови характеризуються середньою, мінімальною та максимальною температурами повітря в найбільш холодні та спекотні місяці року, тривалістю зимового періоду, розміром снігового покриття, вологістю повітря у літній період. Умови експлуатації вимагають відповідні вимоги до конструкції та експлуатаційних властивостей рухомого складу. При перевезеннях різних вантажів зустрічаються випадки, коли при повному використанні місткості кузова не повністю використовується вантажопідйомність автомобіля, або ж навпаки, повне використання вантажопідйомності автомобіля досягається навіть при частковому використанні місткості. Тому для оцінки можливості використання вантажопідйомності автомобіля та місткості кузова визначають питому об'ємну вантажопідйомність та питому площу кузова.

1. ВИДИ ПРОЕКТІВ ТА МЕТА КУРСОВОЇ РОБОТИ

ДСТУ ГОСТ 2.001:2006 встановлює чотири стадії розробки конструкторської документації виробу: технічна пропозиція, ескізний проект, технічний проект та робоча конструкторська документація.

Технічна пропозиція – це сукупність конструкторських документів, які повинні містити технічні та техніко-економічні обґрунтування доцільності розробки документації виробу на основі аналізу технічного завдання замовника і різних варіантів можливих рішень, їх порівняльної оцінки з врахуванням конструктивних і експлуатаційних особливостей розроблюваних та існуючих виробів, а також патентні дослідження.

Технічна пропозиція після узгодження і затвердження у встановленому порядку є основою для розробки ескізного або технічного проекту. Технічну пропозицію виконують згідно правил визначених ГОСТ 2.118-2013.

Ескізний проект – це сукупність конструкторських документів, які повинні містити принципові конструктивні рішення, що дають загальну уяву про будову і принцип роботи, а також дані, які визначають призначення, основні параметри і габаритні розміри розроблюваного виробу.

Ескізний проект після узгодження і затвердження у встановленому порядку є основою для розробки технічного проекту або робочої документації, і виконують згідно правил, передбачених ГОСТ 2.119-2013.

Технічний проект – це сукупність конструкторських документів, які повинні містити остаточні рішення, які дають повну уяву про будову розроблюваного виробу і вихідні дані для розробки робочої документації.

Технічний проект виконують відповідно до правил, визначених ГОСТ 2.120-2013.

Робоча конструкторська документація – це сукупність конструкторських документів, за якими можна виготовити і проконтролювати виріб.

Курсовий проект (курсова робота) – вид самостійної навчально-наукової

роботи з елементами дослідження, що виконується студентами вищих або середніх-спеціальних навчальних закладів протягом семестру з метою закріплення, поглиблення і узагальнення знань, одержаних за час навчання та їх застосування до комплексного вирішення конкретного фахового завдання.

Тематика курсової роботи зазвичай є частиною наукового пошуку відповідної кафедри факультету. Проблеми наукового пошуку, зображені в курсових роботах студентів, можуть знайти своє продовження в дипломних роботах. Таким чином забезпечується наступність науково-дослідницької діяльності студентів від курсу до курсу, послідовність засобів і форм її проведення відповідно до логіки навчального процесу.

Курсова робота з дисципліни «Транспортні засоби» є роботою, що забезпечує набуття практичних навичок дослідження основних закономірностей при русі автомобіля. Здобутий досвід позитивно використовується студентами для складання державної атестації на здобуття освітнього рівня «Бакалавр». Мета роботи – систематизувати, поглибити і закріпити набуті знання, розвинути навички самостійного вирішення організаційних і технічних задач, які виникають при експлуатації транспортних засобів, що виконують різного роду перевезення, а також розвиток творчої діяльності.

При виконанні курсової роботи студенти повинні проявити ґрунтовні знання з фундаментальних, професійно-орієнтованих та соціально-економічних дисциплін.

2. ТЕМАТИКА КУРСОВОЇ РОБОТИ

Тематика курсового проектування вибрана у чіткій відповідності до навчальних планів підготовки «Бакалаврів» даної спеціальності та робочої програми дисципліни «Транспортні засоби».

Курсова робота включає дослідження основних закономірностей при русі автомобіля, куди входить визначення зовнішніх сил, що діють на автомобіль; розподіл і перерозподіл вертикальних реакцій на осях автомобіля; дослідження рівняння руху автомобіля; визначення висоти ескарпа для різних варіантів переїзду автомобілем з відмінною конструкцією шасі; питання стійкості автомобіля при русі на підйом, на поперечних схилах та проходження криволінійних ділянок дороги.

Перед виконанням курсової роботи студентові видається завдання, де є вихідні дані до роботи, консультант (керівник) роботи та терміни поетапного її виконання. А також, за аналізом технічної характеристики заданого автомобіля, студент додатково вибирає необхідні дані, що будуть використовуватися в ході проведення розрахунків.

Тематика курсової роботи направлена на дослідження основних закономірностей при русі заданої марки автомобіля.

Структура розрахунково-пояснювальної записки курсової роботи:

- титульний аркуш;
- заповнений бланк завдання;
- зміст;
- вступ;
- основна частина;
- загальні висновки;
- перелік використаної літератури;
- додатки (за необхідністю).

Об'єм розрахунково-пояснювальної записки повинен складати 30-35 сторінок друкованого тексту формату А4. Графічна частина роботи не

передбачається, за винятком необхідних пояснень, які доцільно винести у додатки.

Зміст завдання «Дослідження основних закономірностей при русі автомобіля».

За вихідними даними завдання дослідити:

1. Визначення зовнішніх сил, що діють на автомобіль (на заданій передачі визначити силу опору повітря, силу опору підйому, силу опору розгону автомобіля).

2. Розподіл і перерозподіл вертикальних реакцій R_z на осях автомобіля (визначити вертикальні реакції R_z на осях автомобіля; змоделювати перерозподіл навантажень на осі автомобіля від зміни кута його підйому, побудувати графік).

3. Рівняння руху автомобіля (записати силовий баланс автомобіля; візуалізувати зміну тягового зусилля на колесах від зміни крутного моменту двигуна; визначити запас сили тяги автомобіля на поточній швидкості; максимальне можливе прискорення на поточній швидкості; максимальний підйом на даній передачі; встановити максимальну вагу причепа (рівномірний рух горизонтальною ділянкою дороги)).

4. Визначення висоти ескарпа з місця неведучим колесом.

5. Визначення висоти ескарпа для подолання його з місця ведучим колесом.

6. Подолання ескарпа з місця повноприводним автомобілем.

7. Динамічне подолання ескарпа.

8. Стійкість автомобіля:

8.1. Перекидання автомобіля на підйомі;

8.2. Рух автомобіля на поперечних схилах;

8.3. Стійкість автомобіля проти занесення і перекидання (отримати значення критичних прискорень та швидкостей, при яких автомобіль перекинеться. Розрахунок провести без врахування крену та з його

врахуванням. Побудувати графік для визначення жорсткості підвіски за заданим значенням крену).

Загальні висновки.

Перелік посилань.

Додатки (при необхідності – технічна характеристика автомобіля, габаритні розміри автомобіля, довідкові таблиці, громіздкі розрахунки тощо).

Вихідні дані для курсової роботи

Прикладом типового завдання до курсової роботи є дані вибрані з технічної характеристики, наприклад, автомобіля Урал-375Д: ширина – 2,69 м; висота – 2,98 м; передаточні числа: 3-я передача КПП – 1,79, роздаточної коробки на підвищеній передачі – 1,3, головної передачі – 8,9; радіус колеса – 0,63 м; частота обертання двигуна при максимальному моменті – 2000 об/хв.; максимальний момент – 465,8 Н·м; повна маса – 13025 кг; заданий кут підйому – 3° ; відстань від осі передніх коліс до ц.в.– 2,463 м; відстань від осі задніх коліс до ц.в.– 2,463 м; висота розміщення ц.в. – 1,42 м (якщо немає точних даних вказаних відстаней, прийняти їх умовно, виходячи від завантаження автомобіля). Решту даних, що необхідно використовувати при виконанні розрахунків, прийняти із довідників та інших достовірних джерел.

Вихідні дані до курсової роботи для «Дослідження основних закономірностей при русі автомобіля» слід вибирати з числа пропонованих марок автомобілів:

- 1. ЗИЛ 5301;**
- 2. КамАЗ 55102;**
- 3. Scania G400;**
- 4. Mercedes-Benz Actros 2541;**
- 5. ТОНАР 45251;**
- 6. MAN F2000;**

- 7. HOWO SINOTRUK;**
- 8. MA3 531605-222;**
- 9. Peterbilt 270 COE;**
- 10.КАМАЗ 4355;**
- 11.HOWO ZZ1167M4611;**
- 12.Foton BJ1251VLPJP;**
- 13.ГАЗ 3307;**
- 14.FAW CA1126P1K2L2;**
- 15.Hyundai HD-120;**
- 16.ТАТРА ARMAX 260R84/269;**
- 17.Volvo FH440 8x2;**
- 18.ЗиЛ 478112;**
- 19.Scania P 340;**
- 20.DAF FAX CF85.360;**
- 21.Урал 632302;**
- 22.КрАЗ С18-020;**
- 23.КрАЗ 5133В2;**
- 24.ГАЗ 331043 "Валдай" здвоєна кабіна;**
- 25.Scania P380 CB6x6EHZ;**
- 26.Mack VISION;**
- 27.Ford 2524(HRS);**
- 28.Ford 2530D(LRS);**
- 29.ISUZU NQR450;**
- 30.BAW Fenix 1044E.**

Примітка: Марка автомобіля вибирається за погодженням з викладачем-керівником роботи.

3. ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ОСНОВНИХ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ПРИ РУСІ АВТОМОБІЛЯ

3.1. Визначення зовнішніх сил, що діють на автомобіль

Аеродинамічний опір. Дорожня експлуатаційна потужність, що витрачається на подолання опорів досить велика. Для підтримки рівномірного руху (190 км/год) чотирьох дверного седана, масою 1670 кг, площею міделевого перетину $2,05 \text{ м}^2$, $c_x = 0,45$ потрібно близько 120 кВт потужності, причому 75 % потужності витрачається на аеродинамічний опір. Потужності, що витрачаються на подолання аеродинамічного і дорожнього (кочення) опору приблизно рівні на швидкості 90 км/год, і в сумі складають 20-25 кВт.

Вважається, що дизайн автомобіля має пряме відношення до аеродинамічних характеристик автомобіля. Але це не зовсім так.

Аеродинамічний опір автомобіля має п'ять складових:

- | | |
|--------------------------|------|
| 1. Опір форми | 52 % |
| 2. Інтерференційний опір | 16 % |
| 3. Індуктивний опір | 15 % |
| 4. Опір внутрішніх течій | 12 % |
| 5. Поверхневий опір | 5 % |

Опір форми. Необхідно забезпечити низький тиск, як перед автомобілем, так і позаду нього. Цю умову задовольняє форма краплини, але вона не задовольняє безлічі інших вимог (розміщення пасажирів, вантажів, агрегатів).

Основна тенденція – зниження висоти автомобіля.

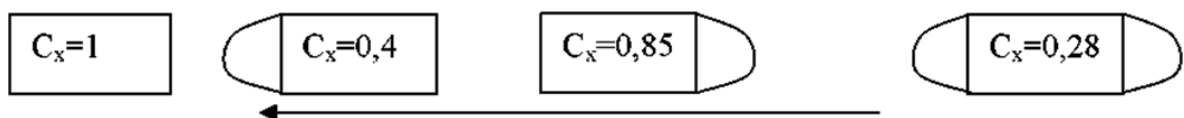


Рисунок 1 – Схематичне представлення форм автомобіля і аеродинамічних коефіцієнтів при цьому

Скруглення і плавний підйом лінії капота – немає зриву, без скруглення і плоского капота – зрив потоку.

Наприклад, кут задніх дверей універсала:

до 20° – $c_x = 0,34$;

$20\dots30^\circ$ – c_x круто росте до 0,44;

$30\dots35^\circ$ – c_x круто падає до 0,40;

більше 35° – $c_x = 0,40$.

Індуктивний опір. Обтікання кузова повітрям супроводжується прискоренням потоків і відповідним зниженням тиску нижче атмосферного:

– передня кромка капота;

– передня кромка даху;

– кути вітрового скла.

Під днищем, навпаки, підвищений тиск.

Це призводить до появи підйомної сили, яка безпечна до швидкостей 100 – 120 км/год. Але при високих швидкостях автомобіль може втратити керованість і стійкість.

Поверхневий опір. Унаслідок в'язкості повітря утворюється приграничний поволі (відносно) поточний шар.

Для приграничного шару характерна наявність деякої критичної швидкості, нижче за яку поліпшення шорсткості не грає ролі.

У автомобіля шорсткість покриття зазвичай 0,5...1 мкм. Полірування такого покриття не ефективно навіть для болідів формули 1.

Інтерференційний опір. Виступаючі частини кузова істотно збільшують аеродинамічний опір автомобіля

Наприклад, аеродинамічний опір бічного дзеркала заднього вигляду окремо від автомобіля узяли за 100 %. Оскільки швидкість потоку поблизу кута вітрового скла на 20-30% більше швидкості автомобіля, то опір дзеркала буде 165%. Якщо саме дзеркало має не обтічну форму, то за ним утворюється

турбулентність, що ще збільшує опір дзеркала на 40-60 %. Таким чином, опір дзеркала досягне 250-300 % від первинного рівня.

Якщо зняти деякі елементи з кузова, то виявиться зниження опору:

дверні ручки – 1... 3 %;

дзеркала – 3... 5 %;

відбивач комах – 5... 9 %;

зовнішні сонцезахисні козирки – 10... 18 %.

Зниження опору форми призводить до посилення впливу інтерференційного опору: поява в ламінарному потоці перешкоди призводить до зриву потоку.

Опір внутрішніх потоків складається з декількох складових:

охолодження двигуна без обвішувань прийняли за 100 %, тоді:

– з бампером охолодження погіршується на 30 %;

– з решіткою радіатора погіршується на 10 %;

– кожух вентилятора покращує обдування на 30%;

охолодження гальм;

вентиляція салону.

Сила опору повітря визначається за залежністю

$$F_{\text{пог}} = 0,5c_x A \rho_g V^2, \quad (1)$$

де c_x – безрозмірний коефіцієнт аеродинамічного опору, залежний від форми тіла;

ρ_g – щільність повітря, кг/м³;

A – площа міделевого перетину автомобіля, м² ;

V – швидкість автомобіля, м/с

$$V = \frac{u_{\text{дв}} i_{\text{кол}}}{i_{\text{зд}} i_{\text{рк}} i_{\text{гол}} 60}, \quad (2)$$

де $n_{\text{дв}}$ – частота обертання двигуна при максимальному крутному моменту,

об/хв;

$i_{кп}$ – передаточне число коробки перемінних передач на 3-й передачі;

$i_{рк}$ – передаточне число роздаточної коробки на підвищеній передачі;

$i_{гп.1}$ – передаточне число головної передачі;

$l_{кол}$ – довжина розгортки колеса, м.

Площу міделевого перетину для автомобіля оцінюють

$$A = 0,9 \cdot B \cdot H, \quad (3)$$

де B – найбільша колія автомобіля, м;

H – висота автомобіля, м.

Швидкість потоку повітря з урахуванням вітру

$$V = \sqrt{V_a^2 + V_v^2 + V_a V_v \cos \beta}, \quad (4)$$

де β – кут між векторами швидкостей автомобіля V_a і вітру V_v .

Сила опору підйому визначається

$$F_n = G_a \cdot \sin \alpha, \quad (5)$$

де G_a – вага автомобіля, Н;

α – заданий кут підйому, рад.

Для кутів, менше 10° (0,17 рад; 17 %) ухил дороги часто позначають i , %, наприклад, 10 %, але в розрахункові формули слід підставляти в долях одиниці (тобто ділити на 100). i позначає, на скільки метрів піднімається полотно дороги на 100 м горизонтальної проекції дороги

$$F_n = G_a \cdot i / 100. \quad (6)$$

Сила опору розгону. При розгоні автомобіля відбувається розгін поступально рухомої маси автомобіля і розгін мас (двигуна, трансмісії, гальмівних дисків і/або барабанів, коліс), що обертаються, збільшують опір розгону. Це збільшення можна врахувати в розрахунках, якщо вважати, що маси автомобіля рухаються поступально, але використовувати якусь еквівалентну масу m_e , декілька більшою m_a .

Використовуємо метод Н.Е. Жуковського, прирівнявши кінетичну енергію поступально рухомої еквівалентної маси сумі енергій

$$\frac{m_e V^2}{2} = \frac{m_a V^2}{2} + \frac{J_\delta \omega_\delta^2}{2} + \frac{J_k \omega_k^2}{2}, \quad (7)$$

де J_δ – момент інерції маховика двигуна і пов'язаних з ним деталей, $кг \cdot м^2$ (або $Н \cdot м \cdot с^2$);

ω_δ – кутова швидкість двигуна, рад/с;

J_k – сумарний момент інерції всіх коліс.

$$\text{Так як } \omega_k = V / r_k, \quad \omega_\delta = V \cdot i_{kn} \cdot i_0 / r_k, \quad r_k = r_{k0},$$

$$\text{то отримаємо } m_e = m_a + \frac{J_\delta \cdot i_{kn}^2 \cdot i_0^2 + \sum J_k}{r_{k0}^2}.$$

$$\text{Проведемо заміну } m_e = m_a \cdot \delta,$$

$$\text{де } \delta = 1 + \frac{J_\delta \cdot i_0^2}{r_{k0}^2 \cdot m_a} \cdot i_{kn}^2 + \frac{J_{k1} + J_{k2}}{r_{k0}^2 \cdot m_a} = 1 + \delta_1 \cdot i_{kn}^2 + \delta_2.$$

Якщо автомобіль завантажений не повністю

$$\delta = 1 + (\delta_1 \cdot i_{kn}^2 + \delta_2) \cdot \frac{m_a}{m_x}.$$

Якщо автомобіль їде накатом

$$\delta = 1 + \delta_2.$$

Сила опору розгону автомобіля (інерції)

$$F_i = m_e \cdot a_a = \delta \cdot m_a \cdot a_a. \quad (8)$$

де δ у першому наближенні можна прийняти

$$\delta = 1,04 + 0,04i_{kn}^2, \quad (9)$$

m_a – маса автомобіля, кг;

a_a – задане прискорення при розгоні, м/с².

Сумарний опір

$$F = F_{\text{повітря}} + F_m + F_i. \quad (10)$$

Визначаємо питомі значення кожного з отриманих опорів:

опір повітря – x %; опір при підйомі – y %; опір при розгоні – z %.

3.2. Розподіл і перерозподіл вертикальних реакцій R_z на осях автомобіля

Розподіл по осях ваги нерухомого автомобіля на горизонтальну площину визначається за залежностями:

$$R_{z1} = G_a \cdot L_2 / L; \tag{11}$$

$$R_{z2} = G_a \cdot L_1 / L,$$

де L_1, L_2 – відстані від осі передніх та задніх коліс до центру ваги автомобіля, м;
 L – база автомобіля, $L = L_1 + L_2$.

При розгоні автомобіля в гору (рис. 2) перерозподіл навантажень змінюється.

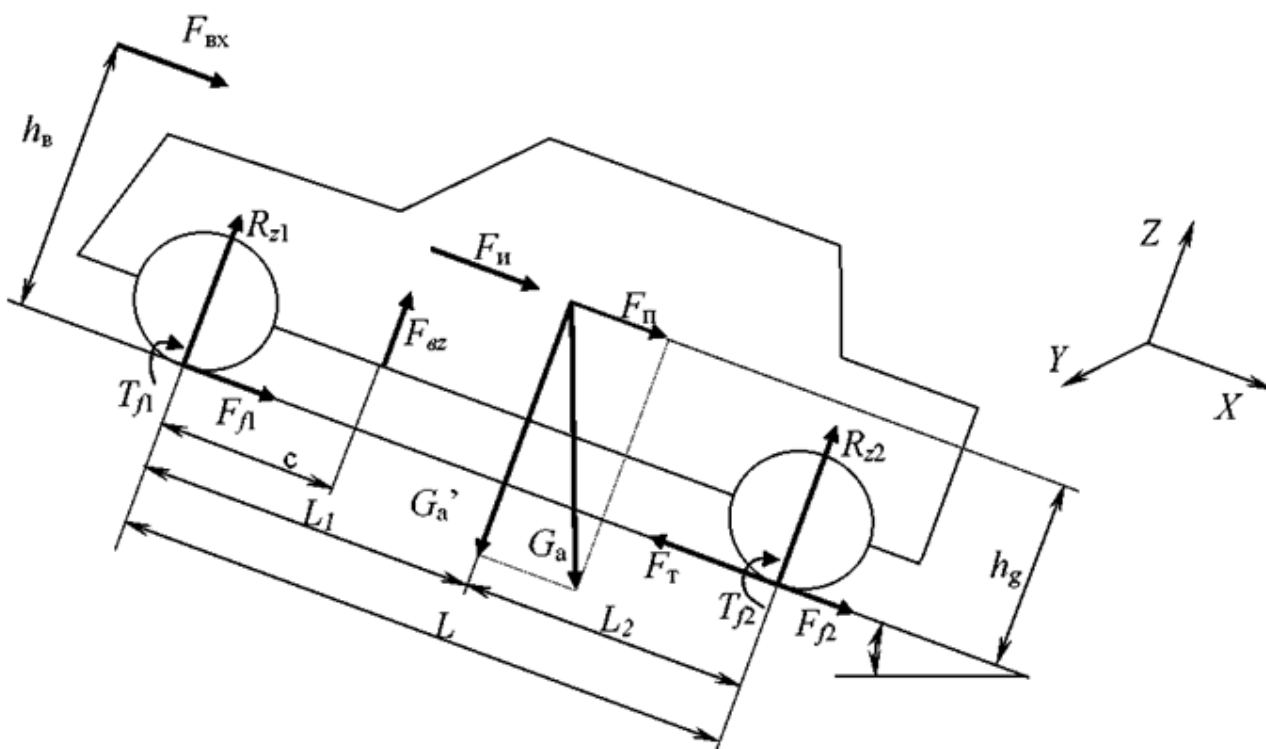


Рисунок 2 – Схема навантаження на осі автомобіля

Зауважимо, що момент $T_{f1,2}$ з'являється при перенесенні $R_{z1,2}$ в центр плями контакту колеса з дорогою.

Сума моментів відносно ведучих (задніх) коліс, $\Sigma T = 0$

$$R_{z1} \cdot L + G_a \cdot \sin \alpha \cdot h_g + m_e \cdot a \cdot h_g + 0,5 \cdot c_x \cdot \rho \cdot AV^2 \cdot h_g - G_a \cdot \cos \alpha \cdot L_2 + T_{f1} + T_{f2} = 0, \quad (12)$$

тоді

$$T_{f1} = R_{x1} \cdot r_\delta = f \cdot R_{z1} r_\delta,$$

$$T_{f2} = R_{x2} \cdot r_\delta = f \cdot R_{z2} r_\delta,$$

$$T_{f1} + T_{f2} = f R_{z1} r_\delta + f R_{z2} r_\delta = (R_{z1} + R_{z2}) f r_\delta = G_a \cos \alpha f r_\delta.$$

З суми моментів (12) визначимо R_{z1}

$$R_{z1} = \frac{G_a \cdot L_2}{L} \left(\cos \alpha - \frac{h_g}{L_2} \cdot \sin \alpha - \frac{0,5 \cdot c_x \cdot \rho \cdot A \cdot V^2}{G_a \cdot L_2} \cdot h_g - \frac{a}{g} \cdot \frac{h_g}{L_2} - f \cdot \frac{r_\delta}{L_2} \right). \quad (13)$$

Можна R_{z1} виразити через добуток $\frac{G_a \cdot L_2}{L}$ на m_{g1} ,

де

$$m_{g1} = k_{a1} + k_{e1} + k_{u1} + k_{f1},$$

тут $k_a; k_e; k_u; k_f$ – коефіцієнти впливу відповідно підйому, опору повітря, прискорення і опору коченню (складові виразу (13) в дужках).

Визначаємо реакцію R_{z1}

$$R_{z1} = m_{g1} G_a L_2 / L.$$

Аналогічно для задніх коліс

$$R_{z2} \cdot L - G_a \cdot \sin \alpha \cdot h_g - m_a \cdot a \cdot h_g - 0,5 \cdot c_x \rho \cdot AV^2 \cdot h_g - G_a \cdot \cos \alpha \cdot L_1 - T_{f1} - T_{f2} = 0, \quad (14)$$

або

$$R_{z2} = m_{g2} G_a L_1 / L,$$

де

$$m_{g2} = k_{a2} + k_{g2} + k_{u2} + k_{f2}.$$

З (14) маємо

$$R_{z2} = \frac{G_a \cdot L_1}{L} \left(\cos \alpha - \frac{h_g}{L_1} \cdot \sin \alpha - \frac{c_x \cdot \rho \cdot A \cdot V^2}{2 \cdot G_a \cdot L_1} \cdot h_g + \frac{a}{g} \cdot \frac{h_g}{L_1} + f \cdot \frac{r_d}{L_1} \right). \quad (15)$$

Як приклад, моделюючи зміну кута підйому при русі автомобіля, отримаємо графічну інтерпретацію перерозподілу навантажень на осі автомобіля, рис. 3.

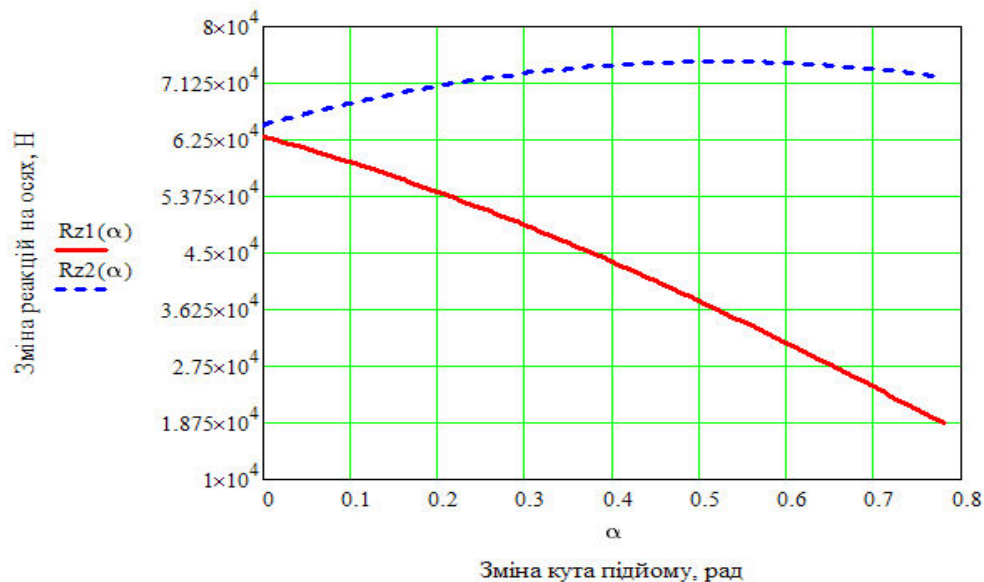


Рисунок 3 – Перерозподіл навантажень на осі автомобіля

3.3. Рівняння руху автомобіля

Перша умова можливості руху автомобіля. Необхідно, щоб дотична реакція на ведучих колесах була більша або дорівнювала сумі дотичних реакцій на ведених колесах і проекцій зовнішніх сил на площину дороги (включаючи сили інерції)

$$R_{x2} \geq R_{x1} + \sum F_{зовн.} \cdot \quad (16)$$

Друга умова – максимально можливе прискорення.

Дотична реакція на ведучих колесах не повинна перевищувати своєї межі по зчепленню

$$R_{x2} \leq R_{я2} \cdot \varphi_x \cdot \quad (17)$$

Запишемо силовий баланс автомобіля

$$F_T = F_k + F_n + F_{нов} + F_i, \quad (18)$$

де F_k – опір перекочуванню, Н;

F_k і $F_{нов}$ – при русі автомобіля існують завжди; F_n і F_i – можуть бути відсутніми.

З іншого боку

$$F_T = \frac{T_e \cdot i_{kn} \cdot i_{pk} \cdot i_0 \cdot \eta_{mp}}{r_0}, \quad (19)$$

дотична сила на колесах при теоретичній зміні крутного моменту (приклад), рис. 4.

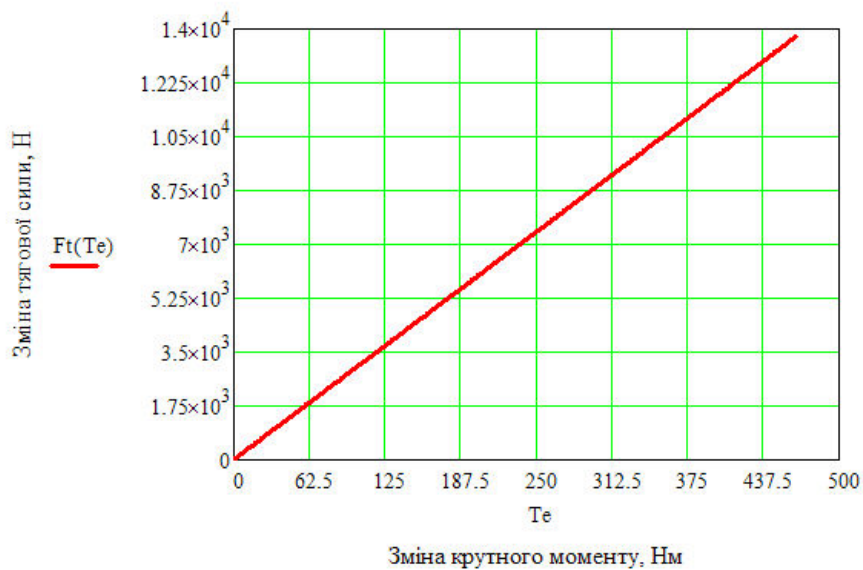


Рисунок 4 – Візуалізація зміни тягового зусилля на колесах від зміни крутного моменту двигуна

Опір перекочуванню

$$F_k = f_k \cdot G_a \cdot \cos \alpha , \quad (20)$$

де f_k – коефіцієнт перекочування.

Об'єднаємо F_k і F_n та назвемо дорожній опір

$$F_\psi = F_k + F_n = f_k \cdot G_a \cdot \cos \alpha + G_a \cdot \sin \alpha = G_a \cdot (f_k \cdot \cos \alpha + \sin \alpha), \quad (21)$$

або

$$F_\psi = G_a \cdot \psi ,$$

де $\psi = f \cdot \cos \alpha + \sin \alpha$ – коефіцієнт дорожнього опору.

Рівняння руху автомобіля прийме вигляд

$$\frac{T_e \cdot i_{kn} \cdot i_0 \cdot \eta_{mp}}{r_k} = \psi \cdot G_a + 0,5 \cdot c_x \cdot A \cdot \rho_e \cdot V^2 + \delta \cdot m_a \cdot a. \quad (22)$$

Сила тяги автомобіля характеризується набором кривих, які залежать від передаточного числа трансмісії.

Запас сили тяги автомобіля на поточній швидкості

$$\Delta F = F_T - F_{\psi} - F_{пов}. \quad (23)$$

Максимально можливе прискорення на поточній швидкості

$$a = \frac{\Delta F}{m_a \cdot \delta}. \quad (24)$$

Максимально можливий підйом на даній передачі

$$\Delta F = G_a \cdot \sin \alpha, \quad (25)$$

звідки

$$\alpha = \arcsin \frac{\Delta F}{G_a}.$$

Максимально можлива вага причепа (рівномірний рух по горизонтальній дорозі).

Допустимо, що $F_{повприч.} = 0,25 \cdot F_{повавт.}$ тоді

$$F_{f\text{ прич.}} = G_{прич.} \cdot f_{\max}$$

і

$$\Delta F = 0,25 \cdot F_{повавт.} + G_{прич.} \cdot f_{\max},$$

звідки

$$G_{\text{прив.}} = \frac{\Delta F - 0,25 \cdot F_{\text{поваят.}}}{f_{\text{max}}}, \quad (26)$$

де $f_{\text{max}} = 0,15$ – максимальне значення коефіцієнта перекочування.

Відповідно до другої умови

$$\frac{(T_e - J_\delta \cdot \varepsilon_\delta) \cdot i_{kn} \cdot i_{pk} \cdot i_0 \cdot \eta_{mp} - \sum_1^n J_k \cdot \varepsilon_k - R_{z2} \cdot f_k \cdot r_\delta}{r_\delta} \leq R_{z2} \cdot \varphi_x, \quad (27)$$

де φ_x – коефіцієнт поздовжнього щеплення шини з дорогою.

При рівномірному русі сила інерції відсутня

$$\frac{T_e \cdot i_{kn} \cdot i_{pk} \cdot i_0 \cdot \eta_{mp} - R_{z2} \cdot f_k \cdot r_\delta}{r_\delta} \leq R_{z2} \cdot \varphi_x.$$

Перетворимо дріб, замінимо крутний момент, силою тяги

$$F_T - R_{z2} \cdot f_k \leq R_{z2} \cdot \varphi_x.$$

Перегрупувавши, в кінцевому результаті отримаємо

$$F_T \leq R_{z2} \cdot (\varphi_x + f_k). \quad (28)$$

В розрахунках при великих φ_x можна знехтувати f_k .

3.4. Визначення висоти ескарпа з місця неведучим колесом

Сума моментів відносно точки контакту колеса з порогом, рис. 5.

$$F_T(r_\partial - h) - G_k \cdot d = 0. \quad (29)$$

З подібності трикутників маємо

$$\frac{d}{r_\partial} = \frac{F_T}{N}, \text{ звідки } d = r_\partial \cdot \frac{F_T}{N}.$$

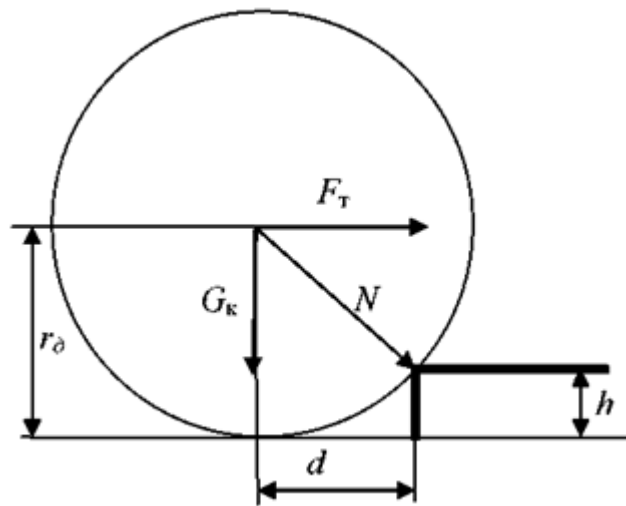


Рисунок 5 – Схема переїзду ескарпа з місця неведучим колесом

$$N = \sqrt{G_k^2 + F_T^2}.$$

Підставимо останні 2 рівняння в перше

$$F_T \cdot r_\partial - F_T \cdot h - G_k \cdot r_\partial \cdot \frac{F_T}{\sqrt{F_T^2 + G_k^2}} = 0,$$

звідки, скоротивши F_T , отримаємо

$$h = r_{\delta} \cdot \left(1 - \frac{G_k}{\sqrt{F_T^2 + G_k^2}} \right). \quad (30)$$

Враховуючи $G_k = G_a \cdot (1 - k_{зщ.})$,

$$h = r_{\delta} \cdot \left(1 - \frac{G_a \cdot (1 - k_{зщ.})}{\sqrt{F_T^2 + G_k^2}} \right),$$

де $k_{зщ.}$ – коефіцієнт зчіпної ваги (частка ваги автомобіля на ведучих колесах).

При максимальному використанні зчіпних властивостей коліс $F_m = G_a \cdot k_{зщ.} \cdot \varphi$

$$h = r_{\delta} \cdot \left(1 - \frac{1 - k_{зщ.}}{\sqrt{k_{зщ.}^2 \cdot \varphi^2 + (1 - k_{зщ.})^2}} \right). \quad (31)$$

3.5. Визначення висоти ескарпа для подолання його з місця ведучим колесом

Сума моментів відносно точки контакту з ескарпом, рис. 6

$$T_k - G_k \cdot d = 0. \quad (32)$$

Крутний момент на колесі обмежений зчепленням

$$T_k = N \cdot \varphi \cdot r_k = 0. \quad (33)$$

З трикутника $G_k - N - \varphi \cdot N$

$$N = G_k \cdot \cos \beta ; \quad (34)$$

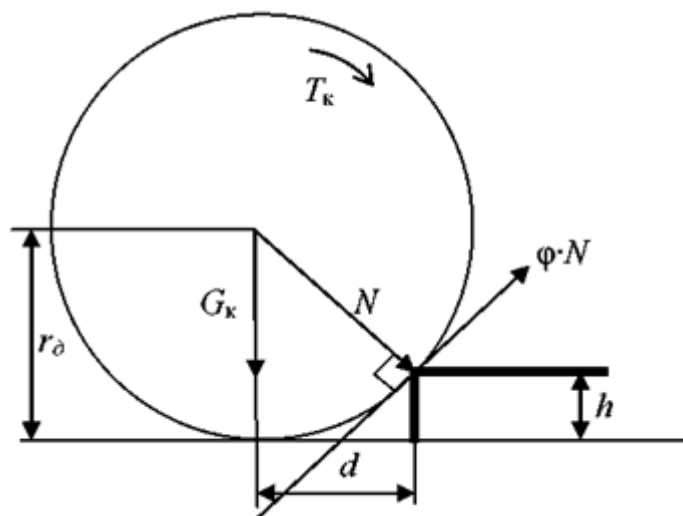


Рисунок 6 – Схема переїзду ескарпа з місця ведучим колесом

З трикутника $G_k \cdot N - d$ або $r_k - d - (r_k - h)$ маємо:

$$\cos \beta = \frac{r_k - h}{r_k}, \quad (35)$$

$$d = \sqrt{r_k^2 - (r_k - h)^2}. \quad (36)$$

Підставимо (35) в (34), (34) в (33), а (33) і (36) в (32) отримаємо

$$G_k \cdot (r_0 \cdot h) \cdot \varphi - G_k \cdot \sqrt{r_0^2 - (r_0 - h)^2} = 0, \quad (37)$$

звідки

$$h = r_0 \cdot \left(1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \varphi^2}} \right). \quad (38)$$

3.6. Подолання ескарпа з місця повноприводним автомобілем

На колеса діють і крутний момент, і штовхаюча сила

$$F_T(r_\partial - h) + T_k - G_k \cdot d = 0, \quad (39)$$

$$F_T(r_\partial - h) + N \cdot \varphi \cdot r_\partial - G_k \cdot d = 0. \quad (40)$$

Позначимо $K_2 = G_2 / G_a$. Тоді $G_1 = G_a \cdot (1 - K_2)$.

$$F_{T1} = G_a \cdot K_2 \cdot \varphi. \quad (41)$$

Враховуючи, що $N = F_{T1} \cdot \sin \beta + G_1 \cdot \cos \beta$,

$$\sin \beta = \frac{\sqrt{r_\partial^2 + (r_\partial - h)^2}}{r_\partial}, \quad \cos \beta = \frac{r_\partial - h}{r_\partial}.$$

Після підстановок отримаємо для передніх коліс

$$h_1 = r_\partial \cdot \left(1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{((1 - K_2) \cdot \varphi + K_2 \cdot \varphi)^2}{((1 - K_2) - K_2 \cdot \varphi^2)^2}}} \right). \quad (42)$$

Для задніх коліс змінюється знаменник під коренем

$$h_2 = r_0 \cdot \left(1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{(K_2 \cdot \varphi + (1 - K_2) \cdot \varphi)^2}{(K_2 - (1 - K_2) \cdot \varphi^2)^2}}} \right). \quad (43)$$

3.7. Динамічне подолання ескарпа

При динамічному подоланні ескарпа обмежувачем служить міцність підвіски, а не сила тяги ведучої осі (схема приводу і φ ролі не грають). Зазвичай приймають $F_T = \gamma G_a$, де $\gamma_n = 2$

$$h = r_0 \cdot \left(1 - \frac{1 - K_2}{\sqrt{\gamma_n^2 + (1 - K_2)^2}} \right). \quad (44)$$

Початкову швидкість, з якою автомобіль долає поріг з використанням сили інерції, визначимо з умови рівності енергії: кінетична енергія автомобіля витрачається на підйом автомобіля на висоту h . Якщо прийняти, що після в'їзду задньої осі автомобіль зупиниться, то

$$\frac{G_a \cdot V_{\text{поч.2}}^2}{2 \cdot g} = G_a \cdot K_2 \cdot h,$$

звідки

$$V_{\text{поч.2}} = \sqrt{2 \cdot g \cdot h \cdot K_2}, \text{ м/с.} \quad (45)$$

Перша вісь повинна мати (при подоланні порогу) велику швидкість

$$\frac{G_a \cdot V_{noc.1}^2}{2 \cdot g} - \frac{G_a \cdot V_{noc.2}^2}{2 \cdot g} = G_a \cdot (1 - K_2) \cdot h,$$

звідки

$$V_{noc.1} = \sqrt{2 \cdot g \cdot h \cdot (1 - K_2) + V_{noc.2}^2}, \text{ м/с.} \quad (46)$$

3.8. Стійкість автомобіля

Стійкість – здатність автомобіля зберігати задану швидкість і напрям руху, орієнтацію поздовжньої і вертикальної осей при їх відхиленні в результаті короткочасної зовнішньої дії.

3.8.1. Перекидання автомобіля на підйомі

Умова перекидання (вперед) – рівність нулю вертикальних реакцій відносно передніх коліс

$$R_{z2} = \frac{G_a}{L} \cdot (L_1 \cdot \cos \alpha - h_g \cdot \sin \alpha) = 0 \Rightarrow \operatorname{tg} \alpha = \frac{L_1}{h_g} \Rightarrow \alpha = \operatorname{arctg} \left(\frac{L_1}{h_g} \right), \quad (47)$$

де h_g – висота до центру ваги автомобіля, м.

Щоб уникнути перекидання повинна бути витримана умова

$$\frac{L_1}{h_g} > \varphi_x. \quad (48)$$

3.8.2. Рух автомобіля на поперечних схилах

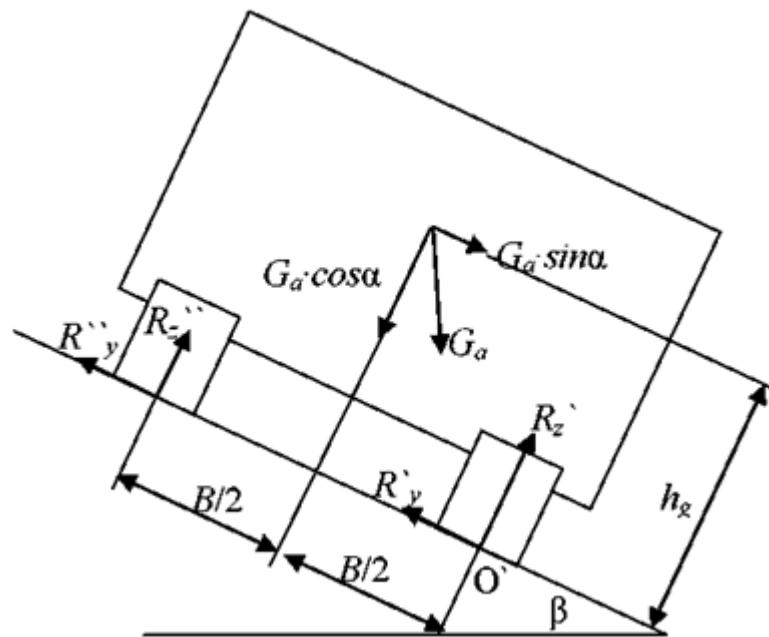


Рисунок 7 – Схема руху автомобіля на поперечних схилах

R_z' , R_z'' – сумарні нормальні реакції нижнього і верхнього бортів;

R_y' , R_y'' – сумарні поперечні реакції нижнього і верхнього бортів.

Умова зісковзування із схилу

$$R_y' + R_y'' = G_a \cdot \sin \beta ,$$

$$R_y' = R_z' \cdot \varphi_y \quad R_y'' = R_z'' \cdot \varphi_y ,$$

$$R_y' + R_y'' = R_z' \cdot \varphi_y + R_z'' \cdot \varphi_y = (R_z' + R_z'') \cdot \varphi_y = G_a \cdot \sin \beta ,$$

$$G_a \cdot \cos \beta \cdot \varphi_y = G_a \cdot \sin \beta . \tag{49}$$

Перегрупувавши, отримаємо

$$\varphi_y = \operatorname{tg}\beta . \quad (50)$$

Умова перекидання на схилі

$$R_z'' = 0 . \quad (51)$$

Перекидання відносно осі O'

$$\sum T_{O'} = R_z'' \cdot B + G_a \cdot \sin \beta \cdot h_g - G_a \cdot \cos \beta \frac{B}{2} , \quad (52)$$

звідки

$$R_z'' = \frac{G_a}{B} \cdot \left(\frac{B}{2} \cdot \cos \beta - h_g \cdot \sin \beta \right) \equiv 0 ,$$

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{B}{2 \cdot h_g} = \gamma_B \rightarrow \beta = \operatorname{arctg} \frac{B}{2 \cdot h_g} . \quad (53)$$

γ_B – коефіцієнт поперечної стійкості.

3.8.3. Стійкість автомобіля проти занесення і перекидання

Крен кузова. Реальні автомобілі мають підвіску, яка більше навантажена (нижня по схилу) сторона просідає, а інша підводиться. Це явище називається креном кузова.

Крен виникає не тільки на схилі, а при всякій дії бічних сил, наприклад, на повороті.

При крені відбувається зсув центру мас автомобіля по двох осях: OY і OZ . При цьому центр мас повертається навколо центру крену.

Центр поперечного крену залежної ресорної підвіски розташований на лінії перетину поздовжньої площини симетрії автомобіля і вертикальної площини моста на рівні нейтральної лінії корінного листа ресори.

Центр крену незалежної підвіски на подвійних поперечних важелях знаходиться в площині гойдання підвіски на перетині поздовжньої площини симетрії автомобіля і прямої, що сполучає центр плями контакту колеса і його миттєвий центр повороту (перетин поздовжніх осей поперечних важелів).

Центр крену пружинної стійки (Макферсон) знаходиться в площині гойдання підвіски на перетині поздовжньої площини симетрії автомобіля і прямої, що сполучає центр плями контакту колеса з точкою перетину продовження нижнього важеля з перпендикуляром з верхньої опори.

Центр крену незалежної підвіски на одному поперечному важелі знаходиться на перетині осі автомобіля і прямої, що сполучає центр плями контакту колеса з шарніром важеля.

Вісь крену автомобіля – пряма, що сполучає центри крену передньої і задньої підвісок. Перпендикуляр, опущений на вісь крену з центру мас, визначає плече крену.

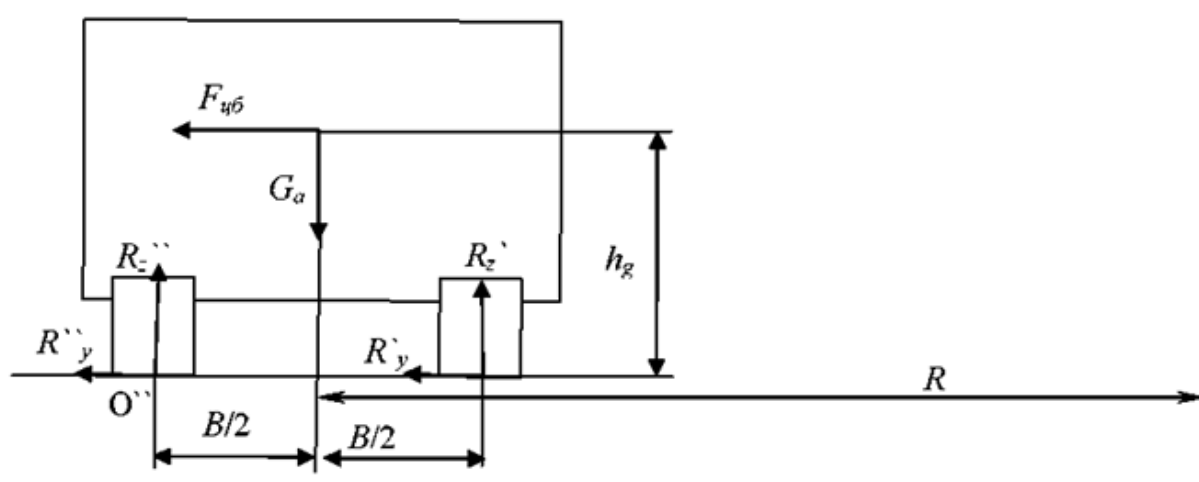


Рисунок 8 – Схема до розрахунку стійкості автомобіля проти заносу та перекидання

Занесення всіх коліс. Умова занесення – відцентрова сила дорівнює сумі поперечних реакцій коліс

$$F_{\text{ц.}} = R_y' + R_y'' , \quad (54)$$

$$F_{\text{ц.}} = m \cdot \frac{V^2}{R} = \frac{G_a}{g} \cdot \frac{V^2}{R} . \quad (55)$$

Відомо, що $R_y' = R_z' \cdot \varphi_y$; $R_y'' = R_z'' \cdot \varphi_y$

Оскільки

$$R_y' + R_y'' = G_a ,$$

то

$$R_y' + R_y'' = (R_z' + R_z'') \cdot \varphi_y = G_a \cdot \varphi_y .$$

Тоді отримаємо

$$\frac{G_a}{g} \cdot \frac{V^2}{R} = G_a \cdot \varphi_y , \quad (56)$$

звідки критична швидкість заносу

$$V_{\text{кр}}^{\text{занос}} = \sqrt{\varphi_y \cdot g \cdot R} . \quad (57)$$

Перекидання на повороті без урахування крену. Умова перекидання $R_z' = 0$.

Сума моментів відносно O'' повинна дорівнювати нулю

$$R_z \cdot B + \frac{G_a}{g} \cdot \frac{V^2}{R} \cdot h_g - G_a \cdot \frac{B}{2} = 0, \quad (58)$$

звідки

$$R_z \cdot \frac{G_a}{B} \left(\frac{B}{2} - \frac{V^2}{g \cdot R} \cdot h_g \right) \equiv 0,$$

виділимо з другого множника $\frac{B}{2} = \frac{V^2}{g \cdot R} \cdot h_g$.

Перегрупуємо

$$\frac{g \cdot B}{2 \cdot h_g} = \left(\frac{V^2}{R} \right)_{\text{перек}}.$$

Критична швидкість щодо перекидання

$$V_{\text{кр}}^{\text{перек}} = \sqrt{\frac{B \cdot g \cdot R}{2 \cdot h_g}} \text{ або } V_{\text{кр}}^{\text{перек}} = \sqrt{\gamma_B \cdot g \cdot R}. \quad (59)$$

Щоб автомобіль не перевертався, необхідно виконати умову

$$\left(\frac{V^2}{R} \right)_{\text{перек}} > \left(\frac{V^2}{R} \right)_{\text{занос}} \text{ звідки } \frac{B}{2 \cdot h_g} > \phi_y. \quad (60)$$

Перекидання на повороті з урахуванням крену

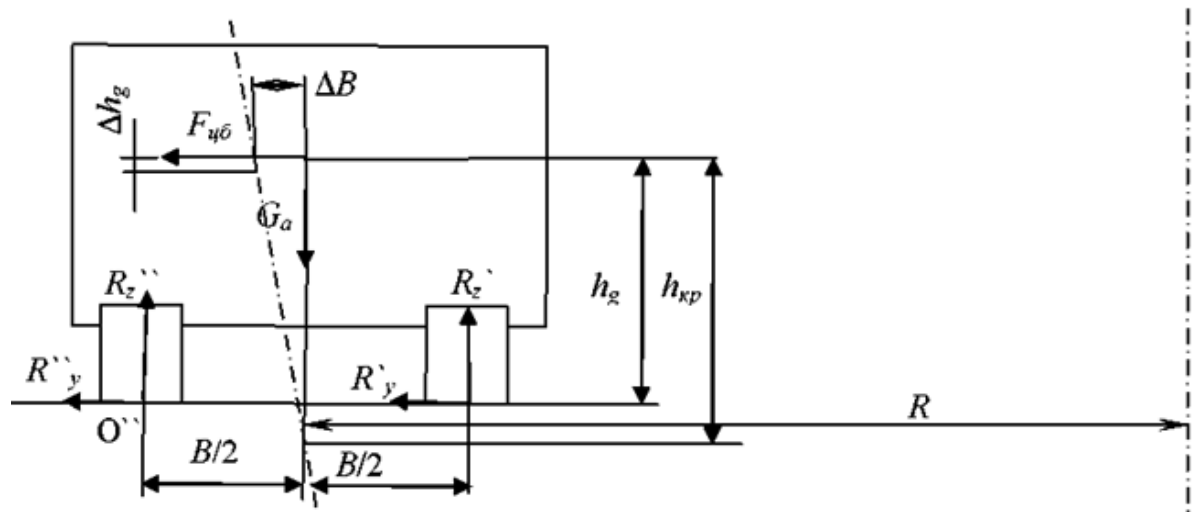


Рисунок 9 – Схема до розрахунку стійкості автомобіля проти перекидання з врахуванням крену

За рис.9 маємо

$$\Delta h_g = h_{kp} \cdot (1 - \cos \gamma),$$

де γ кут крену,

$$\Delta B = h_{kp} \cdot \sin \gamma \approx h_{kp} \cdot \gamma,$$

якщо γ в рад.

Момент сил крену

$$T_{kp} = F_y \cdot h_{kp} + G_a \cdot \Delta B = \frac{G}{g} \cdot \frac{V^2}{R} \cdot h_{kp} + G_a \cdot \gamma \cdot h_{kp}. \quad (61)$$

Відновлюючий момент

$$T_{онов} = (C_1 + C_2) \cdot \gamma \cdot C. \quad (62)$$

Момент сил крену повинен бути урівноважений підвіскою $T_{онов} = T_{kp}$

$$(C_1 + C_2) \cdot \gamma = \frac{G_a}{g} \cdot \frac{V^2}{R} \cdot h_{kp} + G_a \cdot \gamma \cdot h_{kp}. \quad (63)$$

Або

$$C_1 + C_2 = \frac{G_a}{g} \cdot \frac{V^2}{R} \cdot \frac{h_{kp}}{\gamma} + G_a \cdot h_{kp}.$$

Кутова жорсткість підвіски

$$C_1 + C_2 = G_a \cdot h_{kp} \cdot \left(1 + \frac{V^2}{gR} \cdot \frac{1}{\gamma} \right), \quad (64)$$

де γ – в радіанах.

Жорсткість підвіски підбирається так, щоб при бічному прискоренні $0,4 \cdot g$ (прискорення $= V^2 / R$) кут крену γ не повинен перевищувати $5^\circ \dots 6^\circ$.

$$C_1 + C_2 = G_a \cdot h_{kp} \cdot \left(1 + 0,4 \frac{1}{0,087} \right) = 5,6 \cdot G_a \cdot h_{kp}. \quad (65)$$

Таким чином, визначають сумарну жорсткість підвісок і порівнюють з допустимою, яка рівна $5,6 \cdot G_a \cdot h_{kp}$. Після цього вирішують питання про доцільність застосування стабілізатора (вважаємо, що жорсткість передньої підвіски повинна бути більшою, тому і стабілізатор встановлюють як правило на передню вісь).

Як приклад, підберемо сумарну жорсткість підвісок, виходячи з поставленої умови, рис.10.

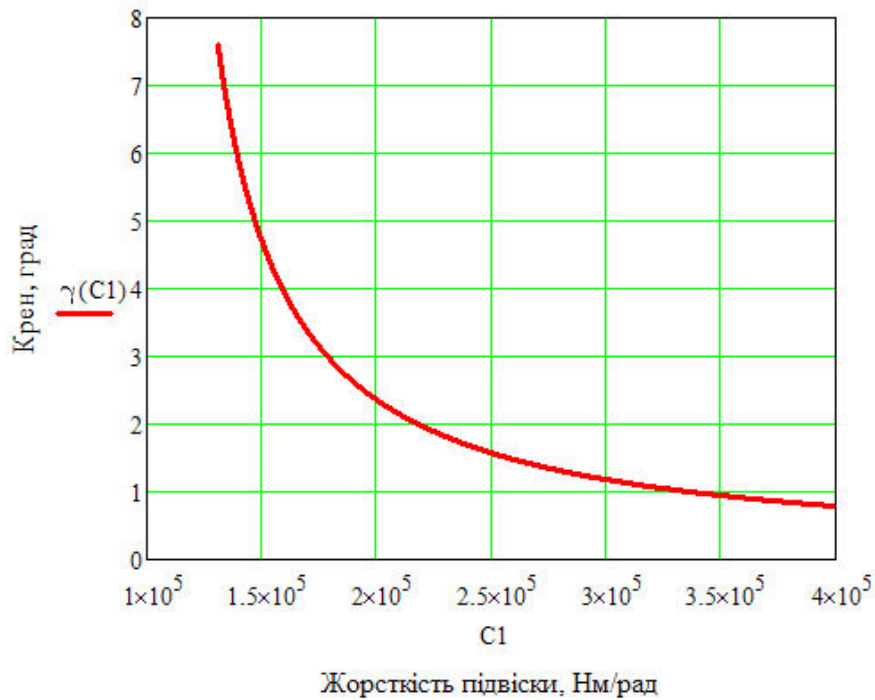


Рисунок 10 – Графік для визначення жорсткості підвіски за заданим значенням крену

За значенням крену $\gamma = 5,5^\circ$ жорсткість передньої підвіски має бути приблизно $C_1 = 1,43 \cdot 10^5$ Нм/рад.

Знайдемо критичну швидкість по перекиданню з урахуванням крену.

Сума моментів відносно центра контакту зовнішнього колеса з дорогою

$$R_z \cdot B + \frac{G_a}{g} \cdot \frac{V^2}{R} \cdot h_g - G_a \cdot \left(\frac{B}{2} - \Delta B \right) = 0, \quad (66)$$

звідки

$$R_z \cdot \frac{G_a}{B} \left(\frac{B}{2} - \Delta B - \frac{V^2}{g \cdot R} \cdot h_g \right) \equiv 0.$$

Раніше записано $\Delta B = \gamma \cdot h_{kp}$. Із залежності для кутової жорсткості підвіски знайдемо γ

$$\gamma = \frac{\frac{G_a}{g} \cdot \frac{V^2}{R} \cdot h_{kp}}{C_1 + C_2 - G_a \cdot h_{kp}}.$$

Далі отримаємо

$$\Delta B = \frac{\frac{G_a}{g} \cdot \frac{V^2}{R} \cdot h_{kp}^2}{C_1 + C_2 - G_a \cdot h_{kp}}.$$

Підставимо ΔB в R_z' :

$$\frac{B}{2} - \frac{\frac{G_a}{g} \cdot \frac{V^2}{R} \cdot h_{kp}^2}{C_1 + C_2 - G_a \cdot h_{kp}} - \frac{V^2}{g \cdot R} \cdot h_g \equiv 0 \rightarrow$$

$$\frac{\frac{G_a}{g} \cdot \frac{V^2}{R} \cdot h_{kp}^2}{C_1 + C_2 - G_a \cdot h_{kp}} + \frac{V^2}{g \cdot R} \cdot h_g = \frac{B}{2} \rightarrow$$

$$\rightarrow \frac{V^2}{g \cdot R} \cdot \left(\frac{G_a \cdot h_{kp}^2}{C_1 + C_2 - G_a \cdot h_{kp}} + h_g \right) = \frac{B}{2} \rightarrow$$

$$\left(\frac{V^2}{R} \right)^{перек} = g \cdot \frac{B}{2 \cdot \left(h_g + \frac{G_a \cdot h_{kp}^2}{C_1 + C_2 - G_a \cdot h_{kp}} \right)}. \quad (67)$$

На основі проведених розрахунків формують загальні висновки, де констатують отримані результати та наводять пропозиції щодо зміни параметрів чи конструкції для підвищення експлуатаційних властивостей розглядуваного автомобіля.

4. ОФОРМЛЕННЯ РОЗРАХУНКОВО-ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ

Текст розрахунково-пояснюючої записки розміщують на одній стороні аркуша формату А4 (297x210 мм). Текст виконується комп'ютерним (машинописним) способом через 1,5 інтервали чітким шрифтом висотою не менше 2,5 мм або рукописним – чорною тушшю основним креслярським шрифтом з висотою букв і цифр не менше 2,5 мм. Допускається пояснюючу записку виконувати чітким розбірливим рукописним текстом чорним чорнилом чи пастою.

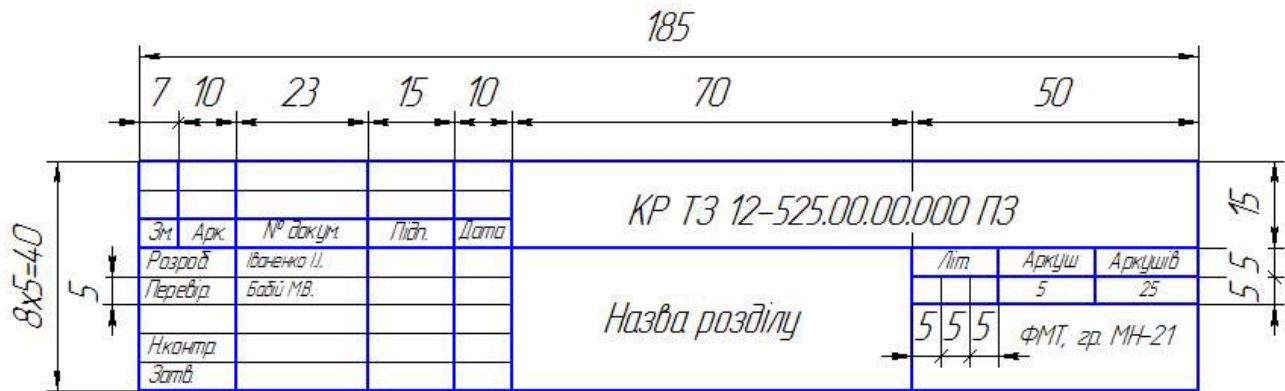
Записка не повинна перевищувати 45 рукописних сторінок або 30-35 сторінок машинопису і повинна містити титульну сторінку, завдання на проектування, зміст, вступ, основну частину, висновок, список використаної літератури і додатки (за необхідністю).

Всі сторінки записки, крім титульного листка і завдання на проектування, повинні мати рамку (рис. 11) з штампом для розділів записки, тобто на сторінках із заголовками (перша сторінка змісту, вступ, назви розділів, список використаних джерел, висновки і т.д.), використовуються великі штампи для текстових документів (висотою 40 мм, рис. 11, а), на всіх наступних сторінках – малі штампи (висотою 15 мм, рис. 11, б). У великих штампах записується назва розділу, наприклад, “Зміст”, “Вступ”, а також позначення записки у яке входить номер залікової книжки студента, наприклад, КР ТЗ 11-111.00.00.000 ПЗ.

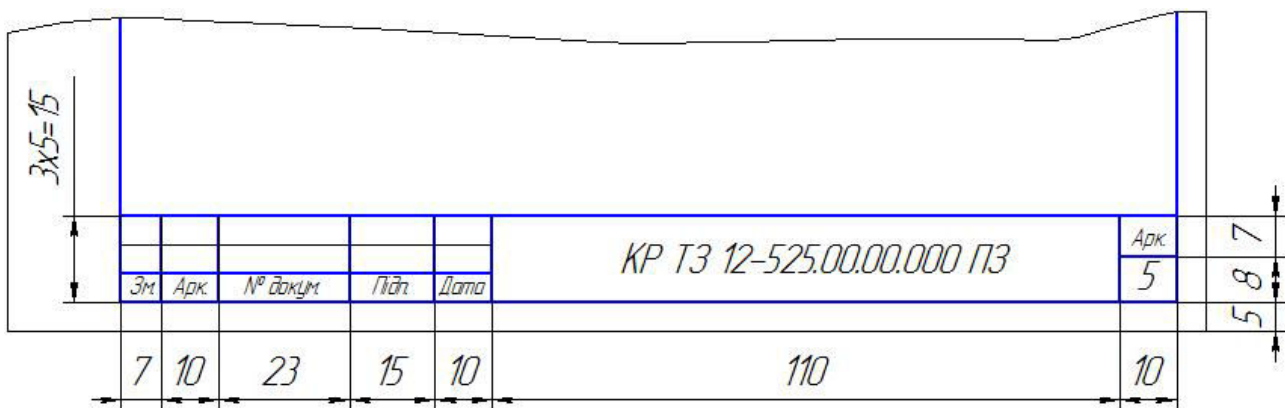
У малих штампах (рис. 11, б) для наступних сторінок записується тільки позначення записки. Нумерація сторінок записки є наскрізною і відлік починається з титульної сторінки, але номер сторінки на титульному листку і завданні не ставиться. Номер сторінки проставляється у відповідній графі штампа. Приклад заповнення штампів наведено на рис. 11.

Титульна сторінка виконується креслярським шрифтом або машинописним (комп'ютерним) способом, або на бланках університету, приклад заповнення титульної сторінки наведено в додатку А. Приклад

розміщення тексту у рамці наведено на рис. 11. Відстань від рамки до границь тексту зліва повинна бути не менше 5 мм, а справа – 3 мм, зверху і знизу – 10 мм. Абзаци у тексті починаються відступом, рівним п'яти ударам друкарської машинки (1,25 см). Кількість рядків на одній сторінці не повинна перевищувати 40.



а)



б)

а) великий штамп для розділу;

б) малий штамп для наступних сторінок тексту

Рисунок 11 – Приклад заповнення штампів на сторінках записки

Текст записки розділяють на розділи, а розділи – на підрозділи. Розділи повинні мати порядкові номери у межах всієї записки і позначаються арабськими цифрами з крапкою, а підрозділи – свою нумерацію у межах кожного розділу. Номери підрозділів складаються з номерів розділу і підрозділу, розділених крапкою. В кінці номера підрозділу також ставиться крапка.

Кожен розділ записки починають з нової сторінки. Назви розділів і підрозділів повинні бути короткими і відповідати змісту.

Назву розділу записують як заголовок прописними буквами і розміщують симетрично тексту, а назву підрозділів – з абзацу стрічковими буквами (перша пишеться прописною) врозрядку. У заголовках розділів і підрозділів перенесення слів не допускається, крапки в кінці не ставляться, рис 12. Якщо заголовок складається з двох речень, то їх розділяють крапкою.

Відстань між рядками у заголовках повинна становити один інтервал. Відстань між назвою розділу і наступним текстом або назвою підрозділу при виконанні тексту машинописним способом становить 2-3 інтервали, а при рукописному – 15 мм. Відстань між назвою розділу попереднім текстом при виконанні тексту машинописним способом становить 3-4 інтервали, а при рукописному – 20 мм.

Підрозділи можуть мати пункти і вони нумеруються у межах підрозділу. Номер пункту розділу складається з номера розділу, підрозділу і пункту, розділених крапкою. Після номера ставиться крапка. Цифри, які вказують номер пунктів, не повинні виступати за межі абзацу, оскільки назва пункту пишеться з абзацу. Пункти можуть бути розбиті на підпункти і нумеруються у межах пункту.

Стиль викладу тексту записки повинен бути коротким, чітким і без двоякого змісту. Прийнята у тексті термінологія повинна відповідати встановленій у стандартах, а при відсутності такої – загальноприйнятій у науково-технічній літературі.

Формули у тексті записують з нової стрічки у загальному вигляді, а під формулою приводять пояснення кожному символу із зазначенням розмірності. Обов'язковим є посилання на літературу у квадратних дужках, наприклад [12] або [12, с.5], з якого взято відповідну формулу. Після цього наводять формулу з підставленими значеннями і остаточним результатом. Вище і нижче кожної формули залишають не менше однієї вільної стрічки. Якщо рівняння не вміщується в одній стрічці, то його переносять після відповідного знаку: (=),

1. НАЗВА РОЗДІЛУ

ПРОДОВЖЕННЯ НАЗВИ РОЗДІЛУ

1.1. Назва підрозділу

продовження назви підрозділу

Текст підрозділу. Продовження тексту підрозділу. З абзацного відступу, вирівняно за шириною сторінки. Якщо у тексті зустрічаються перерахування, то їх слід писати з абзацного відступу, нумеруючи.

1.2. Назва підрозділу

продовження назви підрозділу

НАСТУПНИЙ РОЗДІЛ ПОЧИНАЄТЬСЯ З НОВОЇ СТОРІНКИ

Примітка.

Об'єм останньої сторінки розділу повинен займати не менше 2/3 площі сторінки.

Рисунок 12 – Приклад розміщення тексту

(+), (-), (x), (:). Якщо підряд іде декілька рівнянь, формул, то в кінці кожного з них ставлять крапку з комою, а після останнього – крапку.

Всі формули, якщо їх у записі більше однієї і є посилання на них, нумерують арабськими цифрами у межах розділу. Номер формули зазначають у круглих дужках з правої сторони листка на рівні формули. Номер формули складається з номера розділу і порядкового номера формули, розділених крапкою. Допускається нумерація формул у межах всієї записки. Приклад запису формули.

Сила опору повітря визначається за залежністю

$$F_{\text{пов}} = 0,5c_x A \rho_{\text{в}} V^2, \quad (1)$$

де c_x – безрозмірний коефіцієнт аеродинамічного опору, що залежить від форми тіла, $c_x = 1$;

$\rho_{\text{в}}$ – щільність повітря $\rho_{\text{в}} = 1,23 \text{ кг/м}^3$;

A – площа міделевого перетину автомобіля, $A = 7,215 \text{ м}^2$;

V – швидкість автомобіля, $V = 6,37 \text{ м/с}$.

Тоді значення сили опору повітря

$$F_{\text{пов}} = 0,5 \cdot 1 \cdot 7,215 \cdot 1,23 \cdot 6,37^2 = 180,1 \text{ Н.}$$

Цифровий матеріал, як правило, оформляють у вигляді таблиць відповідно до рис. 13.

Таблиця _____ – _____
номер назва таблиці

Рисунок 13 – Приклад оформлення таблиці

Горизонтальні та вертикальні лінії, які розмежовують рядки таблиці, а також лінії зліва, справа і знизу, що обмежують таблицю, можна не проводити, якщо їх відсутність не утруднює користування таблицею.

Якщо в кінці сторінки таблиця переривається і її продовження буде на наступній сторінці, в першій частині таблиці нижню горизонтальну лінію, яка обмежує таблицю не проводять.

Таблицю слід розташовувати безпосередньо після тексту, у якому вона згадується вперше, або на наступній сторінці. Таблицю відокремлюють від подальшого тексту роботи вільним рядком.

На всі таблиці мають бути посилання в документі. Допускається розміщувати таблицю уздовж довгої сторони аркуша документу.

Якщо рядки або графи таблиці виходять за формат сторінки, її поділяють на частини, поміщаючи одну частину під іншою або поруч, при цьому в кожній частині таблиці повторюють її головку і боковик. При розподілі таблиці на частини допускається замінити її головку або боковик відповідно номером граф і рядків. При цьому нумерують арабськими цифрами графи і (або) рядки першої частини таблиці.

Таблиці слід нумерувати арабськими цифрами порядковою нумерацією в

межах розділу, за винятком таблиць, що наводяться у додатках. Номер таблиці складається з номера розділу і порядкового номера таблиці, відокремлених крапкою, наприклад: «Таблиця 2.1 – Перша таблиця другого розділу».

Таблиця може мати назву, яку друкують малими літерами (крім першої великої) і вміщують над таблицею. Назва має бути стислою і відображати зміст таблиці. Перед назвою таблиці необхідно пропускати один пустий рядок.

Слово «Таблиця __» вказують один раз зліва над першою частиною таблиці, над іншими частинами пишуть: «Продовження таблиці __» із зазначенням номера таблиці без її назви.

Заголовки граф таблиці починають з великої літери, а підзаголовки – з малої, якщо вони складають одне речення із заголовком. Підзаголовки, що мають самостійне значення, пишуть із великої літери. В кінці заголовків і підзаголовків таблиць крапки не ставлять. Заголовки і підзаголовки граф вказують в однині.

Якщо в більшості граф таблиці наведені показники, виражені в тих самих одиницях фізичних величин (наприклад, у міліметрах, вольтах), але є графи з показниками, вираженими в інших одиницях фізичних величин, то над таблицею варто писати найменування переважного показника й позначення його фізичної величини, наприклад, «Розміри в міліметрах», «Напруга у вольтах», а в підзаголовках інших граф наводити найменування показників і (або) позначення інших одиниць фізичних величин.

Для скорочення тексту заголовків і підзаголовків граф окремі поняття заміняють літерними позначеннями, установленими стандартами або іншими позначеннями, якщо вони пояснені в тексті або наведені на ілюстраціях, наприклад, D – діаметр, H – висота, L – довжина. Показники з тим самим літерним позначенням групують послідовно в порядку зростання індексів.

Обмежувальні слова «більше», «не більше», «менше», «не менше» та ін. повинні бути поміщені в одному рядку або графі таблиці з найменуванням відповідного показника після позначення його одиниці фізичної величини, якщо вони належать до всього рядка або графа. При цьому після найменування

показника перед обмежувальними словами ставиться кома.

Текст, що повторюється в рядках однієї і тієї ж графі і складається з одиничних слів, що чергуються з цифрами, заміняють лапками. Якщо повторюваний текст складається з двох і більше слів, при першому повторенні його заміняють словами «Те ж», а далі – лапки. Замінити лапками цифри, математичні знаки, знаки відсотка і номери, позначення марок, матеріалів і типорозмірів виробів, позначення нормативних документів, які повторюються, не допускається. При відсутності окремих даних у таблиці ставиться прочерк (тире).

Інтервал чисел у тексті записують з словами «від» і «до» (маючи на увазі «від ... до ... включно»), якщо після чисел зазначена одиниця фізичної величини або числа, які представляють безрозмірні коефіцієнти, або через дефіс, якщо числа представляють порядкові номери.

Цифри в графах таблиць потрібно проставляти так, щоб розряди чисел у всій графі були розташовані один під іншим, якщо вони відносяться до одного показника. В одній графі повинна бути дотримана, як правило, однакова кількість десяткових знаків для всіх значень величин.

При необхідності вказування в таблиці переваги застосування визначених числових значень величин або типів (марок і т.п.) виробів допускається застосовувати умовні позначення з поясненням їх у тексті документа.

Для виділення кращої номенклатури чи обмеження числових величин або типів (марок і т.п.) виробів, які застосовуються, допускається взяти в дужки ті значення, що не рекомендуються до застосування або мають обмежене застосування, вказуючи в примітці значення дужок.

При наявності в документі невеликого за обсягом цифрового матеріалу його недоцільно оформляти таблицею, а давати текстом, розташовуючи цифрові дані у вигляді колонок.

Кількість ілюстрацій (креслення, рисунки, графіки, схеми, діаграми, фотознімки) повинна бути достатньою для пояснення викладеного тексту.

Ілюстрації слід розміщувати безпосередньо після тексту, де вони

згадуються вперше, або на наступній сторінці. На всі ілюстрації повинні бути посилання в тексті документу.

Ілюстрації можуть мати назву, яку розміщують під ілюстрацією. При необхідності під ілюстрацією розміщують пояснювальні дані (підрисунковий текст). Ілюстрація позначається словом «Рисунок», що разом із назвою ілюстрації розміщують після пояснювальних даних, наприклад: «Рисунок 3.1 – Схема розміщення». Назву рисунка слід розташовувати посередині рядка. Перед і після назви рисунка необхідно пропускати один пустий рядок.

Ілюстрації, за винятком ілюстрацій, наведених у додатках, слід нумерувати арабськими цифрами наскрізною порядковою нумерацією. Якщо рисунок один, то він позначається як «Рисунок 1». Допускається нумерувати ілюстрації у межах розділу. У цьому випадку номер ілюстрації складається з номера розділу і порядкового номера ілюстрації, розділених крапкою, наприклад: «Рисунок 1.1».

При посиланнях на ілюстрації слід писати «... відповідно до рисунка 2» при наскрізній нумерації і «... відповідно до рисунка 1.2» при нумерації у межах розділу.

Якщо в документі є ілюстрація, на якій зображені складові частини виробу, то на цій ілюстрації повинні бути зазначені номери позицій цих складових частин у межах даної ілюстрації, що розташовуються в порядку зростання, за винятком позицій, які повторюються.

Якщо ілюстрація не вміщується на одній сторінці, її можна перенести на інші сторінки, вміщуючи назву ілюстрації на першій сторінці, пояснювальні дані – на кожній сторінці, і під ними позначити: «Рисунок __, аркуш __».

У тексті в квадратних дужках обов'язково наводиться посилання на ті літературні джерела, з яких взято формули, коефіцієнти та інші довідкові дані. У дужках записують порядковий номер джерела відповідно до його появи у тексті, а саме джерело під цим номером заносять у список використаних джерел, який наводиться в кінці записки, наприклад:

- посилання на одне видання [10];

- посилання на декілька видань [9; 15; 19];
- посилання на багатотомне видання [20; Т. 3];
- посилання на конкретну сторінку видання [45; с. 50].

Якщо список не пронумерований, в посиланні проставляють перші слова бібліографічного опису та рік видання:

[Присянко І.І., 2002];

[Трактори і автомобілі, 1999].

Місце посилання в тексті:

- після прізвища автора, на якого зроблене посилання, якщо він не цитується;

- після цитати, якщо прізвища авторів наводять перед нею, та після прізвища автора, якщо воно наведене після цитати;

- в логічно відповідному місці, якщо автор, думки якого викладаються, не згадується та дослівно не цитується.

Є такі способи групування матеріалу в списках літератури:

- алфавітний;
- систематичний;
- хронологічний;
- нумераційний;
- по розділах роботи.

Автор вибирає способи групування матеріалу, враховуючи особливості своєї роботи. **Не можна змішувати різні методи групування.**

Найбільш поширені способи:

Нумераційний – матеріал розташований в порядку цитування та згадування літератури в тексті;

Алфавітний – в алфавіті прізвищ авторів та назв робіт. Роботи одного автора розташовані за алфавітом назв або в хронології їх написання. Алфавітні ряди розташовані в алфавіті:

- мови опису, якщо бібліографічні описи складені на одній мові;

- зведеного кириличного, якщо описи на двох та більше мовах з кириличною графікою (російська, українська, болгарська та ін.);

- іноземна література розташована в латинському алфавіті.

Нумерація безперервна. Список за кириличним алфавітом можна відділити від списку за латинським алфавітом інтервалом.

Окремий ілюстративний матеріал, таблиці, схеми, текст допоміжного характеру може бути оформлений у вигляді додатків, які розміщують в кінці записки після списку використаних джерел.

Додатки оформлюють як продовження пояснюючої записки на наступних її сторінках або у вигляді окремої частини (книги), розміщуючи їх у порядку появи посилань у тексті роботи.

Якщо додатки оформлюють на наступних сторінках записки, кожний такий додаток повинен починатися з нової сторінки. Додаток повинен мати заголовок, надрукований угорі малими літерами з першої великої симетрично відносно тексту сторінки. Посередині рядка над заголовком малими літерами з першої великої друкується слово “Додаток ___” і велика літера, що позначає додаток.

Додатки слід позначати послідовно великими літерами української абетки, за винятком літер Г, Є, І, Ї, Й, О, Ч, Ъ, наприклад, додаток А, додаток Б. Один додаток позначається як додаток А.

При оформленні додатків окремою частиною (книгою) на титульному аркуші друкують великими літерами слово “ДОДАТКИ”.

Текст кожного додатка за необхідності може бути поділений на розділи й підрозділи, які нумерують у межах кожного додатка. У цьому разі перед кожним номером ставлять позначення додатка (літеру) і крапку, наприклад, А.2 – другий розділ додатка А; В.3.1 – перший підрозділ третього розділу додатка В.

Ілюстрації, таблиці та формули, розміщені в додатках, нумерують у межах кожного додатка, наприклад: рис. Д. 1.2 – другий рисунок першого розділу додатка Д; формула (А. 1) – перша формула додатка А.

Додатки мають наскрізну нумерацію з запискою або окрему.

Правила складання бібліографічного опису.

Бібліографічний опис – це сукупність бібліографічних відомостей про документ, його складову частину чи групу документів, які наведені за певними правилами, необхідні та достатні.

З 1 липня 2007 р. набув чинності національний стандарт ДСТУ ГОСТ 7.1:2006 “СІБВС. Бібліографічний запис. Бібліографічний опис. Загальні вимоги та правила складання”, прийнятий відповідно Міждержавного ГОСТ 7.1-2003 “СИБИД. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления”. Його ступінь відповідності – ідентичний (IDT). Тобто, Національний стандарт ДСТУ ГОСТ 7.1:2006 прийнято у відповідності зі стандартом ГОСТ 7.1-2003, затвердженим згідно з “Угодою про проведення узгодженої політики у сфері стандартизації, метрології та сертифікації” від 13.03.1992 р. Міждержавною Радою зі стандартизації, метрології і сертифікації (протокол № 12 від 2 липня 2003 р.).

Національний стандарт є базовим для системи стандартів, правил, методичних посібників зі складання бібліографічного опису.

Стандарт забезпечує уніфікацію на міжнародному рівні бібліографічного опису та забезпечує можливість рівноцінного обміну результатами каталогізації. У стандарті враховано рекомендації ІФЛА (Міжнародної федерації бібліотечних асоціацій) щодо “Міжнародного стандартного бібліографічного опису” (ISBD) (2002). Більшість нововведень національного стандарту пов’язана з необхідністю максимально точно дотримуватись базового принципу Міжнародного стандартного бібліографічного опису (ISBD), сутність якого полягає у вимозі подавати інформацію про документ у бібліографічному описі в тому вигляді, в якому вона представлена в об’єкті опису.

Новий національний ДСТУ ГОСТ 7.1:2006 покликаний забезпечити впровадження сучасних автоматизованих технологій опрацювання документів, ведення інформаційних баз даних; ефективність пошуку та використання документів усіх видів і типів; результативний обмін бібліографічною інформацією між інформаційними службами, бібліотеками, видавцями і книготорговельними організаціями як в Україні, так і за її межами. Дотримання нових норм при створенні бібліографічної інформації дасть змогу адекватно подати документ у бібліографічному записі й створити якісний інформаційний продукт.

Нововведений стандарт визначає загальні вимоги і правила складання бібліографічного опису документа, його частини чи групи документів: набір областей та елементів бібліографічного опису, послідовності їхнього розміщення, наповнення і спосіб подання елементів, застосування приписаної пунктуації та скорочень.

Тому, користуючись ДСТУ ГОСТ 7.1:2006, потрібно оформляти перелік посилань в курсовій роботі

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бабій А.В. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Конструкція, розрахунок і виробництво сільськогосподарських машин» для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» зі спеціалізацією «Машини сільськогосподарського виробництва» для здобуття освітнього ступеня «бакалавр» / А.В. Бабій. – Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2017. – 100 с.
2. Бібліографічний запис. Бібліографічний опис. Загальні вимоги та правила складання [Текст] (ГОСТ 7.1–2003, IDT) : ДСТУ ГОСТ 7.1:2006. – На заміну ГОСТ 7.1-84, ГОСТ 7.16-79, ГОСТ 7.18-79, ГОСТ 7.34-81, ГОСТ 7.40-82. – Чин. 2007-07-01. – К. : Держспоживстандарт України, 2007. – 47 с. – (Національний стандарт України).
3. Кравец В. Н. Теория автомобиля [Текст] : учеб. пособие / В. Н. Кравец. – Нижний Новгород: НГТУ, – 2007. – 368 с.
4. Краткий автомобильный справочник [Текст] / А.Н. Поздников, Ю.М. Власко, М.Б.Ляликов и др. – М.: Трансконсалтинг, НИИАТ, 1994. – 779 с.
5. Краткий автомобильный справочник НИИАТ [Текст]. – 10-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1983. – 220 с.
6. Литвинов А.С., Фаробин Я.Е. Автомобиль: Теория эксплуатационных свойств [Текст]. – М.: Машиностроение, 1989. – 240 с.
7. Правила бібліографічного опису видань для списків літератури дисертаційних досліджень [Текст] / Л.П. Одинока, С.С. Артамонова, А.А. Майстренко, Р.В. Романовський // Архіви України. — 2010. — № 3-4. — С. 349-361. — укр.
8. Правила бібліографічного опису видань для списків літератури дисертаційних досліджень / Л.П. Одинока, С.С. Артамонова, А.А. Майстренко, Р.В. Романовський // Архіви України. — 2010. — № 3-4. — С. 349-361. — укр.

9. Смирнов Г.А. Теория движения колёсных машин [Текст]. – М.: Машиностроение, 2001. – 318 с.
10. Солтус А.П. Теория эксплуатационных свойств автомобиля [Текст]. – К.: Аристей, 2005. – 188 с.
11. Солтус А.П. Теория эксплуатационных свойств автомобиля [Текст]. – К.: Аристей, 2005. – 188 с.
12. Солтус А.П. Теория эксплуатационных свойств автомобиля [Текст]. – К.: Аристей, 2005. – 188 с.
13. Тарасик В. П. Теория движения автомобиля [Текст]: учебник для вузов. – СПб.: БХВ-Петербург, 2006. – 478 с.
14. Хусаинов, А. Ш. Теория автомобіля [Текст]. Конспект лекцій / А. Ш. Хусаинов, В. В. Селифонов – Ульяновск: УлГТУ, 2008. – 121 с.
15. Попович П.В. Аналіз ринку автотранспортних перевезень України / П.В. Попович, О.С. Шевчук, М.В. Бабій, В.О. Дзюра // Вісник машинобудування та транспорту. Випуск 2. – Вінниця, 2017. – С. 124-130.
16. Попович П.В. Методичні вказівки для виконання курсової роботи з дисципліни „Логістика” для студентів спеціальності 275 Транспортні технології (за видами) // П.В. Попович, О.С. Шевчук, М.В. Бабій / ТНТУ ім. І. Пулюя. – Тернопіль, 2017. – 54 с.

Додатки

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

Кафедра транспортних технологій та механіки

КУРСОВА РОБОТА

з _____
(назва дисципліни)

на тему: _____

Студента (ки) _____ курсу _____
групи _____
спеціальності _____

(прізвище та ініціали)

Керівник _____

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Національна шкала _____

Кількість балів: _____ Оцінка: ECTS _____

Члени комісії

(підпис) (прізвище та ініціали)

(підпис) (прізвище та ініціали)

(підпис) (прізвище та ініціали)

Додаток Б

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

Кафедра Транспортних технологій та механіки
Дисципліна Транспортні засоби
Спеціальність 275 Транспортні технології (на автомобільному транспорті)
Спеціалізація _____
Курс II Група МН Семестр 4

ЗАВДАННЯ

на курсову роботу

Студентові _____

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи ДОСЛІДЖЕННЯ ОСНОВНИХ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ПРИ РУСІ АВТОМОБІЛЯ

2. Термін здачі студентом закінченої роботи _____

3. Вихідні дані до роботи Технічна характеристика автомобіля Урал-375Д:

ширина – 2,69 м; висота – 2,98 м; передаточні числа (3-я передача) – КПП–1,79; роздаточна коробка (повишена передача) – 1,3; головна передача – 8,9; радіус колеса – 0,63 м; частота обертання двигуна при максимальному моменті – 2000 об/хв.; максимальний момент – 465,8 Н·м; повна маса – 13025 кг; кут підйому – 3⁰; відстань від осі передніх коліс до ц.в. – 2,463 м; відстань від осі задніх коліс до ц.в. – 2,463 м; висота розміщення ц.в. – 1,42 м.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які підлягають розробці) _____

Вступ. Дослідження основних закономірностей при русі автомобіля: 1. Визначення зовнішніх сил, що діють на автомобіль. 2. Розподіл і перерозподіл вертикальних реакцій R_z на осях автомобіля

3. Рівняння руху автомобіля. 4. Визначення висоти ескарпа з місця неведучим колесом.

5. Визначення висоти ескарпа для подолання його з місця ведучим колесом

6. Подолання ескарпа з місця повнопривідним автомобілем. 7. Динамічне подолання ескарпа.

8. Стійкість автомобіля. 8.1. Перекидання автомобіля на підйомі. 8.2. Рух автомобіля на поперечних схилах.

8.3. Стійкість автомобіля проти занесення і перекидання

Загальні висновки. Перелік використаної літератури.

5. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу, якщо передбачено _____

не передбачено

6. Дата видачі завдання _____

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Кафедра транспортних технологій та механіки

Бабій Марія Василівна, Попович Павло Васильович,
Дзюра Володимир Олексійович

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО ВИКОНАННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ**

з дисципліни «Транспортні засоби» для студентів денної форми
навчання спеціальності 275 «Транспортні технології
(на автомобільному транспорті)»

для здобуття освітнього рівня
«БАКАЛАВР»

Формат 60x90 Папір ксероксний.

Обл. вид. арк. ____
Наклад 30 прим. Зам. № ____

Видавництво Тернопільського національного
технічного університету імені Івана Пулюя

вул. Руська, 56, м. Тернопіль, 46001
E-mail: vydavnytstvo@tu.edu.te.ua

© Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
Навчально-методична література

