

ХЕРСОНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ І ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ
ФАКУЛЬТЕТУ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ТРАНСПОРТУ

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ТА ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ ДО
ВИКОНАННЯ**

самостійної роботи студентів дисципліни

«Технологічне обладнання для обслуговування, і ремонту автомобілів»
(назва дисципліни)

студентів 2-4 курсу

підготовки першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

галузі знань 27 Транспорт

спеціальності 274 Автомобільний транспорт

спеціалізації Автомобільний транспорт

факультету інженерії та транспорту

факультету інженерії та транспорту

Хмельницький 2026

Методичні рекомендації та індивідуальні завдання до виконання самостійної роботи студентів з дисципліни «Технологічне обладнання для обслуговування, і ремонту автомобілів» студентів 2-4 курсу підготовки фахівців на першому (бакалаврському) рівні вищої освіти, спеціальності 274 Автомобільний транспорт, факультету інженерії та транспорту

РОЗРОБНИКИ: Мешков Ю.Є. к.т.н., доцент.

Методичні рекомендації та індивідуальні завдання до виконання самостійної роботи студентів затверджена на засіданні кафедри транспортних систем і технічного сервісу

Протокол № 5 від «17 грудня» 2025 року



Завідувач кафедри
Луб'яний

Павло

Узгоджено з навчально-методичним відділом
Реєстраційний номер № 21./118 від 28.01.2026

1. Мета, завдання дисципліни її місце у навчальному процесі

Головним завданням вивчення дисципліни «Технологічне обладнання для обслуговування, і ремонту автомобілів» є вивчення методів, засобів і принципів організації виробництва (деталей автомобілів). Освоєння дисципліни дозволяє майбутнім фахівцям отримати необхідний рівень знань з технологічного процесу виробництва, технічного обслуговування, ремонту, збирання автомобілів.

Після вивчення дисципліни «Технологічне обладнання для обслуговування, і ремонту автомобілів» студент отримує навички і пізнання, такі як основні фізичні явища, механізми руйнування і пошкодження деталей, технології виробництва, ремонту деталей і вузлів автомобілів, фізико-механічні, експлуатаційні характеристики деталей автомобілів, основних вузлів і систем, технології виробництва, ремонту і обслуговування систем і вузлів автомобілів, технологічне обладнання та устаткування для виробництва, ремонту та відновлення автомобільних деталей, вузлів, агрегатів.

Крім того, студент повинен вміти користуватися сучасними вимірювальними приладами, проводити засоби для перевірки справності роботи систем та вузлів автомобілів, виконувати нескладні регульовальні та профілактичні засоби, складати технологічні та операційні карти виробництва деталей автомобілів, підбирати необхідне технологічне обладнання та визначати трудомісткість і об'єм операцій, кількість та розряд виконавців.

Також студент повинен мати навички роботи з універсальним технологічним приладдям, обладнанням, устаткуванням.

1.2. Задачі вивчення дисципліни

В результаті вивчення курсу дисципліни «Технологічне обладнання для обслуговування, і ремонту автомобілів» студент повинен мати представлення:

- про види і особливості авторемонтних підприємств;
- про програми розвитку авторемонтних підприємств, системи ремонту, механізації ремонтних і відновлювальних робіт.

знати і вміти використовувати:

- сучасні способи ремонту і відновлення деталей, вузлів і агрегатів автомобіля.

1.3. Норми Державного освітнього стандарту вищої освіти.

Поняття про ремонт. Його місце в системі забезпечення працездатності автомобілів; основи технології виробництва автомобілів і їх складових частин; виробничий процес ремонту; обладнання і технології, що застосовуються при ремонті автомобілів і їх складових частин; форми

організації виробництва в різних умовах господарювання.

1.4. Перелік дисциплін, засвоєння яких студентами необхідне для вивчення даної дисципліни

Для повноцінного засвоєння учбового матеріалу по дисципліні «Технологічне обладнання для обслуговування, і ремонту автомобілів» необхідно мати тверді знання по загальнотехнічним і спеціальним інженерним дисциплінам: "Вища математика", "Інженерна графіка", "Теоретична механіка", "Опір матеріалів", "Матеріалознавство", "Деталі машин", "Гідравліка", "Основи ВСТВ", "Автомобілі", "Автомобільні двигуни", "Електрообладнання автомобілів".а також практичні знання, отримані студентами при проходженні виробничих практик.

2. Загальні відомості про склад самостійної роботи

Самостійна робота здійснюється методом індивідуального вивчення кожним студентом певних розділів, вказаних в навальній програмі з використанням рекомендованої літератури під керівництвом ведучого викладача.

Самостійна робота містить такі розділи:

2.1 Пророблення лекційного матеріалу.

2.2 Підготовка до практичних занять.

2.3 Пророблення окремих розділів програми, які не викладалися на лекціях.

3. Пророблення лекційного матеріалу

На протязі навчального семестру студент самостійно повинен систематично вивчати теоретичні матеріали, які викладаються на лекційних заняттях. Контроль пророблення лекційного матеріалу здійснюється шляхом проведення опитування (декілька хвилин на початку кожної лекції) на лекціях. При проробленні лекційного матеріалу студенти користуються літературою та навчально-методичними матеріалами перелік, яких рекомендується ведучим викладачем.

4. Рекомендації по самостійній підготовці студентів

4.1. Методичні рекомендації по самостійній підготовці теоретичного матеріалу

Самостійна робота студентів по вивченню окремих тем дисципліни включає пошук навчальних посібників по даному матеріалу, його опрацювання і аналіз теоретичного матеріалу, самоконтроль знань по даній темі за допомогою нижче наведених контрольних питань і завдань.

4.2 Методичні рекомендації по виконанню самостійних робіт.

Виконання самостійних робіт в межах вивчення дисципліни ставить за

мету навчання студента прийомом роботи с навчальною, спеціальною літературою по автомобілям, навичкам науково-дослідницької роботи.

В робочій програмі дисципліни вказано бібліографічний список. Однак при виконанні самостійних робіт студент не повинен обмежуватися даним переліком літератури, а самостійно знайти спеціальну літературу по питанню що розкривається їм в роботі.

Самостійна робота повинна містити:

зміст, вступ, конструкція вузла що ремонтується, агрегату або системи; засобів дефектування вузла, агрегату або системи; основні неполадки вузла, агрегату або системи; методику проведення відновлювальних робіт з допомогою засобів діагностування; висновок; перелік літератури.

Об'єм пояснювальної записки - 12-20 аркушів. Оформлення повинно відповідати ДСТУ 2.001:2006 «Єдина система конструкторської документації. Загальні положення».

Пояснювальну записку виконують на одній стороні аркуша білого паперу за допомогою комп'ютерної техніки. Допускається включення в пояснювальну записку, сторінок, виконаних методом ретрографії (отримання копій з використанням різної копіювальної техніки.). Наклеювати копії рисунків не допускається.

Шрифт повинен бути однаковим по всій записці. Шрифт тексту і формул Times Nev Roman. розмір шрифту - 14. полуторний міжрядковий інтервал. Допускається в таблицях зменшувати розмір шрифту до 10.

Текст пояснювальної записки, слід писати, дотримуючи наступні розміри полів: ліве -30мм, верхнє і нижнє - 20мм, праве -15мм. Необхідно дотримувати рівномірну щільність, контрастність і чіткість зображення по всій записці пояснення. Всі лінії, букви, цифри і знаки повинні бути по всій записці одного кольору (чорного).

Помилки, описки і графічні неточності допускається виправляти затиранням або закрашенням білою фарбою і нанесенням на тому ж місці виправленого зображення. Виправлене повинне бути того ж кольору, що і вся записка. Допускається не більше двох виправлень на одній сторінці.

Скорочення слів і словосполучень, які приводяться в пояснювальній записці, повинні відповідати діючим стандартам по бібліотечному і видавничому фонду.

Вступ, висновки, список літератури, підрозділи друкуються з нової сторінки великими літерами і виділяються жирним шрифтом. Графіки, таблиці виконуються ручним способом або з допомогою спеціальних комп'ютерних програм. Сторінки закріплюються жорсткою обкладинкою спеціальних папок для виконання самостійних, контрольних або курсових робіт. В окремих випадках, з дозволу керівника, робота може бути виконана в рукописному варіанті розбірливим почерком чорною або синьою пастою в відповідності вказаних вимог.

Вихідні дані для самостійної роботи вибираються по двом останнім цифрам залікової книжки (передостання цифра – номер завдання; остання цифра – номер варіанту).

5. Контроль знань студентів

5.1. Рубіжні контрольні методи

Поточна успішність студентів контролюється виконанням, оформленням і захистом самостійних робіт, рубіжною атестацією в вигляді тестування. Тести рубіжної атестації включають: теоретичний матеріал, який пройдено на лекціях.

Тема 1. Вступна лекція.

Загальні положення. Рекомендована література. Задачі проектування та конструювання. Економічні основи конструювання машин.

Питання для самоконтролю.

1. В чому складається задача конструктора?
2. Головні техніко-економічні показники устаткування.
3. Які основні фактори визначають рентабельність та економічний ефект машини?
4. В чому полягає корисна віддача машини? [4],с.9-17.

Тема 2. Людство та машини.

Роль машин в житті людей. Конструювання - творча робота. Довговічність та експлуатаційна надійність машин. Загальні правила конструювання.

Питання для самоконтролю.

1. Яка роль машин в житті людей?
2. В чому полягає підвищення довговічності машини?
6. В чому полягають загальні правила конструювання? [4] с. 17-47; [5], с. 7-11.

Тема 3. Стадії розробки конструкції.

Методика конструювання. Послідовність розробки конструкції. Технічне завдання та його складові частини.

Питання для самоконтролю.

1. Які вихідні матеріали використовуються при проектуванні устаткування?
2. Основні правила складання технічного завдання.
3. Яка послідовність розробки конструкції? [4]. с. 48-50.

Тема 4. Вимоги ЄСКД до конструкторських документів.

Основні правила оформлення конструкторських документів. Формати, масштаби, лінії. Умовні позначки матеріалів. Розміри на кресленнях, та правила їх розміщення. Експлуатаційна та ремонтна документація.

Питання для самоконтролю.

1. Які основні правила оформлення конструкторських документів?

2. Основні формати, масштаби, типи ліній.
3. Які основні принципи розміщення розмірів на кресленнях?
4. Види експлуатаційної та ремонтної документації. [6,7,8,9,10.11].

Тема 5. Устаткування, яке використовується для ТО і ремонту автомобілів.

Устаткування робочих постів та потокових ліній. Діагностичне устаткування. Підйомно-транспортне устаткування. Устаткування для мийки автомобілів.

Питання для самоконтролю.

1. Які стенди використовуються для діагностування гальм та тягових якостей?
2. Класифікація підйомно-транспортного устаткування.
3. Типове устаткування поста по усуненню несправностей легкових автомобілів.
4. Типове устаткування потокової лінії обов'язкових робіт (ТО-1). [3],с. 299-306; [14], с. 109-130, 132-152,247-261.

Тема 6. Основні елементи устаткування.

Складові частини машини: джерело енергії, перетворювач енергії, привод, система керування, робочий орган, рама, опорні пристрої. Силові та кінематичні передачі. Вали та муфти. Матеріали, які використовуються при виготовленні гаражного устаткування. Питання для самоконтролю.

1. Основні складові частини машини. їх функціональне призначення.
2. Вимоги до передаточних механізмів.
3. Назвіть основні типи передаточних механізмів.
4. Які основні типи валів існують?
5. Назвіть основні типи муфт.
6. Які матеріали використовують при виготовленні базових елементів устаткування?
[1.6]

Завдання 1

РОЗРАХУНОК ПІДЙОМНИКА З ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИМ ПРИВОДОМ

1 Технічне завдання на підйомник

1.1 Найменування та область використання

Підйомник призначений для використання в АТП і СТО, які обслуговують автомобілі з навантаженням на вісь до 100кН.

1.2 Мета та призначення розробки

Мета - створення безпечної конструкції для забезпечення обслуговування автомобілів у зонах ОР-2 і УН.

1.3 Технічні вимоги. Склад продукції та вимоги до конструктивного устрою

Установка підйомника здійснюється після подачі автомобіля на робоче місце.

Робоча зона підйомника повинна бути рівною горизонтальною і не мати оглядових канав чи естакад. Для розрахунку підйомника необхідно задати тип автомобіля, висоту підйому, час підйому.

Висота підйому транспортного засобу:

- для легкових автомобілів - 1,9м;
- для автобусів - 1,6м;
- для вантажних автомобілів - 1,7м.

2 Аналоги та вибір кінематичної схеми підйомника

У підприємствах застосовуються підйомники з гідравлічним або електромеханічним приводом підкатного типу.

Розрахуємо в якості прикладу підйомник для автомобіля КрАЗ-256Б. Випишемо необхідні дані з завдання:

- навантаження на вісь у спорядженому стані 90000Н;
- висота підйому - 1,7м;
- розмір шин - 12,0-20 (320-508);
- час підйому - 120с;
- матеріал гвинта - сталь 65Г.

Визначаємо місце, за яке буде підніматися автомобіль – шини (рис. 1.1). Припускаємо, що стійки можна переміщати до автомобіля по підлозі.

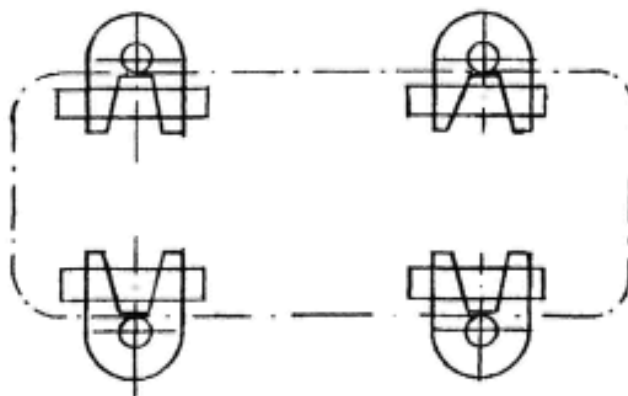


Рис. 1.1 - Схема установки підйомників

По направляючої стійки переміщається каретка, що сприймає крутний момент. Момент виникає від навантаження колеса, вилученого від осі вантажного гвинта на відстань l , м. Вантажний гвинт сприймає тільки осьове навантаження, що розтягує. У верхній опорі гвинта встановлений упорний підшипник, у нижній - радіальний (рис. 1.2).

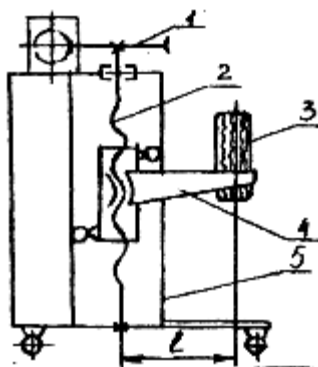


Рисунок 1.2 - Схема роботи стійки: 1-електромеханічний привод, 2-гвинт; 3-колесо, 4-каретка, 5-стійка

3 Розрахунок гвинта

Для виготовлення гвинта використовуємо конструкційну сталь марки 65Г. Для цієї сталі $\sigma_{вр}=800\text{МПа}$, $\sigma_{т}=600\text{МПа}$. Сортамент сталі - коло. Для вантажних гвинтів застосовується трапецеїдальна різьба, іноді прямокутна чи упорна. Визначимо попередньо діаметр гвинта розрахунком на розтягання. Розрахункова схема гвинта приведена на рис. 1.3.

Таблиця 1.1

Порівняльна характеристика конструкційних сталей

Матеріал	$\sigma_{вр}=800\text{МПа}$	$\sigma_{т} = 600\text{МПа}$
45	560	280
40Х	730	500
65Г	800	600

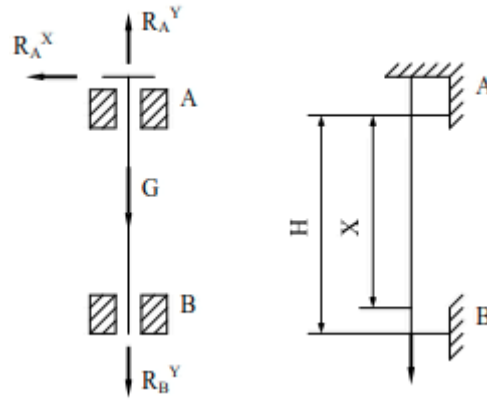


Рисунок 1.3 - Розрахункова схема гвинта

Основною причиною виходу з ладу передачі гвинт-гайка є зношення. Для забезпечення необхідної зносостійкості передачі, поперед всього потрібно, щоб питомий тиск не перевищував припустиме значення $[P]$.

$$P = \frac{G}{\pi \cdot d_2 \cdot h \cdot z} \leq [P], \quad (1.1)$$

де G - розрахункова осьова сила, що діє на гвинт, Н;

d_2 - середній діаметр різьби, мм;

h - робоча висота профілю, мм (для трапецеїдальної різьби - $0,5t$);

z - число витків у гайці (звичайно від 6 до 10).

$$z = H/t, \quad (1.2)$$

де H - висота гайки, мм;

t - крок різьби, мм (вибирається по довіднику [1]).

Підставивши у формулу значення z і h , одержимо

$$P = \frac{2G}{\pi \cdot d_2 \cdot H} \leq [P]. \quad (1.3)$$

Звідси, уводячи відношення висоти гайки до середнього діаметра різьби $\psi_n = H/d_2$, одержуємо розрахункову формулу для визначення середнього діаметра різьби:

$$d_2 = \sqrt{\frac{2G}{\pi \cdot \psi_n [P]}}. \quad (1.4)$$

Значення ψ_n вибирають звичайно в межах 1,2...2,5. Великі значення вибирають для різьб менших діаметрів і навпаки. Допустимі значення $[P]$ для сталі по антифрикційному чавуну – 10...13МПа, для сталі по бронзі –

8...12МПа. Приймаємо $[P]=10$ МПа. Для нашого прикладу $G=40000$ Н (половина навантаження на найбільш завантажену вісь).

$$d_2 = \sqrt{\frac{2 \cdot 40000}{\pi \cdot 1,8 \cdot 10^7}} = \sqrt{0,00142} = 0,0399 \text{ м} \approx 40 \text{ мм.}$$

Попередньо приймаємо упорну різьбу за ДСТУ 2497-94: $d_{нар} = 50$ мм;
 $d_{ен} = 29,174$ мм; $t = 12$ мм.

Остаточню гвинти перевіряють на міцність по еквівалентній номінальній напрузі:

$$\sigma_s = \sqrt{(G/F)^2 + 3(M_k/W)^2} \leq [\sigma], \quad (1.5)$$

де M_k - крутний момент, що передається валом;

F і W - площа і момент опору крутінню перетину гвинта по внутрішньому діаметру різьби.

$$F = \pi \cdot d_{ен}^2 / 4, \quad W = \pi \cdot d_{ен}^3 / 32, \quad (1.6)$$

де $d_{ен}$ - внутрішній діаметр різьби, мм.

Номінальну напругу, що допускається, приймаємо з коефіцієнтом запасу міцності 2, тобто $[\sigma] = 0,5\sigma_T$. Тоді для сталі 65Г $[\sigma] = 300$ МПа.

Крутний момент, який передається валом, Н·м:

$$M_k = G \cdot \left[\frac{d_2}{2} \cdot \text{tg}(\psi + \rho') + f_1 \cdot r_1 \right], \quad (1.7)$$

де d_2 - середній діаметр різьби, мм;

ψ - кут підйому гвинтової лінії, град;

ρ' - кут тертя (для упорної різьби можна прийняти $5,72^\circ$, для трапецеїдальної – $5,91^\circ$).

f_1 - коефіцієнт тертя в підшипниках (приймаємо рівним 0,1);

r_1 - приведений радіус тертя на опорній поверхні (для упорного підшипника ковзання при обраних розмірах гвинта він дорівнює 0,04мм).

$$\psi = \text{arctg} \frac{t}{\pi \cdot d_2}. \quad (1.8)$$

Умова самогальмування - $\psi \leq \rho'$. Для обраної різьби:

$$\psi = \operatorname{arctg} \frac{0,012}{\pi \cdot 0,041} = \operatorname{arctg} 0,09316 = 5,32^\circ ;$$

$$M_{\kappa} = 40000 \cdot \left[\frac{0,041}{2} \cdot \operatorname{tg}(5,32 + 5,72) + 0,004 \right] = 360 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$F = \frac{\pi \cdot 0,029174^2}{4} = 6,68 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2;$$

$$W = \frac{\pi \cdot 0,029174^3}{32} = 2,44 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3;$$

$$\sigma_3 = \sqrt{\left(\frac{40000}{6,68 \cdot 10^{-4}} \right)^2 + 3 \cdot \left(\frac{320}{2,44 \cdot 10^{-6}} \right)^2} = 235 \cdot 10^6 \text{ Па} \leq [\sigma] = 300 \text{ МПа}.$$

Отже, діаметр гвинта обраний вірно.

4. Вибір електродвигуна

Визначимо необхідну потужність електродвигуна, кВт, за формулою

$$N_n = \frac{M_{\kappa} \cdot \varpi}{1000}, \quad (1.9)$$

де M_{κ} - крутний момент, Н·м;

ϖ - частота обертання, с^{-1} ($\varpi = \pi \cdot n / 30$).

Тоді
$$N_n = \frac{M_{\kappa} \cdot \pi \cdot n}{30000},$$

де n - обороти валу, хв^{-1} .

$$N_n = 0,10472 \cdot 10^{-3} \cdot M_{\kappa} \cdot n. \quad (1.10)$$

Знаючи висоту підйому H , час підйому T і крок різьби t , знайдемо n :

$$n = \frac{60 \cdot H}{t \cdot T} = \frac{60 \cdot 1,7}{0,012 \cdot 120} = 70,8 \text{ хв}^{-1}.$$

Необхідна потужність приводу складе

$$N_n = 0,10472 \cdot 10^{-3} \cdot 320 \cdot 70,8 = 2,4 \text{ кВт}.$$

Розділивши це значення на ККД приводу ($\eta = 0,85$), одержимо

$$N_{\text{ог}} = N_n / \eta = 2,4 / 0,85 = 2,8 \text{ кВт}.$$

Передаточне число редуктора складе при $n = 70,8 \text{ хв}^{-1}$:

$$i_p = 750 / 70,8 = 10,6 .$$

Це може бути черв'ячний чи шестерний редуктор. Краще прийняти черв'ячний – він дає додаткове самогальмування. Привід установлюємо на верхній частині стійки.

Питання для самостійної підготовки

1. В чому полягає вибір вихідних даних для розрахунку та проектування підйомника?
2. Чим обумовлений вибір кінематичної схеми підйомника?
3. Виходячи з чого вибирається матеріал гвинта?
4. Наведіть розрахункову схему та порядок вибору діаметра різьби гвинта.
5. В чому укладається розрахунок вихідних даних для вибору привода підйомника?
6. Як визначається потужність електродвигуна приводу?
7. Як визначається число обертів вала стійки?

Завдання на виконання роботи № 1

Вихідні дані знаходять на перетинанні строк і граф таблиці 1.2, де порядковому номеру строк по горизонталі відповідає остання цифра шифру (номеру залікової книжки студента), а порядковий індекс графи по вертикалі співпадає з передостанньою цифрою того ж номера.

Наприклад, якщо шифр закінчується цифрами ...036, то для виконання контрольної роботи студент повинен прийняти наступні значення: автомобіль Урал-4320, час підйому на потрібну висоту $T=120\text{с}$, матеріал гвинта – сталь 45.

Таблиця 1.2

Варіанти на виконання завдання № 1

Остання цифра шифру	Передостання цифра шифру		
	0, 3, 5	1, 7, 9	2, 4, 6, 8
0	ЗА3-1102 – 80 – 45	ВА3-2109 – 100 – 40Х	ГАЗ-3302 «Газель» – 80 – 45
1	ГАЗ-31029 – 90 – 40Х	УАЗ-3151 (469Б) – 60 – 45	ВА3-2110 – 100 – 40Х
2	ПА3-3201 – 120 – 40Х	ЛиАЗ-5256 – 110 – 50	КамАЗ-5511 – 130 – 45Г
3	ЛА3-699Р – 70 – 65Г	ГАЗ-52-03 – 60 – 45Х	МАЗ-5432 – 120 – 40Х

4	ЛАЗ-695Н – 80 – 50Х	ИЖ-2715 – 70 – 20Х	ЗИЛ-133Г– 80 – 33ХС
5	ЗИЛ-431410 – 120 – 45Г	ГАЗ-3307 – 70 – 33ХС	МАЗ-5549– 130 – 30ХГТ
6	КамАЗ-5320 – 110 – 30ХГТ	Урал-4320 – 120 – 45	КрАЗ-260– 90 – 45
7	КрАЗ-255Б1 – 120 – 65Г	МАЗ-5335 – 100 – 40Х	ЗИЛ-ММЗ-555– 110 – 65Г
8	Икарус-280 – 120 – 45	РАФ-2203 – 70 – 30ХГТ	ВАЗ-2105 – 90 – 40Х
9	УАЗ-3303 (452) – 70 – 45	Икарус-256 – 80 – 45	Икарус-260– 100 – 50

Завдання № 2

РОЗРАХУНОК КОМБІНОВАНОГО РОЛИКОВОГО СТЕНДУ

1 Технічне завдання на стенд

1.1 Найменування та область застосування

Комбінований роликівий стенд призначений для перевірки гальмових і потужних якостей автомобілів. Гальмові випробування проводяться інерційним методом – на реальних швидкостях.

Такі стенди можуть застосовуватися на універсальних стаціонарних станціях діагностики в АТП, СТО, колективних гаражах тощо, а також на пересувних станціях діагностики.

1.2 Мета і призначення розробки

Мета і призначення розробки - розрахувати основні параметри роликівого стенда.

1.3 Технічні вимоги. Склад продукції і вимоги до конструктивного пристрою

1.3.1 При перевірці технічного стану автомобілів колесо, що перевіряється, спирається на два рівнобіжних ролики, тобто стенди для двохосьових автомобілів повинні мати дві пари роликів.

1.3.2 Перевірка гальм здійснюється динамічним способом - гальмування проводиться з реальної швидкості руху.

1.3.3 Перевірка тягових якостей виробляється на заданій швидкості руху при повній подачі палива.

1.3.4 Міцність конструктивних елементів стенда повинна забезпечувати надійну перевірку даного типу автомобілів.

1.3.5 Режими перевірок і нормативи – згідно з ДСТУ 3649:2010 і ГОСТ 22895-89.

1.4 Вихідні дані

- 1.4.1 Марка автомобіля, що перевіряється.
- 1.4.2 Маса автомобіля (споряджена і повна).
- 1.4.3 Розподіл навантаження по осях (при спорядженій і повній масі).
- 1.4.4 Дані по шинах: модель, зовнішній діаметр, ширина, статичний радіус, моменти інерції передніх і задніх коліс, радіус кочення.
- 1.4.5 Колія передніх і задніх коліс, ширина по внутрішнім боковинам шин.
- 1.4.6 Конструктивний розподіл гальмівних сил між осями.

2 Вибір основних геометричних параметрів роликового блоку

2.1 Діаметр роликів

Діаметр роликів у мм визначається за формулою

$$D_p = (0,8 \dots 1,0)r_k, \quad (2.1)$$

де r_k - радіус кочення колеса по роликах, мм.

Приблизно r_k дорівнює статичному радіусу шини на дорозі - $r_{ст}$. Дані про значення $r_{ст}$ приведені в [2]. Якщо на стенді перевіряються автомобілі різних марок, треба приймати r_k по найбільшому колесу. Отриманий діаметр ролика необхідно округлити до найближчого числа з ряду: 240, 320, 370, 400, 475мм.

2.2 Розрахунок довжини роликів і відстаней між їхніми торцями

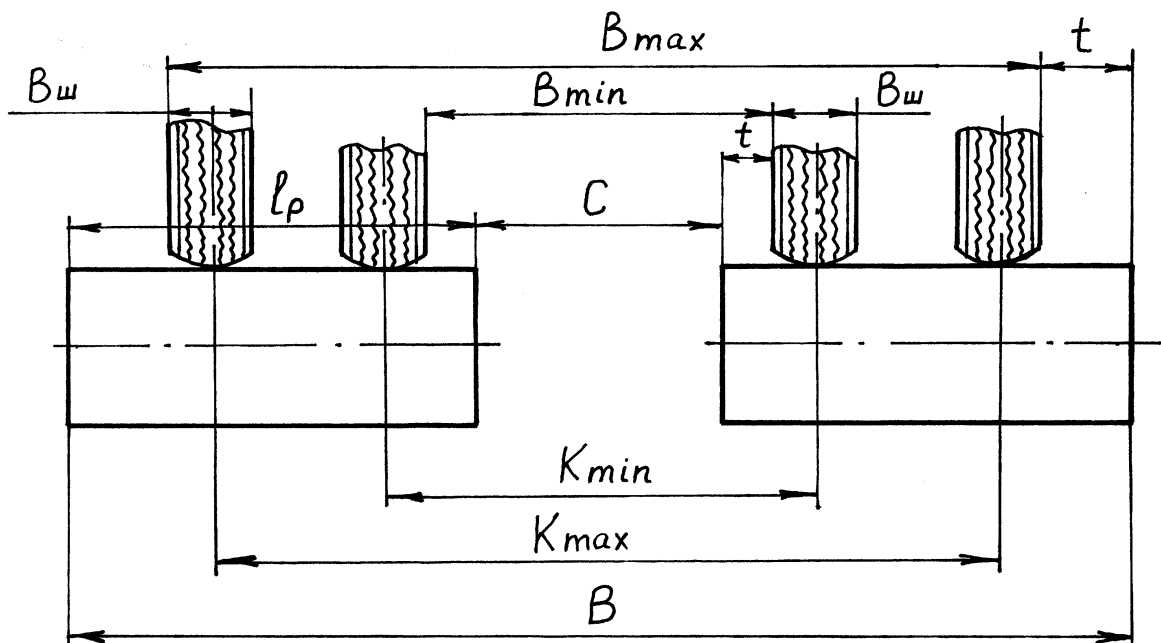


Рис. 2.1 Розрахункова схема стенда

Розрахунок робимо за схемою (рис. 2.1).

$$B = B_{\max} + 2t; \quad C = B_{\min} - 2t;$$

$$l_p = (B - C) / 2, \quad (2.2)$$

де B, C – відповідно відстані між зовнішніми і внутрішніми торцями роликів, мм;

B_{\max}, B_{\min} – відповідно ширина по зовнішніх гранях коліс найбільшого автомобіля і внутрішніх гранях коліс найменшого автомобіля, мм;

t – запас на вільне розміщення коліс, мм ($t = 100$ мм);

l_p – довжина ролика, мм.

Для осей з односхилими колесами при колії K і ширині профілю шин $B_{\text{ш}}$:

$$B_{\max} = K_{\max} + B_{\text{ш}};$$

$$B_{\min} = K_{\min} - B_{\text{ш}}.$$

Для осей із двосхилими колесами:

$$B_{\max} = K_{\min} + 2B_{\text{ш}} + t/2; \quad B_{\min} = K_{\min} - 2B_{\text{ш}} - t/2.$$

2.3 Міжцентрова відстань, взаємне розташування роликів

Взаємне розташування роликів вибирають з наступних розумінь. При гальмових випробуваннях автомобіль має тенденцію до само виїзду назад, при тягових – уперед. Тому на гальмових стендах задній ролик розміщують вище переднього, на тягових – навпаки. На комбінованих стендах типу СББ використовують симетричну схему (рис. 2.2).

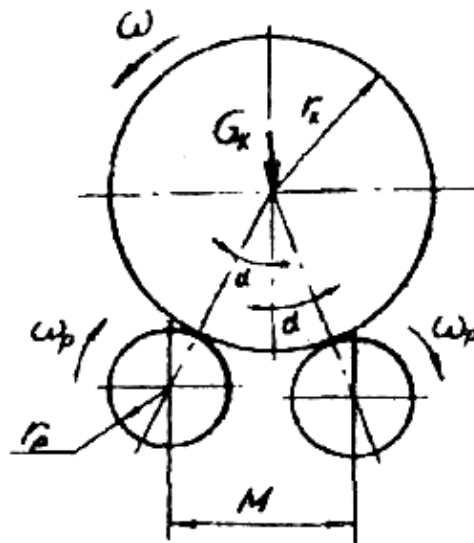


Рис. 2.2 – Схема для розрахунку міжцентрової відстані

З досвіду проектування та експлуатації стендів можна приймати $2\alpha = 65 \dots 90^\circ$.

Міжцентрова відстань визначається за формулою (рис. 2.2)

$$M = 2(r_k + r_p) \cdot \sin \alpha. \quad (2.3)$$

3 Розрахунок функціональних якостей стенда

Найбільш складні вимоги до стенда пред'являються при перевірці гальм, тому при проектуванні роликового стенда необхідно їх враховувати в першу чергу.

На дорозі величина нормативної гальмівної сили в Н для передньої і задньої осей складає:

$$P_{mn1} = \frac{\beta \cdot m_o \cdot j_n}{2}; \quad P_{mn2} = \frac{(1 - \beta) \cdot m_o \cdot j_n}{2},$$

де β - коефіцієнт розподілу гальмівних сил по осях автомобіля;

m_o - споряджена маса автомобіля при перевірці гальм на дорозі, кг;

j_n - нормативне сповільнення на дорозі, м/с².

На величину гальмівної сили впливають коефіцієнт тертя, площі накладок, зусилля в приводному контурі. Коефіцієнт тертя найбільш істотно залежить від температури поверхні тертя. З умови імітації реальної температури і при однаковій силі натискання на педаль гальма, визначаємо необхідну величину інерційної маси стенда, кг:

$$m_{cm} = \frac{m_o \cdot V_o^3}{V_c^3} - 2m_k, \quad (2.4)$$

де V_o, V_c - швидкість на дорозі і стенді, км/годину;

m_k - інерційна маса коліс, кг;

Інерційна маса - це маса фіктивного тіла, що рухається зі швидкістю V , рівної лінійної швидкості в контактні колеса з опорною поверхнею та має ту ж кінетичну енергію, що й автомобіль. Інерційна маса дозволяє порівняти енергію обертового і поступального тіла, що рухається.

Маса між передніми і задніми колесами відповідно розподіляється так:

$$m_{on} = \beta \cdot m_o; \quad m_{oz} = (1 - \beta) \cdot m_o. \quad (2.5)$$

Сумарна інерційна маса, що перешкоджає гальмуванню колеса, виражається сумою:

$$\sum m = m_{cm} + 2m_k. \quad (2.6)$$

Необхідна інерційна маса стенда для передніх коліс визначається за формулою

$$m_{cm}^n = \frac{\beta \cdot m_\partial \cdot V_\partial^3}{V_c^3} - 2m_k, \quad (2.7)$$

де V_∂ – швидкість перевірки гальм на дорозі (за ДСТУ 3649:2010 $V_\partial = 35 \dots 45$ км/годину);

V_c – швидкість перевірки на стенді (рекомендується для легкових автомобілів і автобусів 70...80 км/годину, для вантажних – 60 км/годину).

Вибравши значення інерційної маси стенда для перевірки гальм передньої осі m_{cm}^n , визначаємо швидкість перевірки гальм задньої осі $V_{cз}$:

$$V_{cз} = \sqrt[3]{\frac{(1-\beta) \cdot m_\partial}{m_{cm} + 2m_k}}. \quad (2.8)$$

Якщо значення необхідної інерційної маси для перевірки задніх коліс вище, ніж для передніх, масу стенда приймають за значенням для задніх коліс, а для перевірки передніх коліс підбирають швидкість.

4 Приклад розрахунку параметрів стенда для автомобіля ГАЗ-3110

Випишемо необхідні дані для розрахунку.

Інерційна маса переднього колеса $m_{кн} = 11,09$ кг; заднього $m_{кз} = 11,49$ кг.

Статичний радіус колеса $r_k = 0,315$ м, ширина профілю шини $B_{ш} = 185$ мм, коефіцієнт розподілу гальмівних сил $\beta = 0,575$. По ДСТУ 3649:2010 швидкість дорожніх випробувань гальм $V_\partial = 40$ км/годину, нормативне сповільнення $j_n = 5,8$ м/с². Повна маса ГАЗ-3110 – 1820 кг, споряджена маса - $m_\partial = 1420$ кг ($G_{ac} = 13916$ Н).

Швидкість початку гальмування на стенді для коліс передньої осі $V_c = 80$ км/годину. Колія передніх коліс $K_{max} = 1470$ мм, колія задніх коліс $K_{min} = 1420$ мм.

За формулами (2.5)

$$m_{\partial n} = \beta \cdot m_\partial = 0,575 \cdot 1420 = 816,5 \text{ кг},$$

$$m_{\partial з} = (1-\beta) \cdot m_\partial = (1-0,575) \cdot 1420 = 603,5 \text{ кг}.$$

За формулою (2.7)

$$m_{cm} = \frac{816,5 \cdot 40^3}{80^3} - 2 \cdot 11,09 = 79,9 \text{ кг.}$$

Приймаємо необхідну величину інерційної маси стенда $m_{cm} = 80 \text{ кг.}$

Швидкість перевірки гальм задніх коліс складе (2.8):

$$V_{cs} = 40 \cdot \sqrt[3]{\frac{(1 - 0,575) \cdot 1420}{80 + 2 \cdot 11,49}} = 72 \text{ км/годину.}$$

За формулою (2.1) розраховуємо діаметр ролика:

$$D_B = 1,0 \cdot 0,315 = 0,315 \approx 0,32 \text{ м.}$$

Ширина по колесах:

$$B_{\max} = K_{\max} + B_{ui} = 1470 + 185 = 1655 \text{ мм;}$$

$$B_{\min} = K_{\min} - B_{ui} = 1470 - 185 = 1235 \text{ мм.}$$

За формулами (2.2) визначаємо інші параметри стенда:

$$B = B_{\max} + 2t = 1655 + 2 \cdot 100 = 1855 \text{ мм;}$$

$$C = B_{\min} - 2t = 1235 - 2 \cdot 100 = 1035 \text{ мм;}$$

$$l_p = (B - C) / 2 = (1855 - 1035) / 2 = 410 \text{ мм.}$$

Приймаємо $\alpha = 35^\circ$, тоді по формулі (2.3) міжцентрова відстань дорівнює:

$$M = 2 \cdot (315 + 160) \cdot \sin 35^\circ \approx 540 \text{ мм.}$$

Питання для самостійної підготовки

1. Для чого призначений комбінований роликовий стенд ?
2. Якими засобами можна перевіряти гальма?
3. З яких урахувань вибирається взаємне розташування роликів?
4. Який основний показник стенда для гальмових випробувань?
5. Які фактори впливають на величину гальмівної сили?
6. Що означає термін “інерційна маса”?
7. Чим інерційний метод перевірки гальм краще ніж силовий?

Варіанти на виконання завдання № 2

Вихідні дані знаходять на перетинанні строк і граф таблиці 2.1, де порядковому номеру строк по горизонталі відповідає остання цифра шифру (номеру залікової книжки студента), а порядковий індекс графи по вертикалі

співпадає з передостанньою цифрою того ж номера.

Наприклад, якщо шифр закінчується цифрами ...034, то для виконання контрольної роботи студент повинен розрахувати стенд для автомобіля КАВЗ-685.

Таблиця 2.1

О стання цифра шифру	Передостання цифра шифру		
	0, 3, 5	1, 7, 9	2, 4, 6, 8
0	ЗАЗ-1102	РАФ-2203	ГАЗ-3302 «Газель»
1	ГАЗ-3307	ЗИЛ-431410	ВАЗ-2110
2	ВАЗ-2108	ЛАЗ-695Н	КамАЗ-5511
3	ПАЗ-3201	Икарус-260	МАЗ-5432
4	УАЗ-3303 (452)	КАВЗ-685	УАЗ-3151 (469Б)
5	АЗЛК-2141	ГАЗ-52-03	МАЗ-5549
6	КамАЗ-5320	Урал-4320	КрАЗ-260
7	КрАЗ-257Б1	МАЗ-5335	ЗИЛ-ММЗ-555
8	Икарус-280	ВАЗ-2104	ВАЗ-2105
9	ЛиАЗ-5256	ЗИЛ-133Г	Икарус-280

Визначивши марку автомобіля, необхідно по довіднику, та додатку А виписати потрібні вихідні дані для розрахунку.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

Базова

1. Волков В.П., Міщенко В.М., Кравченко О.П., Шаша І.К., Мармут І.А., Міщенко А.В., Байцур М.В., Сараєва І.Ю. Технологічне обладнання для підприємств автомобільного транспорту: Підручник / Під загальною редакцією В.П.Волкова. Харків: ХНАДУ, 2010. 556 с.

2. Коваленко В. М. Діагностика і технологія ремонту автомобілів : підруч. / В. М. Коваленко, В. К. Щуріхін. Київ : Літера ЛТД, 2017. 224 с

3. Максимов В. Г. Основи розрахунку, проектування та експлуатації технологічного устаткування: Конспект лекцій. Одеса: ОНПУ, 2002. 140 с
4. Тригуб О. А. Технологічне обладнання для обслуговування та ремонту автомобілів : навч. посіб. / О. А. Тригуб ; М-во освіти і науки України, Черкас. держ. технол. ун-т. Черкаси : ЧДТУ, 2021. 187 с
5. Волков В. П., Міщенко В. М., Кравченко О. П., Шаша І. К., Мармут І. А., Міщенко А. В., Байцур М. В., Сараєва І. Ю. Технологічне обладнання для підприємств автомобільного транспорту: Підручник/Під загальною редакцією В. П. Волкова Харків: ХНАДУ, 2010. 556 с
6. Сажко, В. А. Електрообладнання автомобілів і тракторів : підручник / В. А. Сажко ; рец.: В. В. Рудзінський, С. К. Полянський, А. З. Філіпов. Київ: Каравела, 2008. 400 с. : іл.
7. Бабіч, Б. С., Лущик В. В. Технічне обслуговування й ремонт металевих кузовів автомобілів : підручник / Б. С. Бабіч, В. В. Лущик. Київ: Либідь, 2001. 460 с. : іл.
8. С.С. Мазепа, А.С. Куцик Електрообладнання автомобіля. Львів: Львівська політехніка, 2004.

Допоміжна

1. ДСТУ 3649:2010. Колісні транспортні засоби. Вимоги щодо безпечності технічного стану та методи контролювання. Введ. 01.07.2011. Київ: Держспоживстандарт України, 2011. – 28 с.
2. Марков О.Д. Организация автосервиса. Львов: Ориана Нова, 1998.- 330 с.
3. Лудченко О.А. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів: Технологія: Підручник. Київ: Вища шк., 2007с.
4. В.А. Сажко Електричне та електронне обладнання автомобілів. Київ: Каравела, 2004.
5. Кобріна Н.В. Диагностирование электрооборудования автомобиля. Генератор [Текст]: навч. посіб. / Н. В. Кобріна А.В. Маковецкий В.Е. Михлин // Харків : ХАИ, 2015. – 38с.
6. ДСТУ 3649:2010. Колісні транспортні засоби. Вимоги щодо безпечності технічного стану та методи контролювання. Введ. 01.07.2011. Київ: Держспоживстандарт України, 2011. – 28 с.
7. Мачинский Ю.А. Справочник по эксплуатации и ремонту шин на автотранспортных предприятиях / Ю.А. Мачинский, А.А. Соколов, П.Н. Жураховский. Київ: Техника. 1988. – 86 с.

Додаток А

Нормативно-довідковий матеріал до завдання № 2

Таблиця А.1

Класифікація КТЗ

Категорія	Тип КТЗ	Повна маса, т	Найменування КТЗ
M ₁	КТЗ з двигуном, призначені для перевезення пасажирів, що мають не більше 8 місць для сидіння, крім водія, чи створені на їхній базі модифікації, призначені для перевезення дрібних вантажів (пікапи, універсали тощо), при повній масі, яка відповідає повній масі базової моделі легкового автомобіля	—	Автобуси, пасажирські автомобілі та їхні модифікації, а також пасажирські автопоїзди
M ₂	Те ж, але які мають більше 8 місць	До 5,0	Те ж
M ₃	для сидіння крім місця водія	Понад 5,0	Те ж
N ₁	Те ж КТЗ з двигуном, призначені для перевезення вантажів	До 3,5	Вантажні автомобілі, автомобілі-тягачі і вантажні автопоїзди
N ₂	Те ж	Понад 3,5 до 12,0	Те ж
N ₃	Те ж	Понад 12,0	Те ж

Таблиця А.2

Орієнтовані значення коефіцієнта розподілу гальмівних сил

Автомобілі	Коефіцієнт розподілу
------------	----------------------

	гальмівних сил – β
Легкові з передніми дисковими і задніми барабанними гальмами	0,7
Легкові з усіма барабанними гальмами	0,6
Мікроавтобуси	0,78
Вантажні двовісні автомобілі та автобуси	0,35...0,4
Вантажні тривісні	0,33...0,35

Таблиця А.3

Дані інерційних стендів (орієнтовані)

Тип автомобіля	Діаметр барабанів, D , м	Приведена інерційна маса стенда – m_{cm} , кг	Швидкість стендової перевірки – V_{0c} , км/год
Легкові M_1	0,240	250	80
Мікроавтобуси M_2 і вантажні кат. N_1	0,320	300	80
Автомобілі кат. N_2	0,370	500	60
Автомобілі кат. M_3	0,400	1600	60
Автомобілі кат. N_3	0,475	2000	60

Таблиця А.4

Дані по моментам інерції та інерційним масам коліс автомобілів

Розмір шини	Модель автомобіля	Момент інерції колеса, $\text{кг} \cdot \text{м}^2$		Статичний радіус, r_{cm} , м	Приведена інерційна маса колеса, кг	
		Переднього $I_{кп}$	Заднього $I_{кз}$		Переднього $m_{кп}$	Заднього $m_{кз}$
6,15-13 (155-330)	ЗА3-968М	0,32	0,33	0,278	4,14	4,27
155/70 R13	ЗА3-1102	0,48	0,46	0,267	6,73	6,45
165/80 R13	ВА3-2104,05,06	0,47	0,49	0,271	6,40	6,67
165/70 R13	ВА3-2108,09,099	0,40	0,39	0,260	5,92	5,77
175/70 R13	ВА3	0,54	0,52	0,265	7,69	7,40
165/80 R14	АЗЛК-2141	0,78	0,75	0,284	9,67	9,30
185-14 (7,35-14)	ГАЗ-24-10	1,1	1,14	0,315	11,09	11,49
205/70 R14	ГАЗ-31029,3110	1,214	1,214	0,295	13,95	13,95
185/80 R15	РАФ-2203	1,37	1,42	0,310	14,26	14,78
8,40-15	УАЗ	2,97	3,08	0,364	22,42	23,25
240-508P	ГАЗ-3307, ПАЗ-3201, КАВЗ-685	8,63	16,48	0,457	41,32	78,91
260-508P	ЗИЛ-431410,	16,28	30,79	0,476	71,85	135,89

	ЗИЛ-ММЗ-4502, ЗИЛ-431510					
260-508P	КамАЗ-5320	15,0	28,0	0,476	66,20	123,58
280-508P	ЛАЗ-695Н, ЛиАЗ-5256	20,0	37,0	0,488	83,98	155,37
300-508P	МАЗ-5335, Икарус-260	24,12	46,09	0,505	94,58	180,73
320-508P	КрАЗ-257Б1 КрАЗ-258	23,44	44,82	0,540	80,38	153,70

Таблиця А.5

Нормативи ефективності робочої гальмової системи за ДСТУ 3649:2010

Категорія КТЗ	Дорожні випробування			Стендові випробування		
	Початкова швидкість гальмування V_0 , км/год	Стале уповільнення на дорозі j_{0n} , м/с ²	Час спрацювання приводу τ_c , с	Загальна питома гальмівна сила γ_τ	Коефіцієнт нерівномірності гальмівних сил осі K_n , %	Час спрацювання приводу τ_c , с
М ₁	35...45	5,0	0,5	0,5	30	0,5
М ₂			0,8			0,8
М ₃			0,5			0,5
Н ₁		4,5	0,8	0,45		0,8
Н ₂						
Н ₃						