

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

Кафедра комп'ютерних
технологій в машинобудуванні

М.Г. Левкович, П.В. Босюк



МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

**до виконання практичних занять №1, 2 студентів
усіх форм навчання з дисципліни:
«Автомобілі. Аналіз конструкцій, робочі процеси та
основи розрахунку автомобілів»**

Тернопіль
2014

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

Кафедра комп'ютерних
технологій в машинобудуванні

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання практичної роботи №1, 2 з дисципліни
«Автомобілі. Аналіз конструкцій, робочі процеси та основи
розрахунку автомобілів» для студентів за напрямком підготовки
6.070106 «Автомобільний транспорт»

Тернопіль
2014

Методичні вказівки розроблено відповідно до навчального плану підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня «Бакалавр» за напрямком підготовки 6.070106 «Автомобільний транспорт».

Укладачі: к.т.н., доц. Левкович М.Г.;
асистент Босюк П.В.

Рецензент: д.т.н., проф. Пилипець М.І.

Відповідальний за випуск: к.т.н., доц. Левкович М.Г.

Розглянуто та схвалено на методичному семінарі кафедри комп'ютерних технологій в машинобудуванні, протокол №2 від 7 лютого 2014 р.

Рекомендовано до друку методичною комісією механіко-технологічного факультету, протокол № 5 від 14.03.2014 р.

ЗМІСТ

1. Загальні положення	4
1.1. Вибір основних параметрів зчеплення	5
1.2 Розрахунок показників навантаженості зчеплення	7
1.3 Розрахунок натискних пружин	9
1.4 Задача 1	12
1.5 Задача 2	14
1.6 Вимоги до звіту	16
1.7 Контрольні питання	16
Перелік посилань	17
Додатки	19

1 Загальні положення

Зчепленням називається силова муфта, в якій передача крутного моменту забезпечується силами тертя, гідродинамічними силами або електромагнітним полем.

Зчеплення призначене для плавного рушання автомобіля, короткочасного роз'єднання двигуна і трансмісії при перемиканні передач та запобіганню впливу на трансмісію великих динамічних навантажень, що виникають на перехідних режимах і при русі по різних дорогах.

На автомобілях застосовуються різні типи зчеплень, котрі класифікуються за різними ознаками (рис. 1.1).

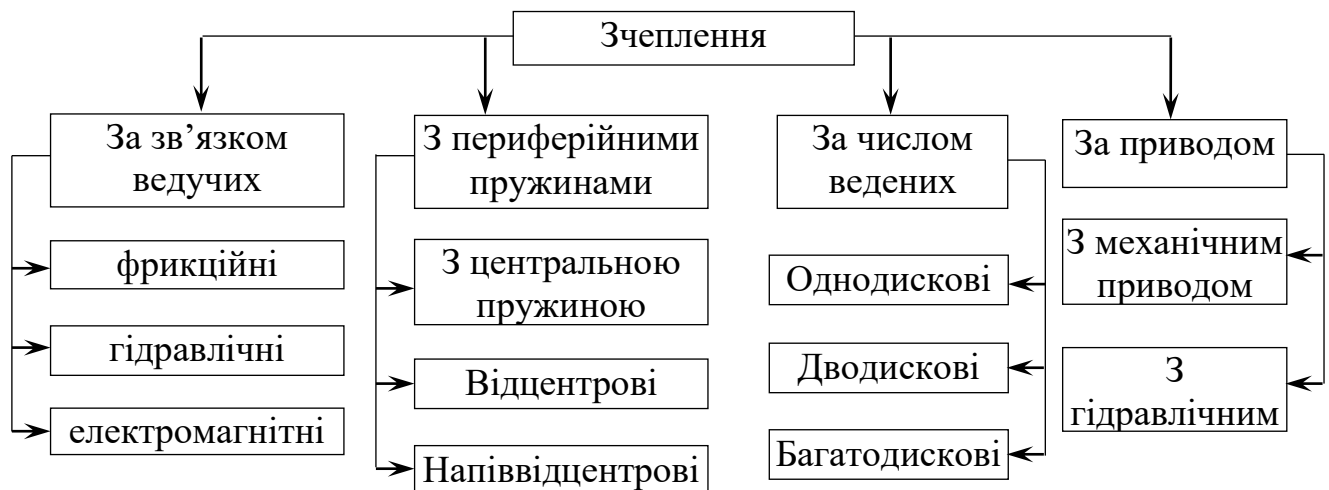


Рисунок 1.1. Типи зчеплень, класифіковані за різними ознаками

Вимоги, що пред'являються до зчеплень:

- 1) надійна передача обертового моменту від двигуна до трансмісії;
- 2) плавність і повнота включення;
- 3) чистота виключення;
- 4) мінімальний момент інерції ведених елементів;
- 5) хороше відведення тепла від поверхонь тертя;
- 6) захист трансмісії від впливу динамічних навантажень;
- 7) підтримання натискного зусилля в заданих межах у процесі експлуатації;
- 8) мінімальні затрати фізичних зусиль на керування;

9) хороша урівноваженість.

Крім того до зчеплення, як і до інших механізмів автомобіля, ставляться загальні вимоги:

- а) високий коефіцієнт корисної дії (ККД);
- б) мінімальні розміри та маса;
- в) висока надійність і довговічність;
- г) простота конструкції (будови) і обслуговування;
- д) технологічність виготовлення;
- е) ремонтоздатність;
- є) низький рівень шуму.

За формою поверхонь тертя зчеплення бувають дискові, конусні і барабанні (колодкові). Конусні і барабанні зчеплення наділені підвищеним моментом інерції ведених елементів, тому використовуються як допоміжні фрикційні пристрої.

Дискові зчеплення за кількістю ведених дисків класифікуються на одно-, двох- і багатодискові. У багатодискових зчепленнях важко забезпечити “чистоту” виключення, вони мають більшу довжину, значні моменти інерції ведених деталей, тому застосовуються в основному у автоматичних трансмісіях.

Найбільшого застосування на автомобілях отримали фрикційні зчеплення - одnodискові і дводискові.

1.1 Вибір основних параметрів зчеплення

До основних розмірів і параметрів зчеплення відносяться:

- D і d - зовнішній і внутрішній діаметр фрикційних накладок ведених дисків;
- z_d - кількість ведених дисків;
- β - коефіцієнт запасу зчеплення;
- P_n - натискне зусилля пружин;
- μ - розрахунковий коефіцієнт тертя;
- z_{II} - кількість натискних пружин;

- c_{II} - жорсткість натискних пружин;
- q - питомий тиск на фрикційні накладки;
- Δl - хід натискного диска.

Зчеплення задаються коефіцієнтом запасу зчеплення β , який дорівнює відношенню:

$$\beta = \frac{M_c}{M_{e \max}}, \quad (1.1)$$

звідки

$$M_c = \beta \cdot M_{e \max},$$

де M_c - статичний момент тертя зчеплення.

Натискне зусилля P_n визначається, виходячи з моменту тертя M_c :

$$P_n = \frac{M_c}{2 \cdot R_{cp} \cdot \mu \cdot z_m} = \frac{\beta \cdot M_{e \max}}{2 \cdot R_{cp} \cdot \mu \cdot z_m}, \quad (1.2)$$

$$\text{де } R_{cp} = \frac{1}{3} \frac{D^3 - d^3}{D^2 - d^2} \approx \frac{D + d}{4};$$

z_m - кількість пар поверхонь тертя ($z_m = 2$ - для однодискового і $z_m = 4$ - для дводискового зчеплення).

Коефіцієнт тертя μ складає для картонно-бакелітових накладок $\mu = 0,3 \dots 0,5$.

Питомий тиск на фрикційні накладки визначається за формулою:

$$q = \frac{P_n}{F_{mp}} = \frac{P_n}{\pi \cdot (D^2 - d^2)}, \quad (1.3)$$

де F_{mp} - дійсна поверхня тертя.

Допустиме значення питомого тиску на фрикційні накладки складає:

- для сухих зчеплень $q = 0,15 \dots 0,30$ МПа;

- для металокераміки, яка працює в оливі $q=2,0... 3,5$ МПа.

Кількість пар поверхонь тертя знаходиться за формулою:

$$z_m = \frac{16 \cdot M_{e\max} \cdot \beta}{\pi \cdot \mu \cdot q \cdot (D-d) \cdot (D+d)^2}, \quad (1.4)$$

а необхідна кількість ведених дисків зчеплення - за формулою:

$$z_o = \frac{z_m}{2}. \quad (1.5)$$

де z_m - кількість периферійно встановлених пружин.

1.2 Розрахунок показників навантаженості зчеплення

До показників навантаженості зчеплення відносяться:

- 1) питома робота буксування a_o ;
- 2) нагрівання (підвищення температури) ведучого диска Δt при русанні автомобіля з місця.

Питома робота буксування a_o знаходиться за формулою, Дж/мм²:

$$a_o = \frac{W_o}{F_{mp}} = \frac{4 \cdot W_o}{\pi \cdot z_m \cdot (D^2 - d^2)}, \quad (1.6)$$

де W_o - робота буксування, яка визначається за формулою

$$W_o = \int_0^{t_o} M_c(t) \cdot (\omega_o - \omega_a) dt, \quad (1.7)$$

(тут ω_o , ω_a - кутові швидкості відповідно ведучих та ведених дисків, є функціями часу);

$M_c(t)$ - момент тертя зчеплення, який змінюється в часі від нуля до максимального значення при включенні зчеплення.

Робота буксування на першому етапі визначається за формулою:

$$W_1 = \int_0^{t_1} M_c(t) \cdot (\omega_\partial - \omega_a) dt,$$

на другому етапі за формулою

$$W_2 = \int_{t_1}^{t_2} M_c(t) \cdot (\omega_\partial - \omega_a) dt,$$

Повна робота буксування дорівнює сумі робіт на двох етапах:

$$W_\partial = W_1 + W_2. \quad (1.8)$$

Для практичних розрахунків W_∂ може бути використана формула, яка виведена з передумови, що швидкість ω_∂ , момент M_∂ , M_c і M_ψ у процесі буксування зчеплення залишаються постійними, а $M_\partial = M_{e \max}$ і трансмісія є жорсткою системою:

$$W_\partial = \frac{0,5 \cdot I_a \cdot \omega_0^2 \cdot M_{e \max}}{M_{e \max} - M_\psi}, \quad (1.9)$$

де I_a - момент інерції приведенного до первинного вала коробки переміни передач умовного маховика, який замінює масу автомобіля, що рухається поступально,

$$I_a = \frac{M \cdot r_k^2}{u_T^2} = \frac{\sum I_k}{u_T^2}, \quad (1.10)$$

(тут $\sum I_k$ - сума моментів інерції коліс; r_k - радіус кочення колеса; M - повна маса автомобіля; u_T - передатне число трансмісії).

Момент опору рухові автомобіля M_ψ приведений до веденої частини зчеплення визначається за формулою:

$$M_\psi = \frac{M \cdot g \cdot \psi \cdot r_k}{u_T \cdot \eta_T}, \text{ Нм}, \quad (1.11)$$

де η_T - ККД трансмісії;

ψ - коефіцієнт сумарного опору дороги;

g - прискорення вільного падіння,

а рекомендовані швидкості обертання колінчастого вала - за формулами:

$$\omega_0 = \frac{\omega_M}{3} + 50 \cdot \pi \text{ - для дизельного двигуна;}$$

$$\omega_0 = 0,75 \cdot \omega_N \text{ - для бензинового,}$$

(тут ω_M і ω_N - кутові швидкості колінчастого вала при, відповідно, максимальному обертовому моменту і максимальній потужності двигуна).

Підвищення температури визначається за формулою:

$$\Delta t = \frac{\gamma \cdot W_{\delta}}{m_{\delta} \cdot c}, \quad (1.12)$$

де γ - доля теплоти що сприймається натискним (проміжним) диском ($\gamma=0,5$ - для однодискового зчеплення; $\gamma=0,25$ - для натискного і $\gamma=0,5$ для проміжного дисків дводискового зчеплення);

m_{δ} - маса диска, кг;

$c= 481,5$ Дж/кг $^{\circ}$ С - питома теплоємність чавуну (сталі).

1.3 Розрахунок натискних пружин

У зчепленнях застосовуються циліндричні, конічні і діафрагмові (тарілчасті) пружини.

Розрахунок пружин полягає у визначенні їх розмірів, які б забезпечували необхідне натискне зусилля і міцність:

- довжини пружини L ;
- середнього діаметра пружини D_n ;
- діаметра дроту d_n .

Натискне зусилля однієї виті (крученої) пружини визначається за формулою:

$$P_n = \frac{P_n + P_0}{z_n}, \quad (1.13)$$

де P_n - сумарне зусилля відтяжних і відтискних пружин зчеплення;

$$P_0 = (0,05 \dots 0,08) \cdot P_n, ;$$

z_n - кількість натискних пружин.

Формули для розрахунку циліндричних пружин круглого січення мають вигляд:

- напруга кручення

$$\tau = \frac{8 \cdot \xi \cdot D_n}{\pi \cdot d_n^3} P_n, \quad (1.14)$$

- натискне зусилля

$$P_n = \frac{G \cdot d_n^4}{8 \cdot D_n^3 \cdot i} l_n, \quad (1.15)$$

- жорсткість

$$c_n = \frac{G \cdot d_n^4}{8 \cdot D_n^3 \cdot i}, \quad (1.16)$$

де ξ - коефіцієнт який враховує вплив на міцність кривизни витків і залежить від співвідношення D_n / d_n ;

$G = (8,0 \dots 8,5) 10^4$ МПа - модуль пружності другого роду при крученні;

l_n , - деформація пружини.

Максимальне напруження кручення $\tau_{\max}$ виникає при цілковитому вимиканні зчеплення. При цьому

$$P_{n\max} = P_n + c_n \cdot \Delta l, \quad (1.17)$$

де Δl - хід відтискного підшипника (натискного диска).

Довжину пружини рекомендується брати, дотримуючись залежності $L \leq (D_n - d_n)$. Можна брати $L \leq 5(D_n - d_n)$, але тоді пружини мають працювати на направляючому стержні або в направляючій гільзі.

Сила, яка діє на натискний диск, позначена буквою P_{np} , а сила прикладена до пружини при виключенні зчеплення - P . Значення цих сил відрізняються одна від одного передатним числом пружини:

$$P = P_{np} \left(\frac{b-c}{c-e} \right). \quad (1.18)$$

Кількість пелюсток складає 8...20, а товщина пружини:

- для легкових автомобілів $h=2,0...2,5$ мм;
- для вантажних автомобілів $h=3,0...5,0$ мм.

Натискне зусилля діафрагмової пружини визначається за формулою:

$$P_n = \frac{\pi \cdot E' \cdot h}{6(b-c)^2} \lambda_1 \cdot \ln \frac{b}{a} \left[\left(H - \lambda_1 \frac{b-a}{b-c} \right) \cdot \left(H - 0,5 \cdot \lambda_1 \frac{b-a}{b-c} \right) + h^2 \right], \quad (1.19)$$

де $E' = E / (1 - \mu_n^2)$ (тут $E=2,1 \cdot 10^5$ МПа – модуль пружності 1-го роду;

$\mu_n=0,25... 0,26$ - коефіцієнт Пуансона);

λ_1 - деформація пружини, визначається за формулою

$$\lambda_1 = (c-e) \cdot \Delta\alpha + \frac{P_{вук}}{c_n}, \quad (1.20)$$

(тут $\Delta\alpha$ - кутове переміщення).

При розрахунку на міцність визначаються напруги згину a_κ і розтягу a_p у найбільш навантаженому місці пружини - в середині основи пелюстка при виключеному зчепленні (максимальні напруги виникають коли пружина стає плескатою):

$$\sigma = \sigma_{зг} + \sigma_p = \frac{P_{вук}}{n^2 \cdot \eta} + \frac{E'(d-a) \cdot \alpha^2 + h \cdot \alpha}{2 \cdot a} \leq [\sigma]_m \text{ МПа}, \quad (1.21)$$

де n - кількість пелюстків;

$$d = \frac{b-a}{\ln(b/a)}; \text{----} \quad (1.22)$$

$$\alpha = \arctg \frac{H}{(b-e)} \approx 10...12^\circ - \text{у вільному стані};$$

η - коефіцієнт повноти пелюстка, визначається за формулою

$$\eta = \frac{S_n \cdot n}{\pi(a+e)}, \quad (1.23)$$

(тут S_n - ширина пелюстка на радіусі $0,5(a+e)$).

Отримане значення напруження порівнюється з границею текучості матеріалу при розтязі (для сталі 60С2А $[\sigma]_m = 1400$ МПа).

1.4 Задача 1

Визначити основні параметри зчеплення і провести розрахунок натискних пружин. Вихідні дані наведені в таблиці А.1 додатків.

Для розв'язку задачі необхідно:

- 1) вибрати коефіцієнт запасу зчеплення β ;
- 2) визначити необхідний статичний момент тертя M_c ;
- 3) визначити дійсну поверхню тертя F_{mp} ;
- 4) визначити тиск на фрикційні поверхні q ;
- 5) розрахувати сумарне натискне зусилля P_Σ і натискне зусилля однієї пружини P_n ;
- 6) визначити діаметр дроту пружини d_n , число робочих витків i , попередній стиск λ , найбільшу напругу при вимкненому зчепленні τ_{max} , вільну довжину пружини L .

Робочі формули:

$$M_c = \beta M_{e \max}, \text{ Нм}; \quad R = \frac{D+d}{4}, \text{ мм};$$

$$F_{mp} = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} - z_\zeta \frac{\pi d_\zeta^2}{4}, \text{ мм}^2; \quad q = \frac{M_c}{z_m \cdot F_{mp} \cdot \mu \cdot R_{cp}}, \text{ МПа};$$

$$P_\Sigma = q \cdot F_{mp}, \text{ Н}; \quad P_i = \frac{P_\Sigma}{n}, \text{ Н}; \quad d_n = \sqrt{\frac{1,6 \cdot P \cdot D_n \cdot \xi \cdot \lambda_{\max}}{\pi \cdot [\tau] \cdot \Delta l}}, \text{ мм};$$

$$i = \frac{G \cdot d_n^4 \cdot \Delta l}{1,6 \cdot P \cdot D_n^3}; \quad \lambda = \frac{8 \cdot P \cdot D_n^3 \cdot i}{G \cdot d_n^4}, \text{ мм}; \quad P_{\max} = P_H \frac{\lambda + \Delta l}{\lambda}, \text{ Н};$$

$$\tau_{\max} = \frac{4P_{\max}}{\pi \cdot d_n^2} \left(1 + \frac{2 \cdot D_n}{d_n} \right), \text{ МПа}; \quad L = (i + 2)d_n + \lambda + \Delta l + (2 \div 3), \text{ мм}.$$

В цих формулах:

D і d - відповідно зовнішній і внутрішній діаметри фрикційних накладок, мм;

R_{cp} - середній радіус дисків, мм;

μ - коефіцієнт тертя, що змінюється в межах 0,3... 0,5;

z_m - число пар поверхонь тертя;

z_3 - число заклепок;

d_3 - діаметр заклепок, мм;

n - число пружин;

D_n - середній діаметр навивки пружин, мм;

$\lambda_{\max}$ - найб. сумарне стиснення пружини при вимкнутому зчепленні, мм;

ξ - коефіцієнт, що враховує напругу зрізу;

Δl - хід стиснення пружини при вимкнутому зчепленні ($\Delta l = 2 \dots 3$ мм);

$[\tau]$ - допустима напруга, МПа;

$P_{\max}$ - максимальне зусилля стиснення, Н.

Примітки і довідкові дані.

1. Значення коефіцієнта β вибирається з таблиці 1.

Таблиця 1 - Межі коефіцієнта запасу і режиму роботи зчеплення

Тип і призначення автомобіля	β	A
Легкові автомобілі	1,3...1,75	0,47
Вантажні, не призначені для роботи у важких умовах	1,6...2,0	0,36
Інші вантажні автомобілі та тягачі	2,0...2,8	0,19

2. Тиск q повинен перевищувати:

- для азбестофрикційних накладок - 0,18...0,35 МПа;

- для металокерамічних накладок - 1,5...2,0 МПа.

3. Параметри D і d вибираються, виходячи з конструктивних міркувань з урахуванням реальних значень, взятих для автомобілів-прототипів. Значення D можна попередньо визначити з виразу $D = 10 \sqrt{\frac{M_{e \max}}{A}}$, мм, де коефіцієнт A вибирається з таблиці 1, після чого остаточно прийняти з ряду нормалізованих (див. п. 8). При цьому відношення $\frac{d}{D} = 0,5 \div 0,75$ повинно бути тим більше, чим вищі оберти двигуна.

4. Відношення $\lambda_{\max} / \Delta l$ знаходиться в межах 7... 10.

5. Для пружинних сталей типу "Сталь-65Г" $[\tau] = 700$ МПа.

6. Значення ξ вибирається з таблиці 2.

Таблиця 2 - Коефіцієнт для врахування напруг зсуву

Відношення діаметрів D_n/d_n	4	5	6	7	8
Коефіцієнт ξ	1,37	1,29	1,24	1,20	1,17

7. Параметри пружини повинні знаходитись в межах: $d_n = 2,0 \dots 5,5$ мм; $D_n = 20 \dots 40$ мм; $i = 4 \dots 10$.

8. Фрикційні накладки, що випускаються промисловістю, мають такі розміри (зовнішній і внутрішній діаметри $D \times d$), мм: 180×100; 180×120; 200×130; 200×140; 215×140; 240×160; 250×180; 280×180; 300×200; 325×220; 340×210; 350×210; 325×230; 350×240; 380×200; 400×240; 420×240; 420×280.

1.5 Задача 2

Визначити питому роботу буксування зчеплення, а також підвищення температури натискного диску за одне рушання автомобіля з місця, використавши вихідні дані в таблиці А.1 додатків.

Для розв'язку задачі необхідно:

1) визначити мінімально можливий час вмикання зчеплення $t_{0\min}$;

- 2) задатися коефіцієнтом режиму вмикання k ;
- 3) визначити повну роботу буксування L ;
- 4) визначити питому роботу буксування q ;
- 5) визначити температуру нагрівання натискного диску Δt за одне рушання з місця.

Робочі формули:

$$t_{0\min} = \frac{2 \cdot I_a \cdot \pi \cdot n_m \cdot M_n}{30(M_n - M_\psi)^2}, \text{ с};$$

$$I_a = \frac{M_a \cdot r_k^2 \cdot \delta'}{u_m^2}, \text{ Нмс}^2; \quad M_\psi = \frac{g \cdot \psi \cdot r_k}{u_m \cdot \eta_m}, \text{ Нм};$$

$$L = \frac{\pi \cdot n_m \cdot r_k^2}{30 \cdot u_m^2} \left(\frac{M_a \cdot \pi \cdot n_m}{60} + \frac{g^2 \cdot M_a^2 \cdot \psi^2}{2 \cdot k \cdot \eta_m^2} + \frac{2}{3} \frac{g \cdot M_a \cdot \psi}{\eta_m} \sqrt{\frac{2 \cdot M_a \cdot \pi \cdot n_m}{30 \cdot k}} \right), \text{ Дж};$$

$$q = \frac{L}{z_m \cdot F_{mp}}, \frac{\text{Дж}}{\text{мм}^2}; \quad t^0 = \frac{\alpha \cdot L}{c \cdot m_{\bar{a}}}, {}^0\text{C}; \quad m_{\bar{a}} = \frac{\pi(D_1^2 - d_1^2)}{4} \delta \cdot \gamma, \text{ кг}.$$

В цих формулах:

I_a - приведений до первинного валу коробки передач момент інерції маховика еквівалентного автомобілю, що рухається поступально, Н·м·с²;

n_m - середня частота обертання колінчатого вала в процесі включення зчеплення, хв⁻¹;

M_n - момент на валі двигуна при частоті обертання n_m , Нм;

M_ψ - момент опору руху автомобіля, приведений до первинного вала, Нм;

δ' - коефіцієнт, що враховує моменти інерції коліс ($\delta'=1,04... 1,06$);

$u_m = u_0 \cdot u_k \cdot u_p$ - загальне передатне число трансмісії при включеній першій передачі;

ψ - розрахунковий коефіцієнт сумарного опору дороги ($\psi=0,1$);

z_m - число пар поверхонь тертя;

F_{mp} - дійсна поверхня тертя (див. задачу 1), мм²;

α - коефіцієнт, що показує, яка частина виділеного тепла при буксуванні зчеплення, передається на дану деталь (для натискного диска однодискового зчеплення $\alpha=0,5$, дводискового - $\alpha=0,25$);

c - теплоємність матеріалу диска ($c=481$ Дж/кг·град);

m_d - маса диска, що розглядається, кг;

D_1 і d_1 - відповідно зовнішній і внутрішній діаметри натискного диска, мм;

δ - середня товщина диска, ($\delta=(0,045\div0,060)D$), мм;

γ - густина чавуну ($\gamma=7,85\cdot10^6$ кг/мм³).

Примітки і довідкові дані

1. При $t_{0min}<5$ с значення k і L рахувати для $t_0=5$ с.
2. Значення n_m слід вибирати в межах $500\ldots800$ хв⁻¹.
3. Значення моменту M_n можна орієнтовно брати рівним $0,9\cdot M_{e\max}$.
4. Рекомендовані значення: $q=0,20\ldots0,60$ Дж/мм²; $\Delta t=10^\circ\text{C}$.
5. Значення параметрів D_1 і d_1 вибираються з врахуванням їх реальних розмірів для автомобілів-прототипів (для розрахунків діаметри натискного диска можна прийняти рівними, відповідно, діаметрам D і d фрикційної накладки).
6. Коефіцієнт режиму вмикання $\kappa=100\ldots250$ Нм/с - для легкових автомобілів; $\kappa=200\ldots700$ Нм/с - для вантажівок.

1.6 Вимоги до звіту

1. В звіті подати умову завдання, необхідні рисунки та таблиці.
2. Повне рішення задачі.
3. Висновки до виконаної роботи.
4. Використана література.

1.7 Контрольні питання

1. Призначення зчеплень;
2. Вимоги і класифікація зчеплень;

3. Визначення основних розмірів зчеплення;
4. Визначення основних параметрів зчеплення;
5. Розрахунок показників навантаженості зчеплення;
6. Розрахунок натискних пружин зчеплення;
7. Розрахунок натискних витих пружин зчеплення;
8. Розрахунок натискних діафрагмових пружин зчеплення;
9. Розрахунок ведучого і веденого дисків;
10. Розрахунок відтискних важелів зчеплення;
11. Класифікація приводів зчеплення;
12. Вимоги до приводів зчеплення;
13. Розрахунок кінематичних і силових залежностей механічного приводу зчеплення;
14. Розрахунок кінематичних і силових залежностей гідравлічного приводу зчеплення.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Автомобили: Конструкция, конструирование и расчет. Трансмиссия [Текст] / Под ред. А.И. Гришкевича. – Мн.: Выш.шк., 1985. – 240 с.
2. Автомобили: Конструкция и элементы расчета: учебник для студ. высш. учеб. заведений [Текст] / В.К. Вахламов. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 480 с.
3. Автомобили. Трансмиссия: Учебное пособие [Текст] / Н.Е. Основенко. – К.: УМК ВО, 1989. – 139 с.
4. Гаспарянц Г.А. Конструкция, основы теории и расчета автомобиля [Текст] / Г.А. Гаспарянц. – М.: Машиностроение, 1978. – 351 с.
5. Гольд Б.В. Конструирование и расчет автомобиля [Текст] / Б.В. Гольд. – М.: Машиностроение, 1989. – 304 с.
6. Краткий автомобильный справочник. [Текст] / А.Н. Поздников, Ю.М. Власов, М.Б. Леликов и др. – М.: АО "Трансконсалтинг", НИИАТ, 1994. – 779 с.
7. Лукин П.П. Конструирование и расчет автомобиля: Учебник для

- студентов вузов, обучающихся по специальности “Автомобили и тракторы” [Текст] / П. П. Лукин, Г. А. Гаспарянц, В.Ф.Родионов.–М.:Машиностроение, 1984.-376 с.
8. Осепчугов В. В. Автомобиль: Анализ конструкций, элементы расчета: Учебник для студентов вузов по специальности “Автомобили и автомобильное хозяйство” [Текст] / В.В. Осепчугов, А. К. Фрумкин. – М.: Машиностроение, 1989. – 304 с.
9. Основенко М.Ю. Трансмiсія автомобiля: Навч. посiбник. [Текст] / М.Ю. Основенко, Г.А. Фiлiпова. – К.: УТУ, 1998. – 156 с.
- 10.Основенко Н.Е. Ходовая система автомобиля. Учебное пособие для студентов специальности "Автомобили и автомобильное хозяйство" [Текст] / Н.Е. Основенко – К.:УМК ВО, 1991.– 92 с.
- 11.Раймпель И. Шасси автомобиля: элементы подвески. Пер. с нем. [Текст] / И Раймпель – М.: Машиностроение, 1987. – 288 с.
- 12.Кищун В.А. Методичні вказівки до практичних занять для студентів спеціальності «Автомобілі та автомобільне господарство» навчально-наукового центру післядипломної освіти [Текст] / В.А. Кищун. – Луцьк: РВВ ЛНТУ, 2012. – 58 с.

Таблиця А.1 - Вихідні дані до задач 1 і 2

№ п/п	Тип автомобіля	Умови роботи	M_a , кг	$M_{e \max}$, Нм	$N_{e \max}$, кВт	n_N , хв ¹	u_0	u_p	u_k	r_k , м	η_m	z_m	n	z_3	d_3 , мм
1.	Легковий	Нормальні	990	93	37	4750	4,22	-	3,81	0,3	0,9	2	6	24	8,5
2.	Легковий	Нормальні	1000	114	48	5800	4,22	-	3,49	0,312	0,9	2	6	24	9,5
3.	Легковий	Нормальні	1450	170	48	4000	4,55	-	3,115	0,359	0,9	2	8	30	8,5
4.	Легковий	Нормальні	1400	192	72	4500	4,1	-	3,5	0,338	0,9	2	8	30	9,5
5.	Вантажний	Нормальні	5150	205	52	2800	6,67	-	6,40	0,45	0,9	2	9	30	9,5
6.	Вантажний	Нормальні	7400	290	85	3200	6,83	-	6,48	0,47	0,9	2	12	30	9,5
7.	Вантажний	Нормальні	9525	410	110	3100	6,97	-	4,10	0,495	0,85	2	8	48	10,5
8.	Вантажний	Важкі	13625	470	88	2000	8,21	-	3,4	0,54	0,85	2	26	48	10,5
9.	Вантажний	Важкі	25500	475	128	3000	8,9	1,3	3,4	0,595	0,8	4	12	30	10,5
10.	Вантажний	Дуже важкі	23355	900	176	2100	8,21	1,32	2,9	0,542	0,8	2	28	64	9,5
11.	Легковий	Нормальні	1000	95	38	4800	4,25	-	3,65	0,284	0,91	2	6	24	8,5
12.	Легковий	Нормальні	1200	128	53	5500	4,30	-	3,31	0,321	0,92	2	6	24	9,5
13.	Легковий	Нормальні	1400	165	55	5200	4,15	-	3,12	0,338	0,93	2	8	26	9,5
14.	Легковий	Нормальні	1250	150	47	4500	4,50	-	3,47	0,329	0,9	2	10	30	8,5
15.	Вантажний	Нормальні	5550	225	61	2800	6,83	-	6,5	0,505	0,9	2	12	30	9,5
16.	Вантажний	Нормальні	6800	250	80	3100	6,71	-	6,52	0,465	0,88	2	9	30	9,5
17.	Вантажний	Важкі	11750	395	111	3300	7,95	-	4,3	0,476	0,85	2	16	40	10,5
18.	Вантажний	Важкі	18500	480	120	2700	8,27	1,25	3,8	0,525	0,84	2	20	48	10,5
19.	Вантажний	Важкі	20050	560	128	2900	8,8	1,3	3,7	0,527	0,83	4	26	64	9,5
20.	Вантажний	Дуже важкі	25300	875	165	2500	8,51	1,35	2,85	0,537	0,82	4	26	64	10,5

Продовження таблиці А1

№ п/п	Тип автомобіля	Умови роботи	M_a , кг	$M_{e \max}$, Нм	$N_{e \max}$, кВт	n_N , хв ¹	u_0	u_p	u_k	r_k , м	η_m	z_m	n	z_3	d_3 , мм
21.	Легковий	Нормальні	970	98	40	5100	4,21	-	3,12	0,281	0,9	2	8	24	8,5
22.	Легковий	Нормальні	1100	121	51	5400	4,22	-	3,88	0,284	0,93	2	6	26	9,5
23.	Легковий	Нормальні	1200	156	53	3800	4,48	-	3,40	0,288	0,90	2	8	24	9,5
24.	Легковий	Нормальні	1350	118	47	5400	4,1	-	3,5	0,316	0,91	2	6	30	8,5
25.	Легковий	Нормальні	1400	187	56	5600	4,5	-	3,55	0,329	0,92	2	9	24	9,5
26.	Вантажний	Нормальні	5100	210	61	2900	7,78	-	6,3	0,476	0,85	2	16	32	10,5
27.	Вантажний	Нормальні	5300	215	88	2800	6,48	-	4,80	0,488	0,88	2	9	30	8,5
28.	Вантажний	Нормальні	7600	300	94	2800	7,43	-	6,57	0,525	0,89	2	22	38	9,5
29.	Вантажний	Важкі	12000	450	180	2600	8,6	1,3	5,4	0,505	0,85	2	24	46	9,5
30.	Вантажний	Дуже важкі	15000	465	230	2400	8,8	1,31	5,8	0,537	0,82	4	26	48	10,5
31.	Легковий	Нормальні	1600	110	50	4750	4,22	-	3,81	0,35	0,9	2	6	24	8,5
32.	Легковий	Нормальні	1100	114	58	5800	4,22	-	3,49	0,312	0,9	2	6	24	9,5
33.	Легковий	Нормальні	1650	180	58	4000	4,55	-	3,115	0,359	0,9	2	8	30	8,5
34.	Легковий	Нормальні	1500	202	82	4500	4,1	-	3,5	0,338	0,9	2	8	30	9,5
35.	Вантажний	Нормальні	5000	2105	62	2800	6,67	-	6,40	0,45	0,9	2	9	30	9,5
36.	Вантажний	Нормальні	7400	280	95	3200	6,83	-	6,48	0,47	0,9	2	12	30	9,5
37.	Вантажний	Нормальні	9525	440	120	3100	6,97	-	4,10	0,495	0,85	2	8	48	10,5
38.	Вантажний	Важкі	13625	480	98	2000	8,21	-	3,4	0,54	0,85	2	26	48	10,5
39.	Вантажний	Важкі	25500	495	126	3000	8,9	1,3	3,4	0,595	0,8	4	12	30	10,5
40.	Вантажний	Дуже важкі	23355	900	176	2100	8,21	1,32	2,9	0,542	0,8	2	28	64	9,5