

**Міністерство освіти і науки України
Центральноукраїнський національний технічний
університет**

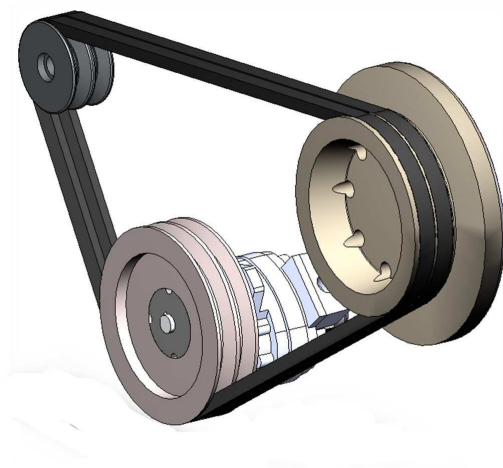
Кафедра деталей машин та прикладної механіки

Деталі машин

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

для самостійної роботи студентів

Застосування ПК
при розрахунку клинопасових передач
для студентів механічних спеціальностей



Кропивницький 2018

Міністерство освіти і науки України
Центральноукраїнський національний технічний університет

Кафедра деталей машин та прикладної механіки

Ю. А. Невдаха, А. Ю. Невдаха

Деталі машин

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ

Застосування ПК
при розрахунку клинопасових передач
для студентів механічних спеціальностей

Затверджено
на засіданні кафедри ДМ та ПМ
протокол № 3 від 15.10. 2018р.

Кропивницький 2018

Методичні вказівки з застосування ПК при розрахунку
клинопасових передач для студентів механічних спеціальностей
/ Укл.: Ю. А. Невдаха, А. Ю. Невдаха. – Кропивницький: ЦНТУ, 2018.
– 15 с.

Відповідальний за випуск:

к.т.н., доц. Ю.А. Невдаха

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	4
ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ТА КЛАСИФІКАЦІЯ ПАСОВИХ ПЕРЕДАЧ	5
ПРИКЛАД РОЗРАХУНКУ КЛИНОПАСОВОЇ ПЕРЕДАЧІ	9
ДОДАТОК	13

ПЕРЕДМОВА

Методичні вказівки призначені для самостійної роботи студентів механічних спеціальностей під час розв'язання задач курсу деталей машин, та виконання курсових проектів.

В методичних вказівках наведені задачі, які містять такі елементи розрахунків, як: визначення діаметрів шківів, вибір матеріалів пасів, визначення поперечних перерізів пасів, величин навантаження на опори валів. Це спрямовано на розробку конструкцій шківів і отримання ескізу креслення шківа.

Задачі розв'язуються із допомогою ПК із застосуванням пакету прикладних програм Mathcad. Переваги пакету полягають у тому, що у результаті розв'язання задачі деталей машин з'являється документ Mathcad, який є звітом з розв'язання задачі, містить формули, розрахункові данні, результати розрахунків, тощо. Такий документ легко перевіряється навіть тим, хто немає навичок роботи на ПК. У разі наявності помилок, вони легко виправляються у вихідному документі.

Розв'язання технічних задач на ПК із застосуванням Mathcad є загальним підходом кафедри ДМ та ПМ до організації навчального процесу (охоплені всі дисципліни кафедри, зокрема теоретична механіка, опір матеріалів, ТММ, тощо). Тому студенти механічних спеціальностей, починаючи вивчати курс деталей машин повинні вже мати відповідні навички користування програмою Mathcad.

ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ТА КЛАСИФІКАЦІЯ ПАСОВИХ ПЕРЕДАЧ

У найбільш вживаному вигляді (рис. 1) пасова передача складається з ведучого 1 і веденого 2 шківів та замкнутої форми приводного паса 3, що розміщується на шківів із деяким попереднім натягом. Вільна ділянка a паса, що набігає на ведучий шків, називається ведучою віткою паса, а вільна ділянка b , що набігає на ведений шків, називається веденою віткою. Під час роботи передачі пас передає енергію від ведучого шків до веденого за рахунок сил тертя, які виникають між пасом та шківів, тобто сили тертя забезпечують зчеплення пасу зі шківів. У пасових передачах попередній натяг пасів створюється за рахунок їхнього пружного розтягу при одяганні на шківів або застосуванням спеціальних натяжних пристроїв. Пасові передачі не забезпечують жорсткого зв'язку між шківів через можливість проковзування паса на шківів. Тому у кінематично точних приводних механізмах пасові передачі застосовують дуже рідко.

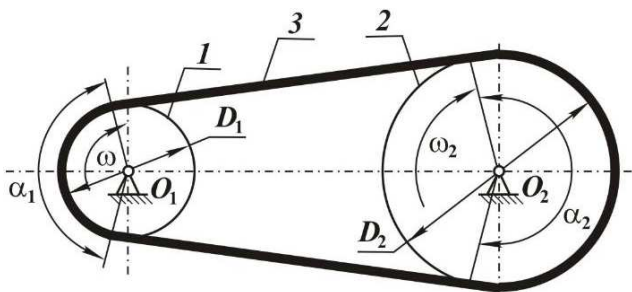


Рис. 1. Пасова передача

Пасові передачі переважно використовують для передавання потужностей у діапазоні 0,2–50 кВт. Зустрічаються також передачі для потужностей 500 і навіть 1500 кВт, проте застосування їх має унікальний характер.

Передаточні числа пасових передач допускаються до 5–6, рідко до 10. Найвигіднішими є пасові передачі з передаточними числами $U \leq 4$.

Швидкість руху пасів у передачах загального призначення не перевищує 30 м/с. Спеціальні швидкохідні паси допускають при понижень довговічності швидкості до 50 і навіть до 100 м/с.

ККД клинопасової передачі становить близько 0,94–0,96.

Для оцінки пасової передачі порівнюємо її із зубчастою передачею як найрозповсюдженішою.

Основні переваги пасової передачі:

- можливість передавання руху між валами, що знаходяться на значній відстані;
- плавність та безшумність роботи, які обумовлені еластичністю паса;
- запобігання різкому перевантаженню елементів машини внаслідок пружності паса та можливості його проковзування на шківах;
- простота конструкції, обслуговування та догляду в експлуатації

До недоліків пасової передачі належать:

- неможливість виконання малогабаритних передач (для однакових умов навантаження діаметри шківів майже у 5 разів більші, ніж діаметри зубчастих коліс);
- несталість передаточного числа через можливе проковзування паса;
- підвищене навантаження валів та їхніх опор, що пов'язане із потребою достатньо високого попереднього натягу паса;
- низька довговічність приводних пасів (у межах 1000–5000 год).

Клинові паси нормального перерізу для приводів загального призначення стандартизовані (ДСТУ 1284.1–89). Їх виготовляють двох типів: кордтканинні та кордшнурові.

Кордтканинні клинові паси (рис. 2, а) складаються з кількох шарів прогумованої кордтканини 2, яка є основним елементом, що передає навантаження (вона розміщена приблизно симетрично до нейтрального шару перерізу паса), гумового або гумотканинного шару розтягу 1, який розміщується над кордом, гумового або рідше гумотканинного шару стиску 3 нижче корду, кількох шарів обгорткової прогумованої тканини 4.

Кордшнурові клинові паси (рис. 2, б) відрізняються від кордтканинних тим, що в них на місці шарів кордтканини передбачається один шар кордшнура 2 завтовшки 1,6–1,7мм, шар розтягу 1 виконаний із гуми середньої твердості, а шар стиску 3 – з більш твердої гуми.

Згідно з ДСТУ 1284.1–89 клинові паси виготовляють семи різних за розмірами перерізів, які позначаються: О(З), А(А), Б(В), В(С), Г(Д), Д(Е), Е(ЕО). У дужках вказані позначення, що застосовуються у міжнародній практиці. Клинові паси виготовляють замкнутої форми з різними стандартними довжинами.

Кордшнурові паси як більш гнучкі га довговічні використовують у більш важких умовах роботи пасової передачі. Допускається максимальна швидкість для клинових пасів з перерізами О, А, Б і В – до 25м/с, а для перерізів Г, Д і Е – до 30 м/с.

У клинопасових передачах із шківів малих діаметрів використовують клинові паси з гофрами (рис. 2, г).

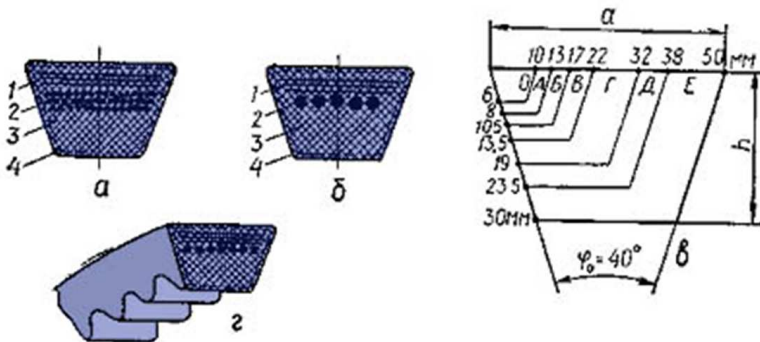


Рис.2. Перерізи клинових пасів

Знаходять застосування також вузькі клинові паси з відношенням $a/h \approx 1,2$ (для пасів нормального поперечного перерізу $a/h \approx 1,6$) Вузькі паси передають у 1,5–2 рази більшу потужність, ніж звичайні, і допускають роботу при швидкостях 40–50 м/с. Такі паси умовно позначають: УО, УА, УБ і УВ. Вузькі клинові паси поступово

витісняють паси нормальних перерізів. Перехід на вузькі клинові паси в автомобілях та сільськогосподарських машинах у зв'язку з більшою довговічністю цих пасів дозволив суттєво зменшити загальний випуск приводних пасів.

ПРИКЛАД РОЗРАХУНКУ КЛИНОПАСОВОЇ ПЕРЕДАЧІ

Розрахувати клинопасову передачу привода.

Двигун - асинхронний, короткозамкнутий

Потужність що передається ведучим валом, кВт: $P_1 := 6.0$

Частота обертання ведучого шківа, об/хв: $n_1 := 2800$

Частота обертання веденого шківа, об/хв: $n_2 := 1400$

Момент на веденому валу, Н·м: $T_2 := 20$

Пускове навантаження до 150% нормального

Робоче навантаження з незначними поштовхами

Робота однозмінна

Передаточне число: $U := 2$

1.1. Згідно табл. 1.1 дану потужність можна передавати пасами таких перерізів: О (Z), А (A), Б (B), В (C), Г (D), Д (E), Е (EO).

З різних перерізів паса доцільно брати менший, бо при прийнятому діаметрі меншого шківа D_1 можна отримати більше значення відношень D_1/h , а значить, понизити напруження згину і суттєво збільшити довговічність паса.

Приймаємо згідно табл. 1.1 переріз паса Б

1.2. По табл.1.4 приймаємо діаметр меншого шківа, мм: $D_1 := 140$

1.3. Визначаємо швидкість паса, м/с:

$$v = \frac{\pi \cdot D_1 \cdot n_1}{60 \cdot 1000} \quad v = 20.5$$

1.4. Визначаємо діаметр більшого шківа, мм:

$\xi = 0.02$ - коефіцієнт пружного ковзання

$$D_2 := D_1 \cdot U \cdot (1 - \xi) \quad D_2 = 277$$

1.5. По ДСТУ 1284-68 та за табл. 1.3 приймаємо діаметри шківів (і підставляємо їх значення), мм:

$$D_1 := 140 \quad D_2 := 280$$

1.6. По стандартним значенням діаметрів шківів визначаємо дійсні частоти обертання валів, об/хв:

$$n_2 := (1 - \xi) \cdot \frac{D_1 \cdot n_1}{D_2} \qquad n_2 = 1 \cdot 10^3$$

1.7. Уточнюємо передаточне число:

$$U := \frac{n_1}{n_2} \qquad U = 2.02$$

1.8. Вибираємо з табл. 1.5 та згідно ДСТУ 1284-68 розміри перерізу паса, мм:

$$bp := 14 \qquad h := 10.5 \qquad A := 138$$

де bp - ширина паса, мм;

h - висота паса, мм;

A - площа перерізу, мм²

1.9. Міжосьова відстань, мм:

$$a_{\min} := 0.55 \cdot (D_1 + D_2) + h \qquad a_{\min} := 241.5$$

$$a_{\max} := 2 \cdot (D_1 + D_2) \qquad a_{\max} := 840$$

$$a := \frac{a_{\min} + a_{\max}}{2} \qquad a = 540.75$$

1.10. Визначаємо довжину паса, мм:

$$l := 2 \cdot a + \left[\frac{\pi \cdot (D_1 + D_2)}{2} \right] + \frac{(D_1 - D_2)^2}{4 \cdot a} \qquad l := 1750$$

За стандартом табл. 1.6 приймаємо довжину паса найближчу до розрахункової, мм: $l := 1900$

1.11. Уточнюємо міжосьову відстань, мм:

$$a := \frac{2 \cdot l - \pi \cdot (D_1 + D_2) + \sqrt{[2 \cdot l - \pi \cdot (D_1 + D_2)]^2 - 8 \cdot (D_2 - D_1)^2}}{8} \qquad a := 616.157$$

Мінімальна міжосьова відстань для монтажу паса, мм:

$$a_{\min} := a - 0.01 \cdot l \qquad a_{\min} := 597.2$$

Максимальна міжосьова відстань для підтягування паса при видовженні, мм:

$$a_{\max} := a + 0.025 \cdot l \qquad a_{\max} := 663.7$$

1.12. Визначаємо число пробігів паса в секунду, $1/\text{с}$:

$$\nu := \frac{v}{l \cdot 10^{-3}} \quad v = 10.8$$

$$\nu_{\text{д}} := 15 \quad \nu < \nu_{\text{д}} \quad \text{умова виконується.}$$

де $\nu_{\text{д}}$ - допустиме число пробігів паса.

1.13. Визначаємо кут обхвату, град:

$$\alpha := 180 - \frac{(D_2 - D_1) \cdot 57}{a} \quad \alpha = 167$$

1.14. Коефіцієнт кута обхвату:

$$C\alpha := 1 - 0.003 \cdot (180 - \alpha) \quad C\alpha = 0.96$$

1.15. Коефіцієнт швидкості:

$$Cv := 1.05 - 0.0005 \cdot v^2 \quad Cv = 0.84$$

1.16. По табл. 1.2 приймаємо корисне напруження, Н/мм:

$$\text{при } \sigma_0 = 1.2 \quad \sigma_{\text{д}0} := 1.51$$

1.17. По табл. 1.6 вибираємо коефіцієнт динамічності і навантаження Cp : $Cp := 1$

1.18. Тоді корисне допустиме напруження в заданих умовах, Н/мм²:

$$\sigma_{\text{тд}} := \sigma_{\text{тд}0} \cdot C\alpha \cdot Cv \cdot Cp \quad \sigma_{\text{тд}} = 1.22$$

1.19. Колове зусилля, Н:

$$F_t := \frac{1000 \cdot P_1}{v} \quad F_t := 493$$

1.20. Визначаємо число пасів:

$$z := \frac{F_t}{\sigma_{\text{тд}} \cdot A} \quad z = 2.93 \quad \text{остаточне число пасів } z := 3,$$

приклад позначення паса: пас Б -1900 ДСТ 1284 – 68

де Б – тип паса; 1900 – довжина паса.

1.21. Сила, яка діє на вали, Н:

$$Q := 2 \cdot \sigma_0 \cdot z \cdot A \cdot \sin\left(\frac{\alpha \cdot \text{deg}}{2}\right) \quad Q = 987$$

де σ_0 - напруження від початкового натягу, Н/мм²:

A – розрахункова площа перерізу паса (пасів), мм^2 :

$Q := 2 \cdot \sigma_0 \cdot z \cdot A \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ - формула для розрахунку без ПК

1.22. Зовнішній діаметр і ширина обода

$$d_e = d_p + 2 \cdot b$$

$$M = (z - 1) \cdot e + 2 \cdot f$$

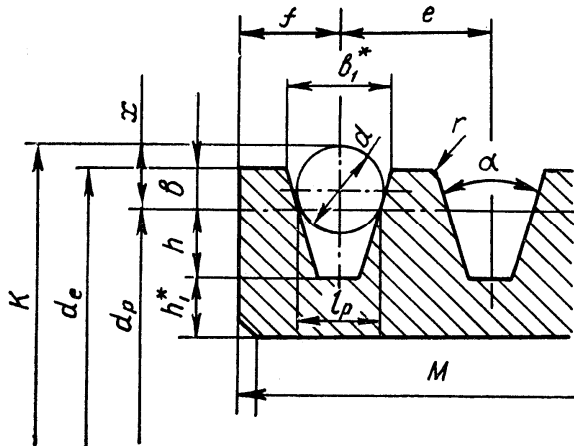


Рис.3. Конструкція клинопасового шківa

ДОДАТОК

до розрахунку клинопасових передач

Таблиця 1.1

Переріз пасу в залежності від потужності
яка передається та швидкості паса

Потужність яка передається, кВт	Рекомендуючі перерізи пасів при швидкості $v, \text{ м/с}$		
	до 5	5...10	10 і вище
0,5...1	О, А	О, А	О
1...2	О, А, Б	О, А	О, А
2...4	А, Б	О, А, Б	О, А
4...7,5	Б, В	А, Б	А, Б
7,5...15	В	Б, В	Б, В
15...30		В, Г	В, Г
30...60		Г, Д	В, Г
60...120		Д	Г, Д

Таблиця 1.2

Допустиме корисне напруження $[\sigma_t]_0$ для клинових пасів при $\sigma_0=1.2$
Н/мм, $\alpha=180^\circ$, $v=10\text{м/с}$ і спокійній роботі передачі

Розрахунковий діаметр меншого шківa при перерізі паса, мм							$[\sigma_t]_0$ при напруженні σ_0 , Н/мм		
О	А	Б	В	Г	Д	Е	1.2	1.4	1.6
63	90	125	180				1,35	1,5	(1,67)
71	100	140	200				1,51	1,67	1,8
80	112			315			1,6	1,78	1,9
=>90		160	225		500	800	1,69	1,89	2
	=>125			355	530		1,78	1,96	2,13
		=>180	250	400	560	900	(1,82)	2,04	2,24
			=>280	=>450	=>630	=>1000	(1,92)	(2,02)	2,35

Таблиця 1.3

ДСТУ 1284-68 Стандартний ряд діаметрів шківів, мм:

**63, 71, 80, 90, 100, 112, 125, 140, 160, 180, 200, 224, 250, 280,
315, 355, 400, 450, 500, 560, 630, 710, 800, 900, 1000.**

Таблиця 1.4

Діаметр малого шківа

Переріз паса	О	А	Б	В	Г	Д	Е
D ₁ , мм	70..140	100..200	140..280	200..400	320..630	500..1000	800..1000

Таблиця 1.5

Клинові паси (ДСТУ 1284-68) розміри, мм

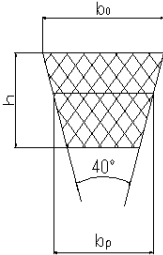
Схема	Позначення	Переріз паса						
		О	А	Б	В	Г	Д	Е
	b ₀	10	13	17	22	32	38	50
	h	6	8	10,5	13,5	19	23,5	30
	b _p	8,5	11	14	19	27	32	42
	A, мм ²	47	81	138	230	476	692	1170

Таблица 1.6

Интервал довжин паса		400-2500	560-4000	800-6300	1800-10000	3150-15000	4500-18000	6300-18000
Стандартний ряд довжин	400	452	450	475	500	530	560	600
	630	670	710	750	800	850	900	950
	1000	1060	1120	1180	1250	1320		1400
	1500	1600	1700	1800	1900	2000		2120
	2240	2360	2500	2650	2800	3000		3150
		3350	3550	3750	4000	4250	4500	4750
		5000	5300	5600	6000	6300	6700	7100
		7500	8000	8500	9000	8500	10000	
		10600	11200	11800	12500	13200		
		14000	15000	16000	17000	18000		

Навчально-методичне видання
Деталі машин

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
для самостійної роботи студентів

Застосування ПК
при розрахунку клинопасових передач
для студентів механічних спеціальностей

Укладачі: доц. к.т.н. Невдаха Ю.А.
к.т.н. Невдаха А.Ю.

Формат 60х84 1/8. Папір газетний. Ум. друк. арк. 1,1. Тираж 60 прим.

РВЛ ЦНТУ, м. Кропивницький, пр. Університетський. 8.
Тел. 597-541, 597-551, 559-245