

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНІЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
з розрахунку пасових передач
для студентів спеціальностей
7.090210, 7.090211, 7.090214, 7.090228

ЗАТВЕРДЖЕНО
методичною радою університету
Протокол № __ від _____

Харків 2004

Укладачі: Момот Д. І.
Перегон В. А.
Янчевський І. В.

Кафедра деталей машин і ТММ

1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Для активізації та покращення самостійної роботи студентів кафедра деталей машин і ТММ розробила ряд методичних вказівок, метою яких є більш поглиблене освітлення окремих розділів дисциплін, що читаються на кафедрі і які можуть викликати зацікавленість у студентів.

Викладені алгоритми розрахунку дозволяють прискорити процес виконання навчальних задач, а контрольні запитання дозволяють підготувати до захисту виконаного контрольного завдання, розрахунково-графічної роботи чи курсового проекту.

Завдання і контрольні питання можуть бути використані на практичних заняттях чи при проведенні колоквиумів.

У даному виданні викладений алгоритм інженерного розрахунку клино-, полі клинових пасових передач, наведені довідкові дані, що необхідні для такого розрахунку. Приведена область застосування і методика розрахунку зубчасто-пасових передач. Плоскопасова передача в даному навчальному посібнику не розглядається у зв'язку з обмеженням її застосуванням.

Зміст теми „Пасові передачі. Методика розрахунку”, контрольні питання і задачі для самоперевірки і поточного контролю знань складені на підставі типової програми по дисципліні “Деталі машин і основи конструювання”.

2 МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО РОЗРАХУНКУ ПАСОВИХ ПЕРЕДАЧ

Інженерні методи розрахунку пасових передач (ПП) базуються на загальній теорії ПП, експериментальних даних і рекомендаціях, підтверджених практикою їх експлуатації.

Основними критеріями працездатності ПП є тягова спроможність і довговічність.

Тягова здатність забезпечується силами зчеплення між пасом і шківом і зростає зі збільшенням сили початкового натягу F_0 паса. Але при цьому зростає зусилля в вітці пасової передачі, що набігає, і, отже, погіршує умови роботи паса, знижуючи термін його працездатності.

Оптимальне значення F_0 встановлюють у процесі розрахунку на підставі аналізу залежності, що пов'язує відносне ковзання ξ з коефіцієнтом тяги ψ

$$\psi = \frac{F_t}{2 \cdot F_0} = \frac{\sigma_t}{2 \cdot \sigma_0},$$

де F_t – тягове зусилля, що розвиває передача; σ_t і σ_0 – напруження в пасі відповідно від сил F_t і F_0 .

Вихідні дані для інженерного розрахунку ПП:

- потужність, що передається, P , кВт, або момент сил опору T , Нм, на ведучому валу;
- частота обертання ведучого вала n_1 , об/хв;
- передаточне число передачі $u_{\text{пп}} = n_1/n_2$;
- геометрична схема передачі (схема розташування) і тип застосованого паса.

У курсовому проєкті з дисципліни “Деталі машин”, як правило, розробляється привід будь-якої машини, що включає на ряді з пасовою передачею інші види передач (зубчасті чи черв'ячні). При розбивці загального передаточного числа $u_{\text{заг}}$ приводу по ступінях, передаточне число пасової передачі варто призначати окремо, виходячи з рівності діаметра більшого шківів і габаритів наступних передач.

Розрахунок пасових передач у кожному конкретному випадку зводиться до визначення типу і розміру паса (для клинових передач – числа пасів z), геометричних розмірів шківів, міжосьової відстані, навантаження на опори, оцінки можливої довговічності паса при обраних чи розрахованих параметрах передачі.

3 ПОРЯДОК РОЗРАХУНКУ КЛИНОПАСОВОЇ ПЕРЕДАЧІ

Вихідні дані для розрахунку:

P_1 – потужність, що передається, на ведучому валу, *кВт*;

n_1 – частота обертання ведучого вала, *об/хв*;

u – передаточне число.

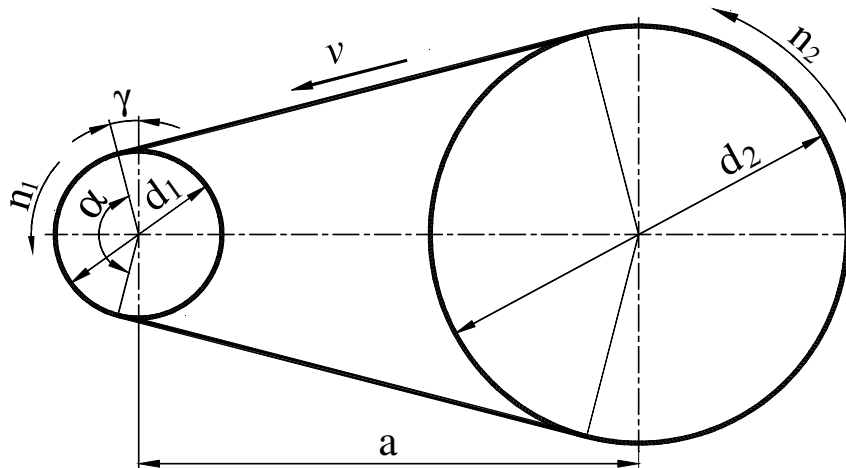


Рис. 3.1. Розрахункова схема передачі

3.1. Прийняти профіль паса по потужності, що передається, в заданому діапазоні частот обертання малого шківів відповідно до номограми, що наведена на рис.3.2.

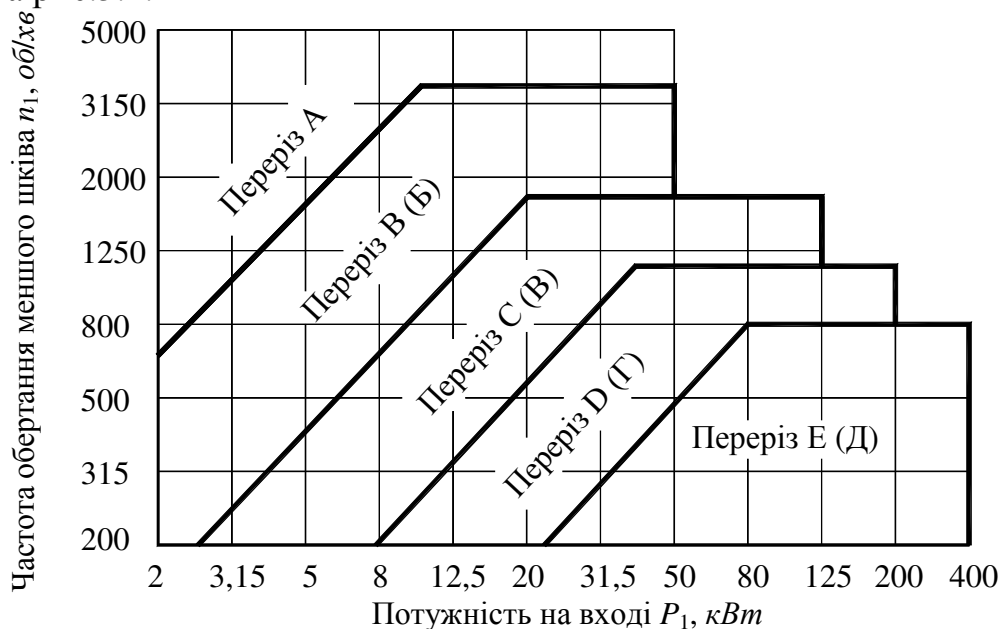


Рис.3.2. Номограма для вибору перерізу клинового паса

Переріз Z(O) варто приймати для передач потужністю до 2 *кВт*; переріз F (E) приймати для передач потужністю понад 200 *кВт*.

3.2. По табл. 3.1 прийняти номінальну потужність P_0 , кВт, що може передати один клиновий пас при стандартних умовах експлуатації (навантаження спокійне; передача розташована горизонтально) і обраному діаметрі меншого шківa d_1 , мм.

Примітки:

1. Діаметр меншого шківa d_1 варто приймати таким, щоб окружна швидкість паса була в діапазоні $v=5...10$ м/с за умови $d_1 \geq d_{1\min}$.

2. Окружну швидкість розрахувати по формулі, $v = \pi d_1 n_1 / (60 \cdot 10^3)$, м/с

3. Номінальна потужність передачі з одним пасом P_0 , кВт, для кожного перерізу розрахована для базової довжини паса L_0 (табл. 3.1, колонка 1).

3.3. Обчислити діаметр більшого шківa, мм

$$d_2' = d_1 u (1 - \xi)$$

де $\xi \approx 0.015$ – коефіцієнт пружнього ковзання паса відносно шківa.

Отримане значення d_2' округлити до найближчого стандартного значення згідно ДСТ 1284.3–89: 63, 71, 80, 90, 100, 112, 125, 140, 160, 180, 200, 224, 250, 280, 315, 355, 400, 450, 500, 630, 710, 800, 900, 1000,...

3.4. Уточнити значення передаточного числа

$$u = \frac{d_2}{d_1 (1 - \xi)}$$

3.5. Прийняти значення міжосьової відстані клинопасової передачі в залежності від заданого передаточного числа u по табл. 3.2.

3.6. Визначити довжину клинового паса, мм,

$$L_p' = 2a + w + \frac{y}{a},$$

де $w = \pi(d_1 + d_2)/2$; $y = ((d_2 - d_1)/2)^2$.

Прийняти стандартну довжину паса $L_p \geq L_p'$ (ДСТ 1284.1–89) по табл. 3.3, примітка 2.

3.7. Уточнити значення міжосьової відстані по прийнятій довжині паса L_p

$$a = 0.25 \left((L_p - w) + \sqrt{(L_p - w)^2 - 8y} \right), \text{ мм.}$$

Таблиця 3.1

Номинальна потужність P_0 , кВт,
що може бути передана одним клиновим пасом (ДСТ 1284.3–89)

Переріз і L_0 , мм	d_1	u	Частота обертання меншого шківa, об/хв							
			400	800	950	1200	1450	2200	2400	2800
Z (O) 1320	80	1,2	0,26	0,47	0,55	0,66	0,77	1,08	1,15	1,28
		1,5	0,27	0,49	0,56	0,68	0,80	1,11	1,18	1,32
		≥3	0,28	0,50	0,58	0,71	0,82	1,14	1,22	1,36
	≥112	1,2	0,42	0,76	0,88	1,07	1,25	1,72	1,84	2,04
		1,5	0,43	0,78	0,91	1,10	1,29	1,78	1,90	2,11
		≥3	0,44	0,81	0,94	1,14	1,33	1,84	1,96	2,17
A 1700	100	1,2	0,50	0,88	1,01	1,22	1,41	1,90	2,01	2,19
		1,5	0,52	0,91	1,05	1,25	1,45	1,96	2,07	2,27
		≥3	0,53	0,94	1,08	1,30	1,50	2,02	2,14	2,34
	140	1,2	0,84	1,51	1,74	2,10	2,43	3,27	3,44	3,72
		1,5	0,86	1,56	1,79	2,17	2,51	3,38	3,56	3,85
		≥3	0,89	1,60	1,85	2,24	2,59	3,48	3,67	3,97
	≥180	1,2	1,16	2,10	2,43	2,93	3,38	4,43	4,62	4,85
		1,5	1,20	2,17	2,51	3,03	3,50	4,58	4,77	5,02
		≥3	1,24	2,24	2,59	3,12	3,61	4,72	4,92	5,18
B (B) 2240	140	1,2	1,12	1,95	2,22	2,64	3,01	3,83	3,96	4,11
		1,5	1,16	2,01	2,30	2,72	3,10	3,95	4,09	4,25
		≥3	1,2	2,08	2,37	2,82	3,21	4,08	4,22	4,38
	180	1,2	1,70	3,01	3,45	4,11	4,70	5,91	6,07	6,16
		1,5	1,76	3,11	3,56	4,25	4,85	6,10	6,27	6,36
		≥3	1,81	3,21	3,67	4,38	5,01	6,29	6,47	6,56
	224	1,2	2,32	4,13	4,73	5,63	6,39	7,47	7,80	–
		1,5	2,40	4,27	4,89	5,81	6,60	8,00	8,08	
		≥3	2,47	4,40	5,04	6,00	6,81	8,25	8,31	
	≥280	1,2	3,09	5,49	6,26	7,42	8,30	9,12	–	–
		1,5	3,19	5,67	6,47	7,66	8,57	9,42		
		≥3	3,29	5,85	6,67	7,91	8,84	9,72		
C (B) 3750	250	1,2	3,87	6,66	7,58	8,78	9,67	10,29 ^{*1}	–	–
		1,5	4,00	6,88	7,82	9,07	9,99	10,62 ^{*1}		
		≥3	4,12	7,10	8,07	9,36	10,69	10,96 ^{*1}		
	315	1,2	5,50	9,55	10,75	12,33	13,33	13,56 ^{*2}	–	–
		1,5	5,68	9,86	11,10	12,73	13,76	14,00 ^{*2}		
		≥3	5,86	10,17	11,45	13,14	14,20	14,44 ^{*2}		
	≥450	1,2	8,77	14,76	16,29	17,75	17,90 ^{*3}	–	–	–
		1,5	9,05	15,24	16,82	18,33	18,49 ^{*3}			
		≥3	9,34	15,72	17,35	18,91	19,07 ^{*3}			
		*1 – при 2000 об/хв; *2 – при 1800 об/хв; *3 – при 1300 об/хв.								

Переріз і L_0 , мм	d_1	u	Частота обертання меншого шківa, об/хв					
			200	400	600	750	950	1200
D (Г) 6000	400	1,2	6,98	12,25	16,50	19,01	21,46	22,68
		1,5	7,21	12,64	17,04	19,63	22,16	23,42
		≥3	7,48	13,04	17,57	20,25	22,86	24,16
	630	1,2	13,42	23,59	31,21	34,81	36,58	–
		1,5	13,85	24,36	32,23	36,45	37,78	
		≥3	14,29	25,13	33,25	37,08	38,97	
	≥800	1,2	17,93	31,12	39,73	40,81	–	–
		1,5	18,51	32,13	41,03	43,48		
		≥3	19,10	33,15	42,33	44,85		
E (Д) 7100	630	1,2	16,74	28,83	37,27	40,70	–	–
		1,5	17,28	29,77	38,49	42,03		
		≥3	17,83	30,71	39,70	43,36		
	800	1,2	23,21	39,64	49,49	51,33	–	–
		1,5	23,97	40,94	51,11	53,01		
		≥3	24,73	42,23	52,73	54,68		
	≥1000	1,2	30,52	50,84	59,38	–	–	–
		1,5	31,51	52,51	61,27			
		≥3	32,51	54,17	63,21			

Таблиця 3.2

Значення міжосьової відстані a клинопасової передачі

Передаточне число u	1	2	3	4	5	6.3
Міжосьова відстань a	$1.5d_2$	$1.2d_2$	d_2	$0.95d_2$	$0.9d_2$	$0.85d_2$

Примітка: величина a має бути достатньою для компонування на рамі редуктора і двигуна на полозах.

Таблиця 3.3

Клинові паси за ДСТ 1284.1–89

Перетин	l_p , мм	w , мм	T_0 , мм	Площа перетину, $см^2$	Маса, $кг/м$	L_p , мм	$\Delta L = L_p - L_{вн}$, мм	d_1 , не менш
Z(O)	8,5	10	6,0	0,47	0,06	400–2500	25	63
A	11,0	13	8,0	0,81	0,10	560–4000	33	90
B(B)	14,0	17	10,5	1,38	0,18	800–6300	40	125
C(Y)	19,0	22	13,5	2,30	0,30	1800–10000	59	200
D(Г)	27,0	32	19,0	4,76	0,60	3150–14000	76	315
E(Д)	32,0	38	23,5	6,92	0,90	4500–18000	95	500
F(E)	42,0	50	30,0	11,72	1,52	6300–18000	120	800

Примітки:

- L_p — розрахункова довжина паса на рівні нейтральної лінії; $l_{вн}$ — внутрішня довжина паса по меншій підставі (див. рис. 3.3).
- Стандартний ряд довжин L_p : 400, 450, 500, 560, 630, 710, 800, 900, 1000, 1120, 1250, 1400, 1600, 1800, 2000, 2240, 2500, 2800, 3150, 3550, 4000, 4500, 5000, 5600, 6300, 7100,

8000, 9000,...

У технічно обґрунтованих випадках допускаються проміжні значення L_p : 425, 475, 530, 600, 670, 750, 850, 950, 1060, 1180, 1320, 1500, 1700, 1900, 2120, 2360, 2650, 3000, 3350, 3750, 4250, 4750, 5300, 6000, 6700, 7500, 8500, 9500,....

3. Приклади умовних позначок: пас перерізу С (В) з $L_p = 2500$ мм із кордною тканиною в несучому шарі для роботи в помірному кліматі:

Пас С(В) – 2500 Т ДСТ 1284. 1–89 –ДСТ 1284.3–89;

те ж, з кордшнуром:

Пас С(В) – 2500 Ш ДСТ 1284. 1–89 –ДСТ 1284.3–89.

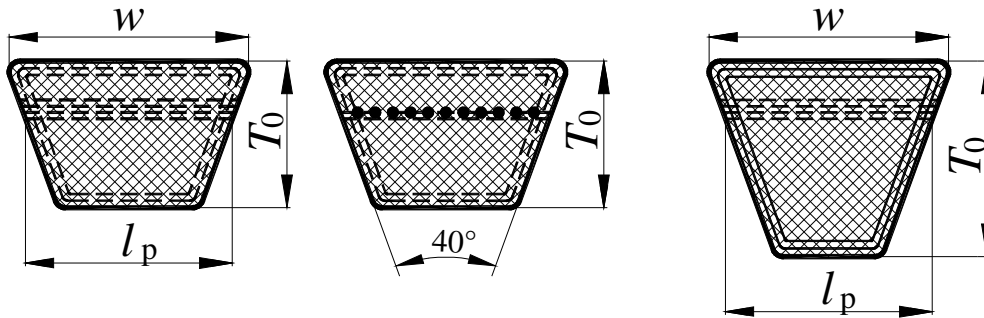


Рис. 3.3. Переріз клинового паса

3.8. Визначити число пробігів паса

$$U = \frac{v}{L_p} \leq [U] = 8...10,$$

де v – окружна швидкість паса, м/с.

Якщо умова не виконується, варто збільшити довжину паса, прийнявши наступне стандартне значення L_p (табл.3.3, примітка 2).

Повторити розрахунок по п. 3.7.

3.9. Розрахувати кут обхвату пасом меншого шківa α_1 , град

$$\alpha_1 = 180^\circ - 57^\circ \frac{d_2 - d_1}{a} \geq \alpha_{1\min} = 90^\circ.$$

Якщо умова не виконується, збільшити довжину паса, прийнявши наступне більше стандартне значення L_p (табл. 3.3, примітка 2).

Повторити розрахунок по п. 3.7.

3.10. Розрахувати потужність, що може передати один пас у реальних умовах експлуатації

$$P_p = P_0 \frac{C_\alpha C_L}{C_p},$$

де C_α – коефіцієнт, що враховує впливи кута обхвату меншого шківa, $C_\alpha = 1 - 0,003 \cdot (180^\circ - \alpha_1)$; C_L – коефіцієнт, що враховує фактичну робочу довжину кільцевого паса; таблиця 3.4; C_p – коефіцієнт, що враховує вплив режиму роботи

передачі (табл. 3.5).

Таблиця 3.4

Значення коефіцієнта C_L для клинових пасів (ДСТ 1284.3–89)

$L_p, мм$	Перетин паса						
	Z(O)	A(A)	B(Б)	C(В)	D(Г)	E(Д)	F(E)
400	0,79	—	—	—	—	—	—
450	0,80	—	—	—	—	—	—
50	0,81	—	—	—	—	—	—
560	0,82	0,79	—	—	—	—	—
630	0,84	0,81	—	—	—	—	—
710	0,86	0,83	—	—	—	—	—
800	0,90	0,85	—	—	—	—	—
900	0,92	0,87	0,82	—	—	—	—
1000	0,94	0,89	0,84	—	—	—	—
1120	0,95	0,91	0,86	—	—	—	—
1250	0,98	0,93	0,88	—	—	—	—
1400	1,01	0,96	0,90	—	—	—	—
1600	1,04	0,99	0,93	—	—	—	—
1800	1,06	1,01	0,95	0,86	—	—	—
2000	1,08	1,03	0,98	0,88	—	—	—
2240	1,10	1,06	1,00	0,91	—	—	—
2500	1,30	1,09	1,03	0,93	—	—	—
2800	—	1,11	1,05	0,95	—	—	—
315	—	1,13	1,07	0,97	0,86	—	—
3550	—	1,15	1,09	0,99	0,88	—	—
4000	—	1,17	1,13	1,02	0,91	—	—
4500	—	—	1,15	1,04	0,93	—	—
5000	—	—	1,18	1,07	0,96	0,92	—
5600	—	—	1,20	1,09	0,98	0,95	—
6300	—	—	1,23	1,12	1,01	0,97	0,92
7100	—	—	—	1,15	1,04	1,00	0,96
8000	—	—	—	1,18	1,06	1,02	0,98
9000	—	—	—	1,21	1,09	1,05	1,01

Таблиця 3.5

Коефіцієнт C_p динамічності навантаження і режиму роботи приводу (ДСТ 1284.3–89)

Умови роботи	Типи машин	Тип двигуна	Число змін роботи		
			1	2	3
Режим легкий. Навантаження спокійне. Короткочасне навантаження до 120 % від номінального.	Верстати з безупинним процесом різання. Відцентрові насоси і компресори. Стрічкові конвеєри, сепаратори.	I	1,0	1,1	1,4
		II	1,2	1,4	1,6

Режим середній. Помірні коливання. Короткочасне навантаження до 150 % від номінального.	Верстати фрезерні, поршневі компресори і насоси. Ланцюгові транспортери, елеватори. Дискові пилки. Харчові машини.	I II	1,1 1,3	1,2 1,5	1,5 1,7
Режим важкий. Значні коливання навантаження. Короткочасне навантаження до 200 % від номінального.	Верстати стругальні, довбальні, деревообробні. Конвеєри гвинтові, скребкові. Преси гвинтові ексцентрикові з важким маховиком. Машини для брикетування кормів	I II	1,2 1,4	1,3 1,6	1,6 1,9
Режим дуже важкий. Ударне навантаження. Короткочасне навантаження до 300 % від номінального.	Підйомники, екскаватори. Преси гвинтові ексцентрикові з легким маховиком. Ножиці, молоти, млини, дробарки, лісопилльні рами	I II	1,3 1,5	1,5 1,7	1,7 2,0

Примітки:

Тип двигуна I – значення C_p зазначені для передач від електродвигунів змінного струму загальнопромислового застосування і від двигунів постійного струму шунтових.

Тип двигуна II – значення C_p для передач від електродвигунів змінного струму з підвищеним пусковим моментом і від електродвигунів постійного струму серієсних.

3.11. Визначити потрібну кількість пасів z у комплекті

$$z = \frac{P_1}{P_p C_z} \leq 8 ;$$

де C_z – коефіцієнт, що враховує вплив числа пасів, які працюють одночасно

z	2–3	4–6	≥ 6
C_z	0.95	0.9	0.85

Якщо число пасів z у комплекті виходить більш ніж 8, необхідно прийняти наступне більше значення d_1 зі стандартного ряду (див. пункт 3.3) і розрахунок повторити з пункту 3.1.

3.12. Визначити величину початкового натягу робочого комплекту пасів, H

$$F_{0z} = \frac{750P_1C_p}{vC_\alpha} + \theta v^2 ,$$

де θ – коефіцієнт, що враховує вплив відцентрових сил, Hc^2/m^2 (табл. 3.6).

Таблиця 3.6

Значення коефіцієнта θ , що враховує вплив відцентрових сил

Переріз паса	Z (O)	A	B (Б)	C (У)	D (Г)	E (Д)	F (E)
$\theta, Hc^2/m^2$	0,06	0,10	0,18	0,30	0,60	0,90	1,50

Примітка. Для передач з автоматичним натягом паса $\theta=0$.

3.13. Розрахувати навантаження на вал меншого шківa, H

$$R_1 = 2F_{0z} \sin \frac{\alpha_1}{2}.$$

4 ПОРЯДОК РОЗРАХУНКУ ПЕРЕДАЧІ ПОЛІКЛИНОВИМ ПАСОМ

Послідовність розрахунку клинопасової передачі, що викладена в попередньому параграфі, застосовується і для розрахунку передач з поліклиновим пасом з урахуванням особливостей цієї передачі.

Вихідні дані для розрахунку аналогічні вихідним даним для розрахунку клинопасової передачі.

4.1. Визначити крутний момент на валу меншого шківa, припускаючи, що цей вал є вал двигуна, Hm

$$T_1 = T_d = 9550 \frac{P_d}{n_d},$$

де P_d – потужність, що передана двигуном приводу, kBm ; n_d – частота обертання вала двигуна, $об/хв$.

4.2. Прийняти переріз паса по величині розрахованого крутного моменту T_1 і конструктивно обраного діаметра меншого шківa d_1 зі стандартного ряду за ДСТ 1284.3–89 (див. пункт 3.3) на один-два пунктів більше мінімального значення d_1 , який зазначений в табл. 4.1.

Таблиця 4.1

Технічні дані поліклинових пасів з шнуровим кордом (по РТМ 3840528–74)

Переріз паса	$t, мм$	$H, мм$	$h, мм$	$r_1, мм$	$r_2, мм$	Довжина, мм	d_1 , не менш	T, Hm	Маса, $кг/м$
К	2,4	4,0	2,35	0,1	0,4	400 – 2000	40	40	0,09
Л	4,8	9,5	4,85	0,2	0,7	1250 – 4000	80	18–400	0,45
М	9,5	16,7	10,35	0,4	1,0	2000–4000	180	130	1,6

Примітки:

1. Маса 1 м паса зазначена для пасів з десятьма ребрами;
2. Стандартні довжини поліклинових пасів такі ж, як і клинових пасів (табл. 3.3).
3. Діаметри шківів для поліклинових пасів вибирати з того ж стандартного ряду, що і для клинових пасів (пункт 3.3).
4. Числа ребер, що рекомендуються, пасів перерізу К від 2 до 36; перерізу Л – від 4 до 20 і перерізу М – від 2 до 20.

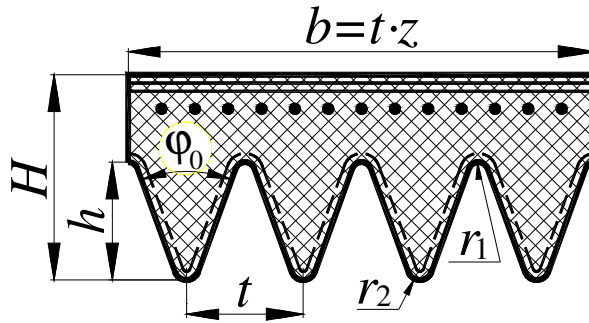


Рис. 4. Переріз паса, розміри в мм

Величину d_1 прийняти зі стандартного ряду (див. пункт 3.3) на два номери більше мінімального значення, що приведено в табл. 4.1.

4.3. Повторити розрахунок клинопасової передачі з пункту 3.3 до пункту 3.9 попереднього параграфу (розрахунок клинопасової передачі).

4.4. Визначити швидкість паса, м/с

$$v = \frac{\pi d_1 n_1}{60 \cdot 10^3}.$$

4.5 Визначити необхідне тягове зусилля F_t , що повинне бути реалізоване в передачі, що розраховується, H

$$F_t = 10^3 \cdot P/v,$$

де P – потужність на вході, кВт.

4.6. Розрахувати необхідне число ребер поліклинового паса

$$z' = 10F_t/[F]_{10}, \quad [F]_{10} = (F_{10}C_\alpha C_L + \Delta F_u)C_p,$$

де F_{10} – окружне зусилля, яке допускається, для передачі поліклиновим пасом еталонної довжині L_0 з десятьма ребрами при передаточному числі $u=1$, $\alpha_1=180^\circ$, роботі в одну зміну з постійним навантаженням (табл. 4.2); C_α – коефіцієнт, що враховує вплив кута обхвату α_1 ,

$$C_\alpha = 1 - 0.003(180 - \alpha_1);$$

C_L – коефіцієнт, що враховує фактичну довжину кільцевого паса

$$C_L = 0.9 + 0.1 \frac{L_p}{L_0};$$

C_p – коефіцієнт динамічного навантаження і режиму роботи передачі (прийн-

яти по таблиці 3.5); $\Delta F_u = 2\Delta T_u/d_1$ – враховує вплив передаточного числа, H ; ΔT_u прийняти по таблиці 4.3.

Таблиця 4.2

Значення F_{10} , H , для поліклінових пасів еталонної довжині L_0 с десятьма ребрами при $u=1$, $\alpha_1=180^\circ$, роботі в одну зміну з постійним навантаженням

d_1 , мм	Швидкість паса v , м/с						d_1 , мм	Швидкість паса v , м/с					
	5	10	15	20	25	30		5	10	15	20	25	30
Переріз паса К, $L_0=710$ мм							180	1400	1560	1130	1030	910	780
							200	1440	1300	1190	1080	960	827
							224	1500	1350	1240	1130	1010	870
40	280	240	214	185			250	1540	1400	1280	1170	1050	917
50	330	290	266	240	212		280	1580	1430	1310	1200	1090	953
63	380	340	307	285	250	227	315	1600	1470	1350	1240	1120	990
71	400	360	326	300	276	247	355	1640	1500	1380	1280	1160	1020
80	410	370	346	320	292	263	Переріз паса М, $L_0 = 2240$ мм						
90	430	390	358	335	308	280							
100	440	400	373	345	320	290							
112	450	410	386	360	328	303	180	2900	2400	2010	1640	1270	807
125	460	420	400	375	348	317	200	3260	2770	2380	2015	1616	1180
140	470	430	412	380	352	320	224	3600	3130	2740	2375	1980	1540
160	480	440	412	385	360	340	250	3940	3440	3050	2690	2280	1870
Переріз паса Л, $L_0 = 1600$ мм							280	4200	3740	3350	2990	2600	2130
							315	4300	4000	3620	3250	2840	2400
							355	4740	4240	3870	3500	3120	2660
80	780	640	527	415			400	4960	4460	4070	3700	3320	2870
100	1000	860	746	635	520		450	5140	4650	4270	3900	3480	3060
112	1100	960	846	735	612		500	5300	4780	4400	4050	3640	3200
125	1180	1040	925	815	690	570	630	5600	5070	4660	4350	3920	3500
140	1260	1100	1000	890	770	630	800	5800	5310	4930	4550	4160	3730
160	1340	1200	1076	970	850	717	1000	5960	5410	5070	4700	4320	3900

Таблиця 4.3

Значення ΔT_u , H_m , для поліклінових пасів

Перетин паса	u					
	1.0	1.1	1.25	1.5	2.0	2.5
К	0	0.2	0.4	0.5	0.6	0.7
Л	0	1.8	3.6	4.5	5.0	5.4
М	0	13.8	27.6	34.5	38.0	41.4

5. ПОРЯДОК РОЗРАХУНКУ ПЕРЕДАЧІ ЗУБЧАСТИМ ПАСОМ

5.1. Загальні положення

Зубчасті паси (ОСТ 38.05114–76) виконані нескінченними плоскими з

виступами на внутрішній поверхні. Ці виступи в процесі передачі руху входять у зачеплення з зубами на шківів (рис. 5).

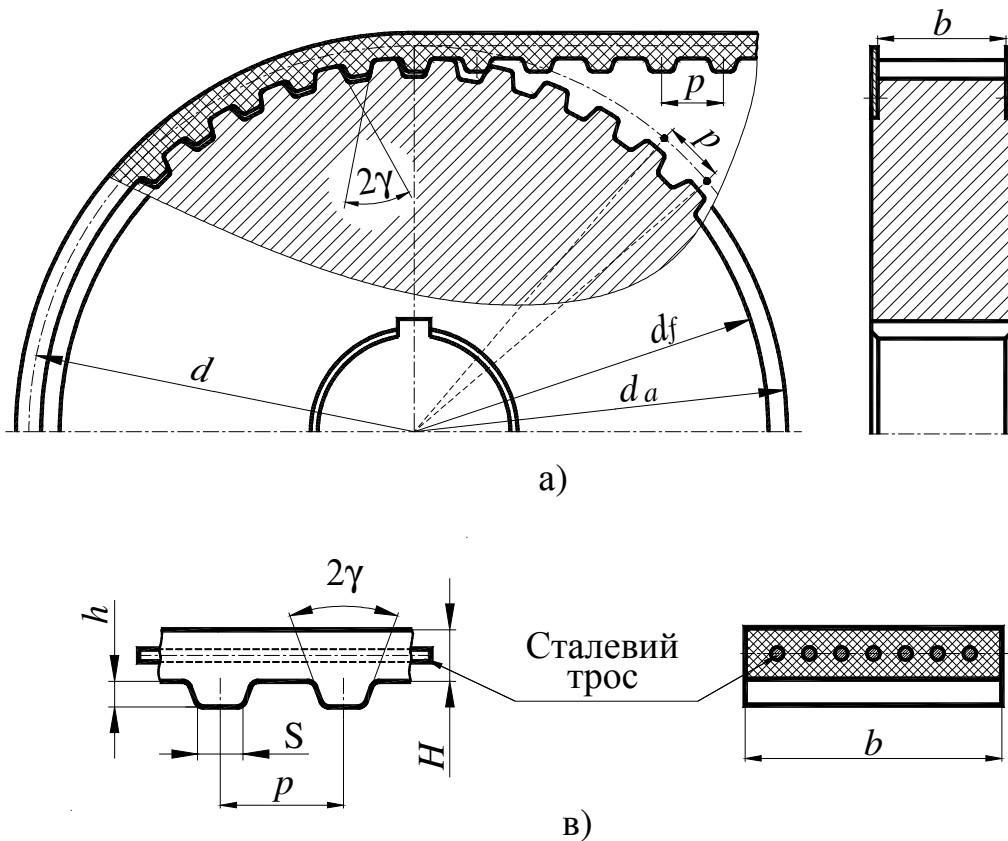


Рис. 5. Переріз зубчастого пасу

Передачі з зубчастим пасом мають відносно малі габарити, у них відсутнє просковзування, вони мають високий ККД, можливі великі передатні відношення, менші в порівнянні з іншими типами пасових передач навантажена на вали й опори.

Потужності, що можуть бути передані, до 250 кВт , передаточні числа – до 12; ККД – 0.92...0.98.

Паси виконуються з гуми на основі бутадієн-нітрильних каучуків чи поліуретану неопрена. Несучий шар виконаний зі сталевого чи скловолоконного тросу.

Основним параметром цієї передачі, як і зубчастої, є модуль $m = p/\pi$, де p – крок пасу. Форма зуба пасу трапецевидна: висота зуба $h = (0,6 \dots 0,9)m$, мінімальна ширина зубів $s = (1 \dots 1,2)m$, кут профілю $2\gamma = 40^\circ$ або 50° .

Проектування передач із зубчастим пасом регламентовано галузевим стандартом ОСТ 38.05227–81 Передачі зубчастим пасом. Метод розрахунку.

5.2. Алгоритм розрахунку

5.2.1. Вихідні дані для розрахунку передачі з зубчастим пасом аналогіч-
ні вихідним даним для розрахунку клинопасової передачі.

5.2.2. Розрахувати попереднє значення модуля, мм

$$m = 3.5 \cdot \sqrt[3]{10^3 \cdot P_1 / n_1} .$$

Значення модуля вибрати по таблиці 5.1.

Таблиця 5.1

Стандартні значення модуля

<i>P</i> , кВт	0.05–0.18	0.27–1.5	2.2–5.5	7–17	Більш 17
<i>m</i> , мм	2;3	3;4	4;5	5;7	7;10

5.2.3. Виписати основні параметри прийнятого зубчастого паса (табл.
5.2).

Таблиця 5.2

Основні параметри зубчастого паса

Параметри	Модуль <i>m</i> , мм					
	2	3	4	5	7	10
Крок паса <i>p</i> , мм	6,28	9,42	12,57	15,71	21,99	31,42
Загальна товщина паса <i>H</i> , мм	3,00	4,0	5,0	6,5	11,0	15,0
Висота зуба <i>h</i> , мм	1,5	2,0	2,5	3,5	6,0	9,0
Найменша товщина зуба <i>s</i> , мм	1,8	3,2	4,4	5,0	8,0	12,0
Кут профілю зуба 2γ , град	50	40	40	40	40	40
Діаметр троса <i>d</i> _{тр} , мм	0,36	0,36	0,36/0,65	0,65	0,65	0,65
Ширина паса <i>b</i> , мм	8;10; 12,5	12,5; 16;20	20;25; 32;40	25;32; 40;50	50;63; 80	50;63; 80
Відстань від осі троса до запа- дини паса δ , мм	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8
Питома окружна сила, що до- пускається, $[F_0]$, Н/мм	5	10	15/25	40	40	60

Примітка:

1 z_p – число зубів паса прийняти з ряду: 40, 42, 45, 48, 50, 53, 56, 60, 63, 67, 71, 75, 80, 90, 95, 100, 105, 112, 115, 125, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200, 210, 220, 235, 250.

2 Ширину паса *b*, мм, вибрати з ряду: 3,0; 4,0; 5,0; 8,0; 10,0; 12,5; 16,0; 20,0; 25,0; 32,0; 40,0; 50,05; 63,0; 80,0; 100,0; 125,0; 160,0; 200,0.

3 Довжина паса $L_p = m z_p \pi$, мм.

5.2.4. Вибрати число зубів меншого шківa z_1 у залежності від прийнято-
го модуля і частоти обертання вала меншого шківa (табл. 5.3).

Таблиця 5.3

Залежність числа зубів від модуля і частоти обертання меншого шківа

$m, \text{мм}$	$n_1, \text{мин}^{-1}$	$z_1 \text{ min,}$ не менш	$m, \text{мм}$	$n_1, \text{мин}^{-1}$	$z_1 \text{ min,}$ не менш
2	500–3000	12	5	500	16
	3500–4500	14		1000–1500	18
	5000–6800	16		2000–3000	20
	7000–7500	18		3500–4000	22
3	500–1000	12	7	500	20
	1500–2000	14		1000	22
	2500–3500	16		1500	24
	4000–5000	18		2000	26
4	500	14	10	500	20
	1000	16		1000	22
	1500–2000	18		1500	24
	2500–3500	20		2000	26–28

5.2.5. Визначити число зубів більшого шківа

$$z_2 = z_1 u.$$

5.2.6. Розрахувати геометричні параметри меншого шківа, мм:

- $d_1 = mz_1$ – діаметр ділільної окружності, що обмірюється по розташуванню осей металоканатів;
- $d_{a1} = mz_1 + 2\Delta$ – діаметр вершин, де $\Delta = 0,6 \text{ мм}$ при діаметрі троса $0,36 \text{ мм}$, $\Delta = 1,3 \text{ мм}$ при діаметрі троса $0,65 \text{ мм}$;
- $d_{f1} = d_{a1} - 1,8m$ – діаметр впадин;
- $B = b + m$ – ширина шківа (значення b по таблиці 5.2);

5.2.7. Розрахувати геометричні параметри більшого шківа, мм

$$d_2 = mz_2; \quad d_{a2} = mz_2 + 2\Delta; \quad d_{f2} = d_{a2} - 1,8m.$$

5.2.8. Прийняти мінімальне значення міжосьової відстані, мм

$$a_{\min} = 0,55(d_1 + d_2) + H$$

де H – загальна товщина паса (див. рис. 5.1, табл. 5.2)

5.2.9. Розрахувати необхідну довжину кільця паса (орієнтоване значення), мм,

$$L' = 2a_{\min} + \pi d_m + \frac{y^2}{a_{\min}},$$

де $d_m = 0,5(d_1 + d_2)$, $y = 0,5(d_2 - d_1)$.

5.2.10. Визначити число кроків паса в довжині L' (число зубів паса)

$$z'_p = \frac{L'}{p}.$$

Отримане значення z'_p округлити у більшу сторону до найближчого цілого числа зі стандартного ряду (див. примітку 1 до табл. 5.2), $z_p > z'_p$.

5.2.11. Уточнити довжину кільця паса, мм

$$L_p = z_p \cdot m \cdot \pi,$$

де z_p – прийняте значення зі стандартного ряду.

5.2.12. Уточнити значення міжосьової відстані, мм

$$a = 0.25 \left((L_p - \pi d_m) + \sqrt{(L_p - \pi d_m)^2 - 8y^2} \right).$$

5.2.13 Обчислити кут обхвату пасом меншого шківа, град

$$\alpha_1 = 180^\circ - \frac{d_2 - d_1}{a} \cdot 57^\circ.$$

5.2.14 Визначити число зубів, що знаходяться одночасно в зачепленні

$$z_0 = \frac{z_1 \alpha_1}{360^\circ}.$$

5.2.15 Розрахувати питому окружну силу, що припадає на одиницю ширини паса, Н/см

$$F_y = [F_0] C_u C_z C_p$$

де $[F_0]$ – припустима питома окружна сила (див. табл. 5.2); C_u – коефіцієнт, що враховує вплив передатного відношення,

U	1.0–0.8	0.8–0.6	0.6–0.4	0.4–0.3
C_u	1.0	0.95	0.9	0.85

$C_z = 1 - 0.2(6 - z_0)$ – коефіцієнт, що враховує вплив числа зубів у зачепленні; C_p – коефіцієнт, що вводиться при наявності роликів і рівний відповідно 0.9 і 0.8 при одному чи двох роликах усередині контуру і 0.7 при ролику поза контуром.

5.2.16 Розрахувати швидкість паса, м/с

$$v = \frac{\pi d_1 n_1}{60 \cdot 1000}.$$

5.2.17 Визначити необхідне тягове зусилля (окружну силу), H

$$F_t = \frac{P_1 \cdot v}{1000}.$$

5.2.18 Розрахувати необхідну ширину паса за умови тягової здатності передачі, мм,

$$b = \frac{10F_t}{(F_y - q_m v^2)},$$

де q_m – маса одного метра паса шириною один см у залежності від модуля передачі m :

$m, \text{мм}$	2	3	4	5	7	10
$q_m 10^2, (\text{кг/м})\text{см}$	0.32	0.4	0.5	0.75	0.9	1.1

5.2.19 Перевірити тиск паса на зубцях

$$p_z = \frac{F_t \psi}{z_0 b h} \leq [p_z],$$

де ψ – коефіцієнт нерівномірності розподілу навантаження між зубами паса і шківа на дузі обхвату ($\psi = 1.7 \dots 2.0$ при навантаженні P_1 до 14 кВт і швидкості паса до 20 м/с); h – висота зуба, мм (таблиця 5.1); $[p_z]$ – припустимий тиск на зуби паса, що залежить від частоти обертання швидкохідного вала n_1 :

$n_1, \text{об/хв}$	200	400	1000	2000	5000	10000
$[p_z], \text{МПа}$	2,0	1,5	1,0	0,75	0,5	0,35

5.2.20 Визначити зусилля початкового натягу зубчастого паса, H

$$F_0 = (1.1 - 1.3) q_m v^2 b.$$

5.2.13 Обчислити сили, що діють на вали передачі, H

$$F_{r_{1,2}} = (1.1 - 1.2) F_t$$

ЛІТЕРАТУРА

1. Решетов Д.Н. Детали машин. – М.: Машиностроение, 1989.
2. Кудрявцев В.Н. Детали машин. – Л.: Машиностроение, 1986.
3. Иванов М.Н. Детали машин. – М.: Высшая школа, 1984, 1998.
4. Заблонский К.Н. Детали машин. – Киев: Вища школа, 1985.
5. Киркач Н.Ф., Баласанян Р.А. Расчет и проектирование деталей машин, ч.1,2. – Харьков: Высшая школа. Изд-во при Харьк. ун-те.
6. Проектирование механических передач. Учебно-справочное пособие для Вузов / С.А. Чернавский и др. 5-ое издание – М.: Машиностроение, 1984.
7. Иосилевич Г.Б. Детали машин. – М.: Машиностроение, 1988
8. ДСТ 1284.1 – 89 Ремни приводные клиновые нормальных сечений. Основные размеры. Методы контроля.
9. ДСТ 1284.2 – 89 Ремни приводные клиновые нормальных сечений. Технические условия.
10. ДСТ 1284.3 – 89 Ремни приводные клиновые нормальных сечений. Передаваемые мощности.

ЗМІСТ

1. Загальні положення	3
2. Методичні вказівки до розрахунку пасових передач	4
3. Порядок розрахунку клинопасової передачі	5
4. Порядок розрахунку передач поліклиновим пасом	12
5. Порядок розрахунку передачі зубчастим пасом	14
6. Література	20