

Міністерство освіти і науки України  
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

**ТЕОРЕТИЧНА ТА ПРИКЛАДНА МЕХАНІКА.  
ДЕТАЛІ МАШИН**

Двідкові матеріали до проведення  
практичних занять та виконання курсового проєкту для здобувачів вищої освіти  
першого (бакалаврського) рівня денної та заочної форм здобуття освіти  
за спеціальностями 015 «Професійна освіта (Машинобудування)»,  
015 «Професійна освіта (Транспорт)»

У 2 частинах

Частина 1

*Електронний ресурс*

Харків – 2025

**Рецензенти:**

**В. М. Князєва** – канд. тех. наук, доцент, доцент ЗВО кафедри автоматизації, метрології та енергоефективних технологій Навчально-наукового інституту «Українська інженерно-педагогічна академія», Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна;

**В. В. Нестеренко** – канд. тех. наук, доцент, доцент ЗВО кафедри «Енергетичне машинобудування» Первомайського навчально-наукового інституту Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова.

*Затверджено до розміщення в мережі Інтернет рішенням Науково-методичної ради  
Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна  
(протокол № 11 від 25 червня 2025 року)*

Т 33 **Теоретична** та прикладна механіка. Деталі машин : довідкові матеріали до проведення практичних занять та виконання курсового проекту для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня денної та заочної форм здобуття освіти за спеціальностями 015 «Професійна освіта (Машинобудування)», 015 «Професійна освіта (Транспорт)». У 2 ч. Ч. 1 [Електронний ресурс] / уклад. Ю. В. Малініна. – Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2025. – (PDF 25 с.)

Довідкові матеріали містять основні стандартизовані дані та рекомендації для виконання практичних занять і курсового проекту з дисципліни «Теоретична та прикладна механіка. Деталі машин». Подано необхідні таблиці, типові значення та принципи вибору параметрів для підтримки інженерних розрахунків і проектних рішень у галузі машинобудування.

Для слухачів бакалаврату денної та заочної форм навчання спеціальності 015 Професійна освіта (за спеціалізаціями), спеціалізації 015.34 «Машинобудування», 015.38 «Транспорт».

**УДК 621.8(075.8)**

© Харківський національний університет  
імені В. Н. Каразіна, 2025

© Малініна Ю. В., уклад., 2025

## ВСТУП

Дисципліна «Теоретична та прикладна механіка. Деталі машин» є фундаментальною складовою фахової підготовки здобувачів вищої освіти за спеціальністю 015 Професійна освіта (за спеціалізаціями), спеціалізації 015.34 Машинобудування, 015.38 Транспорт. Вона формує базові знання та практичні навички, необхідні для аналізу, розрахунку та проєктування елементів машин і механізмів у сучасному інженерному виробництві.

Метою методичних вказівок є надання студентам систематизованих довідкових матеріалів, які забезпечують підтримку при виконанні практичних занять та курсового проєкту. У виданні подано, таблиці стандартних параметрів, ілюстрації та рекомендації щодо вибору конструктивних рішень, що необхідні при виконанні типових розрахунків деталей машин при проведенні практичних занять та виконанні курсового проєкту.

Матеріал структуровано відповідно до програми навчального курсу і орієнтовано на розвиток практичного інженерного мислення, навичок роботи з технічною документацією, стандартами та нормативною базою. Зміст відповідає чинним вимогам стандартів вищої освіти, а також сприяє формуванню фахових компетентностей відповідно до профілю підготовки.

Методичні вказівки можуть бути використані як під час аудиторної роботи, так і при самостійному вивченні матеріалу, а також під час підготовки до контрольних заходів.

Таблиця 1 - Значення ККД для механічних передач

Тип передачі	Закрита	Відкрита
Зубчаста:	0,96...0,97	0,93...0,95
циліндрична		
конічна	0,95...0,97	0,92...0,94
Черв'ячна:		
з числом витків черв'яка	0,7...0,75	-
$z_1=1$		
$z_1=2$	0,8...0,85	-
$z_1=4$	0,85...0,95	-
Ланцюгова	0,95...0,97	0,9...0,93
Пасова:	-	0,96...0,98
з плоским пасом		
з клиновим (поліклиновим)	-	0,95...0,97

**Примітка:** 1. Значення ККД закритих передач в масляній ванні приведені для коліс, виконаних по 8-мій ступені точності, а для відкритих – по 9-тій; при більш точному виконанні ККД підвищують на 1...1,5%.

2. Для черв'ячної передачі попереднє значення ККД приймають  $\eta=0.75...0.85$ . Після встановлення основних параметрів передачі значення ККД слід уточнити.

3. Втрати в підшипниках на тертя оцінюються наступними коефіцієнтами: для однієї пари підшипників кочення  $\eta=0.99...0.995$ ; для однієї пари підшипників ковзання  $\eta=0.98...0.99$ .

4. Втрати в муфті приймають  $\eta=0.98...0.99$  в залежності від виду муфти.

Таблиця 2 - Передаточні числа механічних передач

Передаточні числа циліндричних зубчастих передач											
1 ряд	1	1,25	1,6	2	2,5	3,15	4	5	6,3	8	10
2 ряд	1,12	1,4	1,8	2,24	2,8	3,55	4,5	5,6	7,1	9	11,2
Загальні передаточні числа двоступеневих редукторів											
1 ряд	6,3	8,0	10	12,5	16	20	25	31,5	40	-	-
2 ряд	7,1	9,0	11,2	14	18	22,4	28	35,5	-	-	-
Передаточні числа конічних зубчастих передач											
1 ряд	1	1,25	1,6	2	2,5	3,15	4	5	6,3	-	-
2 ряд	1,12	1,4	1,8	2,24	2,8	3,55	4,5	5,6	-	-	-
Передаточні числа черв'ячних передач											
1 ряд	8,0	10	16	20	25	31,5	40	50	63	80	-
2 ряд	9,0	11,2	14	18	22,4	28	35,5	45	56	71	-

**Примітка:** 1. Рекомендовані передаточні числа для двоступеневих редукторів

Назва редуктора	Значення передаточного числа
Циліндричний	8...40
Конічно-циліндричний	6,3...31,5
Черв'ячно-циліндричний	40...250
Циліндрично-черв'ячний	16...160

2. Передаточні числа відкритих передач

Назва передачі	Значення передаточного числа
Пасова:	
– з плоским пасом	1...4
– з клиновим пасом	1...4
Ланцюгова	1...5

Таблиця 3 - Механічні характеристики деяких марок сталей для виготовлення зубчатих коліс

Марка сталі	Вид заготовки	Розміри заготовки, мм		Термообробка	Твердість зубів		Механічні характеристики, Н/мм <sup>2</sup>		
		D <sub>гр.</sub>	S <sub>гр.</sub>		серцевини	поверхні	σ <sub>в</sub>	σ <sub>т</sub>	σ <sub>-1</sub>
40Л	Лиття	будь-які		Нормалізація	163...207 НВ	163...207 НВ	550	320	220
45	Поковка	125	80	Покращення	235...262 НВ	235...262 НВ	780	540	335
		80	50		269...302 НВ	269...302 НВ	890	650	380
40Х	Поковка	200	125	Покращення	235...262 НВ	235...262 НВ	790	640	375
		125	80		269...302 НВ	269...302 НВ	900	750	410
		125	80	Покращення і загартування с.в.ч	269...302 НВ	45...50 HRC <sub>e</sub>	900	750	410
		315	200	Покращення	235...262 НВ	235...262 НВ	800	630	380
200	125	269...302 НВ	269...302 НВ		920	750	420		
40ХН 35ХМ	Поковка	200	125	Покращення і загартування с.в.ч	269...302 НВ	48...53 HRC <sub>e</sub>	920	750	420
40ХНМ А		Поковка	125	80	Покращення і азотування	269...302 НВ	50...56 HRC <sub>e</sub>	980	780
20Х 20ХМН 18ХГТ	Поковка	200	125	Покращення, цементация і загартування	300...400 НВ	56...63 HRC <sub>e</sub>	1000	800	450

Таблиця 4 - Значення числа циклів  $N_{H0}$

Середня твердість поверхні зубів	$HV_{cp}$	200	250	300	350	400	450	500	550	600
	$HRC_{сep}$	-	25	32	38	43	47	52	56	60
	$HV_{cp}$	200	260	310	370	425	490	575	650	760
$N_{H0}$ , млн. циклів		10	16,5	25	36,4	50	68	87	114	143

Таблиця 5 - Значення допустимих контактних напружень, які відповідають числу циклів  $N_{H0}$  та  $N_{F0}$

Термообробка	$[\sigma]_{H0}$ , Н/мм <sup>2</sup>	$[\sigma]_{F0}$ , Н/мм <sup>2</sup>
Покращення	1,8 HB <sub>cp</sub> + 67	1,03 HB <sub>cp</sub>
Контурне загартування с.в.ч. (m ≥ 3 мм)	14 HRC <sub>сep</sub> + 170	370
Наскрізне загартування с.в.ч. (m < 3 мм)	14 HRC <sub>сep</sub> + 170	310
Цементация і загартування	19 HRC <sub>сep</sub>	480

Таблиця 6 - Значення коефіцієнта ширини вінця колеса  $\psi_a$

Розташування шестерні відносно опор	$\psi_a$
Симетричне	0,4...0,5
Несиметричне	0,25...0,4
Консольне	0,2...0,25

Таблиця 7 - Ряд стандартних значень міжосьової відстані  $a_w$  та модуля зубів  $m$

$a_w$ , мм	26, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40, 42, 45, 48, 50, 53, 56, 60, 63, 67, 71, 75, 80, 85, 90, 95, 100, 105, 110, 120, 125, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200.
$m$ , мм	1; 1,25; 1,5; 2; 2,5; 3; 4; 5; 6; 8; 10; 12; 16; 20; 25.

Таблиця 8 - Степінь точності передачі в залежності від колової швидкості коліс

Тип передачі	Вид зубів	Степінь точності (по нормам плавності)			
		6-а	7-а	8-а	9-а
		Гранична колова швидкість $v$ , м/с			
Циліндрична	прямі	15	10	6	2
	косі	30	15	10	4
Конічна	прямі	12	8	4	1,5
	кругові	20	10	7	3

Таблиця 9 - Значення коефіцієнта форми зуба  $Y_F$  для зовнішнього зачеплення

$z$	Коефіцієнт зміщення ріжучого інструменту $x$						
	- 0,4	- 0,25	- 0,16	0	+ 0,16	+ 0,25	+ 0,4
16	-	-	-	4,28	4,02	3,78	3,54
20	-	-	4,40	4,07	3,83	3,64	3,50
25	-	4,30	4,13	3,90	3,72	3,62	3,47
40	4,02	3,88	3,81	3,70	3,61	3,57	3,48
50	3,90	3,80	3,75	3,66	3,59	3,56	3,49
60	3,78	3,71	3,68	3,62	3,57	3,54	3,50
80	3,70	3,66	3,63	3,61	3,55	3,55	3,51
100	3,66	3,62	3,61	3,61	3,56	3,56	3,55
180	3,62	3,62	3,62	3,62	3,59	3,58	3,56
$\infty$	3,63	3,63	3,63	3,63	3,63	3,63	3,63

Таблиця 10 - Значення коефіцієнтів динамічного навантаження  $K_{Hv}$ ,  $K_{Fv}$  та коефіцієнтів розподілення навантаження по ширині вінця  $K_{H\beta}$ ,  $K_{F\beta}$  для циліндричних та конічних передач

Циліндрична передача						
Вид зубів	прямі		косі			
Колова швидкість	$v \leq 5$ м/с		$v \leq 10$ м/с		$v > 10$ м/с	
Твердість зубів	$H \leq 350$	$H > 350$	$H \leq 350$	$H > 350$	$H \leq 350$	$H > 350$
$K_{Hv}$	1,2	1,1	1,05	1,05	1,1	1,05
$K_{Fv}$	1,4	1,2	1,2	1,1	-	-
$K_{H\beta} = K_{F\beta}^*$	1					
Конічна передача						
Вид зубів	прямі		кругові			
Колова швидкість	$v \leq 5$ м/с		$v \leq 10$ м/с		$v > 10$ м/с	
Твердість зубів	$H \leq 350$	$H > 350$	$H \leq 350$	$H > 350$	$H \leq 350$	$H > 350$
$K_{Hv}$	1,15	1,1	1,05	1,05	1,2	1,1
$K_{Fv}$	1,4	1,2	1,2	1,1	-	-
$K_{H\beta} = K_{F\beta}^*$	1		1,1			

**Примітка:** Коефіцієнти  $K_{H\beta}$ ,  $K_{F\beta}$  дійсні тільки для прироблюваних коліс.

Коефіцієнти  $K_{H\beta}$ ,  $K_{F\beta}$  для неприроблюваних коліс приведені в табл.3.1, 3.2.

Таблиця 11 - Значення коефіцієнта  $K_{H\beta}$  для неприроблюваних коліс

Положення шестерні відносно опор	Твердість поверхні зубів колеса HB <sub>2</sub>	$\psi_d = b_2/d_1$					
		0,2	0,4	0,6	0,8	1,2	1,6
Консольне, опори - шарикопідшипники	≤350	1,08	1,17	1,28	-	-	-
	>350	1,22	1,44	-	-	-	-
Консольне, опори - роликотпідшипники	≤350	1,06	1,12	1,19	1,27	-	-
	>350	1,11	1,25	1,45	-	-	-
Симетричне	≤350	1,01	1,02	1,03	1,04	1,07	1,11
	>350	1,01	1,02	1,04	1,07	1,16	1,26
Несиметричне	≤350	1,03	1,05	1,07	1,12	1,19	1,28
	>350	1,06	1,12	1,20	1,29	1,48	-

Таблиця 12 - Значення коефіцієнта  $K_{F\beta}$  для неприроблюваних коліс

Положення шестерні відносно опор	Твердість поверхні зубів колеса HB <sub>2</sub>	$\psi_d = b_2/d_1$					
		0,2	0,4	0,6	0,8	1,2	1,6
Консольне, опори - шарикопідшипники	≤350	1,16	1,37	1,64	-	-	-
	>350	1,33	1,70	-	-	-	-
Консольне, опори - роликотпідшипники	≤350	1,10	1,22	1,38	1,57	-	-
	>350	1,20	1,44	1,71	-	-	-
Симетричне	≤350	1,01	1,03	1,05	1,07	1,14	1,26
	>350	1,02	1,04	1,08	1,14	1,30	-
Несиметричне	≤350	1,05	1,10	1,17	1,25	1,42	1,61
	>350	1,09	1,18	1,30	1,43	1,73	-

Таблиця 13 - Значення коефіцієнтів виду конічних коліс  $\theta_H$  та  $\theta_F$ 

Вид зубів	прямі	кругові		
Твердість шестерні	будь-яка	$H \leq 350$	$H \geq 450$	$H \geq 450$
Твердість колеса	будь-яка	$H \leq 350$	$H \leq 350$	$H \geq 450$
$\theta_H$	0,85	1,85	1,5	1,3
$\theta_F$	0,85	1		

Таблиця 14 - Ряд стандартних значень діляльного діаметру  $d_{e2}$ 

$d_{e2}$ , мм	26, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40, 42, 45, 48, 50, 53, 56, 60, 63, 67, 71, 75, 80, 85, 90, 95, 100, 105, 110, 120, 125, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200, 250, 280, 315
---------------	--

Таблиця 15 - Коефіцієнти зміщення  $x_{e1}$  та  $x_{n1}$  для шестерні конічних передач\*

$z_1$	$x_{e1}$ при передньому числі $u$						$x_{n1}$ при передньому числі $u$					
	1	1,25	1,6	2,0	2,5	3,15	1	1,25	1,6	2,0	2,5	3,15
12	-	-	-	-	0,50	0,53	-	-	-	0,32	0,37	0,39
14	-	-	0,34	0,42	0,47	0,50	-	-	0,23	0,29	0,33	0,35
16	-	0,17	0,30	0,38	0,43	0,46	-	0,11	0,21	0,26	0,30	0,32
18	0	0,15	0,28	0,36	0,40	0,43	0	0,10	0,19	0,24	0,27	0,30
20	0	0,14	0,26	0,34	0,37	0,40	0	0,09	0,17	0,22	0,26	0,28
25	0	0,13	0,23	0,29	0,33	0,36	0	0,08	0,15	0,19	0,21	0,24
30	0	0,11	0,19	0,25	0,28	0,31	0	0,07	0,11	0,16	0,18	0,21

**Примітка:** Для передач, у яких  $z_1$  і  $u$  відрізняються від вказаних в таблиці, коефіцієнти зміщення  $x_{e1}$  та  $x_{n1}$  приймають із заокругленням в більшу сторону.

Таблиця 16 - Механічні характеристики матеріалів вінців черв'ячних коліс

Марка бронзи, чавуну	Спосіб відливки	Механічні характеристики, Н/мм <sup>2</sup> *			Допустиме контактне напруження, Н/мм <sup>2</sup> [ $\sigma_H$ ]/2	Швидкість ковзання $v_s$ , м/с
		$\sigma_m$	$\sigma_\sigma$	$\sigma_{\sigma 3}$		
БрО10Н1Ф1	центробіжний	165	285	-	195C <sub>v</sub>	> 5
БрО10Ф1	кокіль	195	245	-		
	в пісок	132	215			
БрА9ЖЗЛ	центробіжний	200	500	-	300 - 25v <sub>s</sub>	4...5
	кокіль	195	490			3...4
	в пісок	195	392			2...3
СЧ12	-	-	-	280	175 - 35v <sub>s</sub>	< 2
СЧ15	-	-	-	315		

Примітка:  $\sigma_T$ ,  $\sigma_B$ ,  $\sigma_{B3}$  – межа текучості і межа міцності на розтяг і згин, Н/мм<sup>2</sup>.

Таблиця 17 - Значення коефіцієнта інтенсивності зношування зубів черв'ячного колеса C<sub>v</sub>

v <sub>s</sub> , м/с	5...6	6...7	7...8	> 8
C <sub>v</sub>	0,95	0,88	0,83	0,80

Таблиця 18 - Допустимі напруження згину [ $\sigma_F$ ] для матеріалів черв'ячних коліс

Матеріал вінця колеса	Нереверсивна передача (робота зубів одною стороною)	Реверсивна передача (робота зубів двома сторонами)
Бронза, латунь	$[\sigma]_F = (0,08\sigma_\sigma + 0,25\sigma_m)K_{FL}$	$[\sigma]_F = 0,16\sigma_\sigma K_{FL}$
Чавун	$[\sigma]_F = 0,12\sigma_{\sigma 3}K_{FL}$	$[\sigma]_F = 0,075\sigma_{\sigma 3}K_{FL}$

Таблиця 19 - Залежність числа витків черв'яка z<sub>1</sub> від передатного числа u

u	8...14	15...30	> 30
z <sub>1</sub>	4	2	1

Таблиця 20 - Ряд стандартних значень модуля m та коефіцієнта діаметра черв'яка q

m, мм	2; 2,5; 3,15; 4; 5; 6,3; 8; 10; 12,5; 16; 20
q	7,1; 8; 10; 12,5; 16; 20; 25

Таблиця 21 - Залежність кута тертя  $\phi'$  від швидкості ковзання v<sub>s</sub>

Матеріал вінця колеса	Кут тертя $\phi'$ при швидкості ковзання v <sub>s</sub> , м/с							
	1,0	1,5	2,0	2,5	3	4	7	10
Олов'яні бронзи	2° 30'	2° 20'	2°	1° 40'	1° 30'	1° 20'	1°	0° 55'
Безолов'яні бронзи, латунь, чавун	3° 10'	2° 50'	2° 30'	2° 20'	2°	1° 40'	1° 30'	1° 20'

Таблиця 22 - Значення коефіцієнта форми зуба колеса Y<sub>F2</sub>

z <sub>d2</sub>	26	28	30	32	35	37	40
Y <sub>F2</sub>	1,85	1,80	1,76	1,71	1,64	1,61	1,55
z <sub>d2</sub>	45	50	60	80	100	150	300
Y <sub>F2</sub>	1,48	1,45	1,40	1,34	1,30	1,27	1,24

Таблиця 23 - Ряд стандартних значень діаметра шківів, довжини та ширини ременя

Діаметр шківів $d$ , 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, 1120, 1250, 1400, 1600, 1800, 2000.	
Довжина ременя $l$ , мм	
500, 550, 600, 650, 700, 750, 800, 850, 900, 1000, 1050, 1150, 1200, 1250, 1300, 1400, 1450, 1500, 1600, 1700, 1800, 2000, 2500, 3000, 3500, 4000, 4500, 5000 мм.	
Ширина ременя $b$ , мм	
30, 40, 50, 60	

Таблиця 24 - Значення допустимої приведеної питомої колової сили паса  $[k_0]$  та попереднього напруження в пасі  $\sigma_0$  для різних типів пасів

Тип пасу	Товщина паса $\delta$ , мм	Діаметр ведучого шківа $d_1$ , мм	Допустима приведена питома колова сила паса $[k_0]$ , Н/мм <sup>2</sup>	Попереднє напруження в пасі $\sigma_0$ , Н/мм <sup>2</sup>
Кордшнуровий	2,8	100	0,9	2
		180	1,6	
		220	2,32	
Синтетичний	0,5	100...200	2,0	3
	0,7	100...220	1,43	

Таблиця 25 - Значення поправочних коефіцієнтів для розрахунку пасових передач

Коефіцієнт кута нахилу лінії центрів шківів до горизонту, $C_\theta$								
Кут нахилу $\theta$ , град								
$C_\theta$								
	0...60	60...80	80...90					
	1	0,9	0,8					
Коефіцієнт кута обхвату $\alpha_1$ на ведучому шківі, $C_\alpha$								
Кут обхвату $\alpha_1$ , град	180	170	160	150	140	130	120	
$C_\alpha$ (плоскі)	1,00	0,97	0,94	0,91	-	-	-	
$C_\alpha$ (клинові)	1,00	0,98	0,95	0,92	0,89	0,86	0,83	
$C_\alpha$ (поліклинові)	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88	0,84	0,80	
Коефіцієнт впливу натягу від центробіжної сили, $C_v$								
Колова швидкість $v$ , м/с	10	15	20	25	30	35	50	70
$C_v$	1,0	0,99	0,97	0,95	0,92	0,89	0,76	0,52

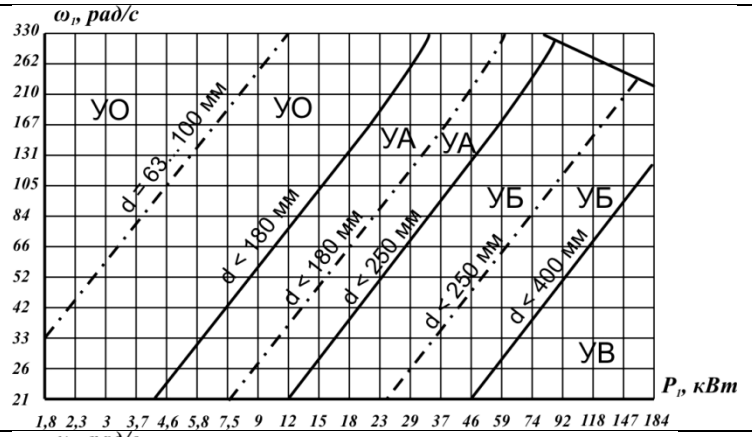
Коефіцієнт динамічності навантаження та тривалості роботи, $C_p$						
Характер навантаження	спокійне	з помірними коливаннями	із значними коливаннями	ударне		
$C_p^*$	1,0	0,9	0,8	0,7		
Коефіцієнт впливу діаметра ведучого шківa $d_1$ , $C_d$						
Діаметр меншого шківa $d_1$ , мм	15	20	40	60	90	> 120
$C_d$	0,6	0,8	0,95	1,0	1,1	1,2
Коефіцієнт, впливу відношення розрахункової довжини ременя $l$ до базової довжини $l_0$ , $C_l$						
Відношення $l/l_0$	0,4	0,6	0,8	1	1,2	1,4
$C_l$ (клинові нормальні)	0,82	0,89	0,95	1	1,04	1,07
$C_l$ (клинові вузькі)	0,85	0,91	0,96	1	1,03	1,06
$C_l$ (поліклинові)	0,85	0,91	0,96	1	1,03	1,06
Коефіцієнт, який враховує кількість пасів $z$ в комплекті клинопасової передачі, $C_z$						
Кількість ременів $z$ в комплекті	2...3		4...6		>6	
$C_z$	0,95		0,90		0,85	

**Примітка:** \*при двохзмінній роботі  $C_p$  слід понижати на 0,1, при трьохзмінній - на 0,2.

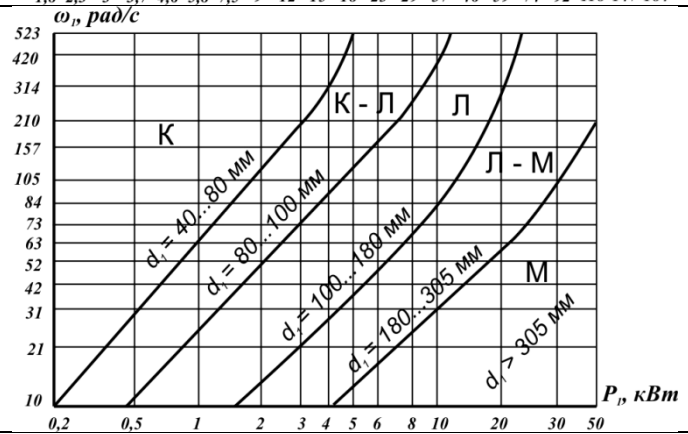
Таблиця 26 – Вибір перерізу клинового пасу

Тип пасу	Відношення потужності, що передається пасом до кутової швидкості обертання ведучого шківa
Нормальний клиновий пас	

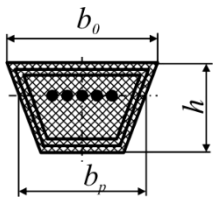
Вузько клиновий пас



Поліклиновий пас



Таблиця 27 - Параметри пасів

Клинові паси							
	Тип ременя	Позначення перерізу	Розміри перерізу, мм			Площа перерізу $A, \text{мм}^2$	Розрахункова довжина $l, \text{м}$
			$b_p$	$b_0$	$h$		
	Нормального перерізу	<i>O</i>	8,5	10	6	47	0,4...2,5
		<i>A</i>	11	13	8	81	0,56...4,0
		<i>Б</i>	14	17	10,5	138	0,8...6,3
		<i>B</i>	19	22	13,5	230	1,8... 10,6
Вузького перерізу	<i>УO</i>	8,5	10	8	56	0,63...3,55	
	<i>УA</i>	11	13	10	95	0,8...4,5	
	<i>УБ</i>	14	17	13	158	1,25...8,0	
		<i>УВ</i>	19	22	18	278	2,0...8,0

Поліклинові паси								
	Позначення перерізу	Розміри перерізу, мм				Розрахункова довжина $l, \text{м}$	Кількість клинів $z$	
		$p$	$H$	$h$	$t$		рекомендоване	допустиме
	<i>K</i>	2,4	4,0	2,35	1,0	0,4...2,0	2...36	36
	<i>L</i>	4,8	9,5	4,85	2,4	1,25...4,0	4...20	50
	<i>M</i>	9,5	16,7	10,35	3,5	2,0...4,0	2...20	50

Таблиця 28 - Допустима приведена потужність  $[P_0]$ , яка передається одним клиновим пасом

Клиновий пас нормального перерізу							
Позначення перерізу паса	Діаметр ведучого шківа $d_1, \text{мм}$	$[P_0], \text{кВт}$					
		швидкість паса $v, \text{м/с}$					
		5	10	15	20	25	30
<i>O</i> ( $l_0 = 1320 \text{ мм}$ )	63	0,49	0,82	1,03	1,11	-	-
	71	0,56	0,95	1,22	1,37	1,40	-
	80	0,62	1,07	1,41	1,60	1,65	-
<i>A</i> ( $l_0 = 1700 \text{ мм}$ )	90	0,84	1,39	1,75	1,88	-	-
	100	0,95	1,60	2,07	2,31	2,29	-
	112	1,05	1,82	2,39	2,74	2,82	2,50
<i>Б</i> ( $l_0 = 2240 \text{ мм}$ )	125	1,39	2,26	2,80	-	-	-
	140	1,61	2,70	3,45	3,83	-	-
	160	1,83	3,15	4,13	4,73	4,88	4,47
<i>B</i> ( $l_0 = 3750 \text{ мм}$ )	200	2,77	4,59	5,80	6,33	-	-
	224	3,15	5,35	6,95	7,86	7,95	7,06
	280	3,48	6,02	7,94	9,18	9,60	9,05

Клиновий пас вузького перерізу						
Позначення перерізу паса	Діаметр ведучого шківа $d_1, \text{мм}$	$[P_0], \text{кВт}$				
		швидкість паса $v, \text{м/с}$				
		5	10	20	30	40
<i>УO</i> ( $l_0 = 1600 \text{ мм}$ )	63	0,95	1,50	1,85	-	-
	71	1,18	1,95	2,73	-	-

	80	1,38	2,34	3,50	-	-
УА ( $l_0 = 2500$ мм)	90	1,56	2,57	-	-	-
	100	1,89	3,15	-	-	-
	112	2,17	3,72	5,61	-	-
УБ ( $l_0 = 3550$ мм)	140	2,95	5,00	-	-	-
	160	3,45	5,98	9,10	-	-
	180	3,80	6,70	10,6	11,5	-
УВ ( $l_0 = 5600$ мм)	250	6,05	10,6	16,6	17,1	-
	280	6,60	11,5	18,7	20,7	-
	315	7,08	12,8	20,9	23,9	22,7
Поліклиновий пас						
Позначення перерізу паса	Діаметр ведучого шківа $d_1$ , мм	$[P_0]$ , кВт				
		швидкість паса $v$ , м/с				
		5	15	25	35	
К ( $l_0 = 710$ мм)	40	0,14	0,32	-	-	
	45	0,155	0,36	0,49	-	
	50	0,165	0,40	0,53	-	
Л ( $l_0 = 1600$ мм)	80	0,39	0,79	-	-	
	90	0,45	0,97	-	-	
	100	0,50	1,12	1,30	-	
М ( $l_0 = 2240$ мм)	180	1,45	3,02	3,18	-	
	200	1,63	3,58	4,04	-	
	224	1,80	4,12	4,95	3,7	

Таблиця 29 - Визначення розмірів ділянок валів

Ділянка валу та її параметри $d, l$ (мм)	Вал - шестерня конічна (рис. 1в)	Вал - шестерня циліндрична (рис. 1а)	Вал-черв'як (рис. 1 а)	Вал колеса (рис.1 г)
I ділянка – під елемент відкритої передачі або під полумуфту	$d_1$	$d_1 = 1,1 \sqrt[3]{\frac{16T}{\pi[\tau]_{кр}}}$ , де $T$ -крутний момент на валу		
	$l_1$	$l_1 = (0,8...1,5) d_1$ – під зірочку; $l_1 = (1,0...1,5) d_1$ – під полумуфту $l_1 = (1,0...1,5) d_1$ – під шестерню; $l_1 = (1,2...1,5) d_1$ – під шків		
II ділянка під ущільнення кришки з отвором	$d_2$	$d_2 = d_1 + 2t$		
	$l_2$	$l_2 \approx 0,6 d_4$	$l_2 \approx 1,5 d_2$	$l_2 \approx 1,25 d_2$
III ділянка під шестерню, колесо	$d_3$	$d_3 = d_4 + 3,2r$ або $d_3 \leq d_{fел}$	$d_3 = d_2 + 3,2r$ або $d_3 \leq d_{fл}$ як що $d_3 > d_{a1}$ приймаємо $d_3 = d_{a1}$	$d_3 = d_2 + 3,2r$
	$l_3$	визначається графічно на ескізній компоновці редуктора		
VI ділянка під підшипник	$d_4$	$d_4 = d_2 + (2...4)$	$d_4 = d_2$	
	$l_4$	графічно	$l_4 = B$ - для кулькових підшипників $l_4 = T$ – для роликових підшипників	

**Примітка:**  $t$  – висота буртика;  $f$  - величина фаски маточини;  $r$  – координати фаски підшипника, визначаються в залежності від величини діаметру валу

$d, мм$	17...24	25...30	31...40	41...50	52...60	62...70	72...85
$t, мм$	2	2,2	2,5	2,8	3	3,3	3,5
$f, мм$	1,6	2	2,5	3	3	3,5	3,5
$r, мм$	1	1	1,2	1,6	2	2	2,5

1. Як що вхідний кінець вхідного валу з'єднується муфтою з валом двигуна, його діаметр визначають за відношенням  $d_1 = (0,8...1,2)d_{дв}$

2. Діаметри  $d_4$  під підшипник округлити до ближчого значення діаметру внутрішнього кільця підшипника (див. довідник підшипників)

3. При конструюванні валів розміри діаметрів і довжини ділянок уточнюються.

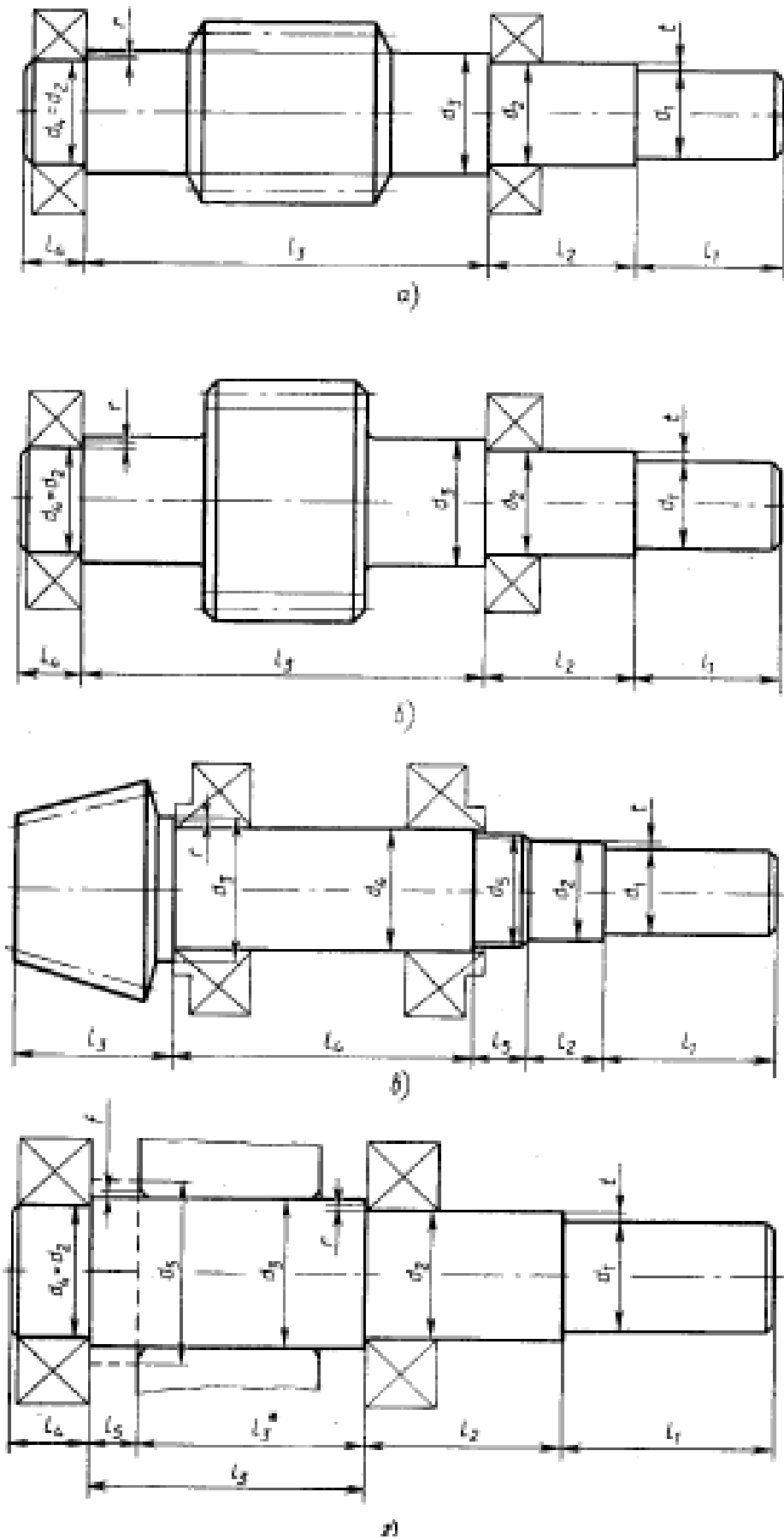
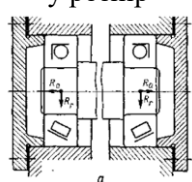
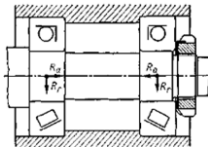
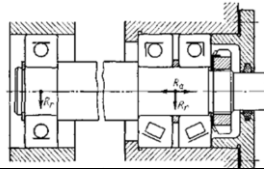


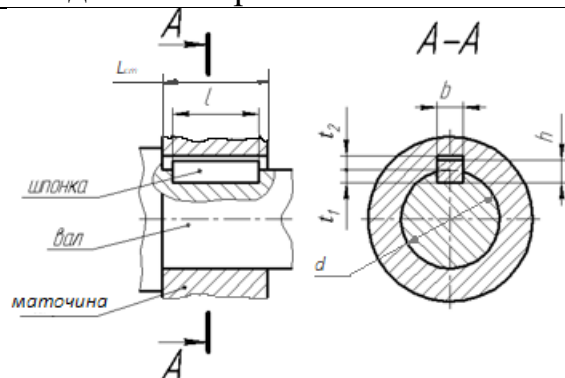
Рисунок 1 - Типові конструкції валів одноступеневих редукторів:  
*а – швидкохідний вал-черв'як; б – швидкохідний циліндричний вал-шестерня; в – швидкохідний конічний вал-шестерня; г – тихохідний вал колеса*

Таблиця 30 - Попередній вибір підшипників

Передача	Вал	Тип підшипника	Серія	Кут контакту	Схема установки
Циліндрична косозуба	Ш	Радіальні кулькові однорядні при $a_w \geq 200$ мм	Середня (легка)	-	з однією фіксованою опорою
	Т	При $\frac{F_a}{R_r} \leq 0,25$ – радіальні кулькові однорядні При $\frac{F_a}{R_r} > 0,25$ – роликові конічні (тип 7000)	Легка (середня) Легка	$\alpha = 11^\circ \dots 16^\circ$ для типу 7000	у розпір 
Конічна	Ш	Роликові конічні (тип 7000 або 27000) при $n_1 < 1500$ об/хв	Легка (середня)	$\alpha = 11^\circ \dots 16^\circ$ для типу 7000 $\alpha = 25^\circ \dots 29^\circ$ для типу 27000	у розтяжку 
		Радіально-упорні кулькові (тип 46000) $n_1 \geq 1500$ об/хв		$\alpha = 26^\circ$ для типу 46000	у розпір
Черв'ячна	Ш	Радіально-упорні кулькові (тип 46000) Роликові конічні (тип 27000) Радіальні кулькові однорядні при $a_w > 160$ мм	Середня	$\alpha = 11^\circ \dots 16^\circ$ для типу 7000 $\alpha = 25^\circ \dots 29^\circ$ для типу 27000 $\alpha = 12^\circ$ для типу 36000 $\alpha = 26^\circ$ для типу 46000	з однією фіксованою опорою 
		Роликові конічні (тип 7000) або радіально-упорні кулькові (тип 36000) при $a_w \leq 160$ мм		у розпір	
	Т	Роликові конічні (тип 7000)	Легка		у розпір

Примітка: Ш – швидкохідний вал, Т – тихохідний вал

Таблиця 31 - Шпонкові з'єднання з призматичними шпонками



Діаметр валу $d$ (мм)	Переріз шпонки		Фаска	Глибина пазу		Довжина $l$ (мм)
	$b$ (мм)	$h$ (мм)		Валу $t_1$ (мм)	Маточини $t_2$ (мм)	
12...17	5	5	0,25...0,4	3	2,3	10...56
17...22	6	5		3,5	2,8	14...70
22...30	8	7	0,4...0,6	4	3,3	18...90
30...38	10	8		5	3,3	22...110
38...44	12	8				28...140
44...50	14	9		5,5	3,8	36...160
50...58	16	10		6	4,3	45...180

58...65	18	11	Фаска	7	4,4	50...200
Діаметр валу $d$ (мм)	Переріз шпонки			Глибина пазу		Довжина $l$ (мм)
	$b$ (мм)	$h$ (мм)	Валу $t_1$ (мм)	Маточини $t_2$ (мм)		
65...75	20	12	0,6...0,8	7,5	4,9	56...220
75...85	22	14		9	5,4	63...250
85...95	25	14				70...280

**Примітка:** 1. Довжину призматичних шпонок обирають з наступного ряду: 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 32, 36, 40, 45, 50, 56, 63, 70, 80, 90, 100, 110, 125, 140, 160, 180, 200, 220, 250.  
2. Приклад умовного позначення шпонки: Шпонка 16x10x50, де 16 –  $b$ ; 10 –  $h$ ; 50 –  $l$

Таблиця 32 - Визначення основних розмірів при ескізному проектуванні редуктора:

Параметр	Позначення	Орієнтовні розміри в мм
Товщина стінки корпусу і кришки редуктора:	$\delta$	$\delta > 8$ і $\delta \geq 8$
- одноступінчастого циліндричного		$0,025a_w + 1$
- одноступінчастого конічного		$0,05 R_e + 1$
- одноступінчастого черв'ячного		$0,04a_w$
Відстань від внутрішньої стінки редуктора до колеса	$b$	$b = 8...10$ мм
Товщина верхнього фланця корпусу редуктора	$s$	$s = (1,5...1,75) \delta$
Товщина нижнього фланця корпусу редуктора	$s_2$	$s_2 = 2,35 \delta$
Товщина фланця кришки редуктора	$s_1$	$s_1 = (1,5...1,75) \delta$
Діаметр фундаментних болтів редуктора (кількість $z \geq 4$ )	$d_1$	
- одноступінчастого циліндричного та черв'ячного		$d_1 = (0,03...0,036) + 12$
- конічного		$d_1 = 0,072 R_e + 12$
Діаметр болтів у підшипників	$d_2$	$d_2 = (0,7...0,75) d_1$
Діаметр болтів кріплення корпусу з кришкою редуктора	$d_3$	$d_3 = (0,5...0,6) d_1$
Діаметр гвинтів кріплення кришок підшипників	$d_4$	M8, M10
Відстань від внутрішньої стінки редуктора до торця обертової деталі	$e_1$	$e_1 = (1,0...1,2) \delta$
Відстань від торця підшипника кочення до внутрішньої стінки корпусу редуктора	$e$	
- одноступінчастого циліндричного		$e = \delta$ (при $v < 3$ м/с) $e = 3...5$ мм (при $v > 3$ м/с)
- одноступінчастого конічного		$e = d_4$
- одноступінчастого черв'ячного		$e = 8...12$ мм
Відстань між підшипниками консольного валу конічного редуктора	$l$	$l = (2,5...3,5) d$ де $d$ – внутрішній діаметр підшипника
Відстань між підшипниками валу черв'яка	$l$	$l = (0,8...1,0) d_2$ де $d_2$ - діаметр діляльного кола черв'ячного колеса
Відстань від обертової деталі до нерухомої	$l_4$	$l_4 = d_4$
Довжина вихідних кінців валів редуктора	$l_5$	$l_5 = (1,0...1,5) d_{e1}$ де $d_{e1}$ – діаметр вихідного кінця валу
Розрахункова відстань від осі обертання деталі	$l_2$	$l_2 = 0,5(B + l_5) + l_3 + l_4$

до опори валу зубчастого (черв'ячного) колеса		де $l_3$ – визначається конструктивно; $l_4 = d_4$ зазвичай $l_4 = 8 \dots 12$ мм
Параметр	Позначення	Орієнтовні розміри в мм
Відстань від кола вершин зубів колеса до внутрішньої поверхні днища	$b_0$	$b_0 = (5 \dots 10)t$

**Примітка:** на рис. 2, 3, 4 наведені приклади ескізних компоновок одноступінчастих редукторів

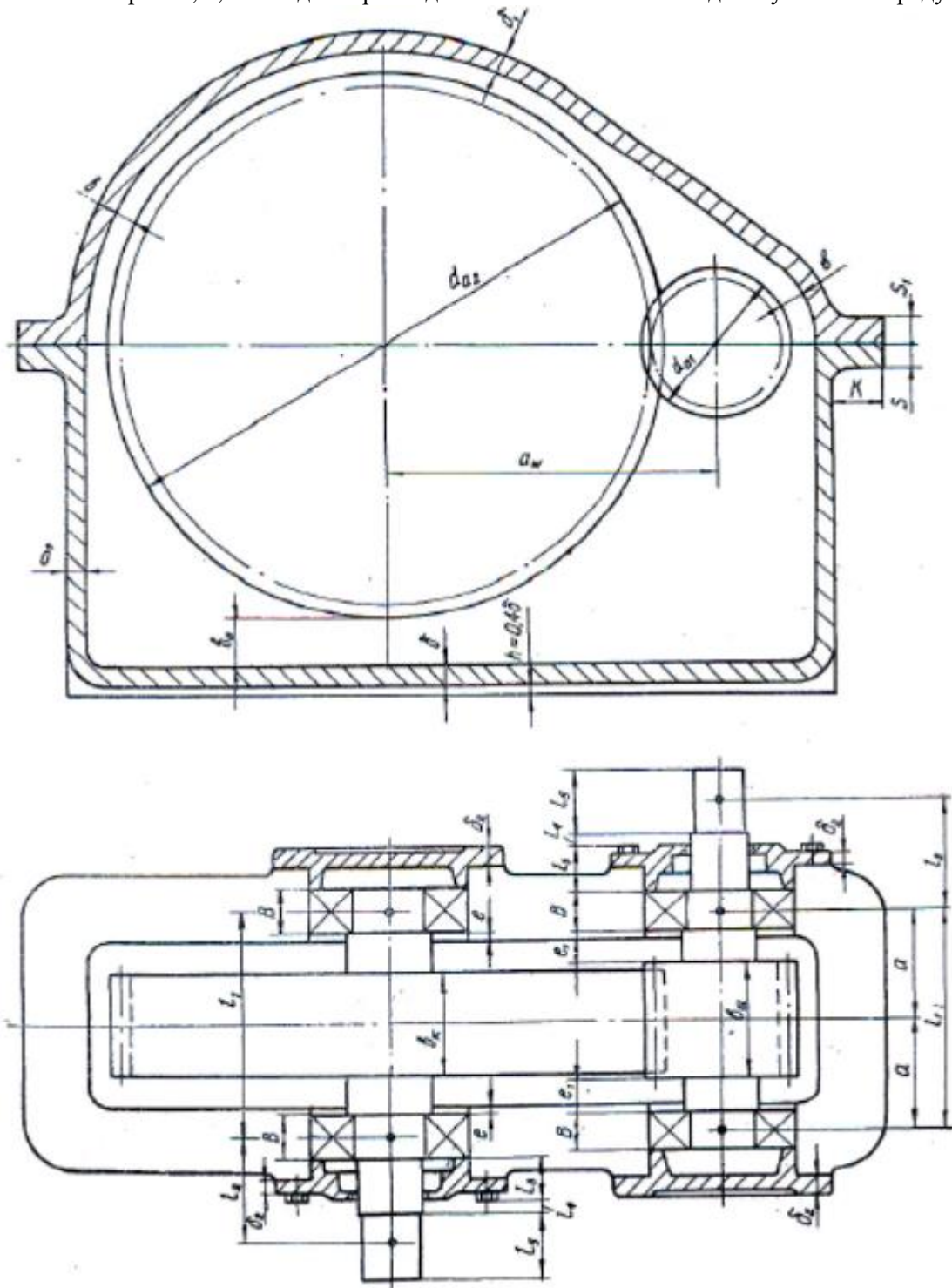


Рисунок 2 - Ескізна компоновка одноступінчастого циліндричного редуктора



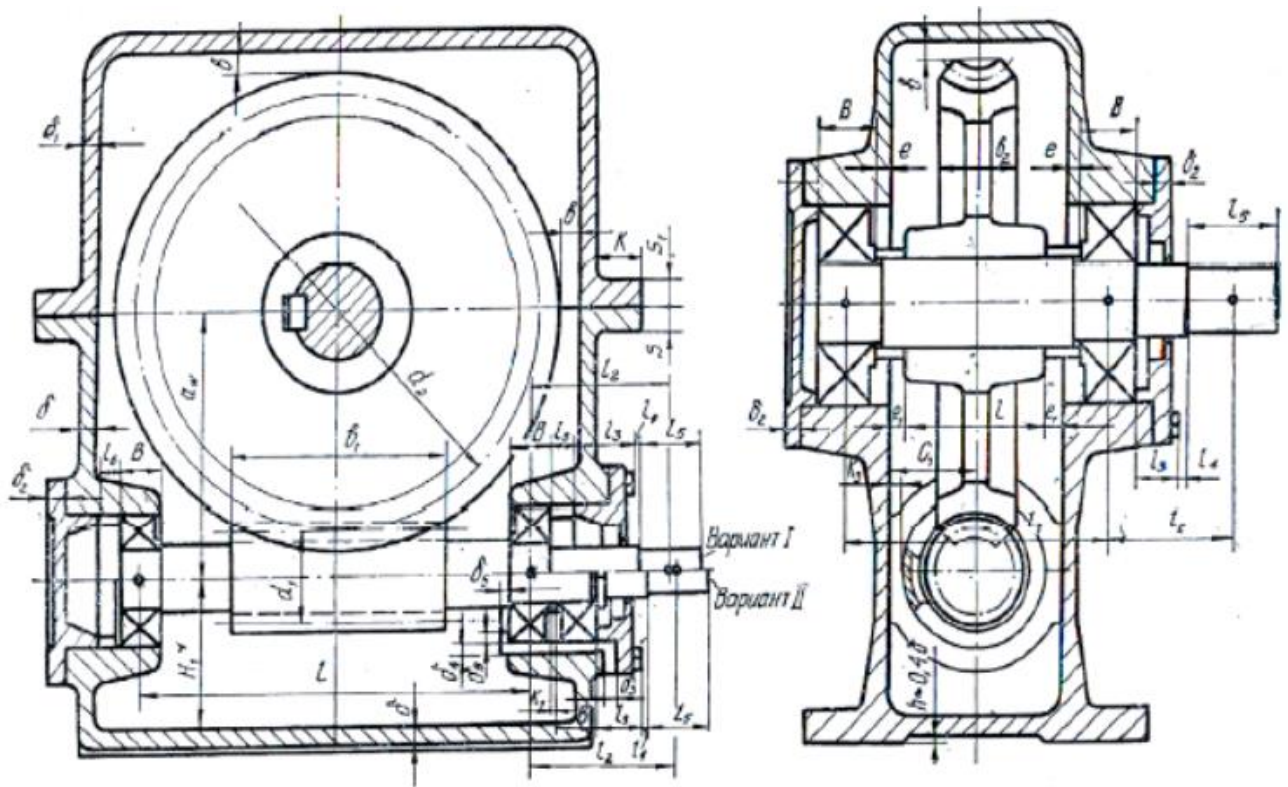


Рисунок 4 - Ескізна компоновка одноступінчастого черв'ячного редуктора

Таблиця 33 - Визначення еквівалентного навантаження на підшипниках кочення

Еквівалентне навантаження визначається за формулою						
$R_E = VR_r K_6 K_T$ при $\frac{R_a}{VR_r} < e$						
$R_E = (XVR_r + YR_a) K_6 K_T$ при $\frac{R_a}{VR_r} > e$						
Параметр	Позначення	Радіальні кулькопідшипники	Радіально-упорні кулькопідшипники			Конічні роликопідшипники
			Кут контакту $\alpha$ , град (каталог підшипників*)			
			12	26	36	
Коефіцієнт радіального навантаження	$X$	0,56	0,45	0,41	0,37	0,4
Коефіцієнт радіального навантаження	$Y$	табл. 28	табл.30	0,87	0,66	каталог підшипників*
Коефіцієнт впливу осьового навантаження	$e$	табл. 28	табл. 30	0,68	0,95	каталог підшипників*
Радіальне навантаження підшипника, Н	$R_r$	$R_r = R$ - сумарна реакція підшипника (см. пз «Попередній розрахунок валів»)				
Осьова складова радіальної реакції, Н	$R_s$	-	-	$R_{s2} = eR_{r2}$ $R_{s1} = eR_{r1}$		$R_{s2} = 0,83eR_{r2}$ $R_{s1} = 0,83eR_{r1}$
Осьове навантаження підшипника, Н	$R_a$	$R_a = F_a$	$R_a$ визначається окремо для лівого і правого підшипника в залежності від схеми їх розташування і відношення сил $R_{s1}, R_{s2}, F_a$			
Осьова сила в зачепленні, Н		Визначається при розрахунку параметрів зубчастої передачі				
Статична вантажопідйомність, Н (кН)	$C_{r0}$	Обирається з каталогу підшипників*, в залежності від типорозміру підшипника				
Динамічна вантажопідйомність, Н (кН)	$C_r$	Обирається з каталогу підшипників*, в залежності від типорозміру підшипника				
Коефіцієнт безпеки	$K_6$	Визначається по табл. 31 в залежності від характеру навантаження і виду машинного агрегату				
Температурний коефіцієнт	$K_T$	Табл. 32				
Коефіцієнт обертання	$V$	$V = 1$ , коли обертається внутрішнє кільце				

**Примітка:** Посилання на онлайн каталог підшипників кочення:

[https://www.podshypnik.info/ua/index.php?zid=basic\\_sizes&typ=3189\\_t7&sketch=sk00#google\\_vignette](https://www.podshypnik.info/ua/index.php?zid=basic_sizes&typ=3189_t7&sketch=sk00#google_vignette)

Таблиця 34 - Визначення осевого навантаження на опори валів

Схема навантаження підшипників	Осьові реакції в опорах	
<p>Радіальні кулькові, поставлені «у розпір»</p>	$R_{S1} = 0;$ $R_{S2} = 0$ $F_a \geq 0$	$R_{a1} = F_a$ $R_{a2} = F_a$
<p>Радіально-упорні кулькові та роликові поставлені:</p> <p>«у розпір»</p>	$R_{S1} \geq R_{S2}$ $F_a \geq 0$	$R_{a1} = R_{S1}$ $R_{a2} = R_{a1} + F_a$
<p>«у розтяжку»</p>	$R_{S1} < R_{S2}$ $F_a \geq R_{S1} - R_{S2}$	
<p>«у розтяжку»</p>	$R_{S1} < R_{S2}$ $F_a \geq R_{S1} - R_{S2}$	$R_{a1} = R_{a2} - F_a$ $R_{a2} = R_{S2}$

Таблиця 35 - Значення коефіцієнтів  $e$  та  $Y$  для радіальних однорядних кулькопідшипників

	0,014	0,028	0,056	0,084	0,11	0,17	0,28	0,42	0,56
$e$	0,19	0,22	0,26	0,28	0,30	0,34	0,38	0,42	0,44
$Y$	2,30	1,99	1,71	1,55	1,45	1,31	1,15	1,04	1,00

Таблиця 36 - Значення коефіцієнтів  $e$  та  $Y$  для радіальних однорядних кулькопідшипників

	0,014	0,029	0,057	0,086	0,11	0,17	0,29	0,43	0,57
$e$	0,30	0,34	0,37	0,41	0,45	0,48	0,52	0,54	0,54
$Y$	1,81	1,62	1,46	1,34	1,22	1,13	1,04	1,01	1,00

Таблиця 37 - Значення коефіцієнта безпеки  $K_\delta$  і необхідної довговічності підшипників  $L_h$ 

Машина, обладнання і характер навантаження	$L_h$	$K_\delta$
Спокійне навантаження (без поштовхів): стрічкові транспортери, що працюють у закритому приміщенні, вантаж без пилу, блоки вантажопідіймних машин	$(3 \dots 8) 10^3$	1...1,1
Легкі поштовхи. Короткочасні перенавантаження до 125% від розрахункового навантаження:		
металорізальні верстати, елеватори, цехові конвеєри, редуктори зі шліфованими зубцями, крани електричні, що працюють в легкому режимі, вентилятори	$(8 \dots 12) 10^3$	1,1...1,2
машини для однозмінної роботи, з неповним навантаженням, стаціонарні електродвигуни, редуктори	$(10 \dots 25) 10^3$	1,2...1,3
Помірні поштовхи і вібрації. Короткочасні перенавантаження до 150% від розрахункового навантаження.		
редуктори з фрезерованими зубцями 7ого ступеня точності, крани електричні, що працюють в середньому режимі	$(20 \dots 30) 10^3$	1,3...1,4
шліфувальні, стругальні, довбальні верстати, центрифуги, сепаратори, зубчасті приводи 8ого ступеня точності, гвинтові конвеєри, крани електричні	$(40 \dots 50) 10^3$	1,5...1,7
Машина, обладнання і характер навантаження	$L_h$	$K_\delta$
Значні поштовхи і вібрації. Короткочасні перенавантаження до	$(60 \dots 100) 10^3$	1,7...2

200% від розрахункового навантаження. Ковальні машини, галтувальні барабани, зубчасті приводи 8ого ступеня точності		
---	--	--

Таблиця 38 - Значення температурного коефіцієнта  $K_T$

Робоча температура підшипника, $C^0$ , до	100	125	150	175	200	225	250
$K_T$	1,0	1,05	1,1	1,15	1,25	1,35	1,4

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Гайдамака А. В. Деталі машин. Основи теорії та розрахунків: навчальний посібник для студентів машинобудівних спеціальностей усіх форм навчання. Харків: НТУ «ХПІ», 2020. – 275 с.18.
2. Дереза О.О. Інженерна механіка (Деталі машин): посібник-практикум (Частина 1) / О.О. Дереза та ін. Мелітополь: Люкс, 2020. – 143 с.
3. Дереза О.О. Інженерна механіка (Деталі машин): посібник-практикум (Частина 2) / О.О. Дереза та ін. Мелітополь: Люкс, 2021. – 132 с.
4. Дереза О.О., Коломієць С. М. Практикум з дисципліни «Інженерна механіка (ДМ)»: навчальне видання. Мелітополь. Люкс, 2019. – 103 с.
5. Деталі машин. Курсове проектування. Частина 1 : навч. посіб. / Ю. А. Невдаха, В. В. Пирогов, А. Ю. Невдаха, В. В. Пукалов. - Кропивницький : Лисенко В.Ф., 2018. - 252 с. <https://dspace.kntu.kr.ua/handle/123456789/8371>
6. Деталі машин. Розрахунок та конструювання [Текст] : підручник / Г. В. Архангельський, М. С. Воробйов, В. С. Гапонов [та ін.]. - Київ : Талком, 2014. - 684 с. : табл., рис. - Бібліогр.: с. 683. - ISBN 978-617-7133-52-9. <https://card-file.ontu.edu.ua/handle/123456789/3334>
7. Деталі машин: підручник : затверджено МОН України / А. В. Міняйло та ін. – К.: Агроосвіта, 2013. – 448 с.3.
8. ДСТУ 3012-95. Підшипники кочення та ковзання. Терміни та визначення.
9. ДСТУ 3321:2003. Система конструкторської документації. Терміни та визначення основних понять.
10. ДСТУ EN ISO 3952-1:2018 Кинематические схемы. Графические условные обозначения. Часть 1 (EN ISO 3952-1:1994, IDT; ISO 3952-1:1981, IDT).
11. Мазоренко Д.І. Розрахунок передач привода: методичні вказівки до виконання курсового проекту по деталях машин / Д.І. Мазоренко, А.В. Міняйло, Б.З. Овчаров, Л.М. Тіщенко. Харків: ХДТУСГ, 2004. 132 с.
12. Малащенко В.О., Павлище В.Т. Деталі машин. Збірник завдань та прикладів розрахунків. – Львів: НУЛП, 1999. – 116 с.
13. Малащенко, В. О., Янків В. В. Деталі машин. Курсове проектування: навч. посібник. 3-тє вид., стер. Львів : Новий Світ - 2000, 2007.
14. Мархель, І. І. Деталі машин: навч. посібник : рекомендовано МОН України. К. : Алерта, 2005. - 368 с.
15. Назін, В. І. Деталі машин і основи конструювання : навч. посіб. / В. І. Назін ; М-во освіти і науки України, Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т». – Харків : ХАІ, 2021. – 304 с. <http://dspace.library.khai.edu/xmlui/handle/123456789/7743>
16. Павлище В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин: Підручн. 2-е вид. перероб. Львів, 2003. – 560 с.
17. Попов С.В., Бучинський М.Я., Гнітько С.М., Чернявський А.М. Теорія механізмів технологічних машин: підручник для студентів механічних спеціальностей закладів вищої освіти. Харків: НТМТ, 2019. 268 с.

Електронне навчальне видання комбінованого використання  
Можна використовувати в локальному та мережному режимі

**Малініна Юлія Володимирівна**

**ТЕОРЕТИЧНА ТА ПРИКЛАДНА МЕХАНІКА.  
ДЕТАЛІ МАШИН**

Двідкові матеріали до проведення  
практичних занять та виконання курсового проекту для здобувачів вищої освіти  
першого (бакалаврського) рівня денної та заочної форм здобуття освіти  
за спеціальностями 015 «Професійна освіта (Машинобудування)»,  
015 «Професійна освіта (Транспорт)»

У 2 частинах

Частина 1

В авторській редакції

Підписано до розміщення 25.06.2025. Гарнітура Times New Roman.  
Ум. друк. арк. 1.57 Обсяг 1,783 Мб. Зам. № 287/25.

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна,  
61022, м. Харків, майдан Свободи, 4.  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 3367 від 13.01.2009  
Видавництво ХНУ імені В. Н. Каразіна