МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Контрольні завдання з курсу "Деталі машин і основи конструювання"

для студентів інженерно-механічних спеціальностей
денної та заочної форм навчання

Затверджено
редакційно-видавничою
радою університету.
Протокол № 1
від 12.03.2003 р.

Суми Вид-во СумДУ 2003

Контрольні завдання з курсу "Деталі машин і основи конструювання" / Укладач В.П.Клюс.- Суми: Вид-во СумДУ, 2003.- 59 с.
Кафедра основ проектування машин

1 Завдання

для: а) кінематичного розрахунку привода;

б) розрахунку зубчастих (черв'ячних передач).

Обсяг завдання

1 Кінематичний розрахунок привода, який містить вибір електродвигуна і знаходження кінематичних, силових та енергетичних параметрів для кожного вала привода;

2 Розрахунок тихохідної передачі редуктора.

Рекомендації

1 Якщо до складу привода входить ланцюгова або пасова передача, то передаточне число їх береться таким чином: $u_{лан} \leq 3$; $u_{пас} \leq 3$.

2 З метою мінімізації маси редуктора загальне передаточне число редуктора розбивається так:

а) редуктор двоступінчастий циліндричний за розгорнутою схемою: $u_{тих} = 0{,}88\sqrt{u_{ред}}$; $u_{шв} = u_{ред} / u_{тих}$;

б) редуктор двоступінчастий циліндричний співвісний: $u_{тих} = 0{,}95\sqrt{u_{ред}}$; $u_{шв} = u_{ред} / u_{тих}$;

в) редуктор двоступінчастий циліндричний співвісний із внутрішнім зачепленням: $u_{шв} = 2\sqrt[3]{u_{ред}}$; $u_{тих} = u_{ред} / u_{шв}$;

г) редуктор двоступінчастий конічно-циліндричний: $u_{тих} = 1{,}1\sqrt{u_{ред}}$; $u_{шв} = u_{ред} / u_{тих}$;

д) редуктор двоступінчастий черв'ячно-циліндричний:

якщо $u_{ред} \leq 50$, то $u_{шв} = 8$, $u_{тих} = u_{ред} / 8$;

якщо $u_{ред} > 50$, то $u_{тих} = 6{,}3$, $u_{шв} = u_{ред} / 6{,}3$;

е) редуктор двоступінчастий циліндрично-черв'ячний: $u_{шв} = 1{,}6 - 3{,}15$, $u_{тих} = u_{ред} / u_{шв}$;

ж) редуктор двоступінчастий черв'ячний: $u_{шв} = u_{тих} = \sqrt{u_{ред}}$;

з) редуктор планетарний двоступінчастий:

якщо $u_{ред} \leq 25$, то $u_{шв} = 4$, $u_{тих} = u_{ред} / 4$;

якщо $25 < u_{ред} \leq 63$, то $u_{тих} = 6{,}3$, $u_{шв} = u_{ред} / 6{,}3$;

якщо $u_{ред} > 63$, то $u_{шв} = 10$, $u_{тих} = 0{,}1\, u_{ред}$;

к) редуктор триступінчастий циліндричний, або конічно-циліндричний:

$u_{шв} = 0{,}58\sqrt[7]{u_{ред}^{4}}$, $u_{пром} = 1{,}08\sqrt[7]{u_{ред}^{2}}$, $u_{тих} = 1{,}6\sqrt[7]{u_{ред}}$.

3 Вибір основних параметрів редукторів.

До основних параметрів редукторів відносять головні параметри (міжосьову відстань, радіус водила, зовнішній ділильний діаметр конічного колеса); передаточні відношення і числа; коефіцієнти ширини; модулі; кути нахилу лінії зуба; коефіцієнти діаметрів черв'яків.

Головні параметри потрібно вибирати із єдиного ряду:
25; 28; 32; 36; 40; 45; 50; 56; 63; 71; 80; 90; 100; 112; 125; 140; 160; 180; 200; 224; 250; 280; 315; 355; 400; 450; 500; 560; 630; 710.

Передаточні відношення редукторів і передаточні числа окремих ступенів потрібно вибирати із єдиного ряду (допустиме відхилення від номінальних значень ±4%): 1,00; 1,12; 1,25; 1,40; 1,60; 1,80; 2,00; 2,24; 2,50; 2,80; 3,15; 3,55; 4,00; 4,50; 5,00; 5,60; 6,30; 7,10; 8,00; 9,00; 10,0; 11,2; 12,5; 14,0; 16,0; 18,0; 20,0;22,4; 25,0; 28,0; 31,5; 35,5; 40,0; 45,0; 50,0; 56,0; 63,0; 71,0; 80,0.

Коефіцієнти ширини (відношення ширини вінця до міжосьової відстані) потрібно зазначати в залежності від положення колес відносно опор:

- при симетричному положенні - 0,4; 0,5;
- при несиметричному положенні - 0,25; 0,315; 0,4;
- при консольному положенні - 0,2; 0,25;
- для передач внутрішнього зачеплення - 0,2 [(u+1)/(u-1)];
- для шевронних передач - 0,4; 0,5; 0,63;
- для коробок передач - 0,1; 0,2.

Модулі потрібно вибирати із єдиного ряду:
1,0; 1,25; 1,6; 2,0; 2,5; 3,15; 4,0; 5,0; 6,3; 8,0; 10,0; 12,5; 16; 20; 25.

Коефіцієнти діаметрів черв'яка вибирати із стандартного ряду: 7,1; 8,0; 9,0; 10,0; 11,2; 12,5; 14,0; 16,0; 18,0; 20,0; 22,4; 25,0.

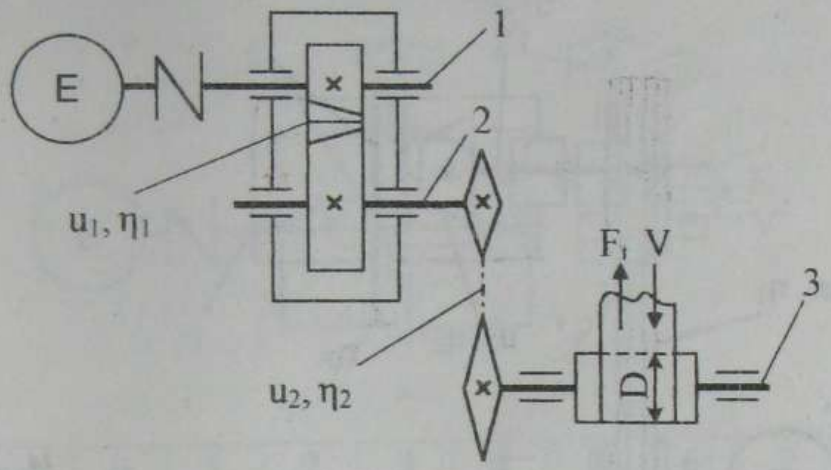
Число заходів черв'яка: 1; 2; 4.

Число зубців черв'ячного колеса: 32; 36; 40; 45; 50; 56; 63.

Діаметри валів потрібно зазначати із стандартного ряду:
10; 11; 12; 13; 14; 15; 16; 17; 18; 19; 20; 21; 22; 24; 25; 26; 28; 30; 32; 34; 36; 38; 40; 42; 45; 48; 50; 52; 55; 60; 63; 65; 70; 75; 80; 85; 90; 95; 100.

Коефіцієнти корисної дії муфт та підшипників кочення взяти такими, що дорівнюють 1,0.

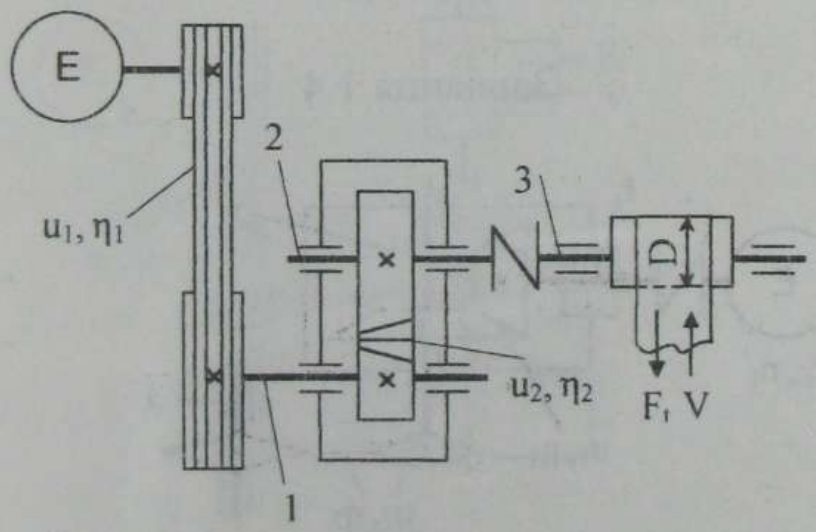
Завдання 1.1



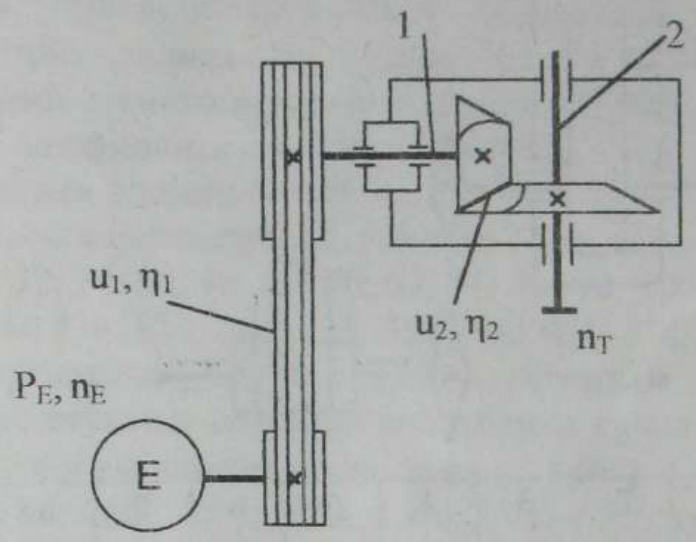
Варіант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
F_t, *кН*	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5
V, м/с	0,8	1,0	1,2	1,4	1,0	1,4	1,6	1,0	1,2	1,0
D, мм	300	350	400	320	420	380	300	320	400	320

Ресурс редуктора – 36000 год.
Режим роботи – середній рівноймовірний.

Завдання 1.2



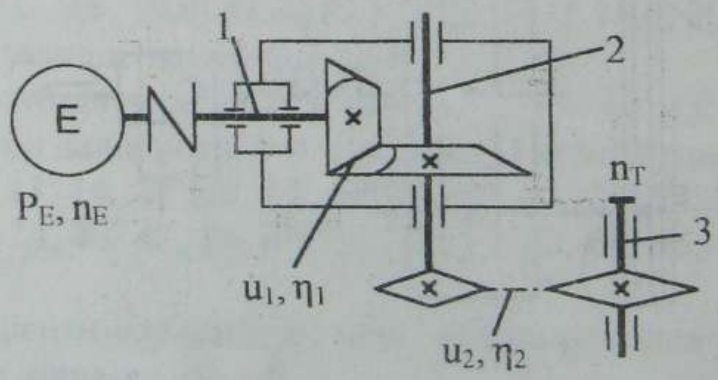
Завдання 1.3



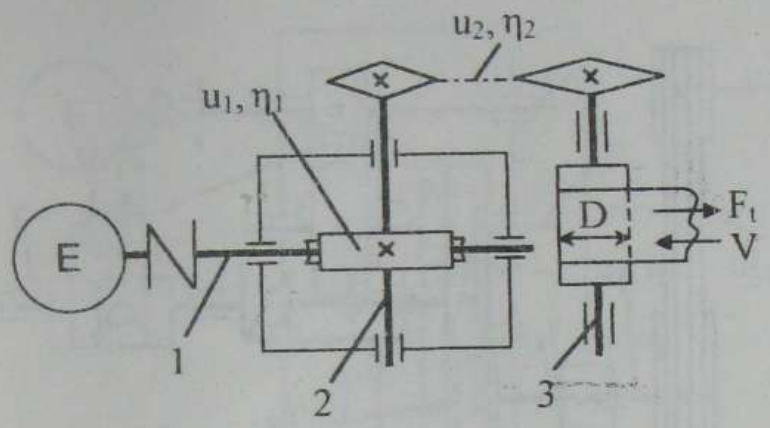
Варіант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
P_E, *кВт*	3,0	4,0	5,5	7,5	11,0	15,0	18,5	5,5	7,5	11,0
n_E, *хв* $^{-1}$	750	1000	1500	750	1000	1500	1000	1500	1000	1000
n_T, *хв* $^{-1}$	100	150	180	90	130	200	150	180	150	180

Ресурс редуктора – 36000 год.
Режим роботи – середній нормальний.

Завдання 1.4



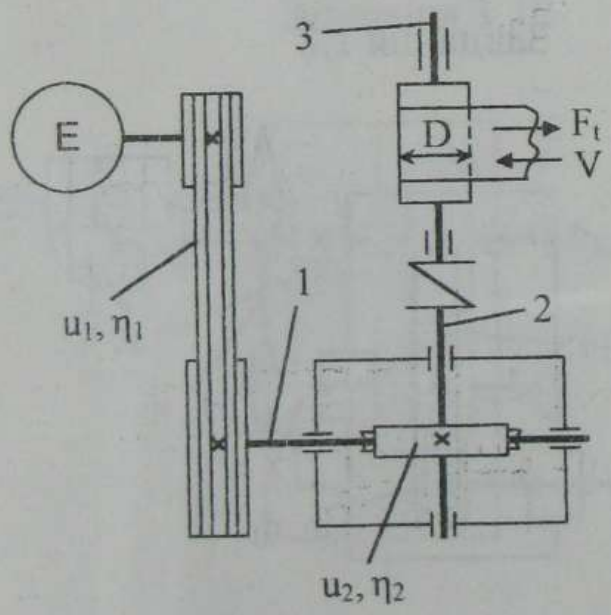
Завдання 1.5



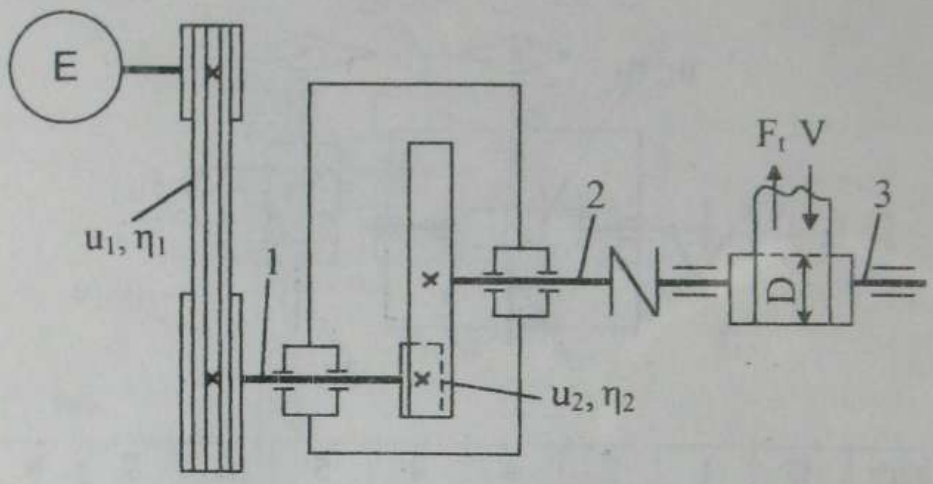
Варіант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
F_t, кН	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	3,0	4,0	5,0	8,0	9,0
V, м/с	0,8	1,0	1,2	0,8	1,0	1,2	1,3	1,4	1,0	1,2
D, мм	300	350	400	450	500	450	400	350	300	320

Ресурс редуктора – 16000 год.
Режим роботи – легкий.

Завдання 1.6



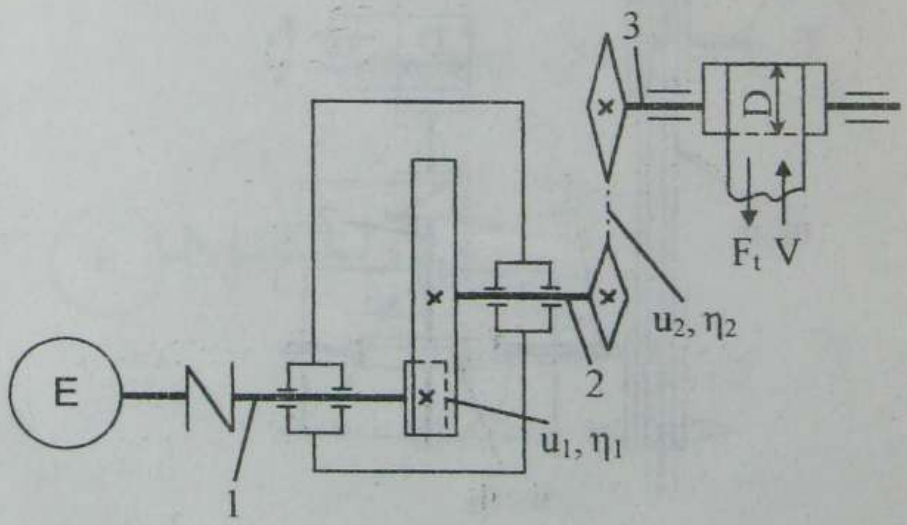
Завдання 1.7



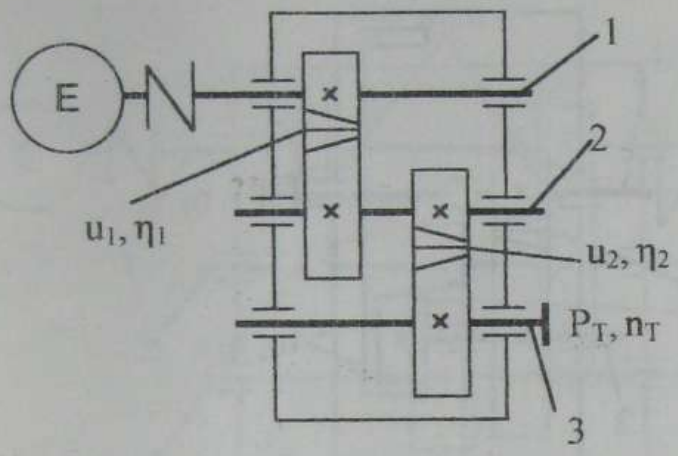
Варіант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
F_t, *кН*	8,5	7,5	6,5	5,5	4,5	8,0	7,0	6,0	5,0	4,0
V, м/с	0,9	1,2	1,0	1,1	1,4	1,3	1,2	1,0	1,4	1,2
D, мм	300	350	400	320	420	380	300	320	400	320

Ресурс редуктора – 36000 год.
Режим роботи – середній нормальний.

Завдання 1.8



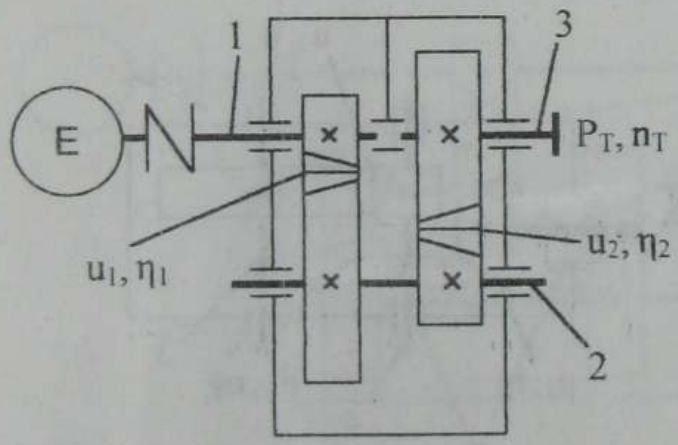
Завдання 1.9



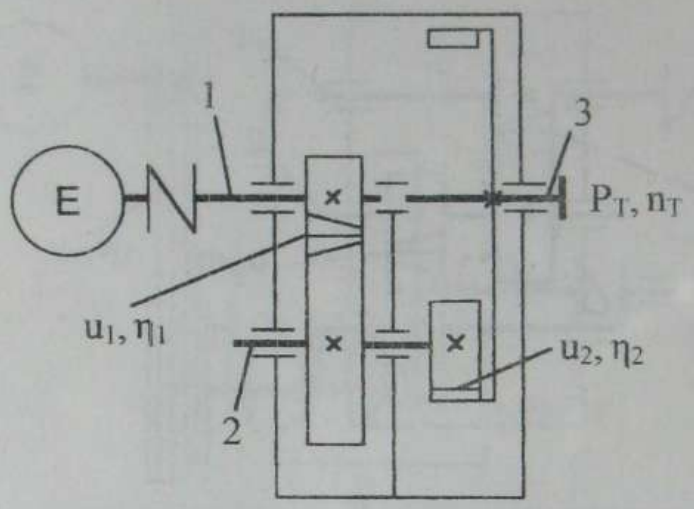
Варіант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
P_T, *кВт*	5,0	6,0	7,0	8,0	8,5	7,5	6,5	5,5	4,5	4,0
n_T, *хв* $^{-1}$	40	50	60	50	40	70	65	55	45	60

Ресурс редуктора – 24000 год.
Режим роботи – середній нормальний.

Завдання 1.10



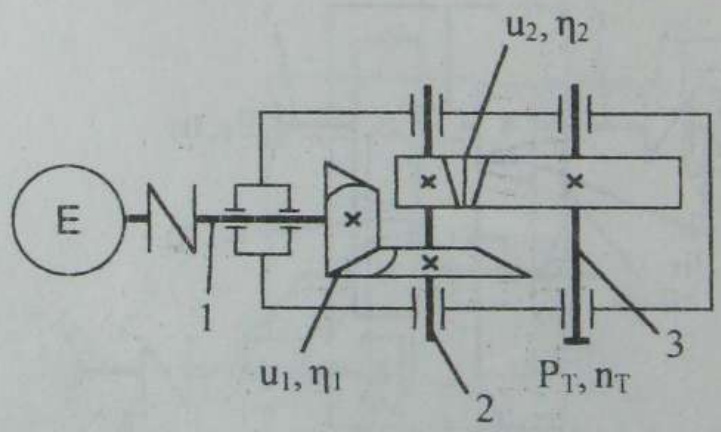
Завдання 1.11



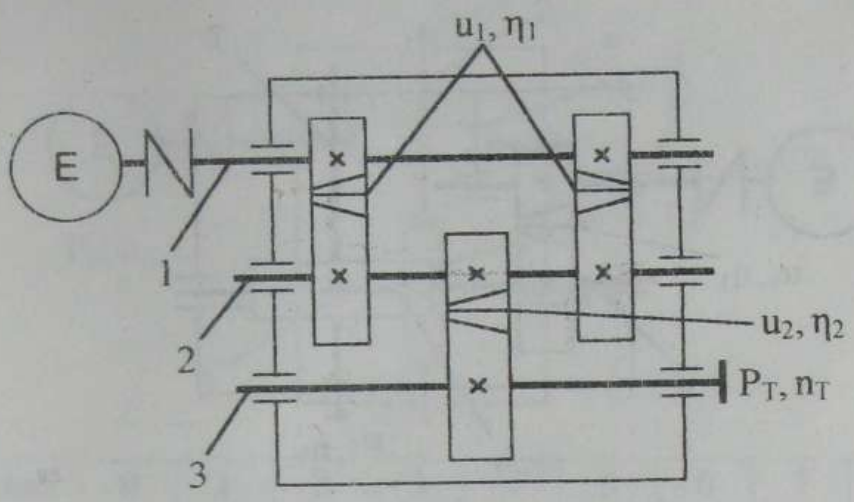
Варіант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
P_T, *кВт*	0,8	1,2	1,7	2,6	3,6	5,2	7,3	10,5	14,2	18,0
n_T, *хв* $^{-1}$	60	70	80	90	100	110	60	70	80	90

Ресурс редуктора – 24000 год.
Режим роботи – середній.

Завдання 1.12



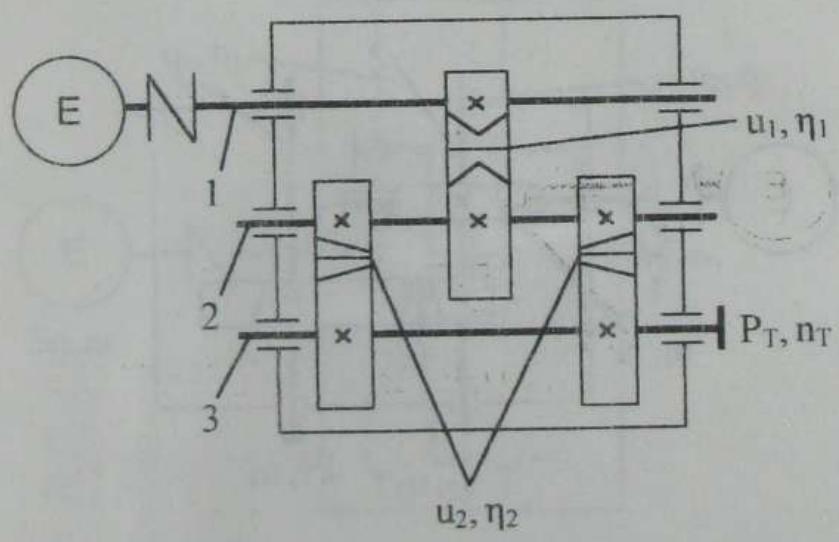
Завдання 1.13



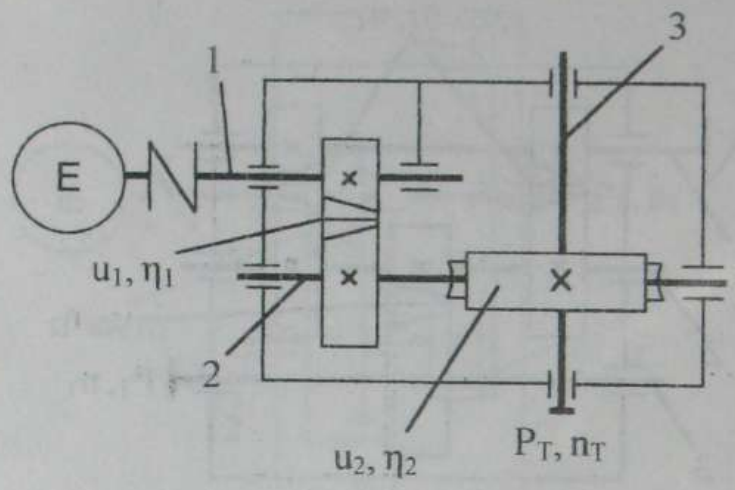
Варіант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
P_T, *кВт*	3,0	4,0	3,5	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	8,5
n_T, *хв*$^{-1}$	60	70	80	90	100	120	140	80	90	70

Ресурс редуктора – 24000 год.
Режим роботи – середній нормальний.

Завдання 1.14



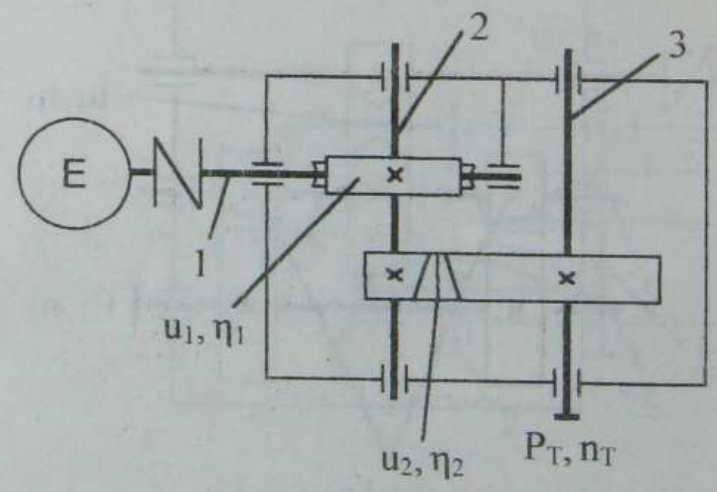
Завдання 1.15



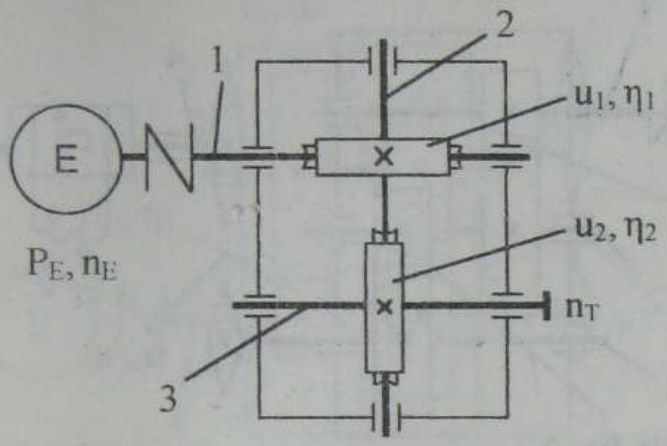
Варіант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
P_T, кВт	9,0	9,5	10,0	10,5	11,0	5,0	5,5	6,0	4,0	4,2
n_T, хв$^{-1}$	30	35	40	45	50	40	45	30	40	60

Ресурс редуктора – 16000 год.
Режим роботи – легкий.

Завдання 1.16



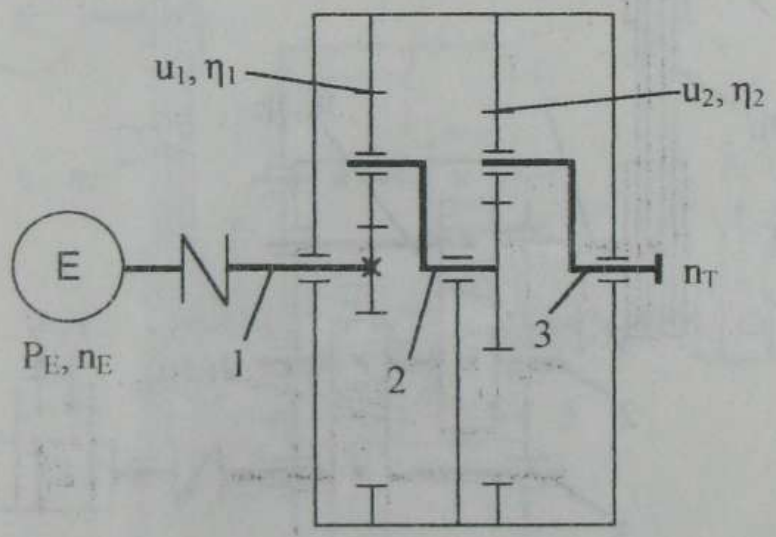
Завдання 1.17



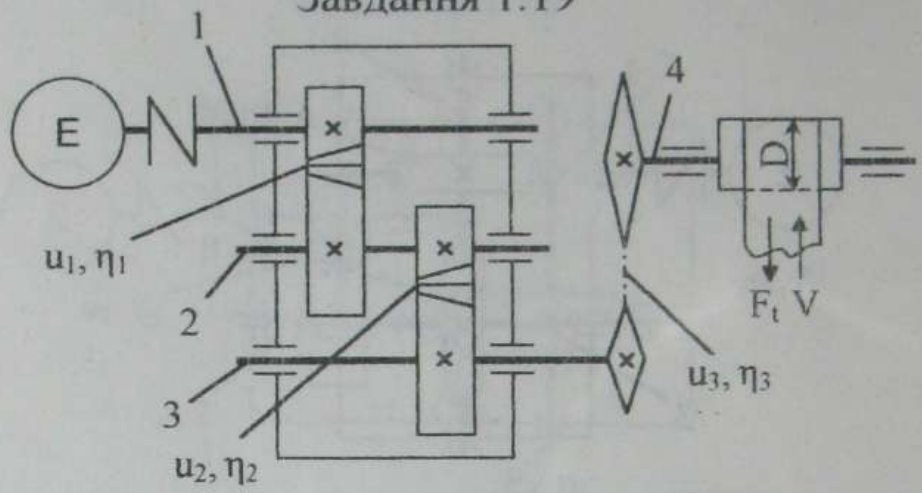
Варіант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
P_E, *кВт*	3,0	4,0	5,5	7,5	11,0	15,0	18,5	3,0	4,0	5,5
n_E, *хв* $^{-1}$	3000	3000	3000	3000	1500	1500	3000	1500	3000	1500
n_T, *хв* $^{-1}$	10	5	10	8	5	8	12	8	10	8

Ресурс редуктора – 16000 год.
Режим роботи – середній рівноймовірний.

Завдання 1.18



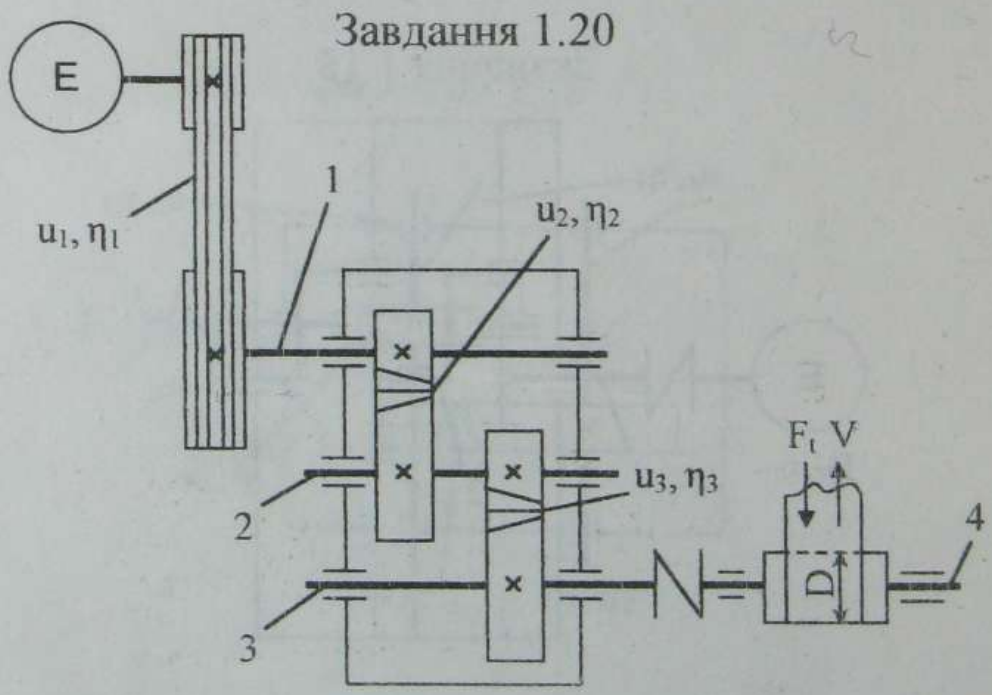
Завдання 1.19



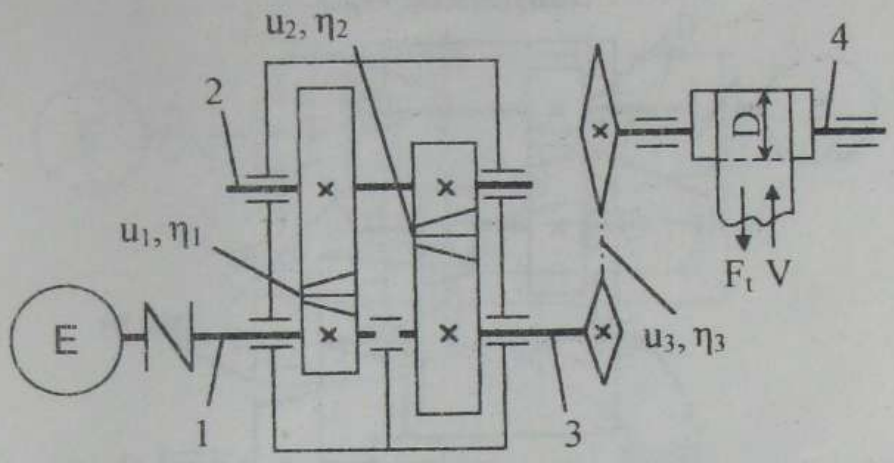
Варіант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
F_t, кН	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	3,0	4,0	5,0	8,0	7,0
V, м/с	0,8	1,0	1,2	0,8	1,0	1,2	1,3	1,4	1,0	1,2
D, мм	300	350	400	450	500	500	450	400	420	350

Ресурс редуктора – 36000 год.
Режим роботи – важкий.

Завдання 1.20



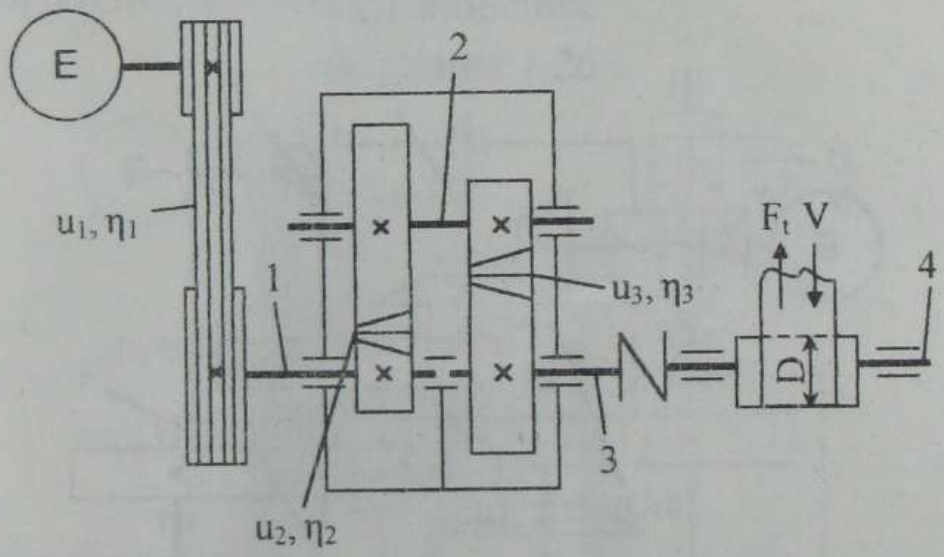
Завдання 1.21



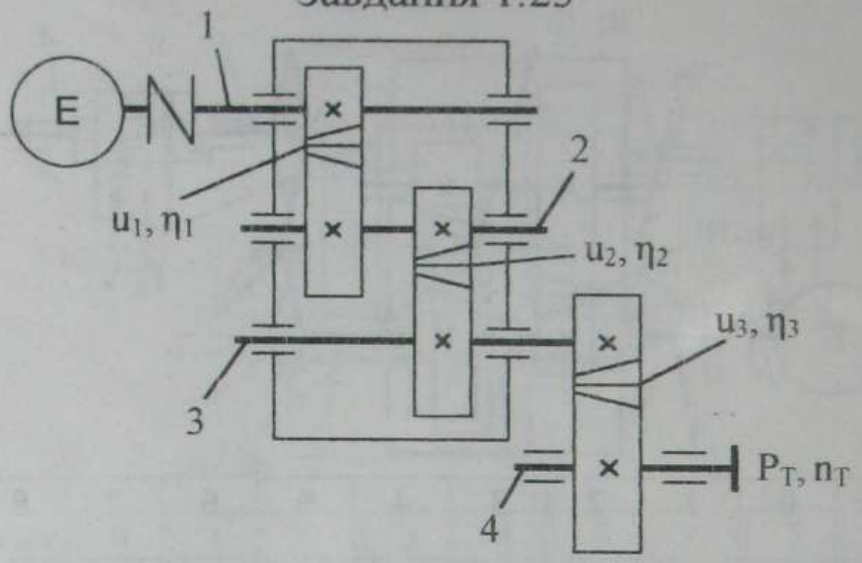
Варіант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
F_t, *кН*	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	3,0	4,0	5,0	8,0	9,0
V, м/с	0,8	1,0	1,2	0,8	1,0	1,2	1,3	1,4	1,0	1,2
D, мм	300	350	400	450	500	450	400	350	300	320

Ресурс редуктора – 36000 год.
Режим роботи – середній нормальний.

Завдання 1.22



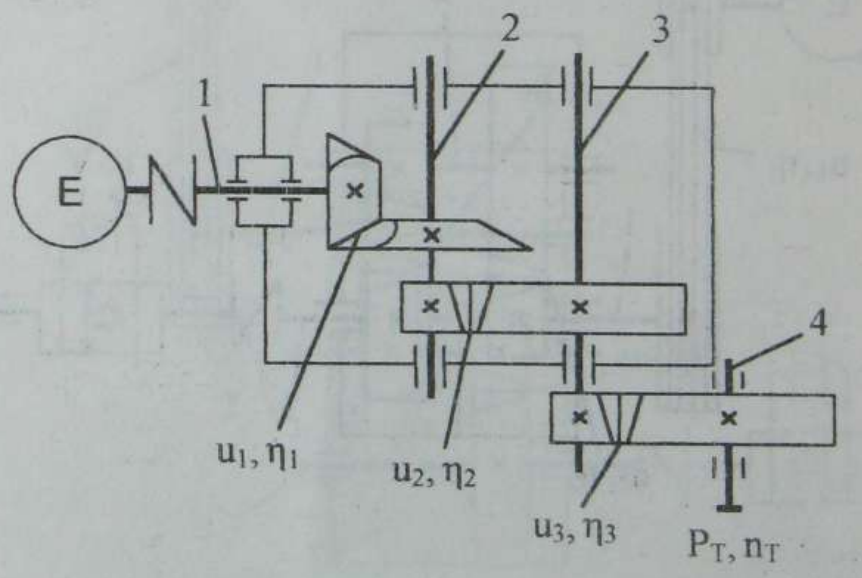
Завдання 1.23



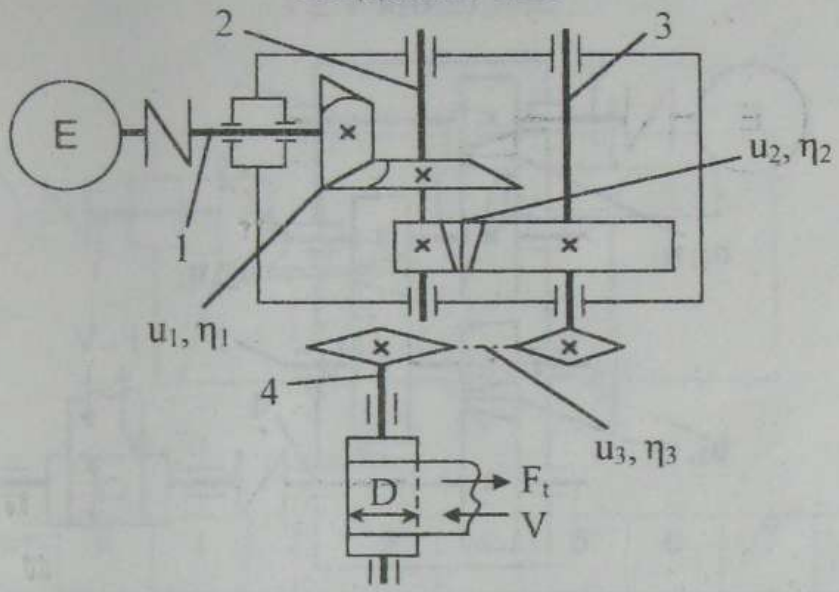
Варіант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
P_T, *кВт*	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0
n_T, *хв* $^{-1}$	10	30	20	40	60	30	20	40	20	30

Ресурс редуктора – 36000 год.
Режим роботи – середній нормальний.

Завдання 1.24



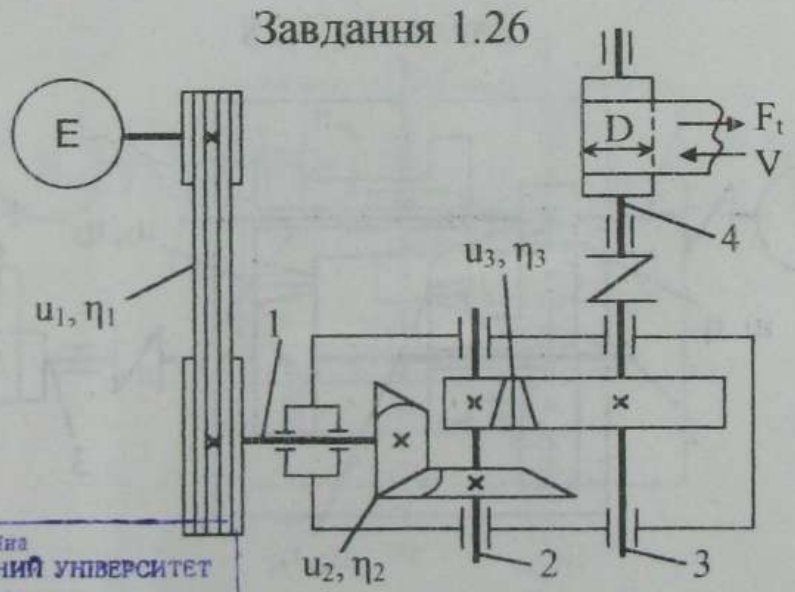
Завдання 1.25



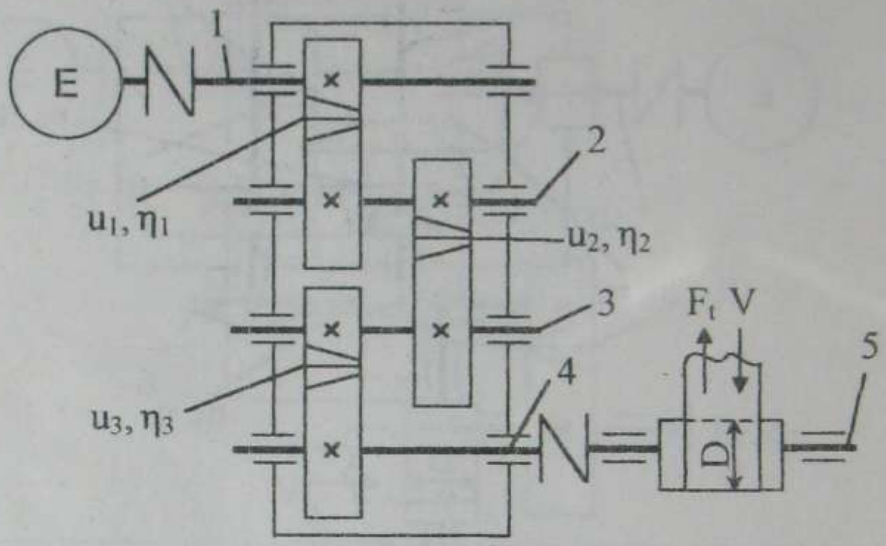
Варіант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
F_t, *кН*	8,5	7,5	6,5	5,5	4,5	8,0	7,0	6,0	5,0	4,0
V, м/с	0,9	1,2	1,0	1,1	1,4	1,3	1,2	1,0	1,4	1,2
D, мм	300	350	400	320	420	380	300	320	400	320

Ресурс редуктора – 32000 год.
Режим роботи – важкий.

Завдання 1.26



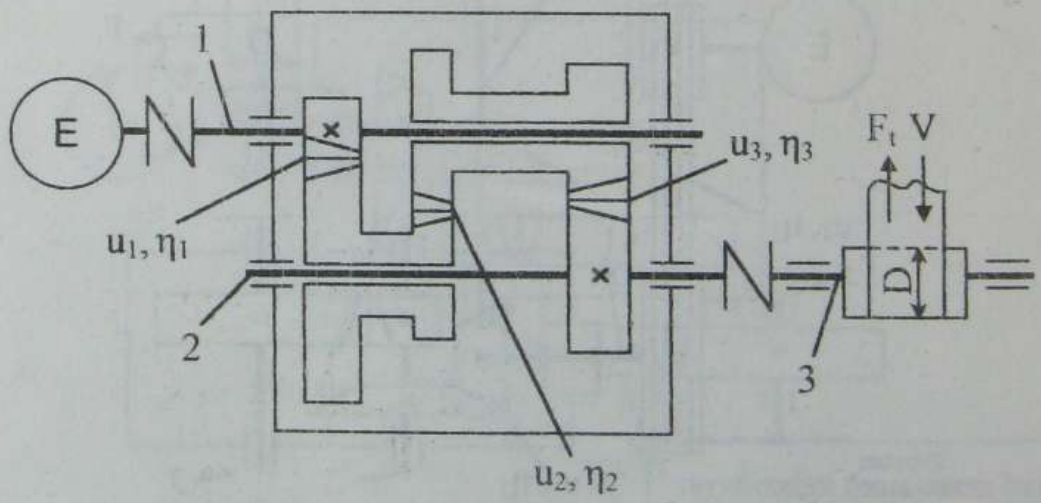
Завдання 1.27



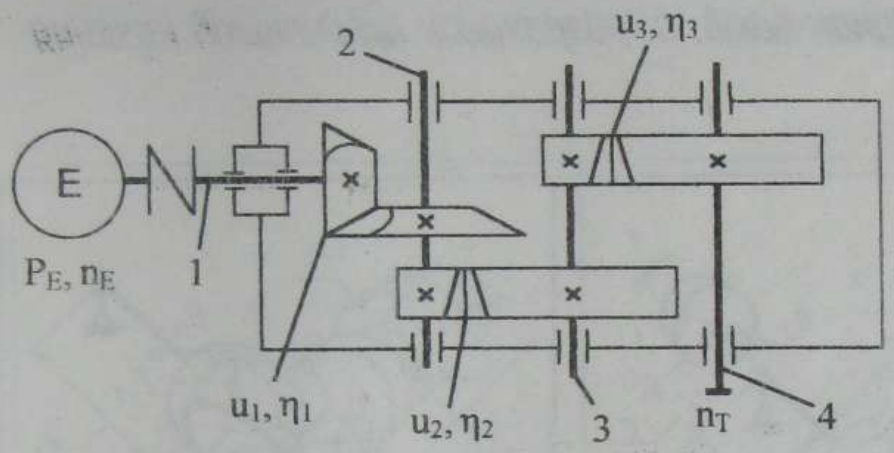
Варіант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
F_t, кН	8,5	7,5	6,5	5,5	4,5	8,0	7,0	6,0	5,0	4,0
V, м/с	0,8	1,0	1,2	0,8	1,0	1,2	1,3	1,4	1,0	1,2
D, мм	300	350	400	380	350	330	350	300	310	300

Ресурс редуктора – 36000 год.
Режим роботи – середній нормальний.

Завдання 1.28



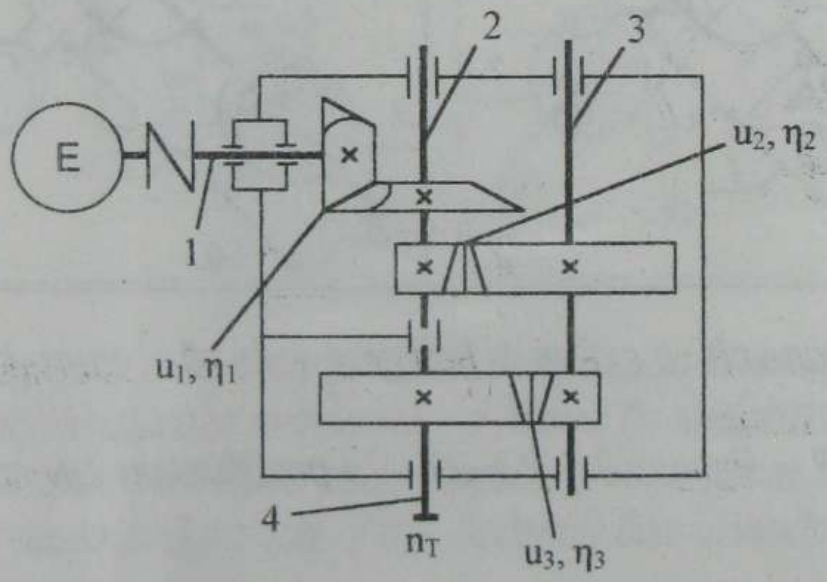
Завдання 1.29



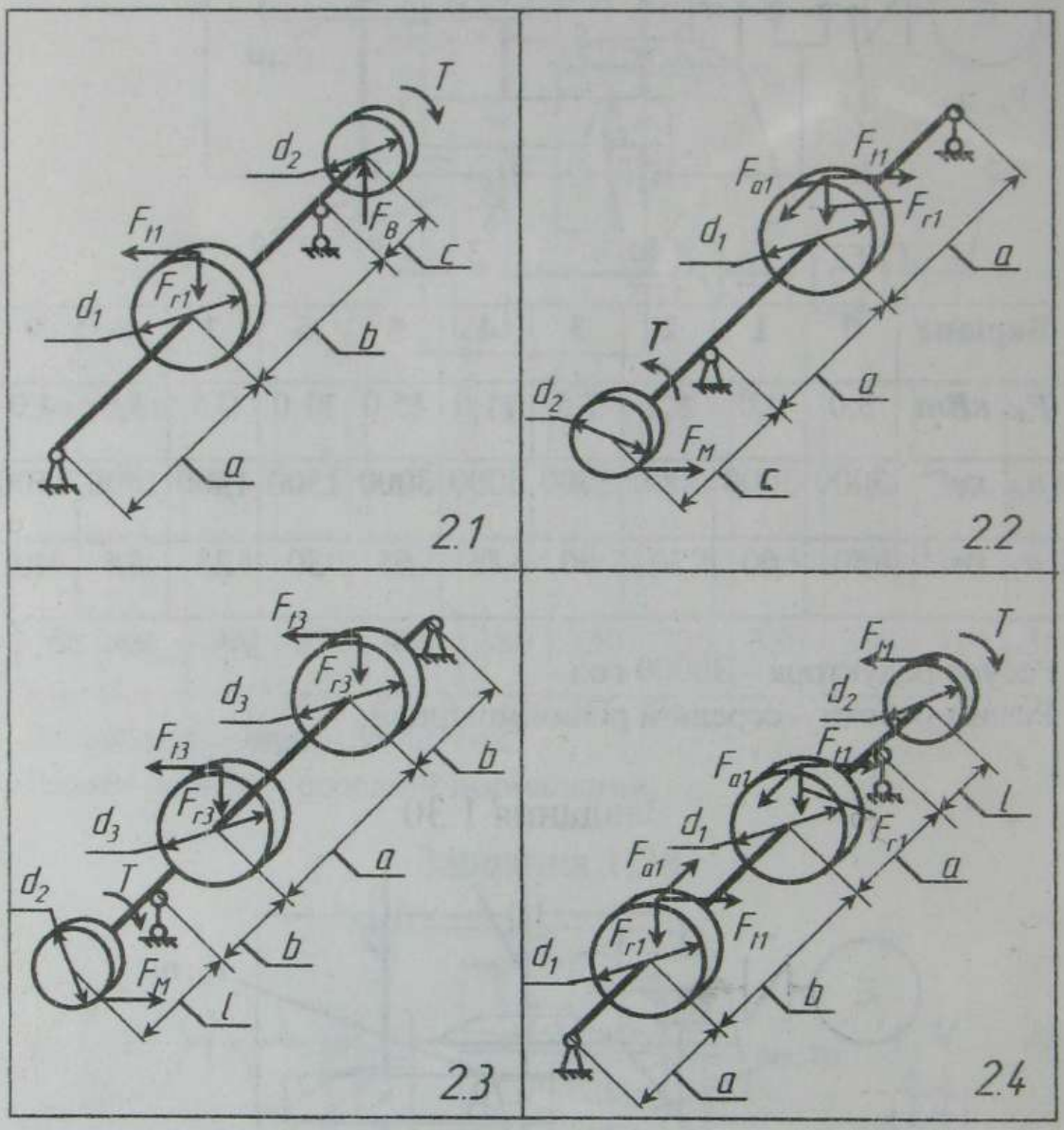
Варіант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
P_E, *кВт*	3,0	4,0	5,5	7,5	11,0	15,0	11,0	7,5	5,5	4,0
n_E, *хв* $^{-1}$	3000	3000	3000	3000	3000	3000	1500	1500	1500	1500
n_T, *хв* $^{-1}$	50	60	70	80	75	65	30	25	35	40

Ресурс редуктора – 30000 год.
Режим роботи – середній рівноймовірний.

Завдання 1.30

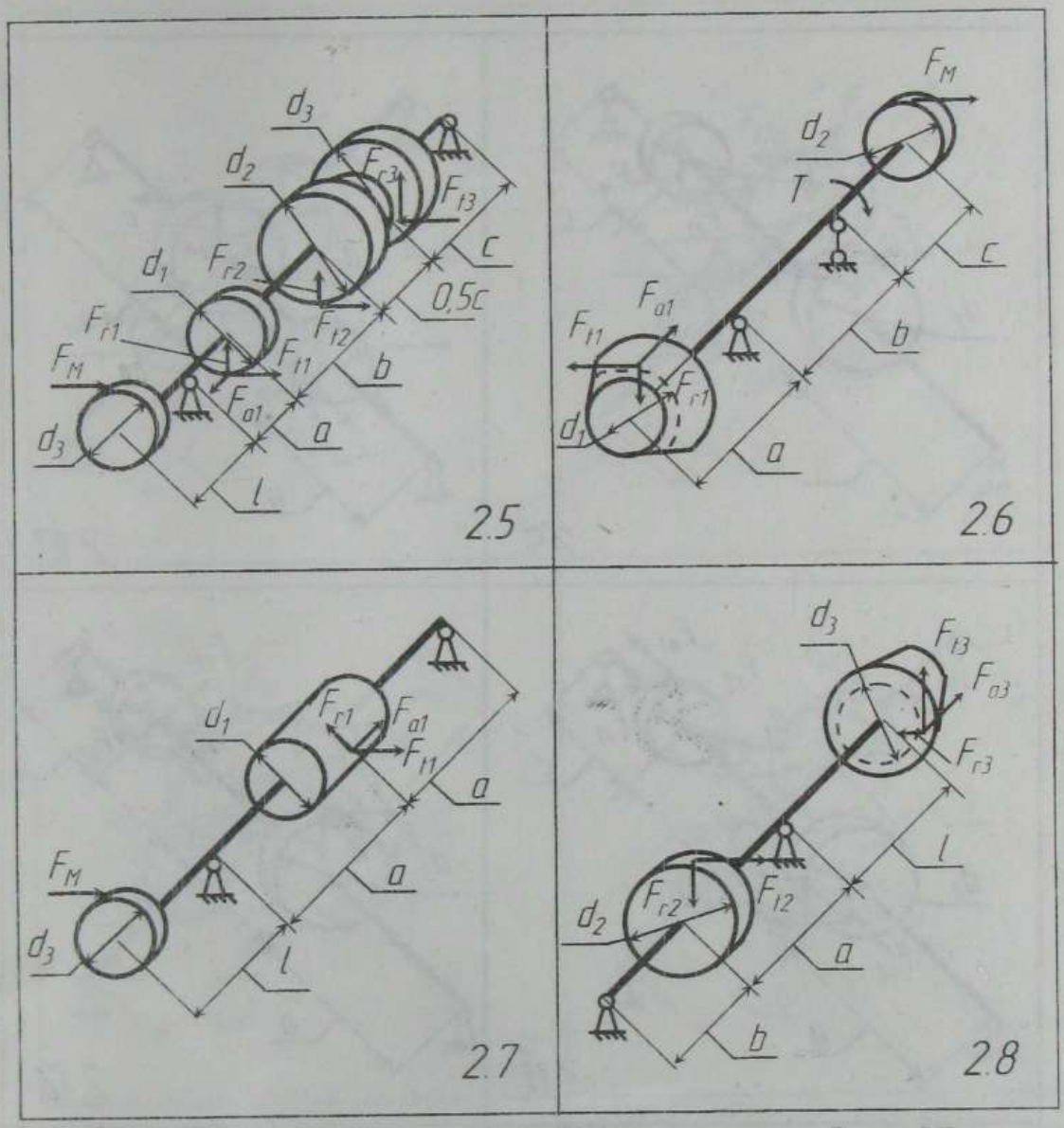


2 Завдання для самостійних робіт:
а) розрахунок валів; б) розрахунок підшипників кочення



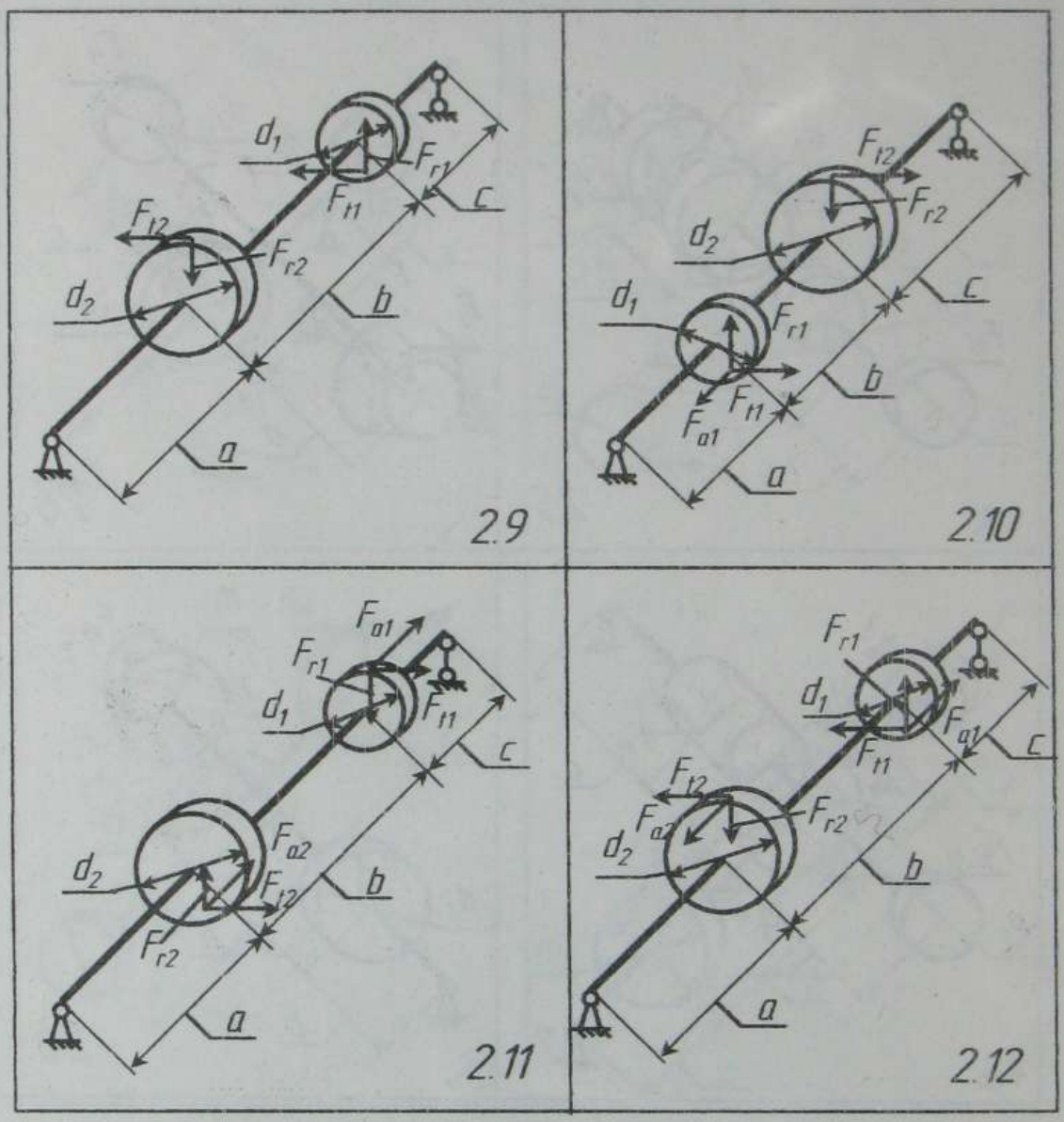
Розрахункові схеми ведучих валів циліндричних редукторів:
2.1, 2.2 – звичайних; 2.3, 2.4 – з роздвоєним ступенем

Завдання для самостійних робіт:
а) розрахунок валів; б) розрахунок підшипників кочення



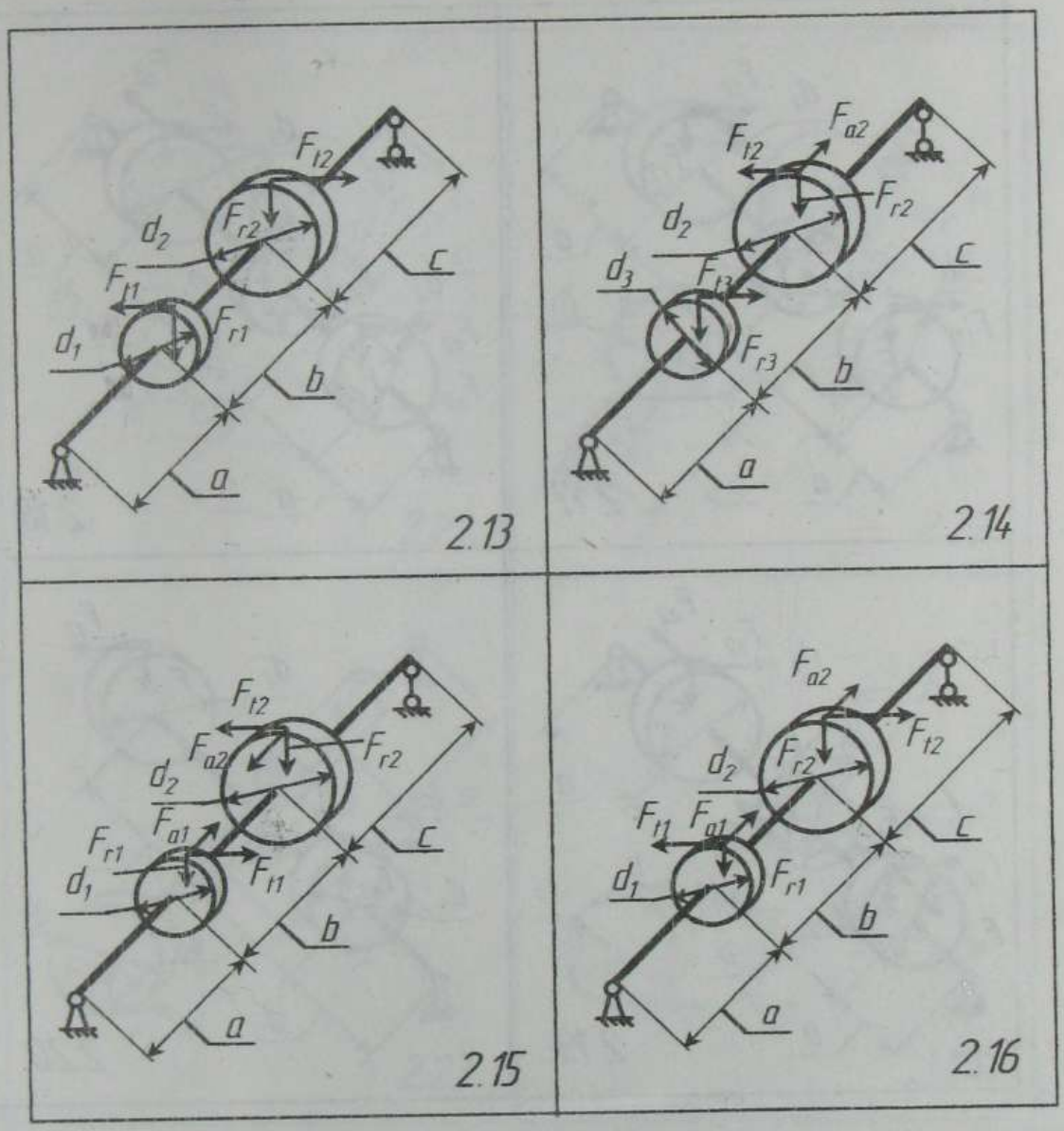
Розрахункові схеми валів: 2.5 – ведучий вал циліндричного триступінчастого редуктора з двома валами; 2.6 – ведучий вал конічного редуктора; 2.7 – ведучий вал черв'ячного редуктора; 2.8 – ведений вал циліндричного редуктора

Завдання для самостійних робіт:
а) розрахунок валів; б) розрахунок підшипників кочення



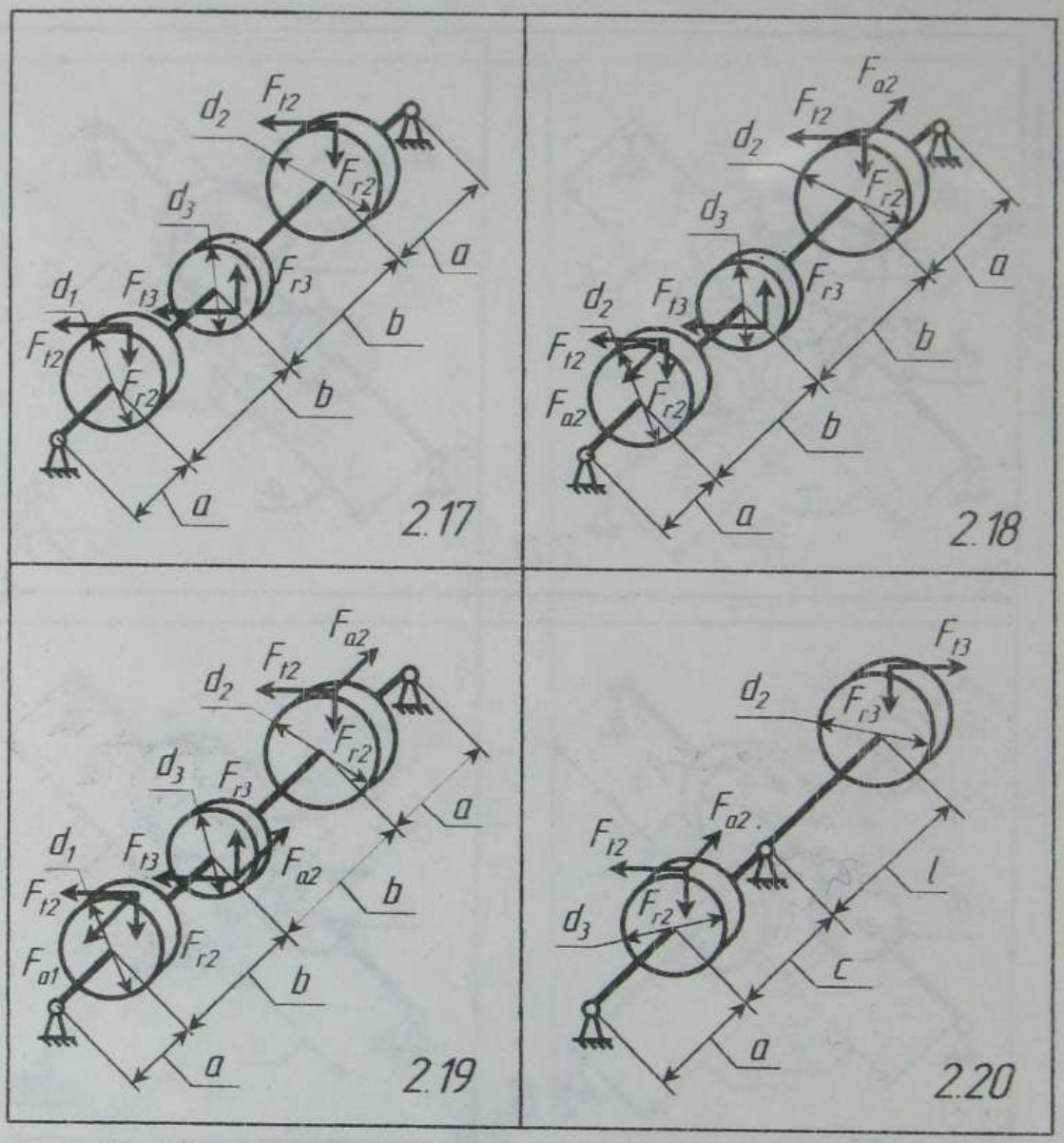
Розрахункові схеми проміжних валів
рядових циліндричних редукторів

Завдання для самостійних робіт:
а) розрахунок валів; б) розрахунок підшипників кочення



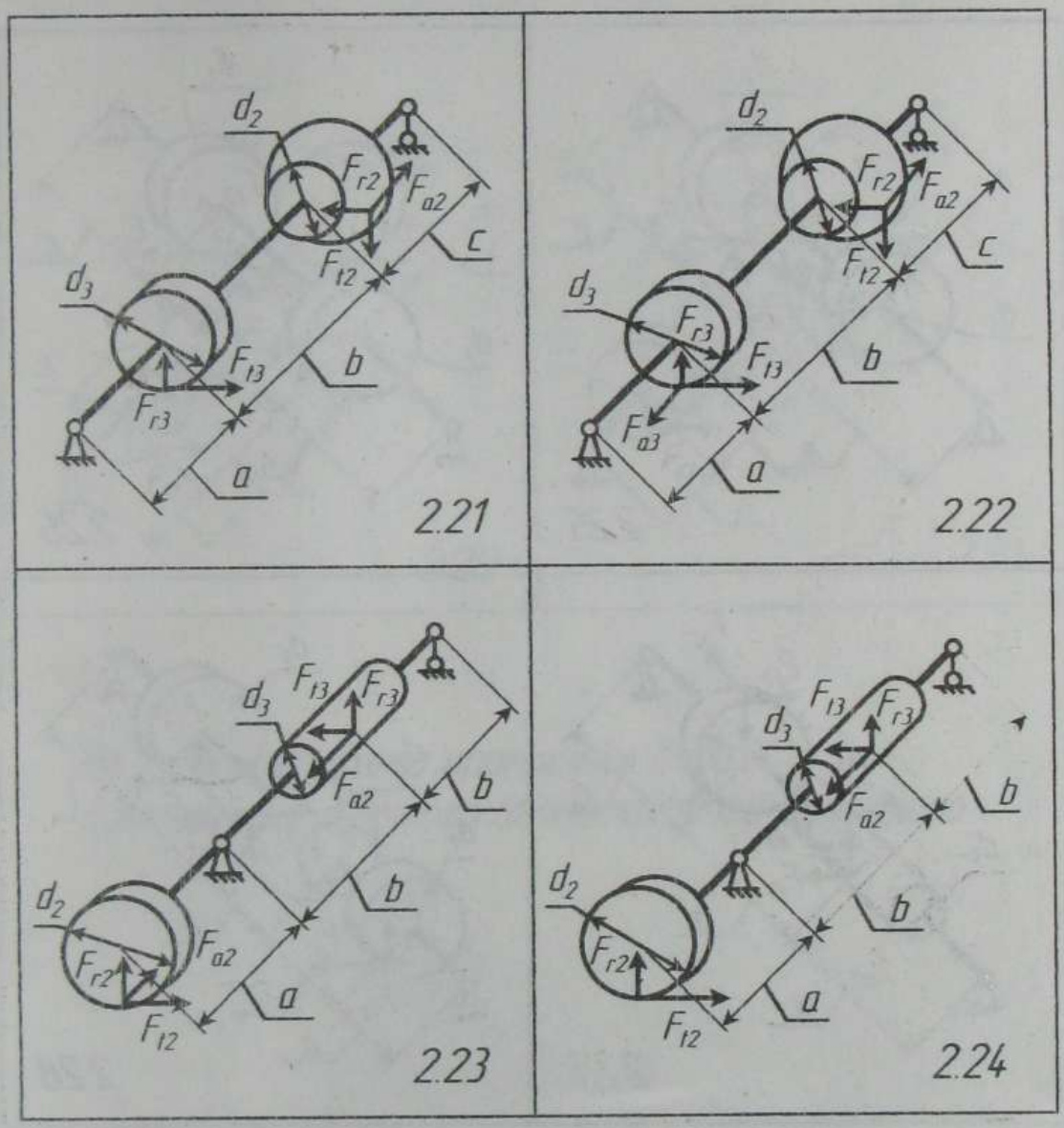
Розрахункові схеми проміжних валів циліндричних співвісних редукторів

Завдання для самостійних робіт:
а) розрахунок валів; б) розрахунок підшипників кочення



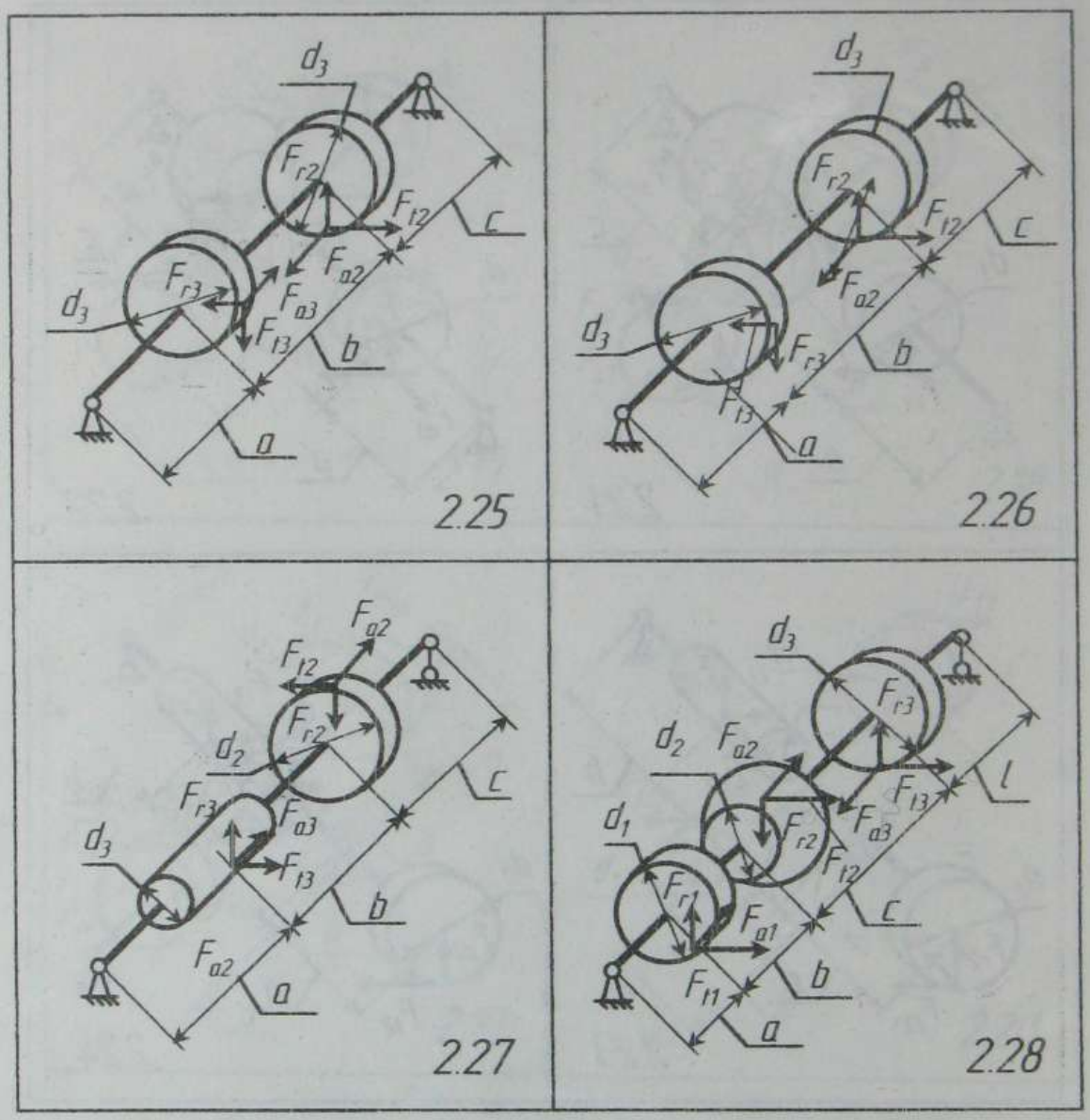
Розрахункові схеми валів циліндричних редукторів:
2.17, 2.18, 2.19 – проміжні вали з роздвоєним швидкохідним ступенем; 2.20 – ведений вал

Завдання для самостійних робіт:
а) розрахунок валів; б) розрахунок підшипників кочення



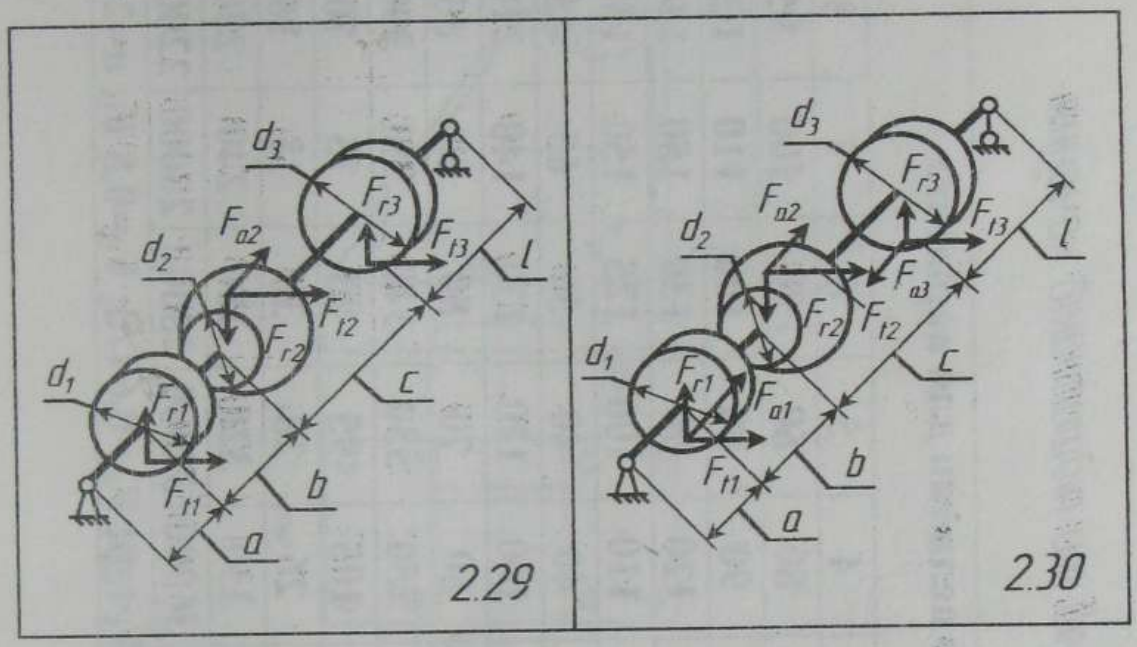
Розрахункові схеми проміжних валів редукторів:
2.21, 2.22 – конічно-циліндричного;
2.23, 2.24 – циліндрично-черв'ячного

Завдання для самостійних робіт:
а) розрахунок валів; б) розрахунок підшипників кочення



Розрахункові схеми проміжних валів редукторів:
2.25, 2.26 – черв'ячно-циліндричних; 2.27 – двоступінчастого черв'ячного; 2.28 – конічно-циліндричного двопотокового

Завдання для самостійних робіт:
а) розрахунок валів; б) розрахунок підшипників кочення

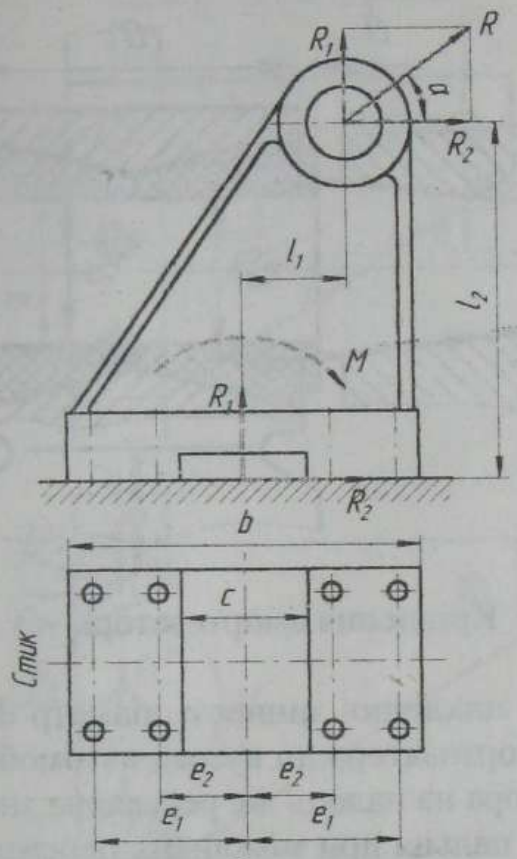


Розрахункові схеми проміжного вала
конічно-циліндричного двопотокового редуктора

Дані для розрахунку валів та підшипників кочення

Величини		Значення величин для варіантів									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Розміри, мм	a	70	85	65	65	80	60	90	100	95	80
	b	90	105	75	85	90	80	100	110	105	90
	c	100	115	90	95	120	90	130	150	140	145
	l	125	120	110	105	110	100	125	150	130	135
	d_1	50	55	40	50	40	40	50	65	45	60
	d_2	200	220	160	150	160	120	130	140	210	205
	d_3	80	100	60	65	60	70	80	90	85	75
T, Н·м		200	220	240	260	250	330	310	380	390	370
$[\sigma]_{зг}$, МПа		80	90	100	110	105	95	85	75	70	60
$[\tau]_{кр}$, МПа		20	25	22	24	26	28	30	18	16	15
n, $хв^{-1}$		200	250	300	400	350	320	280	240	230	220
L_h, год		16000	20000	24000	30000	36000	32000	28000	26000	22000	18000
Сили, Н		$F_t=2T/d$; $F_r=F_t \cdot tg\alpha/cos\beta$; $F_a=F_t \cdot tg\beta$; $F_M=0,6T/d$; $F_B=0,8\ F_t$; $\alpha=20°$; $\beta=10°$									

Завдання 3.1

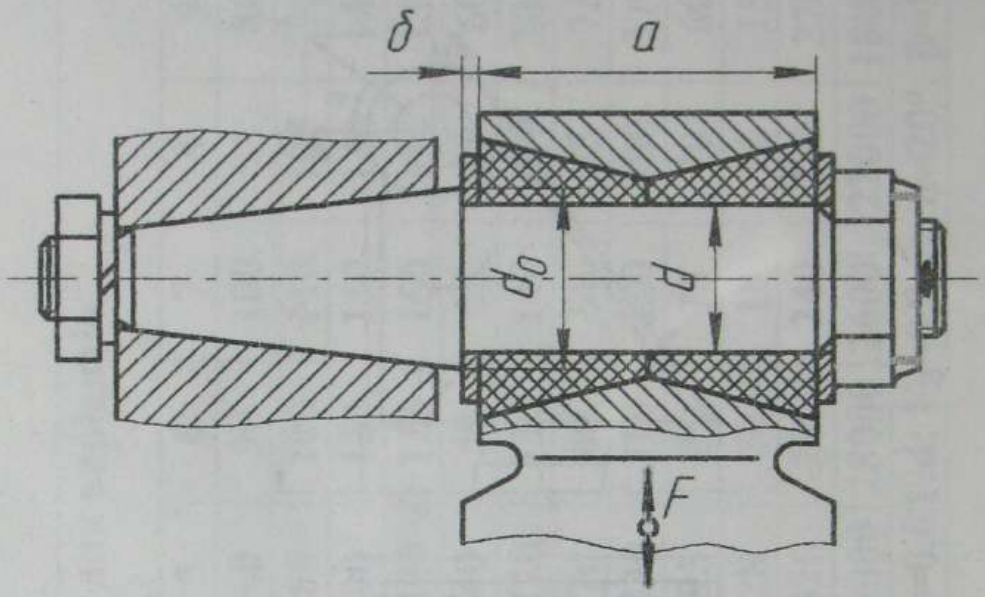


Опора

Розрахувати болти кріплення кронштейна з основою, навантаженого зовнішньою силою R, яка лежить у площині, перпендикулярній до стику.

Примітка. Матеріал болтів - Ст. 3, σ_T = 235 МПа; коефіцієнт тертя між деталями f_T = 0,20

Варіант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
R, кН	1,1	1,3	1,6	1,9	2,1	2,4	2,6	1,8	1,5	1,4
l_1, мм	60	70	50	40	30	50	40	70	60	80
l_2, мм	500	450	430	420	400	380	360	400	450	430
a, мм	200	200	250	250	300	300	300	250	250	200
b, мм	420	420	500	500	600	600	600	500	500	400
c, мм	100	100	120	120	140	140	140	120	120	100
α, мм	0	20	30	40	45	50	60	70	80	90
e_1, мм	180	180	210	210	260	260	260	210	210	170
e_2, мм	90	90	100	100	120	120	120	100	100	80



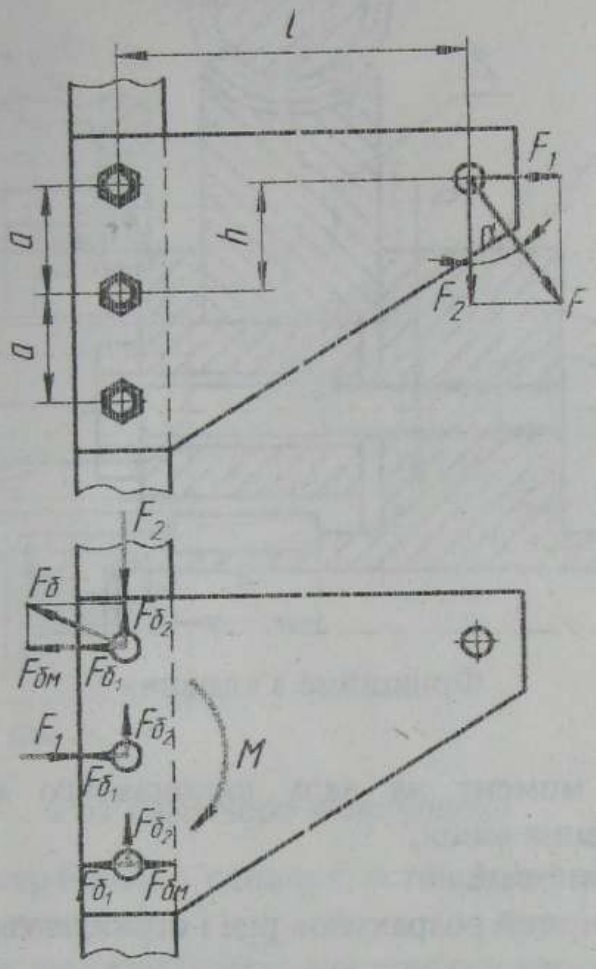
Кріплення амортизатора

Визначити за умови циклічної міцності діаметр d робочої частини пальця кріплення амортизатора до кузова автомобіля, якщо відомо, що з боку амортизатора на палець діє регулярна знакозмінна сила F. Перевірити міцність пальця при можливих перевантаженнях силою F_{max}.

Примітка. Матеріал пальця - Сталь 40Х, σ_B = 980 МПа, σ_T = 588 МПа. Товщина шайби δ = 3 мм. Відношення d_0/d = 1,25, а r/d = 0,05, де r – радіус галтелі

Варіант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
F, Н	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1500	1400	1300
F_{max}, Н	2500	2800	2600	2900	3000	3500	3700	3600	3400	3200
a, мм	48	50	52	54	56	58	60	58	56	54

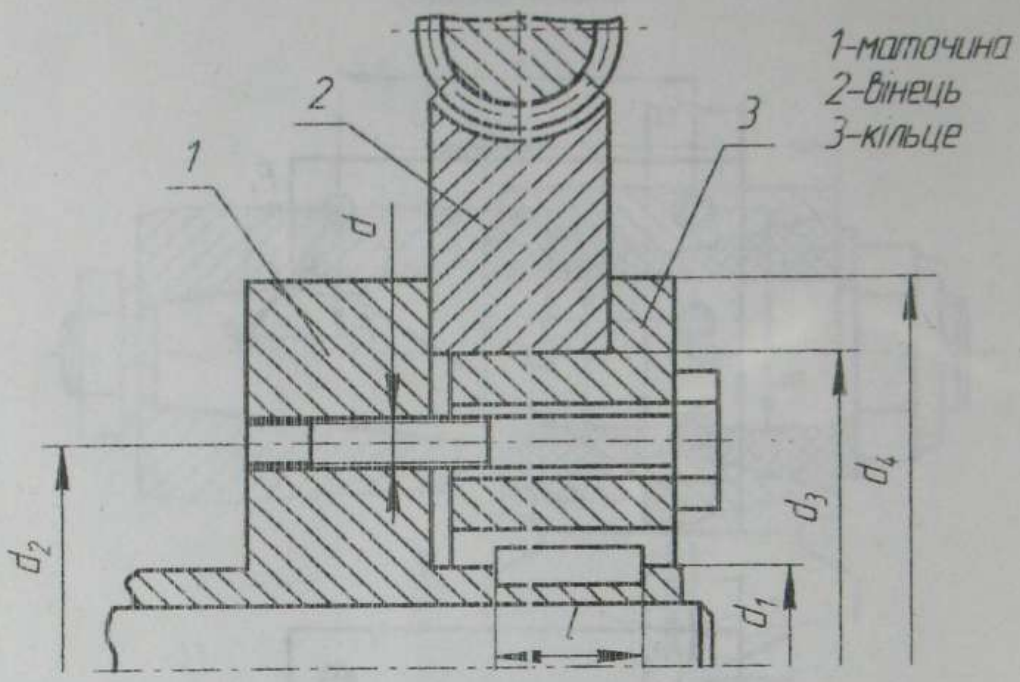
Завдання 3.3



Кріплення кронштейна

Розрахувати болти кріплення кронштейна, поставлені:
а) без зазору; б) із зазором.
Примітка. Матеріал болтів - Ст. 3, σ_T = 235 МПа; коефіцієнт тертя між деталями f_T=0,17

Варіант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
F, кН	1,5	2,0	1,8	2,5	3,0	3,5	3,2	2,4	2,8	2,2
l, мм	500	450	480	420	400	380	360	400	380	420
h, мм	50	60	50	70	70	80	70	60	50	50
a, мм	100	110	120	130	140	150	140	130	130	120
α, град.	30	35	40	45	50	55	60	0	20	25



Фрикційне з'єднання

1 Визначити:

а) обертальний момент на валу виконавчого механізму, який призведе до ковзання вінця;

б) розміри шпонки bxhxl.

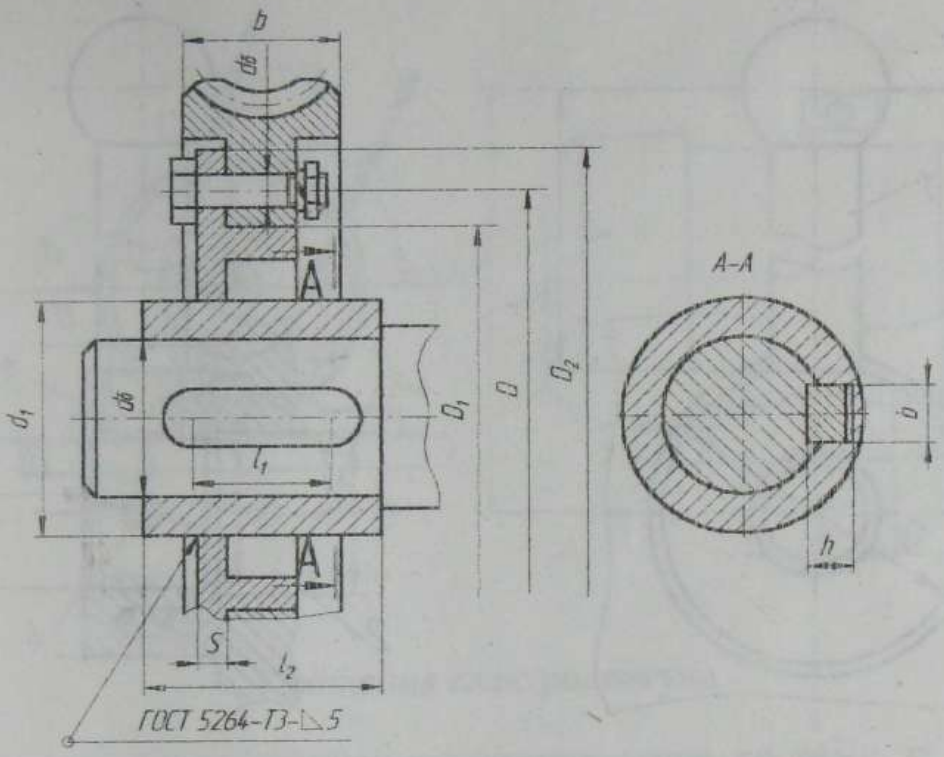
2 Виконати перевірний розрахунок різі і стрижня гвинта.

Примітки:

1 Матеріали маточини і кільця – чавун СЧ20, вінця – бронза БрА9ЖЗЛ, гвинтів – Ст. 3.

2 Довжина ключа L = 20d. Сила, прикладена до ключа, F = 150 Н. Коефіцієнт тертя f = 0,1

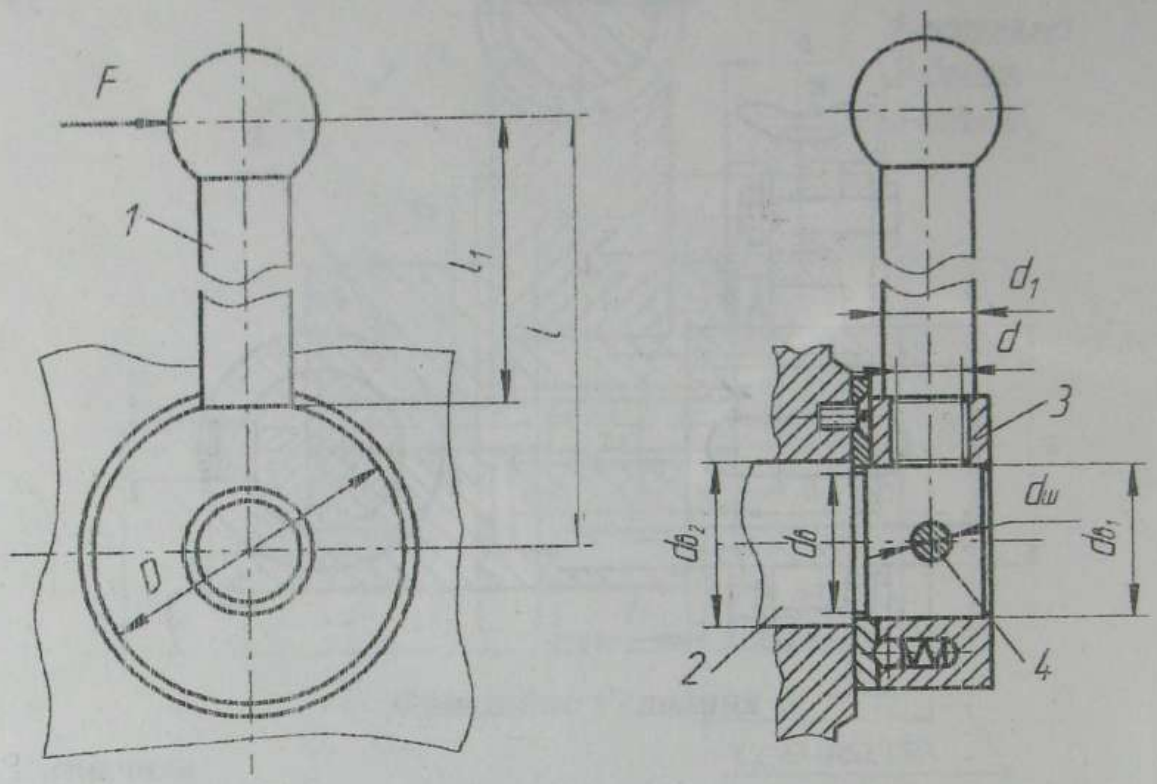
Варіант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
d_1, мм	120	150	160	170	180	200	210	220	220	130
d_2, мм	170	190	200	210	220	250	260	270	270	180
d_3, мм	220	230	240	250	260	300	310	320	330	240
d_4, мм	300	290	300	310	320	360	370	380	390	320
Гвинти	M12	M8	M10	M12	M14	M16	M22	M24	M27	M14
Кількість гвинтів	6					4				



Роз'ємне черв'ячне колесо

1 Визначити діаметр болтів з'єднання, встановлених:
а) без зазору; б) із зазором.
Визначити момент затяжки болтів для другого варіанта та потрібну для цього силу на ключі, якщо $l_{кл} = 14\ d_б$.
2 Визначити діаметр вала, якщо $[\tau]_{кр} = 35$ МПа.
3 Підібрати шпонку і перевірити її на міцність.
4 Перевірити міцність зварного з'єднання.
Примітки:
1 Матеріал вала – Сталь 40, матеріал болтів та диска – Ст. 3; матеріал вінця – БрА9ЖЗЛ; коефіцієнти тертя між вінцем і диском $f_1 = 0{,}10$, в різі і на торці гайки $f_2 = 0{,}12$.
2 Число болтів z = 6 - 10.
3 Взяти: $d_1 = 1{,}6\ d_B$; $b = d_B$; $l_2 = 1{,}2\ d_B$; $S = 0{,}3\ b$; $D_1 = 0{,}7\ D$; $D_2 = D + 4\ d_б$

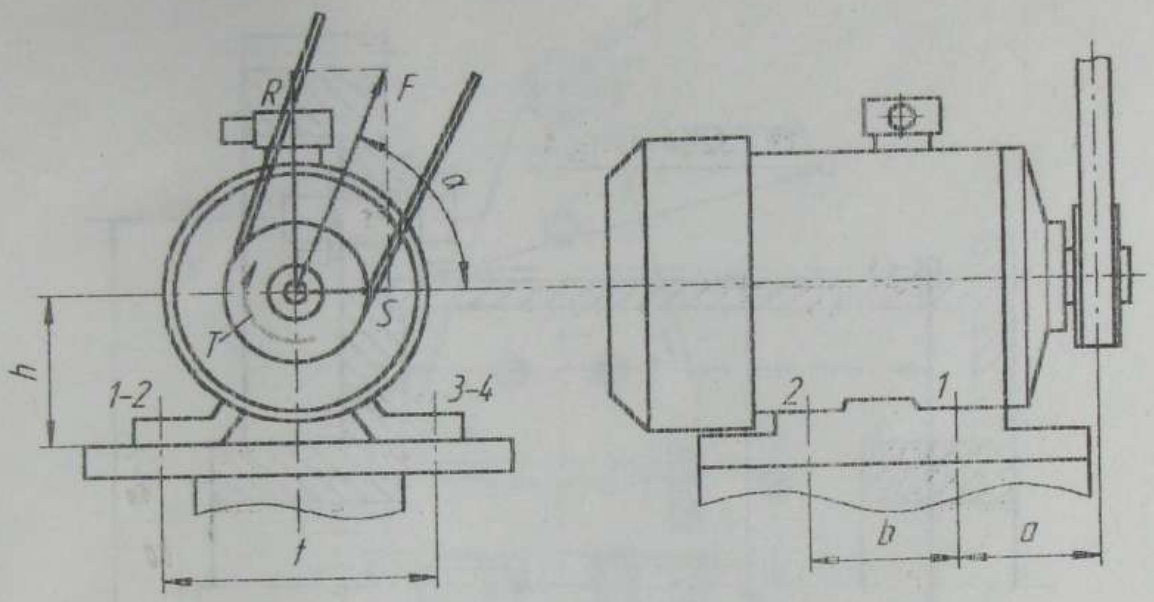
Варіант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
T, кН м	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5
D, мм	180	200	240	280	300	340	360	400	420	450



Механізм керування

1 Визначити за умов міцності характерні розміри деталей ручного механізму керування робочим органом машини:
діаметр $d_В$ валика, діаметр $d_Ш$ штифта.
2 Перевірити міцність валика у перерізі, ослабленому отвором під штифт.
3 Визначити діаметр стрижня d.
Примітки:
1 Матеріали: валика і стрижня - Сталь 40, $\sigma_Т$ = 320 МПа; матеріал штифта - Сталь 50, $\sigma_Т$ = 620 МПа.
2 Взяти D = $3d_В$, діаметри $d_{В1}$, $d_{В2}$, довжину l_1 призначити конструктивно

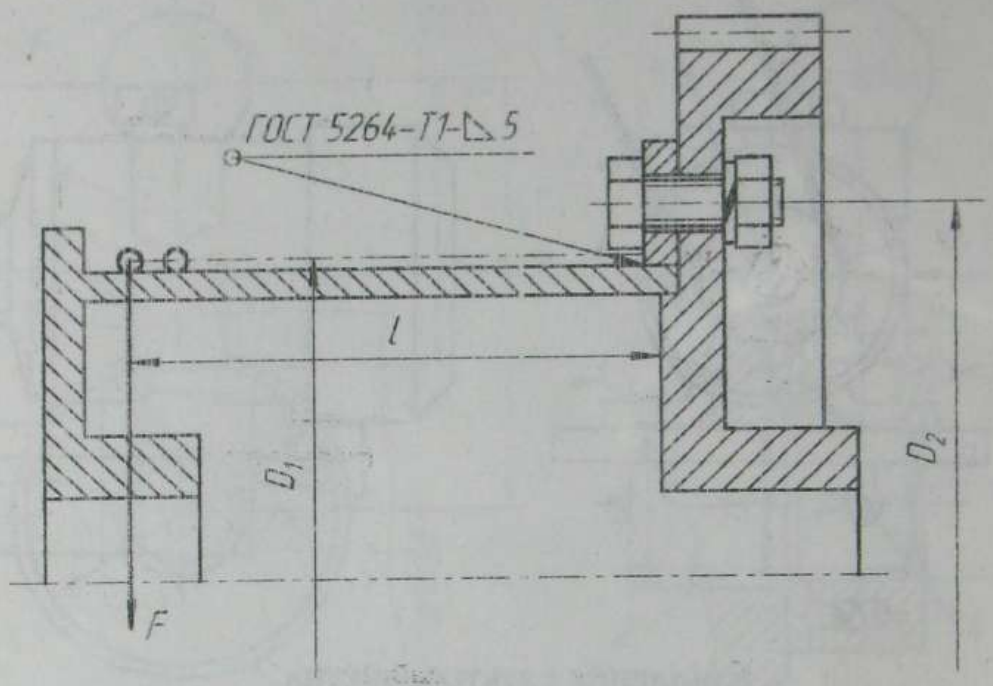
Варіант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
F_a, Н	300	350	400	380	340	320	280	250	200	230
l, мм	300	320	300	280	250	310	290	260	270	310



Кріплення електродвигуна

Розрахувати болти кріплення електродвигуна до рами за такими даними: потужність двигуна P, кутова швидкість ω, сила, що діє на вал двигуна від натягу віток паса F, кут нахилу сили F до горизонту α, розрахункові розміри h, l, b, a, діаметр отворів в електродвигуні під болти d_0, число болтів z = 4.

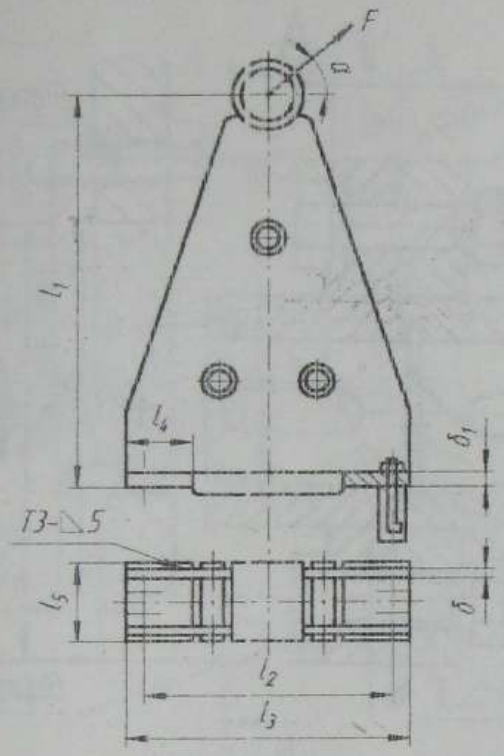
Варіант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
P, кВт	1,5	2,2	3,0	4,0	5,5	7,5	11	15	18,5	22
ω, c^{-1}	150	300	100	75	75	100	150	300	150	300
F, Н	700	900	1000	1500	1800	2200	2500	3000	3200	3500
α, град.	30	45	60	30	45	60	30	45	60	45
h, мм	80	80	112	132	132	132	132	160	160	180
l, мм	125	125	190	216	216	216	216	254	254	279
b, мм	100	100	140	140	140	140	140	210	210	241
a, мм	75	75	110	129	129	129	129	163	163	176
d_0, мм	10	10	12	12	12	12	12	15	15	15



Барабан канатний

1 Визначити діаметр болтів з'єднання, встановлених:
а) без зазору; б) із зазором.
Визначити момент затяжки болтів для другого варіанта та потрібну для цього силу на ключі, якщо $l_{кл} = 14\ d_б$.
2 Визначити діаметр вала барабана, якщо $[\tau]_{кр} = 20$ МПа.
3 Перевірити міцність зварного з'єднання для крайнього положення каната.
Примітки:
1 Матеріал деталей з'єднання - Ст. 3, $\sigma_T = 235$ МПа.
2 Коефіцієнти тертя між колесом і барабаном $f = 0{,}12$.
3 Число болтів $z = 6$; $l = 4\ D_1$

Варіант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
F, кН	15	18	20	24	16	14	20	28	16	26
D_1, мм	300	320	360	300	320	360	300	320	360	280
D_2, мм	370	390	430	360	380	440	350	370	420	340



Зварний стояк

1 Перевірити придатність вибраних конструктором болтів для кріплення стояка.

2 Перевірити міцність зварних швів біля основи стояка.

3 Перевірити міцність пластин стояка на згин.

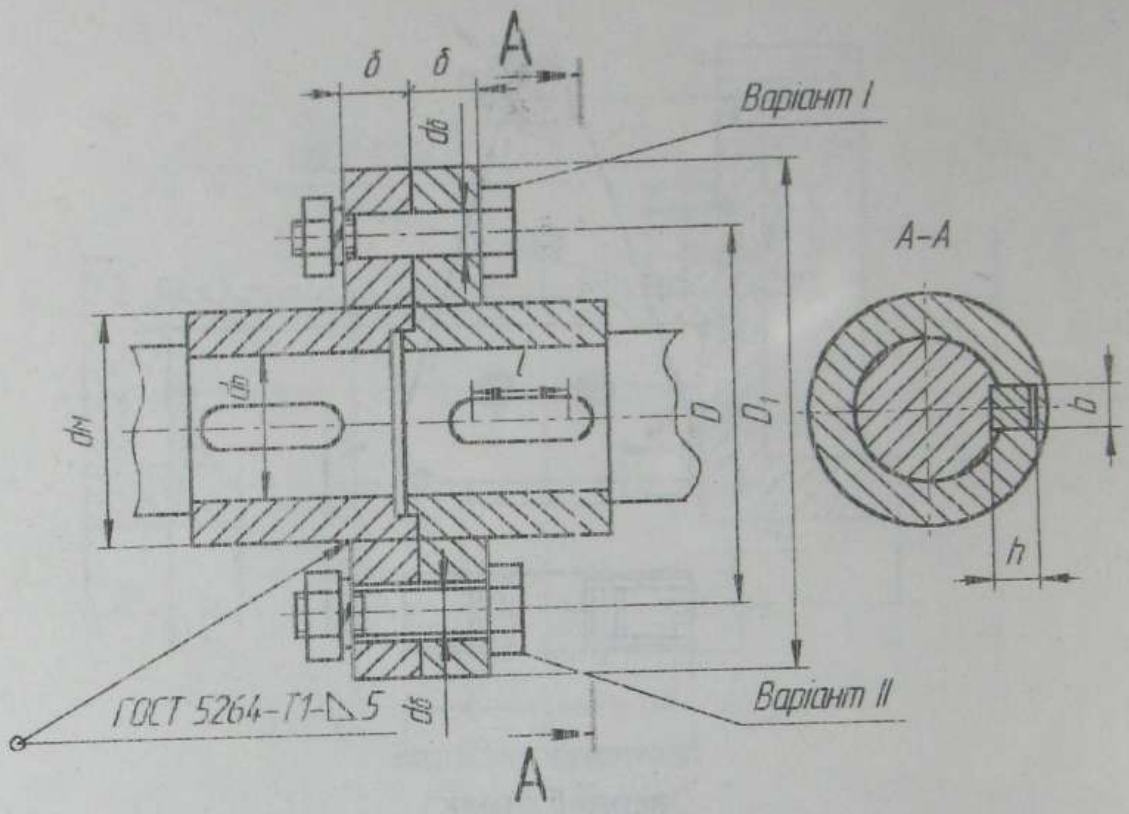
Примітки:

1 Стояк установлено на бетонному фундаменті $[\sigma]_{зм}$ =1,5 МПа.

2 Матеріал стояка і болтів - Ст. 3; σ_T = 235 МПа

Варіант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
F, кН	0,7	0,8	0,8	1,2	1,6	2,0	2,1	2,4	2,6	0,9
α, град.	15	0	30	60	45	90	30	30	75	25
l_1, мм	700	600	800	1000	1000	1200	1200	1500	1500	800
l_2, мм	400	400	500	600	700	800	900	1000	1000	480
l_3, мм	460	460	580	700	820	960	1100	1200	1200	560
l_4, мм	80	90	120	150	180	240	270	300	300	90
l_5, мм	140	120	150	170	220	270	300	320	320	150
Болти	M14	M14	M16	M18	M20	M22	M24	M24	M27	M16
δ	5	5	5	6	6	8	8	10	10	5
δ_1	14	16	16	18	18	20	20	22	22	14

Завдання 3.10



Фланцева муфта

1 Визначити діаметр вала барабана, якщо $[\tau]_{кр}$ = 20 МПа.

2 Визначити діаметр болтів муфти, встановлених:

а) без зазору (I варіант); б) із зазором (II варіант).

Визначити момент затяжки болтів для другого варіанта та потрібну для цього силу на ключі, якщо $l_{кл}$ = 14 $d_б$.

3 Підібрати шпонку і перевірити її на міцність.

4 Перевірити міцність зварного з'єднання.

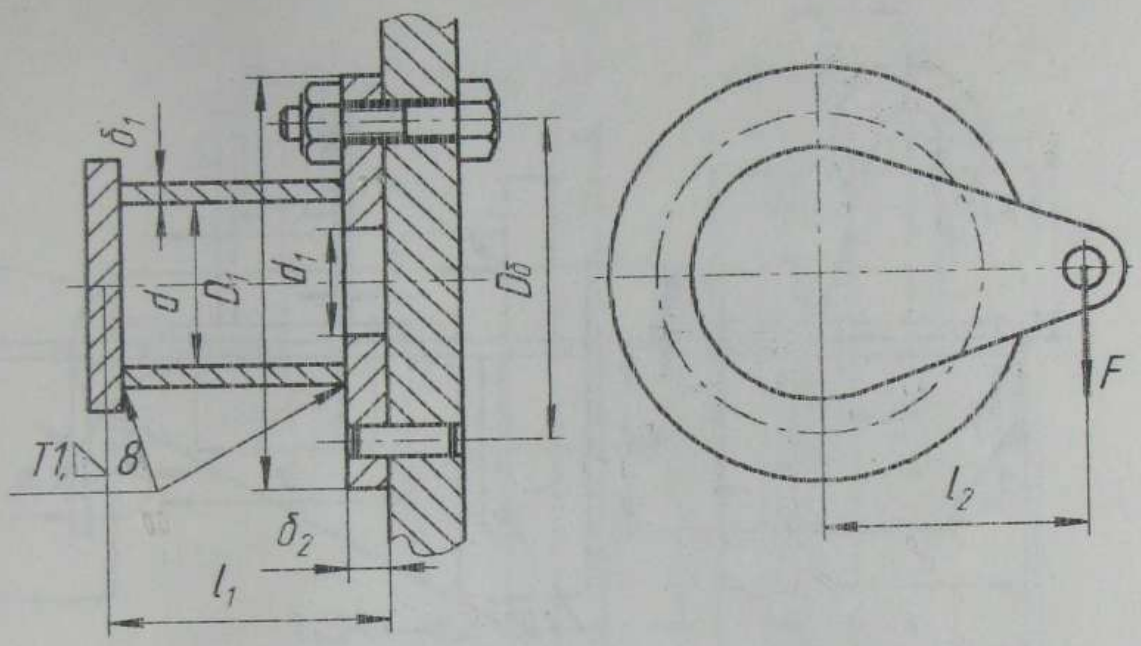
Примітки:

1 Матеріал вала – Сталь 40, матеріал болтів та муфти – Ст. 3; коефіцієнти тертя між фланцями, в різі і на торці гайки f_1 = 0,12.

2 Кількість болтів z = 6 - 10.

3 Взяти: $d_м$ =1,6 $d_в$; D = 1,5 $d_м$; D_1 = D+4 $d_б$; δ = 0,3 $d_в$

Варіант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
T, кН м	0,9	1,2	1,8	2,4	2,7	3,1	3,5	3,9	4,3	4,6

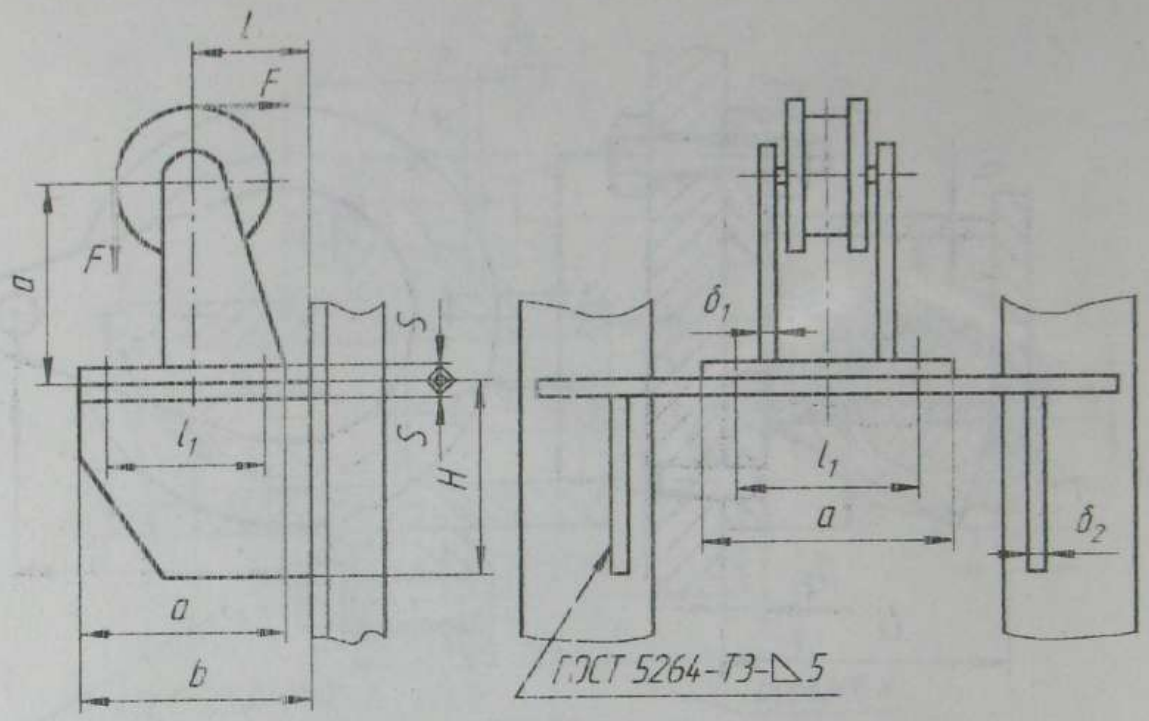


Зварна опора

1 Визначити діаметр болтів ($Z_б$ = 4 - 8).
2 Визначити діаметр запобіжних штифтів ($Z_ш$ = 2).
3 Перевірити міцність втулки на кручення і зварних швів.
4 Визначити конструктивно діаметри фланця $D_б$ і D_1.

Примітки:
1 Матеріал штифтів – Сталь 45 (загартована); інших деталей – Ст. 3.
2 Розміри: $d_1 = 0{,}6\ d$; $\delta_1 \le 0{,}1\ d$; $\delta_2 \le 0{,}15\ d$

Варіант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
F, кН	0,8	0,5	0,75	1,25	1,6	2,5	3,0	4,0	1,5	
l_1, мм	600	600	600	500	500	450	450	400	400	400
l_2, мм	480	300	350	400	500	550	650	650	700	500
d, мм	120	80	100	120	140	160	170	180	200	100



Натяжний блок

1 Визначити діаметр болтів (z = 4) для кріплення стояка.

2 Визначити товщину щоки δ_1 та ребра δ_2.

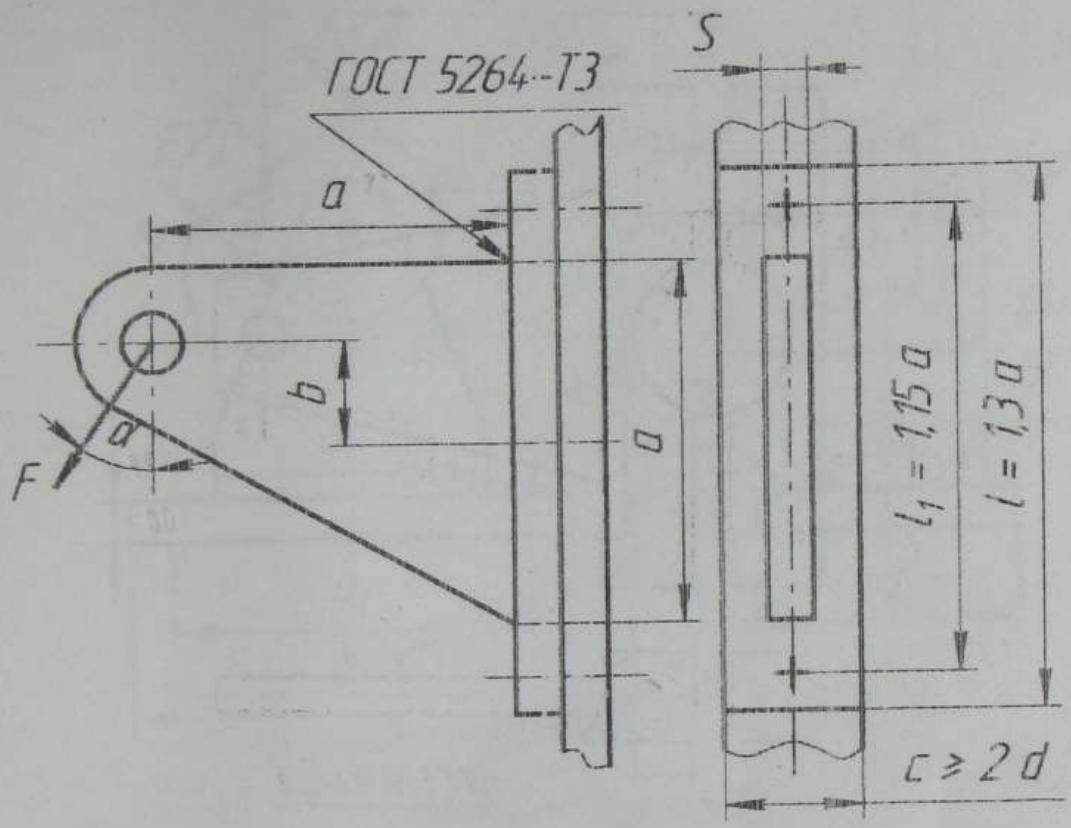
3 Перевірити міцність зварних швів на ребрах.

Примітки:

1 Матеріал деталей та болтів – Ст. 3.

2 Взяти: S = 10 мм; b = a +10 мм; H = 0,8 a

Варіант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
F, кН	16	18	20	21	22	24	25	27	28	29
a, мм	200	220	240	260	240	220	200	250	280	300
l, мм	100	120	140	160	150	130	110	120	140	160
l_1, мм	140	160	180	200	180	160	140	190	220	200



Кронштейн

Визначити:

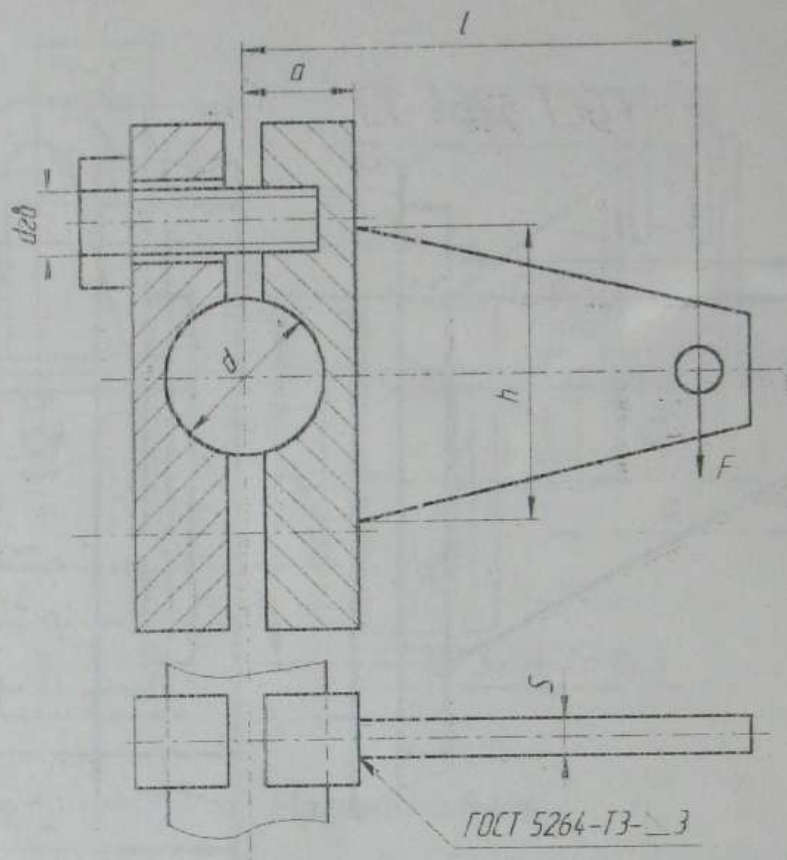
1 Товщину кронштейна S.

2 Діаметр болтів d.

3 Перевірити міцність зварного шва, зазначивши катет ($k \leq s$).

Примітка. Матеріал всіх деталей – Ст. 3

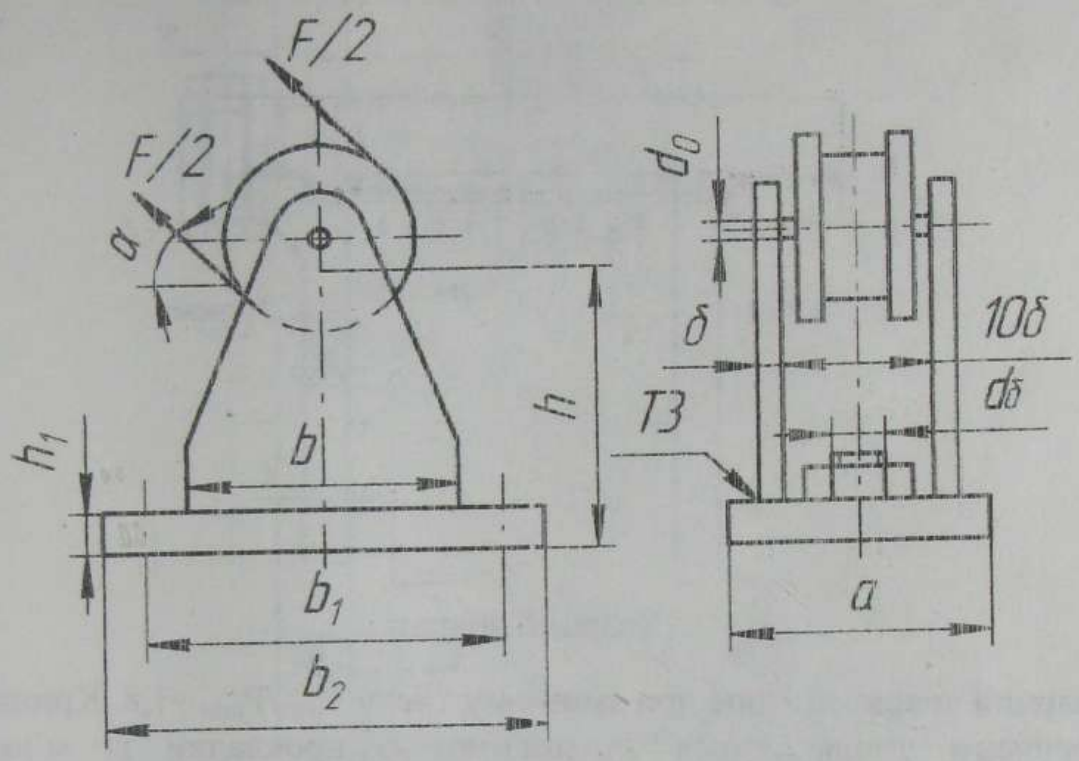
Варіант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
F, Н	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
a, мм	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260
b, мм	120	120	130	140	150	160	170	180	190	100
α, рад	π/4	π/4	π/4	π/4	π/4	π/4	π/4	π/4	π/4	π/4



Клемове з'єднання

1 Визначити діаметр вала d і гвинтів $d_{гв}$ (z = 2).
2 Визначити момент затяжки гвинтів та потрібну для цього силу на ключі, якщо $l_{кл} = 14\ d_{гв}$.
3 Визначити висоту ребра h.
4 Перевірити міцність зварного з'єднання.
Примітки:
1 Матеріал вала – Сталь 45, $[\tau]_{кр}$ = 30 Мпа.
2 Матеріал решти деталей – Ст. 3, σ_T = 235 МПа.
3 Взяти: S = 5 - 8 мм; a = 0,8 d

Варіант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
F, кН	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,0
l, мм	450	400	420	440	460	480	500	520	540	550



Натяжний пристрій

1 Визначити діаметр осі d_0.

2 Визначити товщину ребра δ.

3 Визначити діаметр болтів $d_б$, якщо $z = 2$.

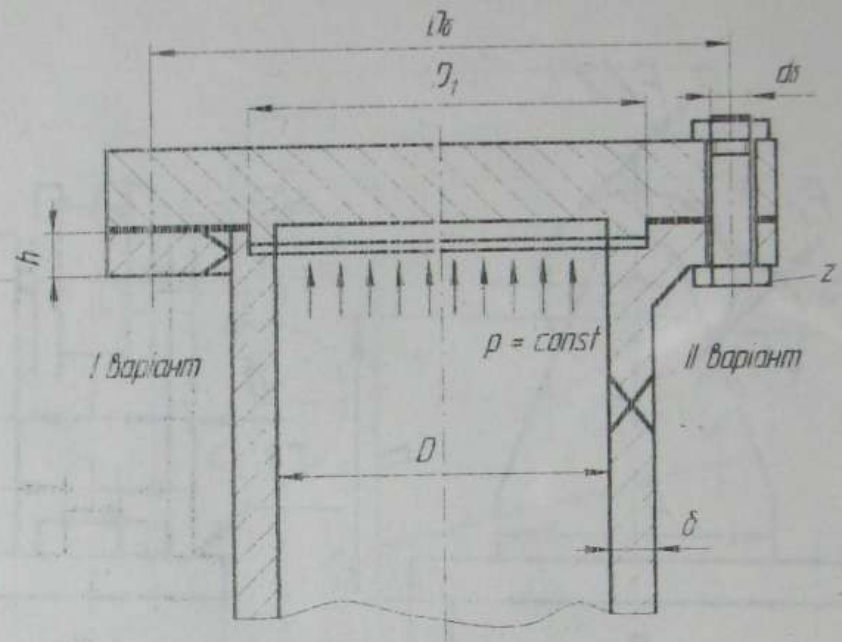
4 Перевірити міцність зварних швів, якщо $k \le \delta$.

Примітки:

1 Матеріал деталей та болтів – Ст. 3.

2 Взяти: $h_1 \ge 2\,\delta$; $a \ge 14\,\delta$; $b_1 = 1{,}3\,b$; $b_2 = 1{,}5\,b_1$

Варіант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
F, кН	3,2	3,5	3,8	4,0	4,2	4,5	4,8	5,0	3,0	2,8
h, мм	300	320	360	340	320	300	280	260	290	300
b, мм	150	200	220	220	200	180	180	170	190	200
α, град.	0	20	30	45	60	75	90	80	65	50



Зварний апарат

Зварний апарат працює при змінному тиску $P_{max}/P_{min}=1,8$. Кришка з корпусом ущільнюється за допомогою прокладки із м'якого алюмінію, для якого $[\sigma]_{зм}=10$ МПа. Зварне з'єднання фланця і корпуса виконано за двома варіантами.

1 Визначити товщину стінки апарата за формулою $\delta = \dfrac{p \cdot D}{2[\varphi]\cdot[\sigma]_p}$,

де $[\varphi]=0,95$ - коефіцієнт міцності зварного шва.

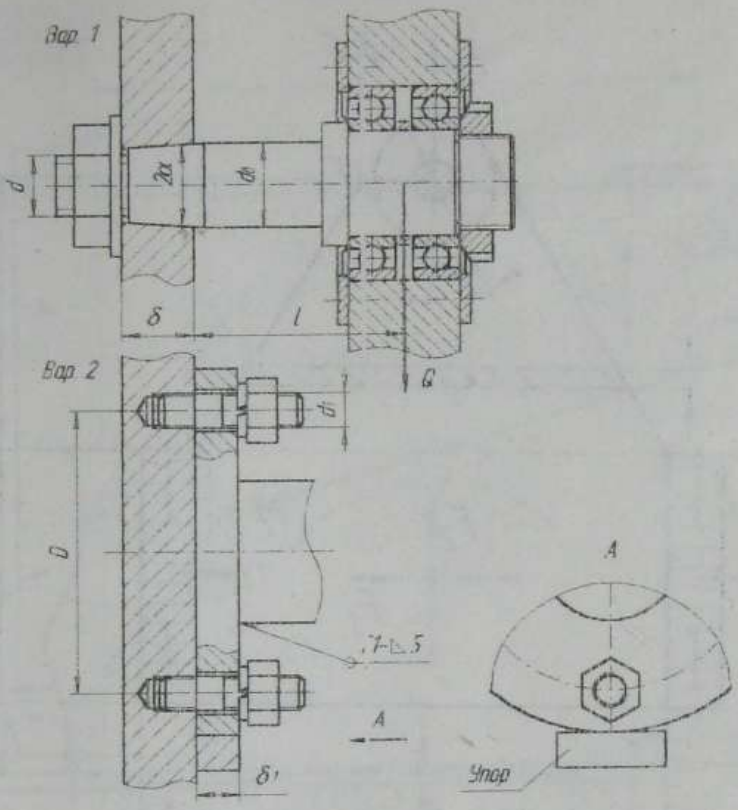
2 Перевірити міцність зварного шва на фланці (I варіант), якщо $h = 2\,\delta$.

3 Визначити діаметр болтів $d_б$ та перевірити їх на міцність при змінному тиску $p \neq const$. Визначити момент затяжки болтів та необхідну довжину ключа, якщо сила на ключі $F_p=200$ Н.

4 Визначити мінімальний діаметр прокладки D_1 та діаметр кола $D_б$.

Примітка. Матеріал апарата і болтів – Сталь 40Х, коефіцієнт зовнішнього навантаження $\chi = 0,5$

Варіант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
D, мм	400	460	520	560	600	640	680	720	760	800
P, МПа	15	13	11	10	8	6	5	10	8	10
Z, шт.	8	8	10	10	12	12	16	16	20	20



Комбінована опора

Розрахувати два варіанти кріплення кронштейна: а) затяжкою конусного хвостика; б) затяжкою 4 шпильок на фланці.

1 Знайти за першим варіантом допустиме навантаження на кронштейн і момент на ключі при затяжці гайки.

2 Взявши знайдене навантаження Q, знайти за другим варіантом діаметр шпильок d і розрахувати зварний шов.

3 Знайти діаметр шпильок при установленні кронштейна без упора.

Примітки:

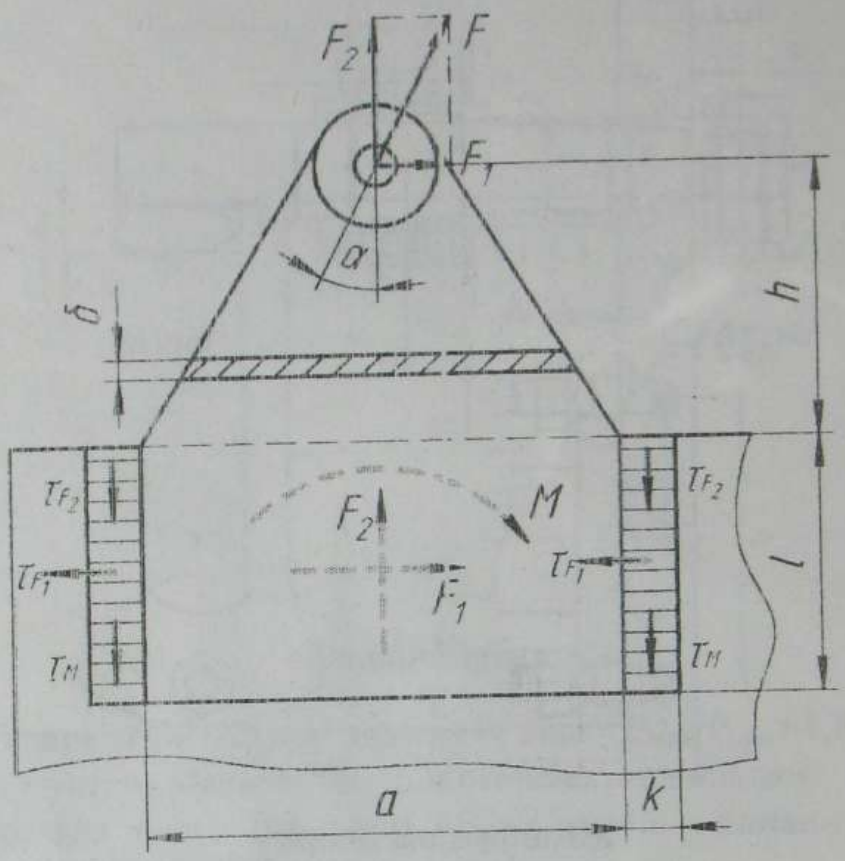
1 Взяти для першого варіанта напруження в різі $[\sigma]_P = 0{,}8\ \sigma_T$.

2 Матеріал кронштейна і фланця - Сталь45, матеріал шпильок – Ст.3.

3 Взяти розміри $\delta = d_в$; $\delta_1 = 0{,}5\ \delta$; $l = 2\ d_в$.

4 Діаметр D знайти, виходячи із можливості розміщення шпильок z =4

Варіант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$d_в$, мм	20	25	30	35	40	25	35	45	60	50
d	M12	M12	M18	M20	M24	M12	M16	M18	M22	M22
2 α	5° 40′			11° 30′		7° 10′		8°		



Напусткове зварне з'єднання

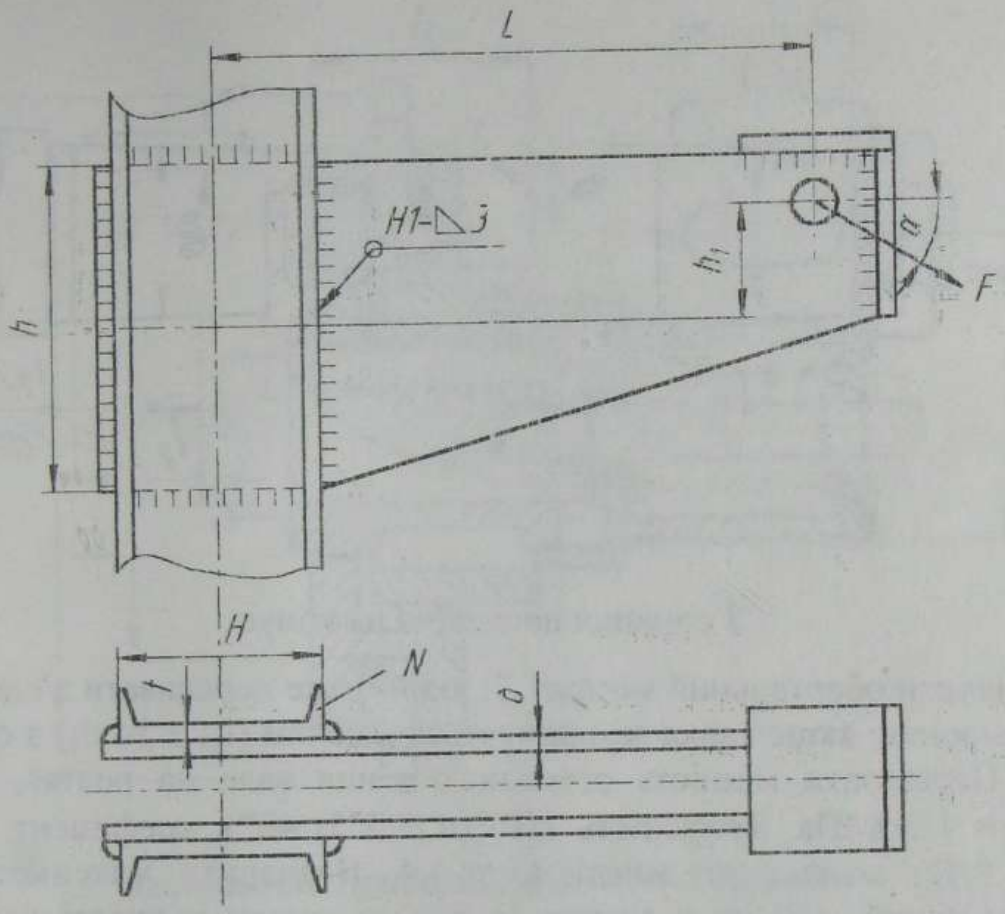
Визначити товщину кронштейна δ і перевірити міцність зварних швів, якими кронштейн з'єднаний з корпусом.

Примітки:

1 Матеріал деталей з'єднання – Ст. 3; допустиме напруження на розтяг $[\sigma]_р = 160$ МПа.

2 Взяти $k \leq \delta$; допустиме напруження на згин $[\sigma]_{зг} = 90$ МПа

Варіант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
F, кН	10	12	14	16	18	20	19	17	15	13
α, град.	30	45	60	30	25	20	25	20	30	45
a, мм	100	120	140	160	180	200	190	170	150	130
h, мм	100	120	140	110	100	120	110	120	100	120
l, мм	80	90	100	100	90	80	120	140	100	120

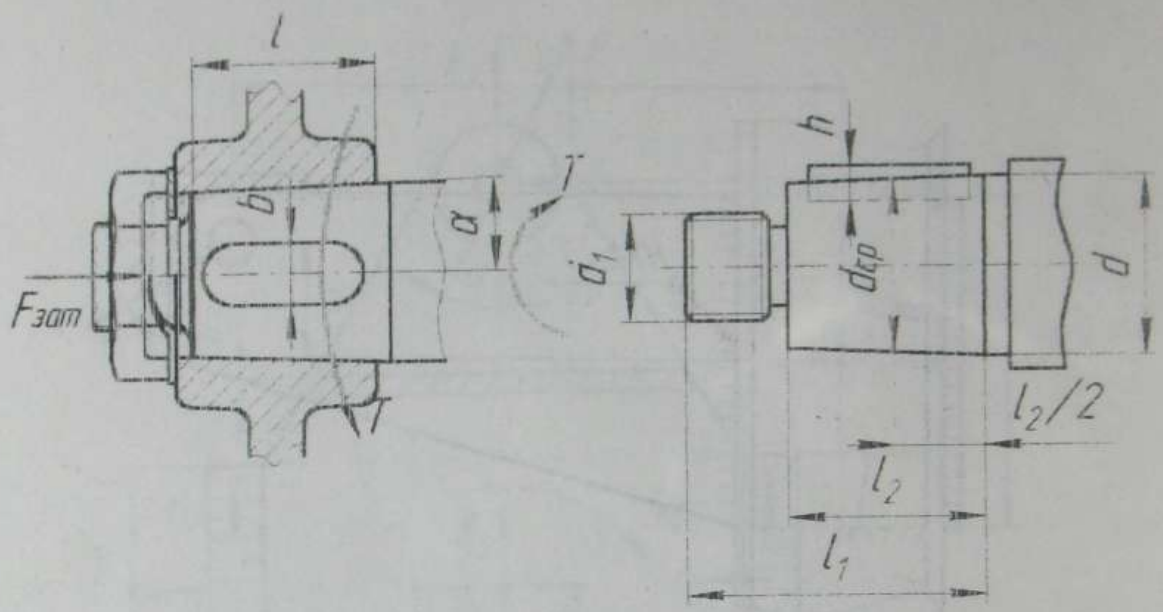


Зварний кронштейн

1 Визначити розміри h і δ листів, приварених до швелерів.
2 Перевірити міцність зварних швів.

Примітки:
1 Матеріал листів – Ст. 3.
2 Розміри швелера взяти із сортаменту; взяти $\delta \le t$.

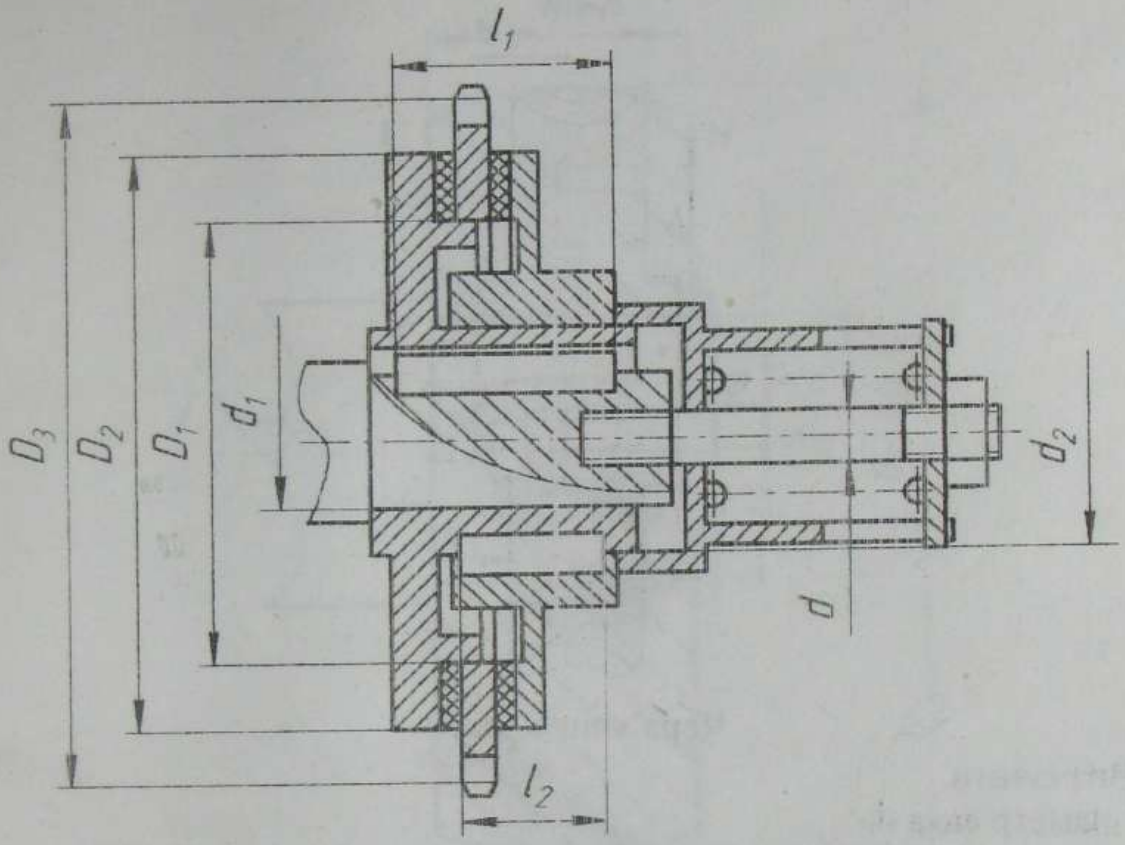
Варіант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
F, кН	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
L, мм	1600	1500	1400	1300	1200	1100	1000	900	800	700
α, град.	15	30	45	60	60	45	30	15	10	20
h_1, мм	150	180	190	140	130	150	140	160	100	100



З'єднання посадкою на конус

Визначити обертальний момент T, який може передавати з'єднання без шпонки, якщо гайка загвинчується ключем ($l_{кл}$ = 14 d_1) з силою $F_{кл}$. Перевірити міцність різального кінця вала на розтяг, якщо $[\sigma]_р$ = 120 МПа. Конусність 1/10 (α = 2°51′40″); коефіцієнт тертя f = 0,12; коефіцієнт запасу k = 1,4. Визначити максимальний обертальний момент в з'єднанні T_{max} за умови міцності вала на кручення, якщо $[\tau]_{кр}$ = (35 – 40) МПа. Перевірити при цьому міцність шпонки на зминання, якщо $[\sigma]_{зм}$ = 100 МПа, а гайка на кінці вала загвинчена. Взяти $l_{шп}$ = (l_2 - 5 мм).

Варіант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
d, мм	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56
$d_{ср}$, мм	18,2	20,2	22,9	25,9	29,1	33,1	35,9	40,9	45,9	51,9
d_1, мм	M12x1,25		M16x1,5		M20x1,5		M24x2	M30x2	M36x3	
$F_{кл}$, Н	200	250	200	300	200	300	250	300	250	300
b, мм	4	4	5	5	6	6	10	12	12	14
h, мм	4	4	5	5	6	6	12	8	8	9
l_2, мм	36	36	42	42	58	58	82	82	82	82



Запобіжний пристрій ланцюгової передачі

1 Знайти діаметр вала d_1, діаметр шпильки d, розміри двох шпонок bxhxl.

2 Знайти момент загвинчування гайки.

Примітки:

1 Запобіжний пристрій повинен спрацювати при збільшенні крутного моменту в 1,5 разу.

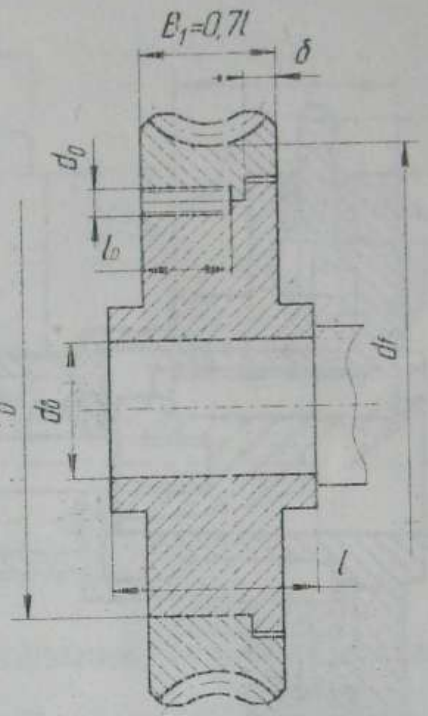
2 Матеріал шпильки - Ст. 3; вала – Сталь 45.

3 Коефіцієнти тертя: на різі і на торці гайки – 0,15; між фрикційними накладками та зірочкою – 0,45.

4 Взяти: $D_1 = 0,65\ D_3$; $D_2 = 0,75\ D_3$; $d_2 = 1,6\ d_1$

Варіант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
D_3, мм	220	200	250	300	350	400	450	500	550	280
F_t, кН	3,5	3,3	3,9	4,4	5,5	7,2	8,3	10,0	11,0	5,0

Завдання 3.22



Черв'ячне колесо

1 Визначити:

а) діаметр вала d_B;

б) посадку зубчатого вінця на центр черв'ячного колеса, яка забезпечує передачу заданого обертального моменту;

в) обертальний момент, який може передати з'єднання під час нагрівання до 100° С;

г) розміри d_0 і l_0 стопорних гвинтів з урахуванням нагрівання.

2 Перевірити міцність зубчатого вінця як втулки.

Примітки:

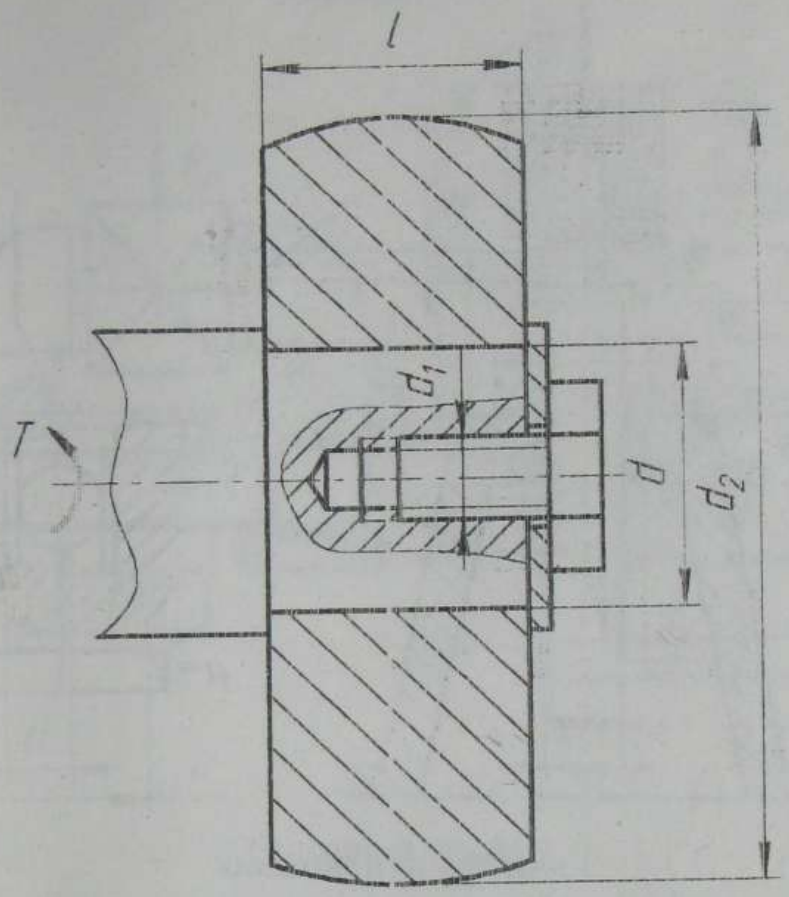
1 Матеріал зубчатого вінця – БрА9Ж3Л; центра – чавун СЧ15; вала - Сталь 45, шпонки – Ст. 6; гвинтів – Ст. 3.

2 Шорсткість поверхонь вінця та центра $R_{Z2} = 5,0$; $R_{Z1} = 2,5$ мкм.

3 Коефіцієнт тертя $f = 0,15$

Варіант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
T, кН м	0,6	0,3	0,8	1,0	1,8	1,5	2,0	2,5	3,0	2,3
D, мм	120	100	135	160	180	200	220	240	260	250
d_f, мм	160	135	170	190	225	250	270	290	310	300
l, мм	50	45		50		60		65		

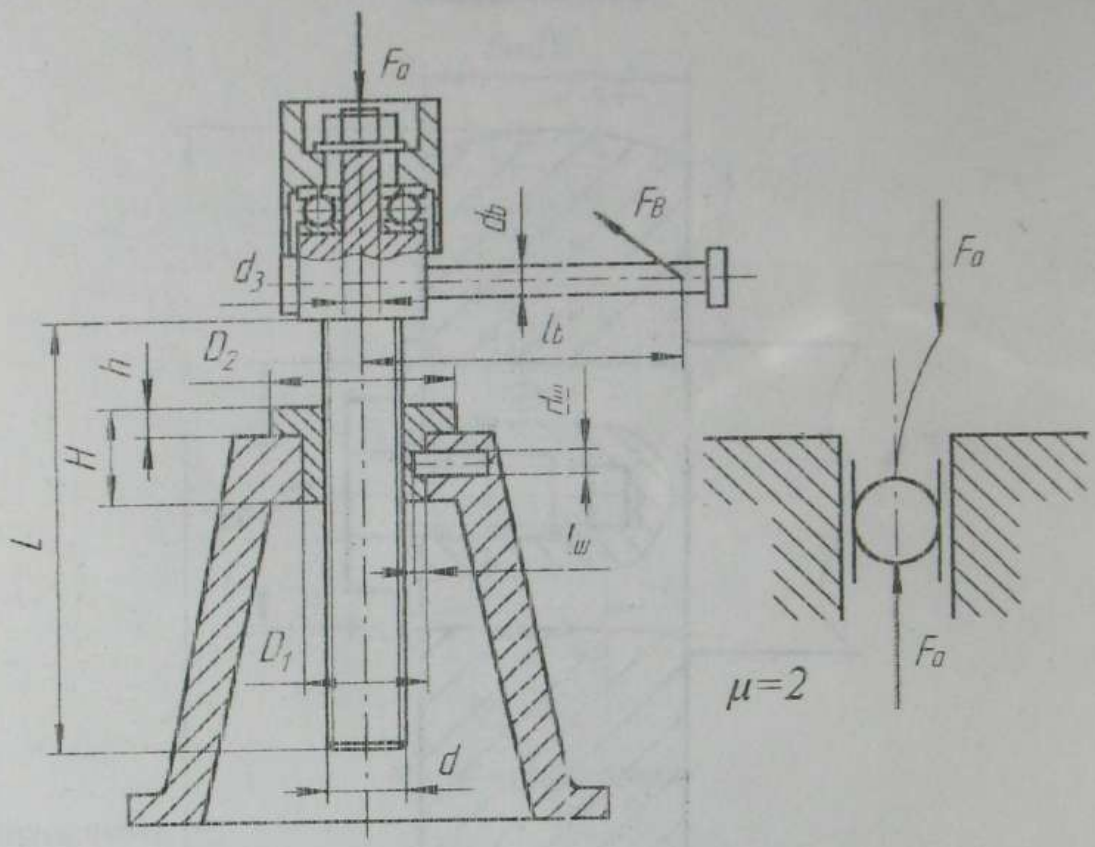
Завдання 3.23



Пресове з'єднання

1 Визначити діаметр вала d, якщо $[\tau]_{кр}$ = 20 МПа.
2 Підібрати стандартну посадку.
3 Розрахувати на міцність шків та вал.
Примітки:
1 Матеріал вала та шківа – Сталь 30 (σ_T = 290 МПа).
2 Передбачається складання за допомогою впресовування f = 0,1.
3 Шорсткість поверхонь вала та шківа R_{Z1} = 2,5 мкм; R_{Z2} = 5 мкм.
4 Взяти: l = 1,2 d; d_2 = 3 d

Варіант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
T, кН м	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	1,9	1,7	1,5
d_1, мм	M8			M10				M12		



Гвинтовий підйомник

Визначити розміри деталей d, d_B, D_1, D_2, H, h, l_B, і штифта $d_Ш$, $l_Ш$.

Примітки:

1 Різь гвинта – трапец. Коронка гвинта встановлена на упорному кульковому підшипнику з $d_3 = 0,9$ d.

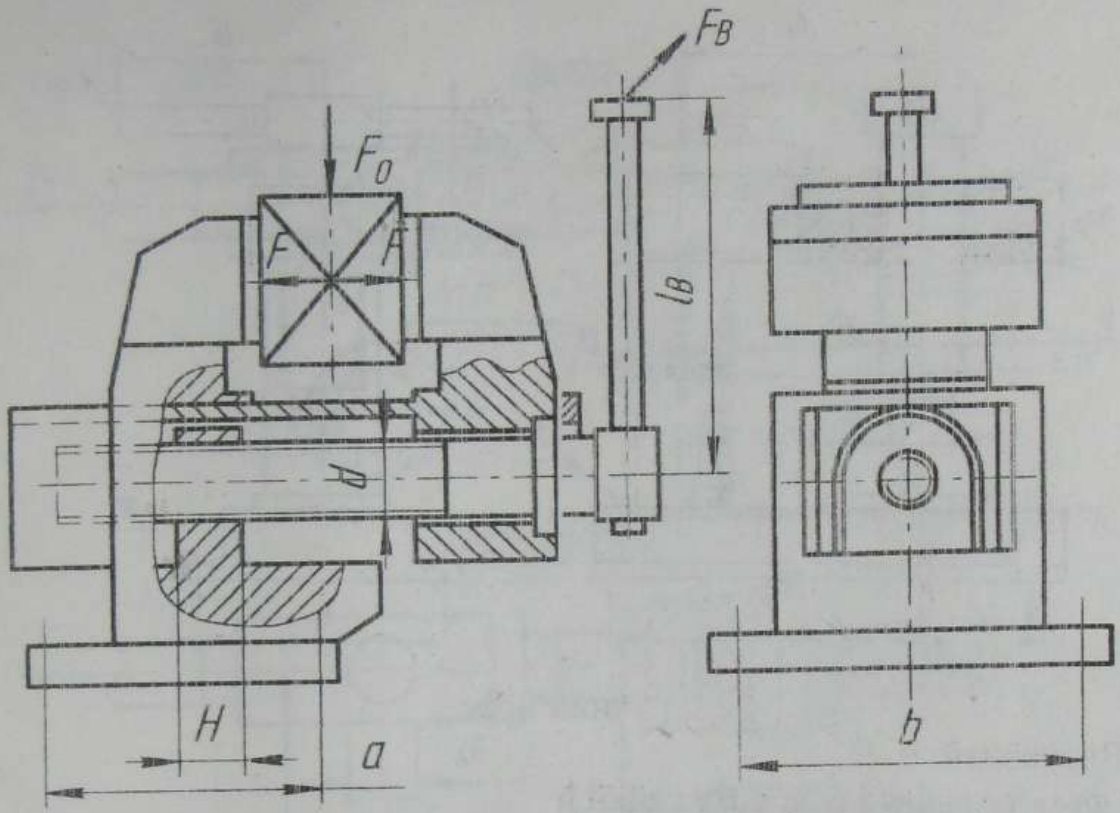
2 Матеріал гвинта – Сталь 45, гайки – бронза БрА9ЖЗЛ, штифта – Сталь 45 (загартована). Допустимий тиск на різі [p] = 10 МПа.

3 Момент тертя в підшипнику $T_T = 0,5$ Fa d_3 $f_{тр}$, де наведений коефіцієнт тертя $f_{тр} = 0,01$.

4 $F_B = 150$ Н.

5 При розрахунку штифта необхідно врахувати момент тертя на опорній поверхні гайки

Варіант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
F_a, кН	15	10	12	14	16	18	20	22	24	26
L, мм	600	1000	700	1000	700	1000	700	1000	1000	800



Слюсарні лещата

1 Визначити діаметр гвинта d, діаметр d_B і довжину l_B важеля.

2 Перевірити міцність гвинтів (z = 4), що з'єднують лещата з верстатом, якщо матеріал Ст. 3, $[\sigma]_P$ = 160 МПа.

3 Побудувати епюри крутного моменту T і осьової сили F_a для гвинта.

Примітки:

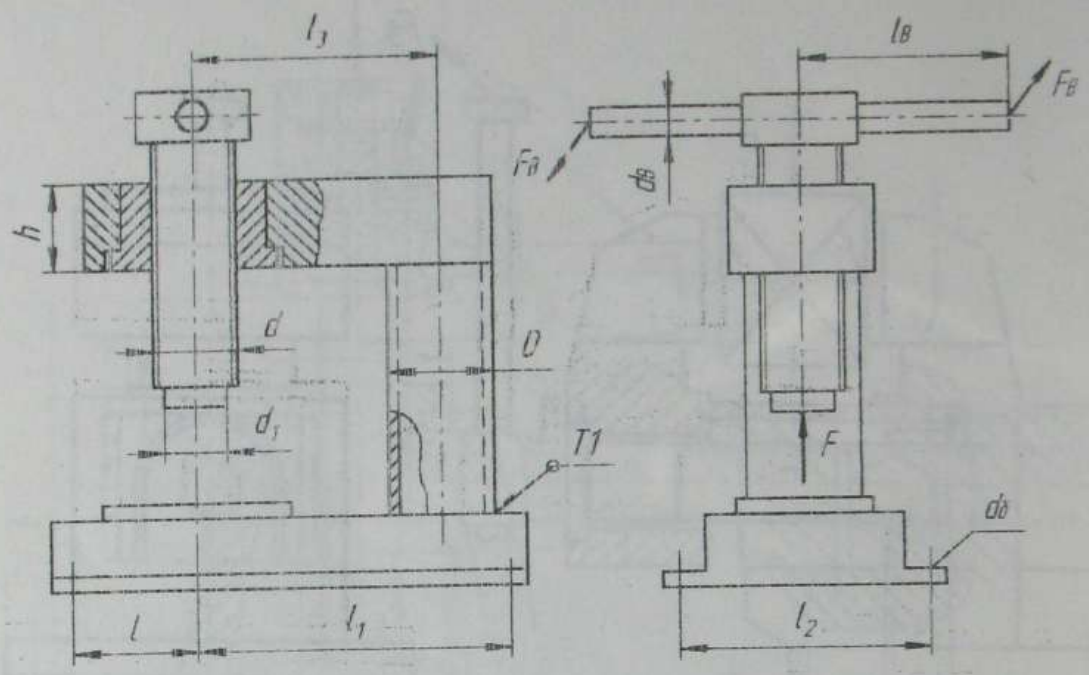
1 Матеріал гвинта – Сталь 45, гайки – чавун СЧ28.

2 Коефіцієнт тертя між деталями і на різі f = 0,12; допустимий тиск на різі [p] = 8 МПа.

3 Сила, прикладена до важеля, F_B = 100 Н.

4 Взяти: a = 6 d; b = 5 d; H = 1,5 d

Варіант	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
F_0, кН	**1,3**	**0,6**	**0,8**	**1,0**	**1,1**	**1,2**	**1,5**	**1,8**	**2,0**	**1,7**
Гвинти	**M12**					**M16**				



Ручний прес

1 Визначити:

а) діаметр гвинта d, висоту гайки h

б) діаметр болтів $d_б$, що з'єднують прес з металевою основою;

в) діаметр d_B і довжину l_B важеля, якщо він з обох кінців навантажений силами F_B = 100 Н.

2 Визначити діаметр стояка і підібрати трубу.

3 Розрахувати зварний шов біля основи стояка.

Примітки:

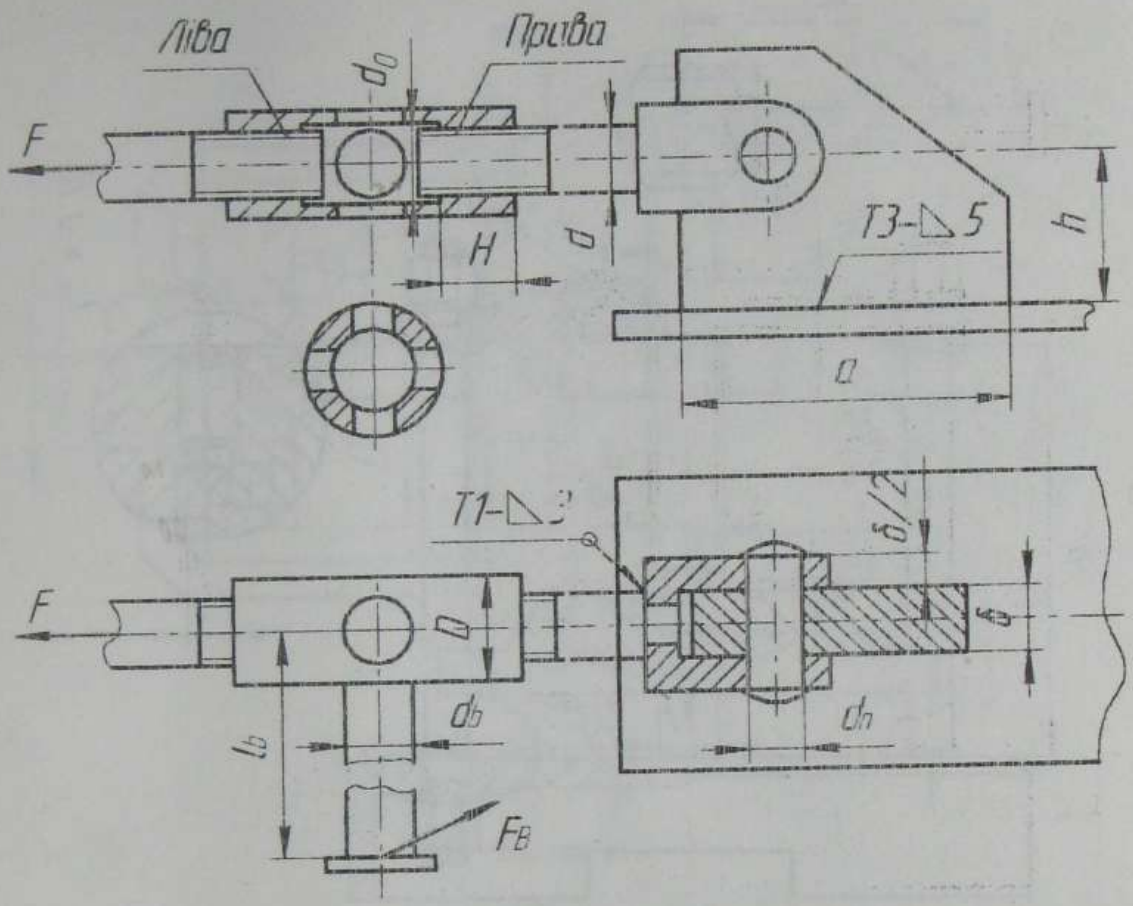
1 Матеріал гайки для варіантів 0 - 4 – чавун СЧ20, а для 5 - 9 – бронза БрА9Ж3Л. Допустимий тиск на різі [p] = 10 МПа.

2 Матеріал гвинта – Сталь 45, матеріал інших деталей преса – Ст. 3.

3 Розраховуючи зварний шов, моментом сил тертя на різі знехтувати.

4 Взяти: $l = 1{,}5\ d$; $l_1 = 5\ d$; $l_2 = 3\ d$; $l_3 = 4\ d$; $d_1 = 0{,}8\ d$

Варіант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
F, кН	15	10	12	14	16	18	20	22	24	26
$[\sigma]_{зг}$, МПа	60	100	70	100	70	100	70	100	100	80
Різь гвинта	Трапец.					Упорна				



Стяжка

1 Визначити: діаметр гвинта d, висоту гайки H, діаметр пальця d_n, товщину серги δ, діаметр d_B і довжину l_B важеля, діаметри гайки D і d_0.

2 Перевірити міцність гайки в перерізі, ослабленими отворами під важіль.

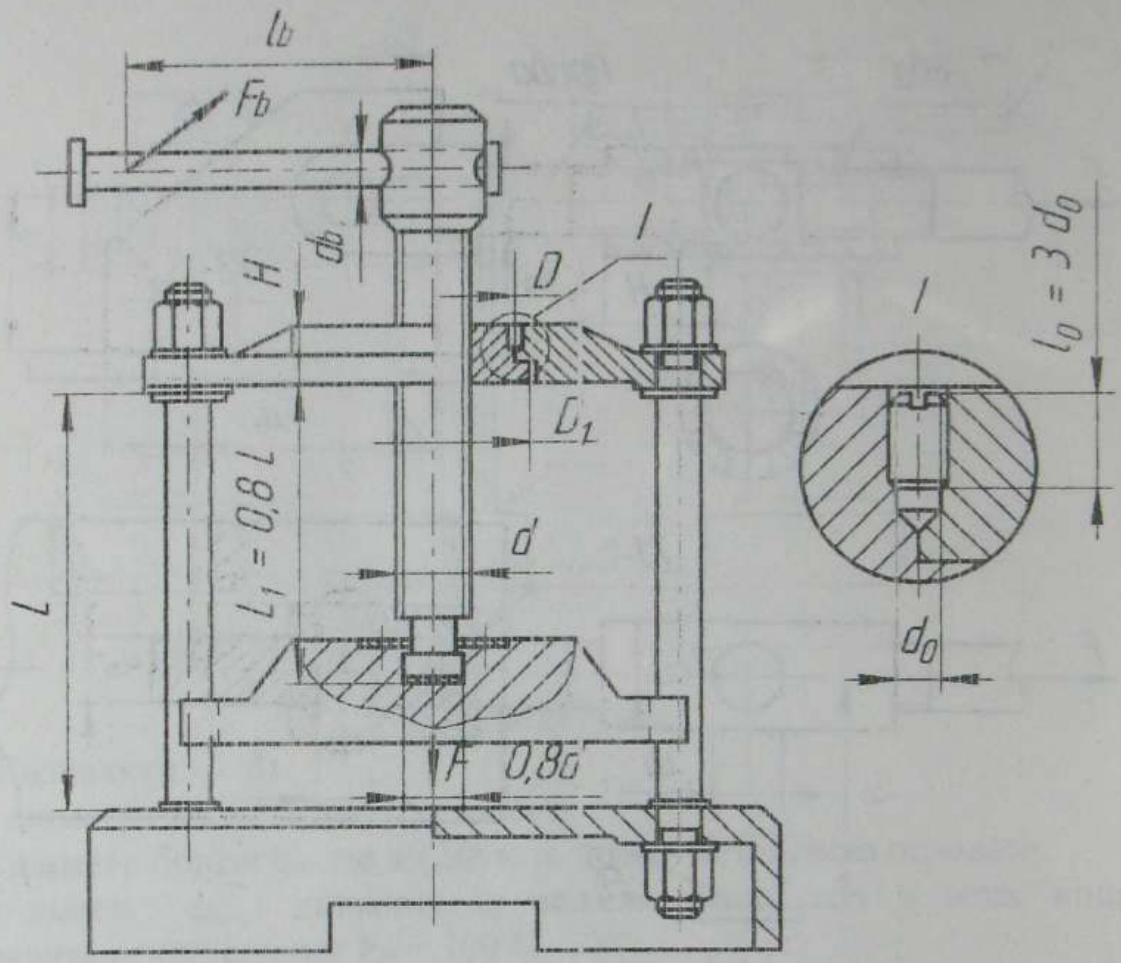
3 Перевірити міцність зварних швів.

Примітки:

1 Матеріал усіх деталей – Ст. 3, різь - метрична.

2 Взяти: H = 5 d; a = 8 d; F_B = 200 H

Варіант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
F, кН	40	45	50	55	60	65	30	32	36	25

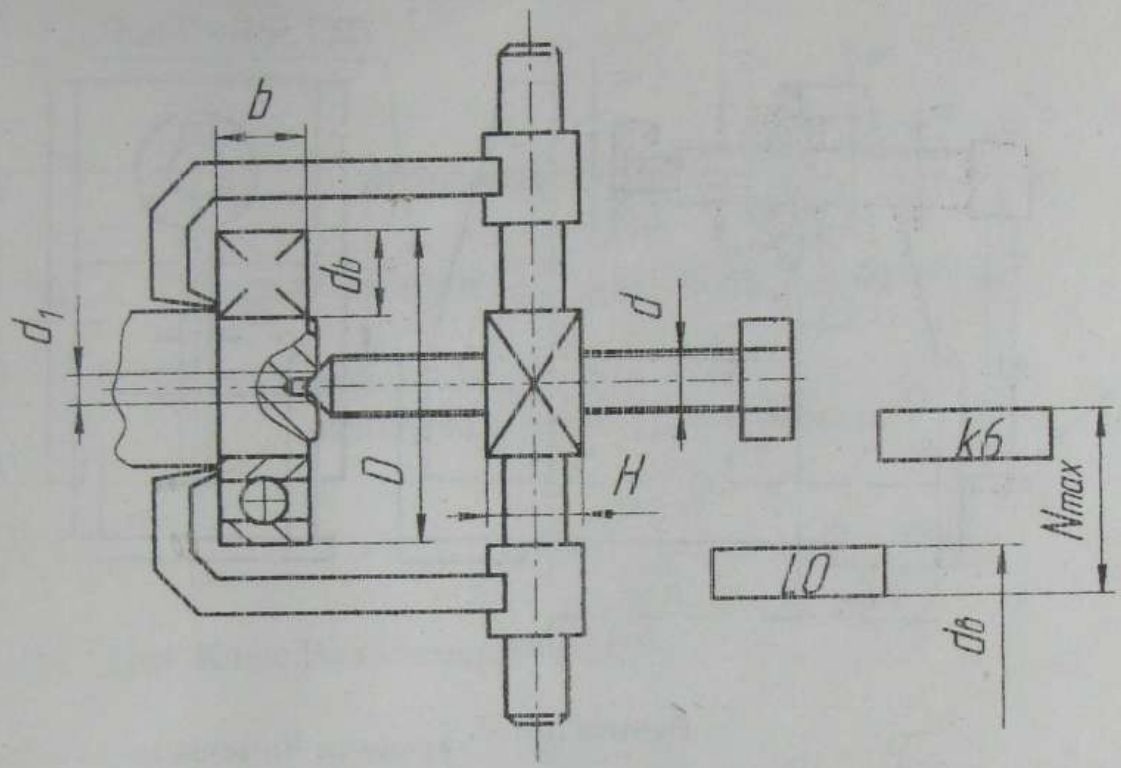


Гвинтовий прес

Визначити діаметр гвинта d за умови стійкості проти спрацювання витків різі. Визначити діаметри гайки D, D_1, висоту гайки H. Перевірити різь гайки за напруженнями зрізу та допустимим тиском. Визначити розміри стяжних гвинтів d_0 і l_0. Визначити діаметр колони d_1, а також розміри важеля l_B і d_B. Перевірити гвинт на стійкість.

Примітка. Матеріал гвинта та колон – Сталь 45; матеріал гайки – БрА9ЖЗЛ. Сила на важелі F_B = 200 Н. Різь гвинта – упорна

Варіант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
F, кН	10	15	20	25	30	35	40	37	27	17
L, мм	300	320	360	400	450	500	600	580	520	480



Знімач

1 Визначити діаметр гвинта d, висоту гайки H, момент $T_{кл}$, прикладений до ключа.

2 Побудувати епюри крутного моменту $T_{кр}$ і осьової сили F_a.

Примітки:

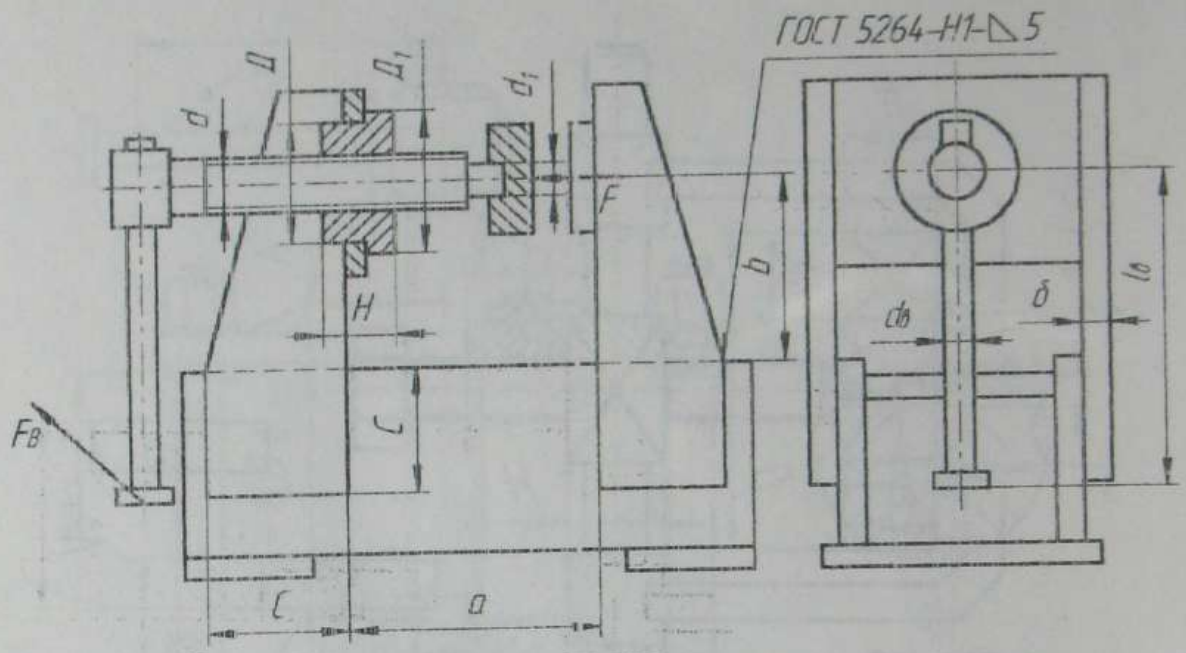
1 Різь гвинта – трапец.

2 Допустимий тиск на різі [p] = 8 МПа.

3 Коефіцієнт тертя на різі і на торці гвинта f_T = 0,12.

4 Довжина ключа $L_{кл}$ = 20 d; d_1 = 0,8 d

Варіант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Посадка	L0/js6			L0/k6		L6/m6		L6/n6		
R_{Z1}/R_{Z2}	2,5/0,4					3,2/0,2				
Підшипник	313	210	310	211	212	214	206	208	314	316



Ручний прес

Визначити: а) діаметр гвинта d і розміри гайки D, D_1 і H; б) діаметр d_B і довжину l_B важеля; в) розмір пластин C.

Перевірити міцність зварних швів.

Примітки:

1 Матеріал гвинта – Сталь 45, гайки – чавун СЧ20, рами – Ст. 3.

2 Різь – упорна, допустимий тиск на різі [p] = 8 МПа.

3 F_B = 150 Н; δ = 5 мм; f_T = 0,12; d_1 = 0,8 d.

4 При перевірці гвинта на стійкість взяти розрахункову довжину гвинта l_{max} = 0,9 a

Варіант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
F, кН	13	6	8	10	11	12	15	18	20	17
a, мм	400	280	285	390	295	300	405	310	415	320
b, мм	90	70	75	80	85	90	95	100	105	140

Навчальне видання

Контрольні завдання
з курсу
"Деталі машин і основи конструювання"

для студентів інженерно-механічних спеціальностей
денної та заочної форм навчання

Укладач Клюс Володимир Павлович

Відповідальний за випуск П.М.Учаєв

Редактор С.М.Симоненко

План 2003 р., поз. 76.
Умовн. друк. арк. 3,43.
Підп. до друку 20.05.03.
Наклад 200 прим.
Собівартість вид. 1грн. 18 к. оп.

Формат 60х84/16.
Обл.-вид. арк. 2.83.
Замовлення № 201 .

Безкоштовно.

Вид-во СумДУ. Р.с. №34 від 11.04.2000 р.
40007, Суми, вул. Римського-Корсакова, 2

Друкарня СумДУ. 40007, Суми, вул. Римського-Корсакова, 2