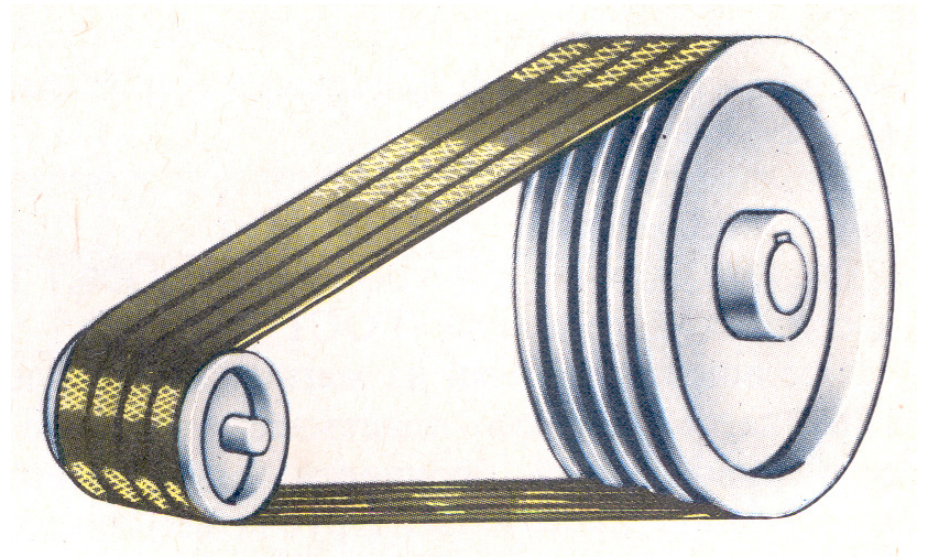
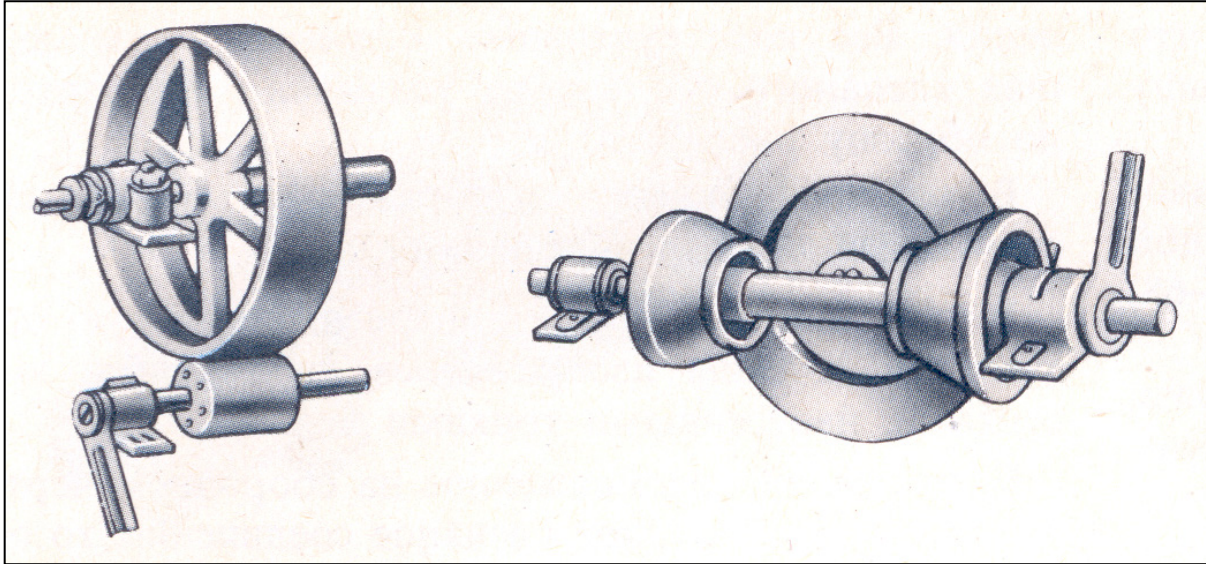
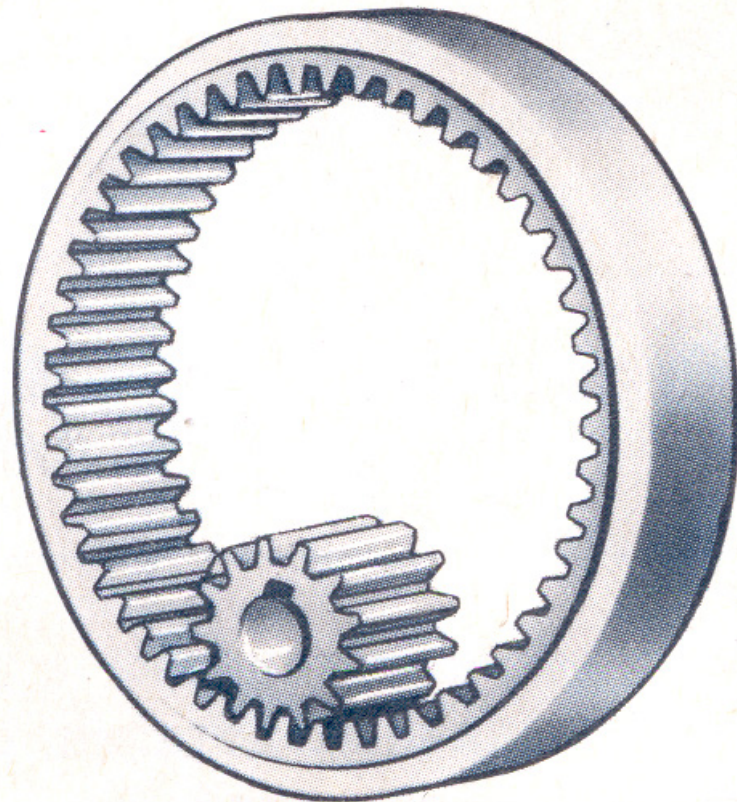
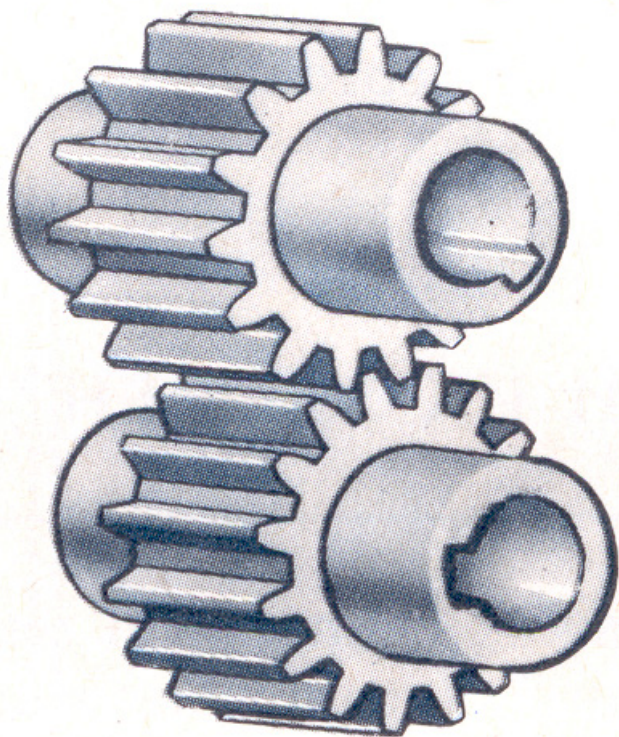
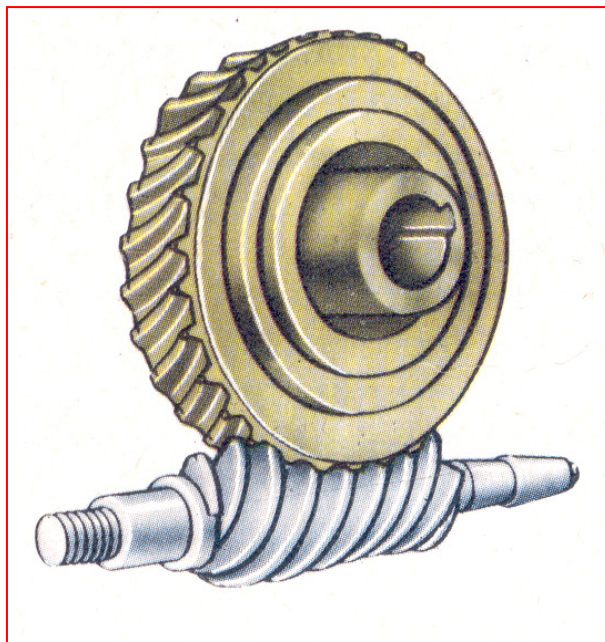
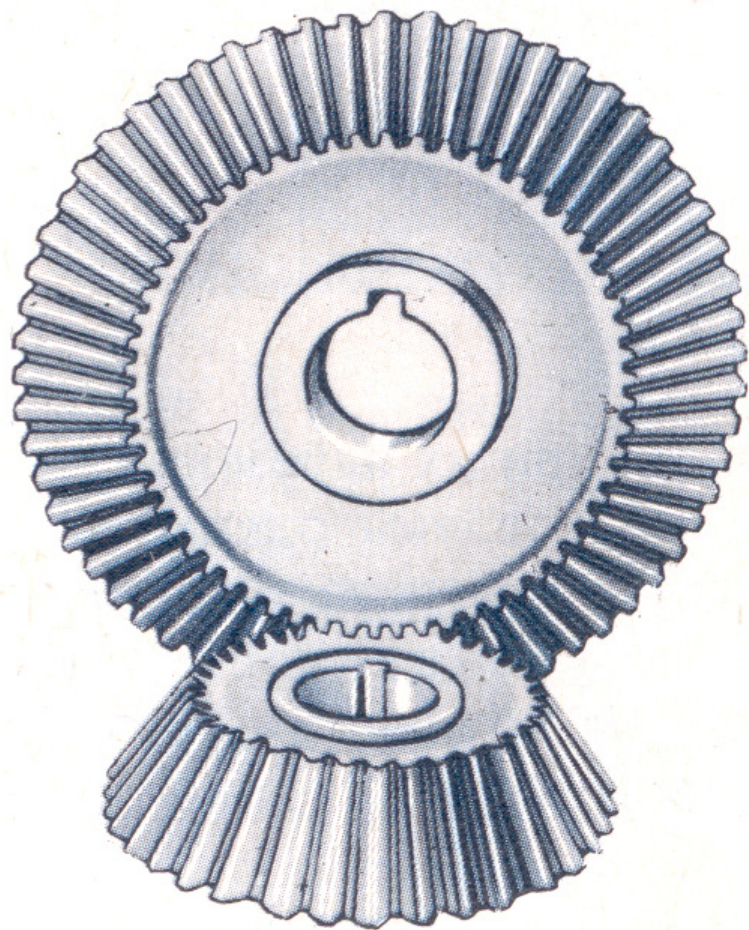


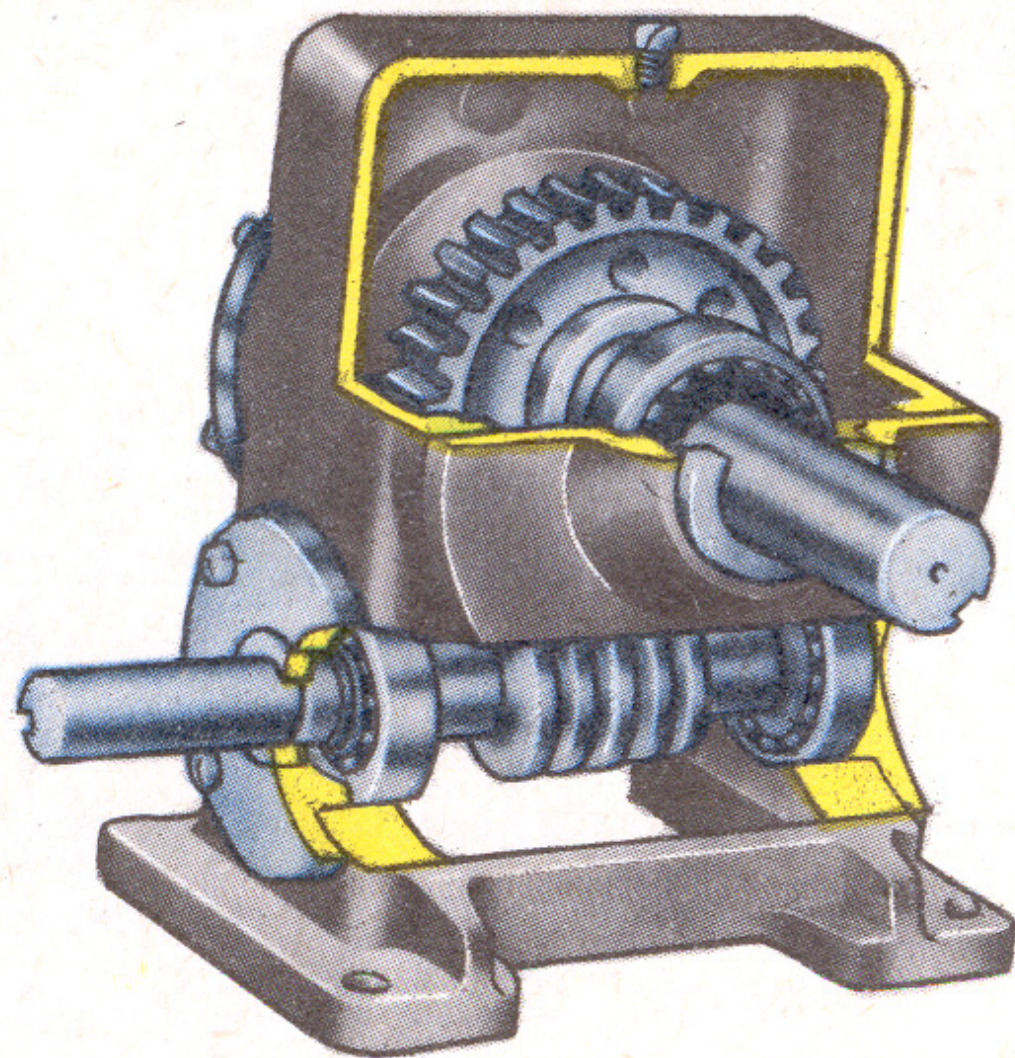
МАШИНСКИ ЕЛЕМЕНТИ

ГЕОМЕТРИЈСКЕ ВЕЛИЧИНЕ

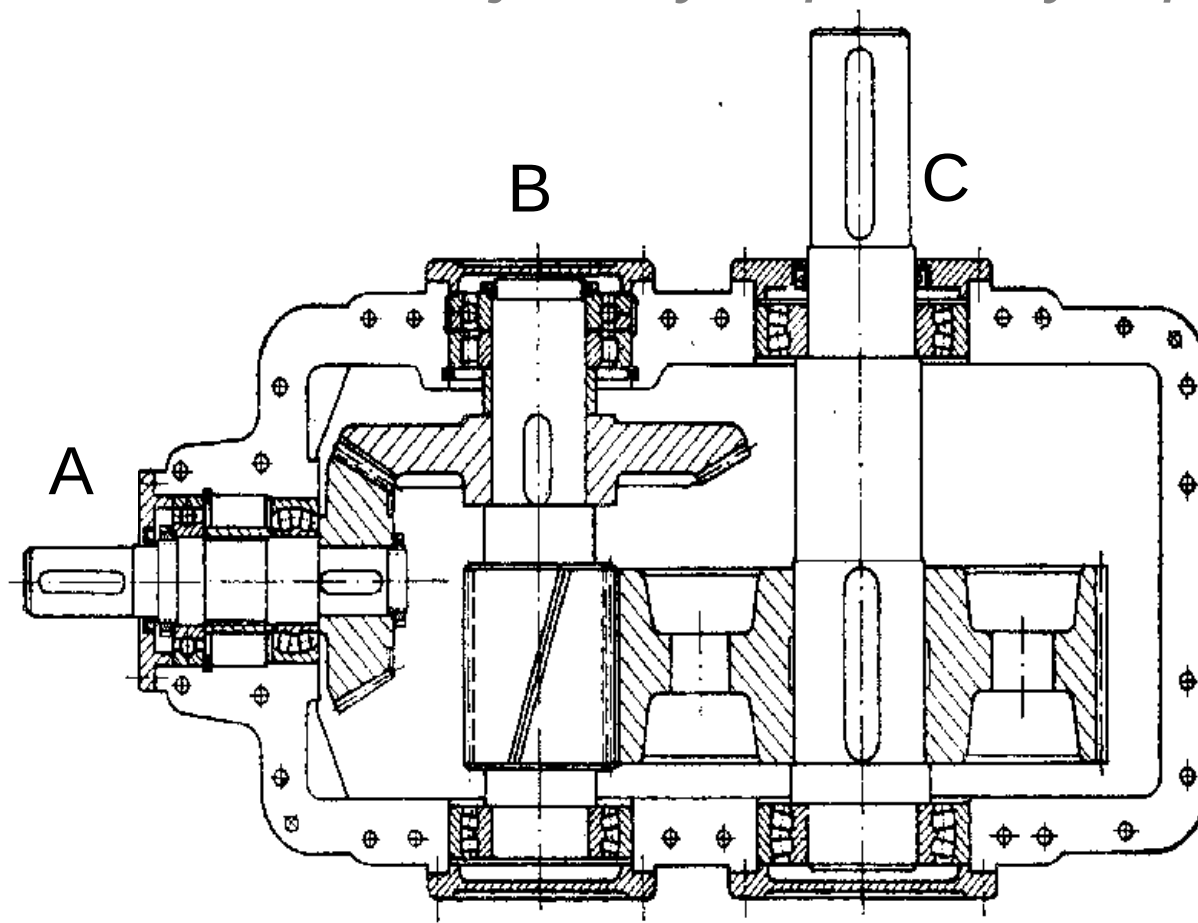


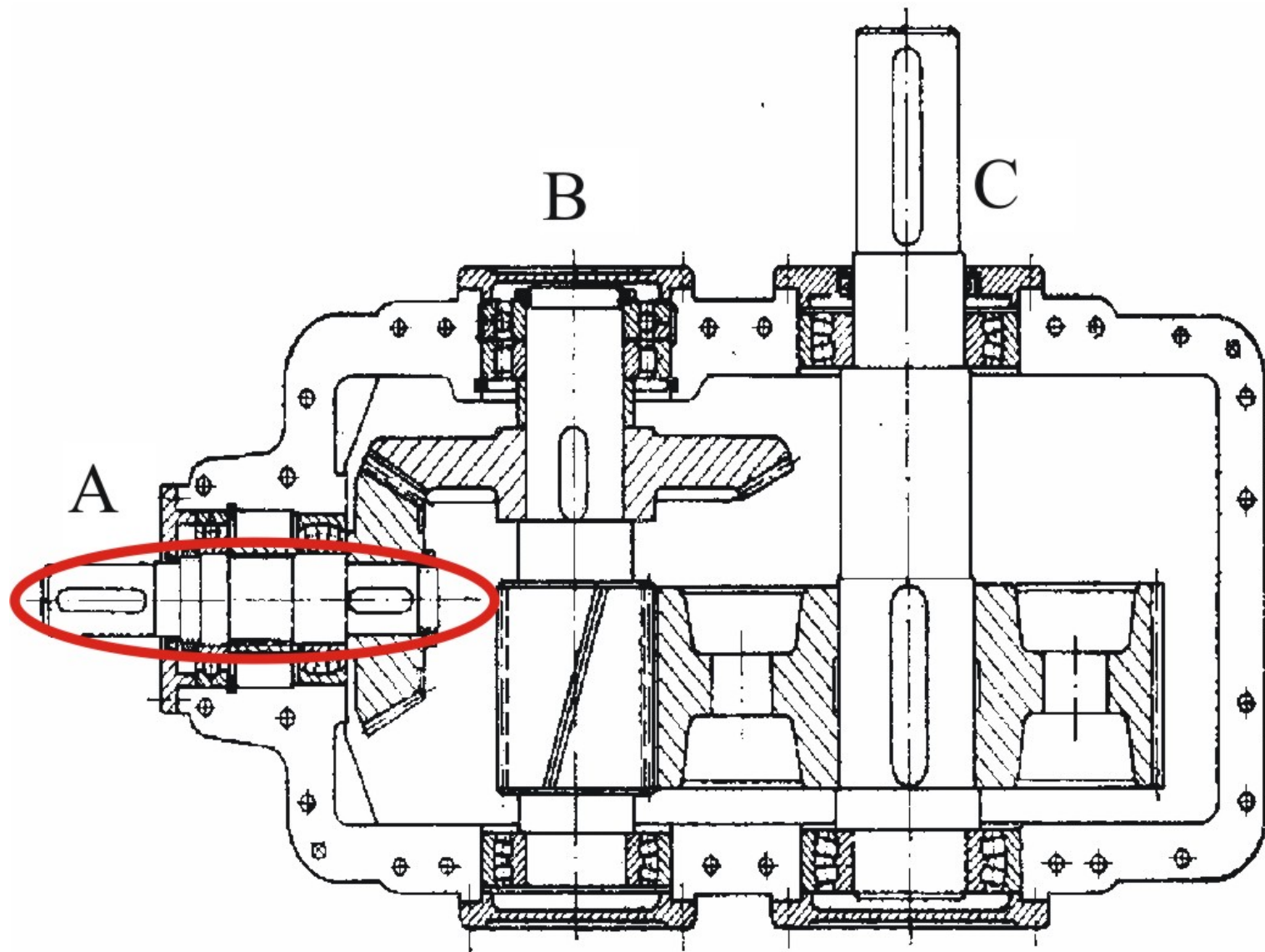


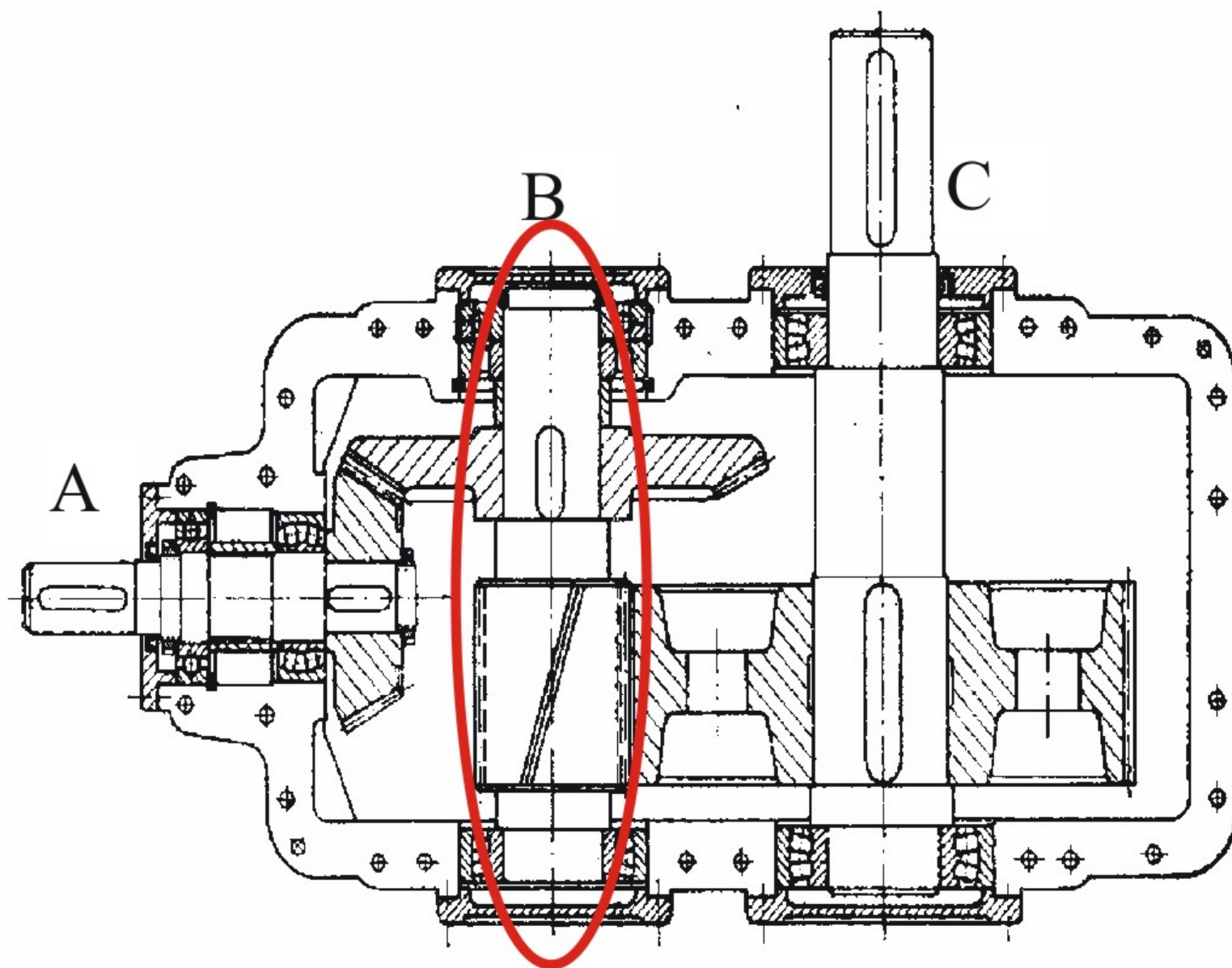


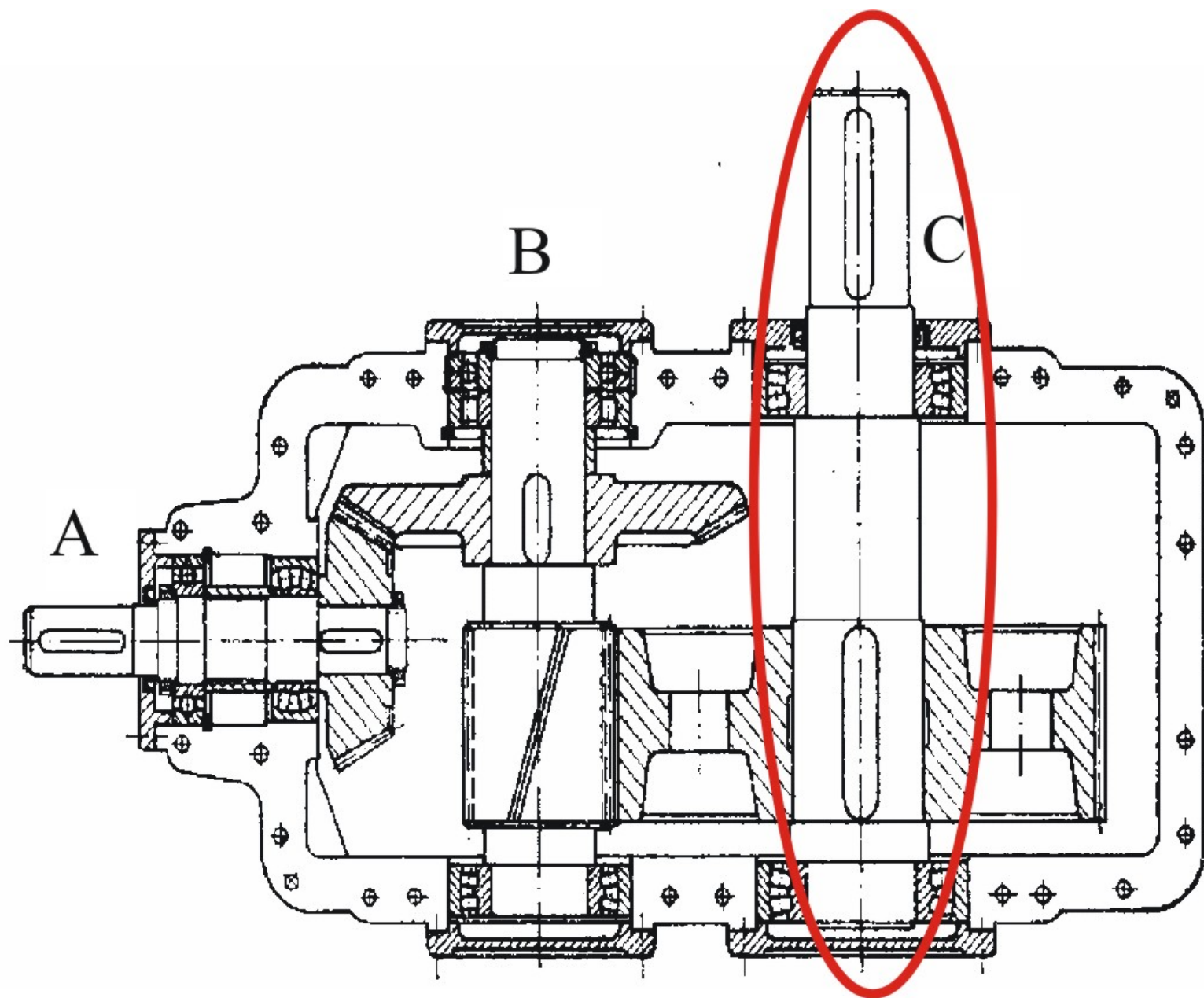


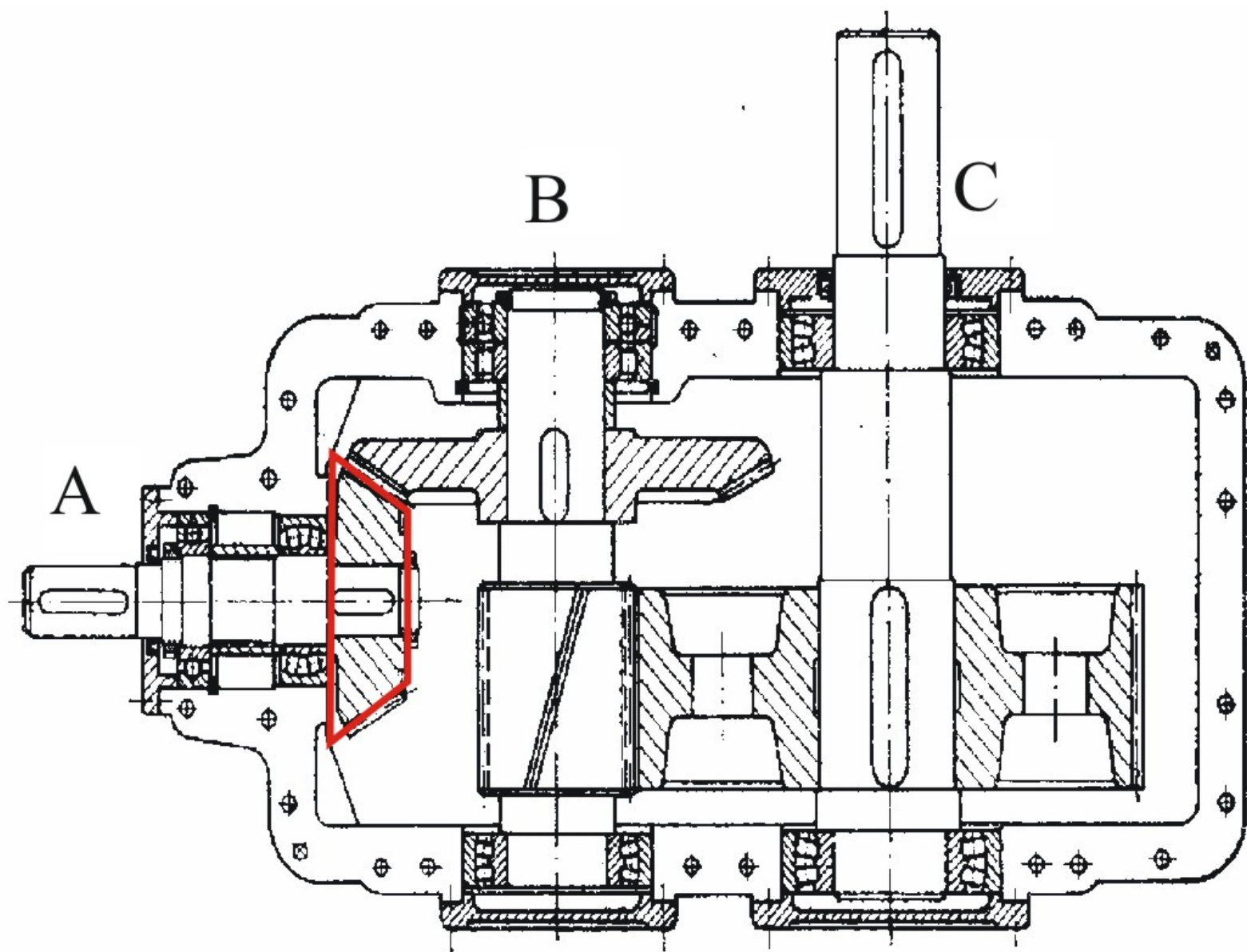
Извршити избор лежаја за вратило зупчаног
преносника снаге за потребе радне машине.
Радна машина је са умереним ударима.

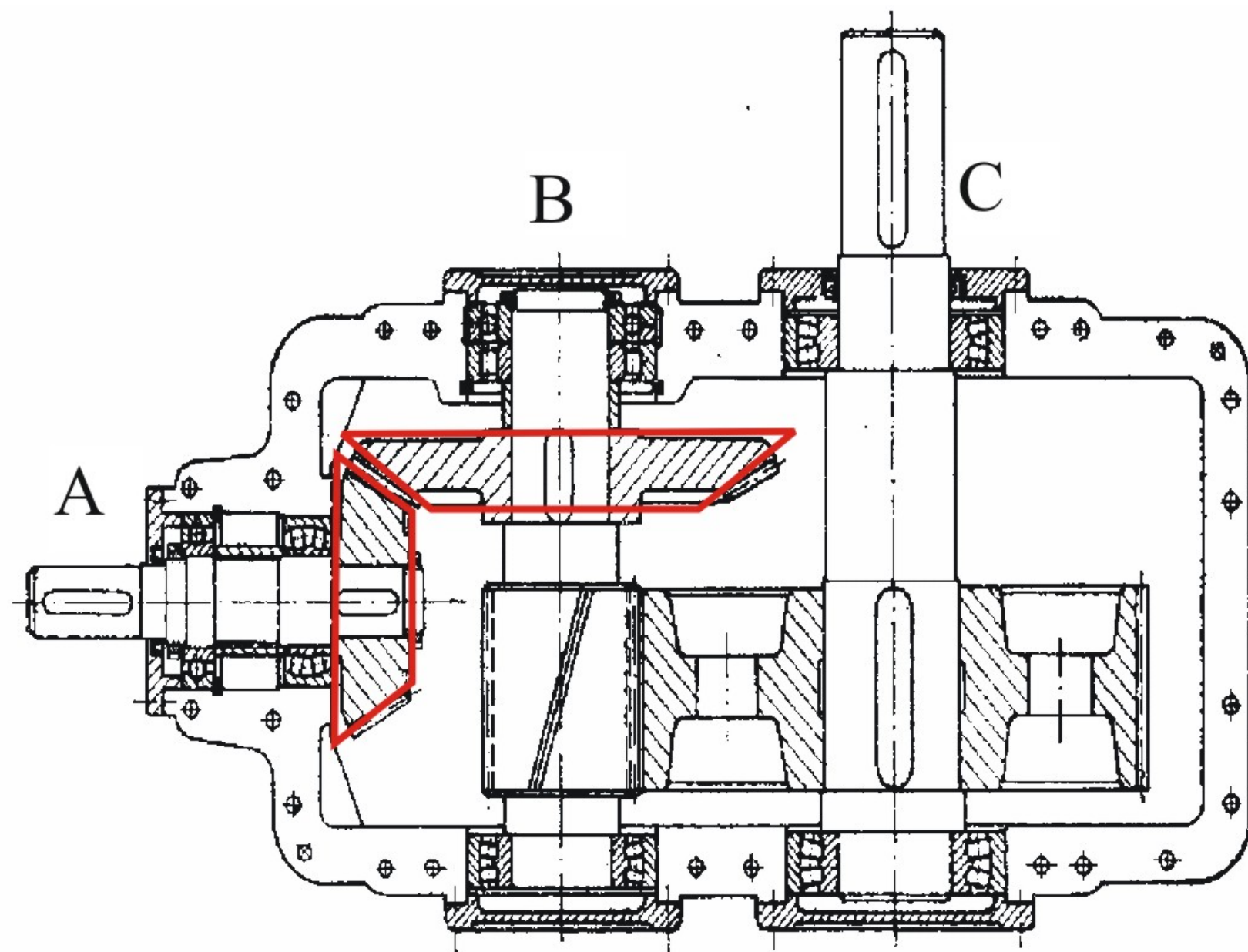


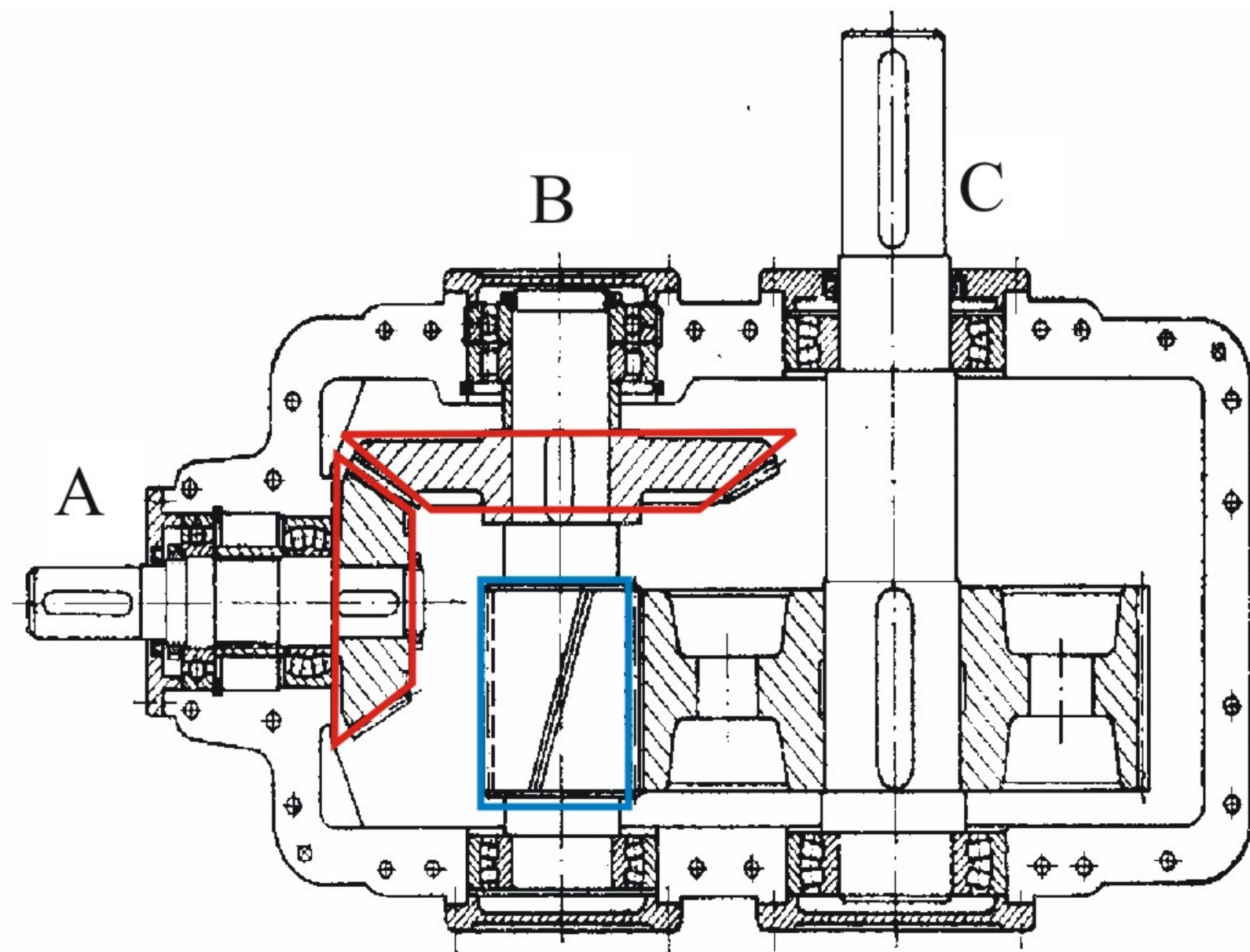


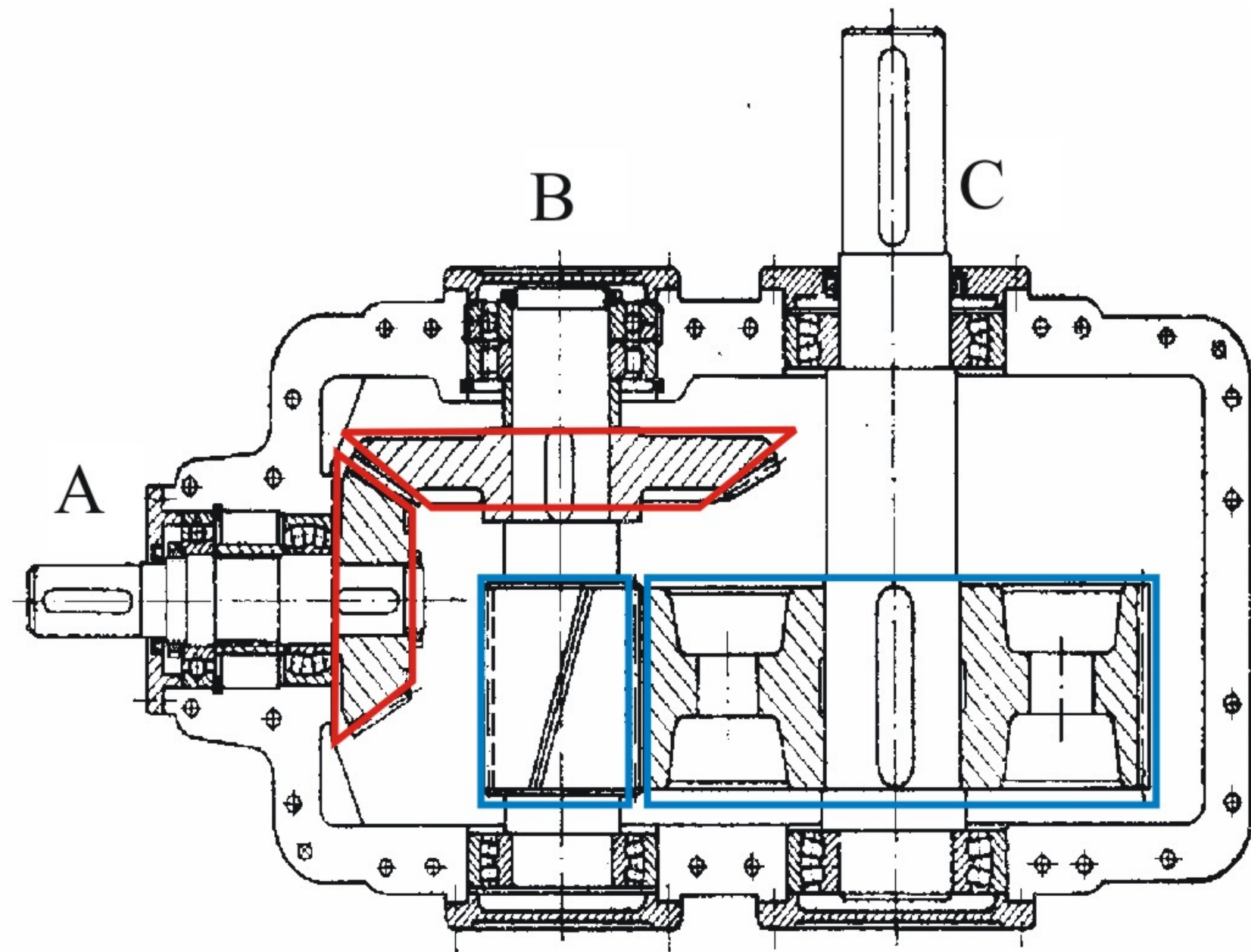


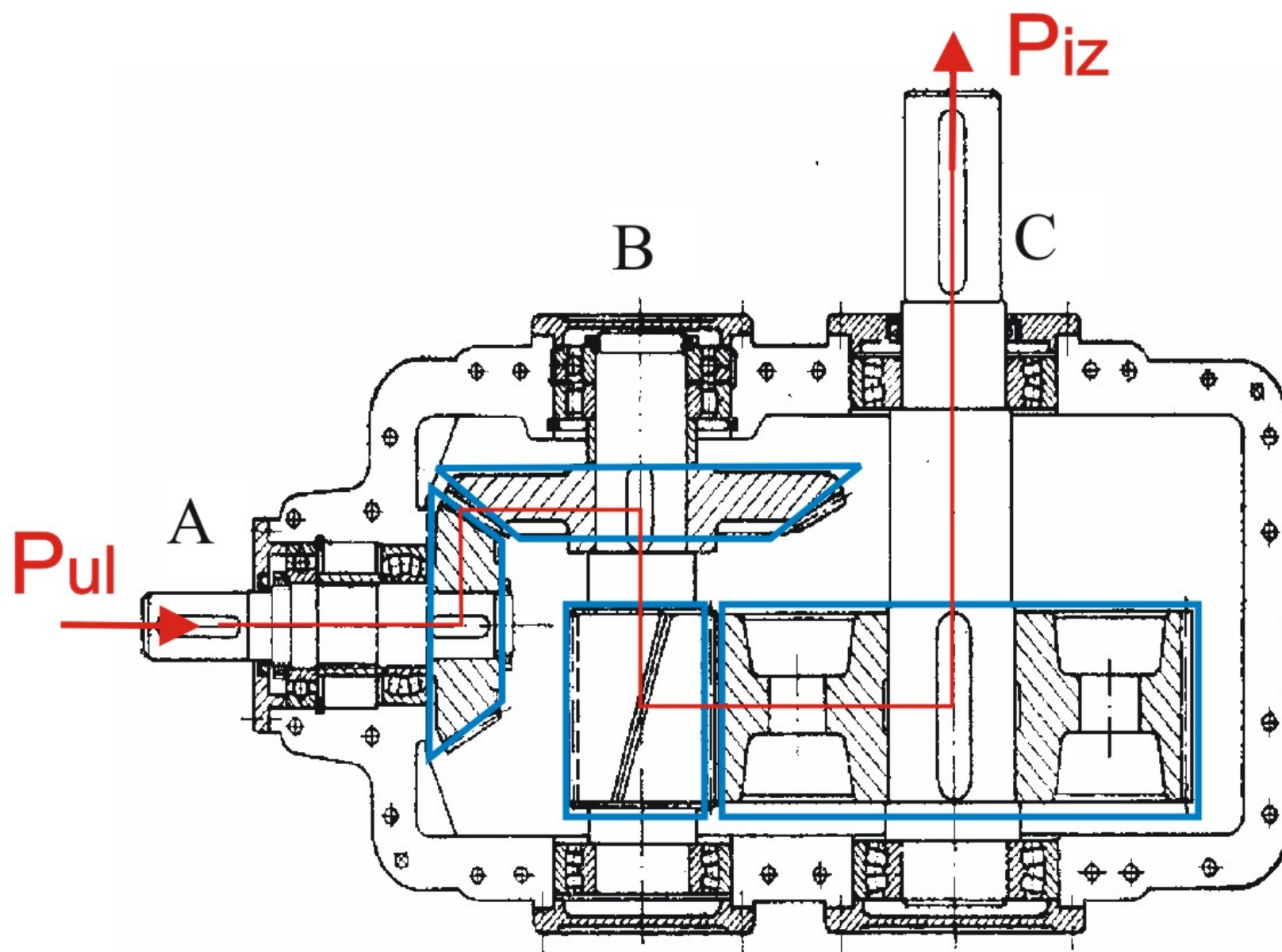


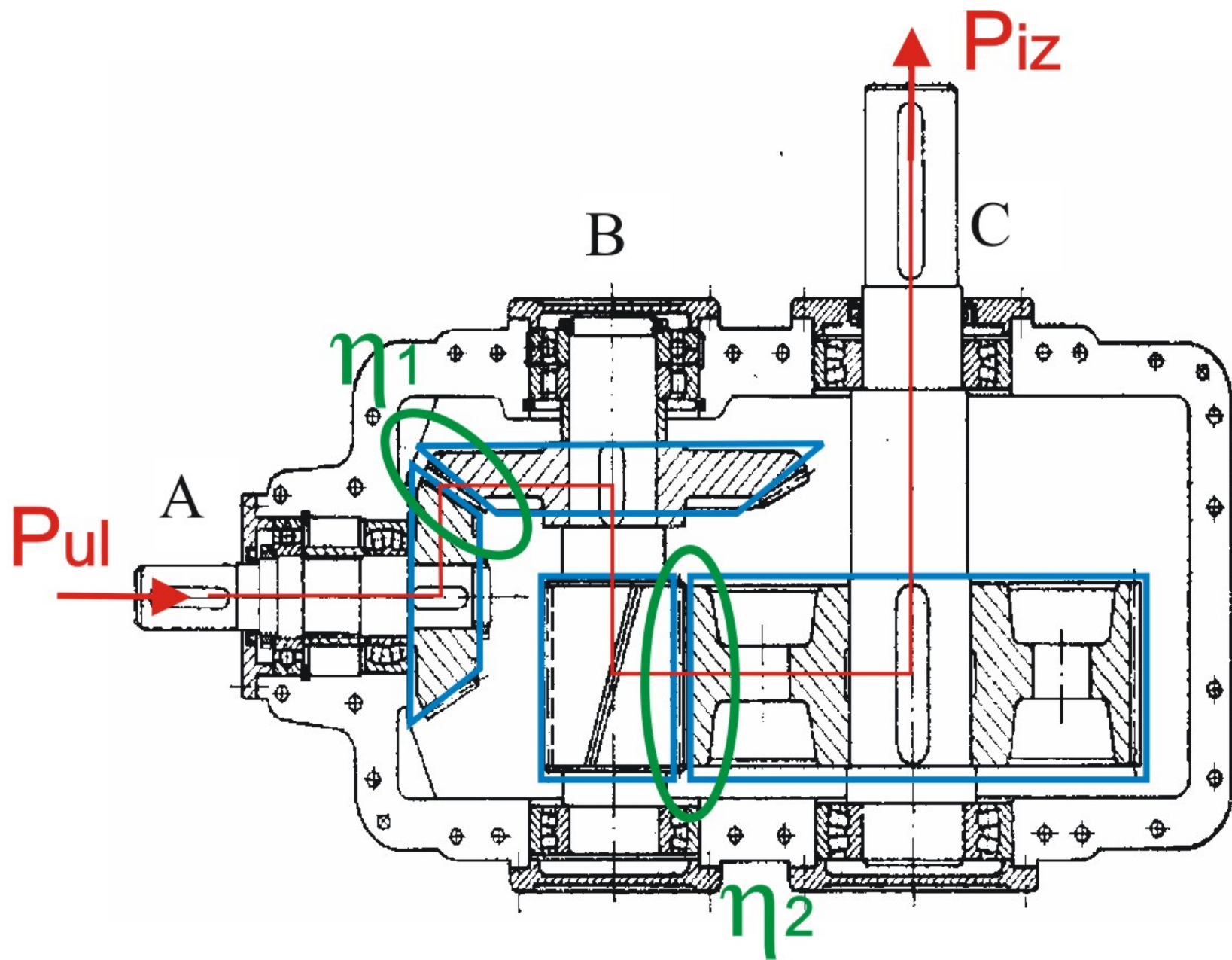


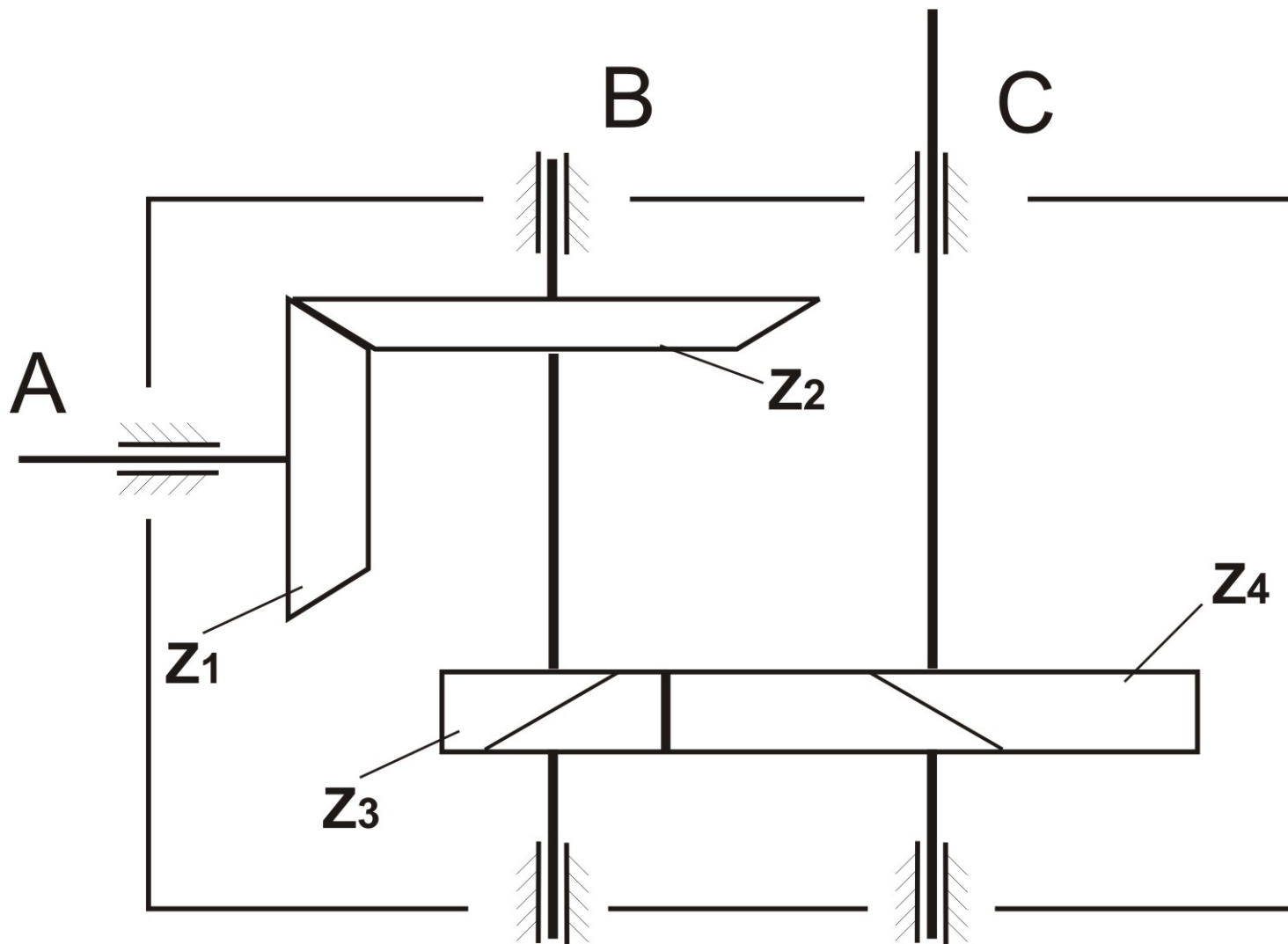


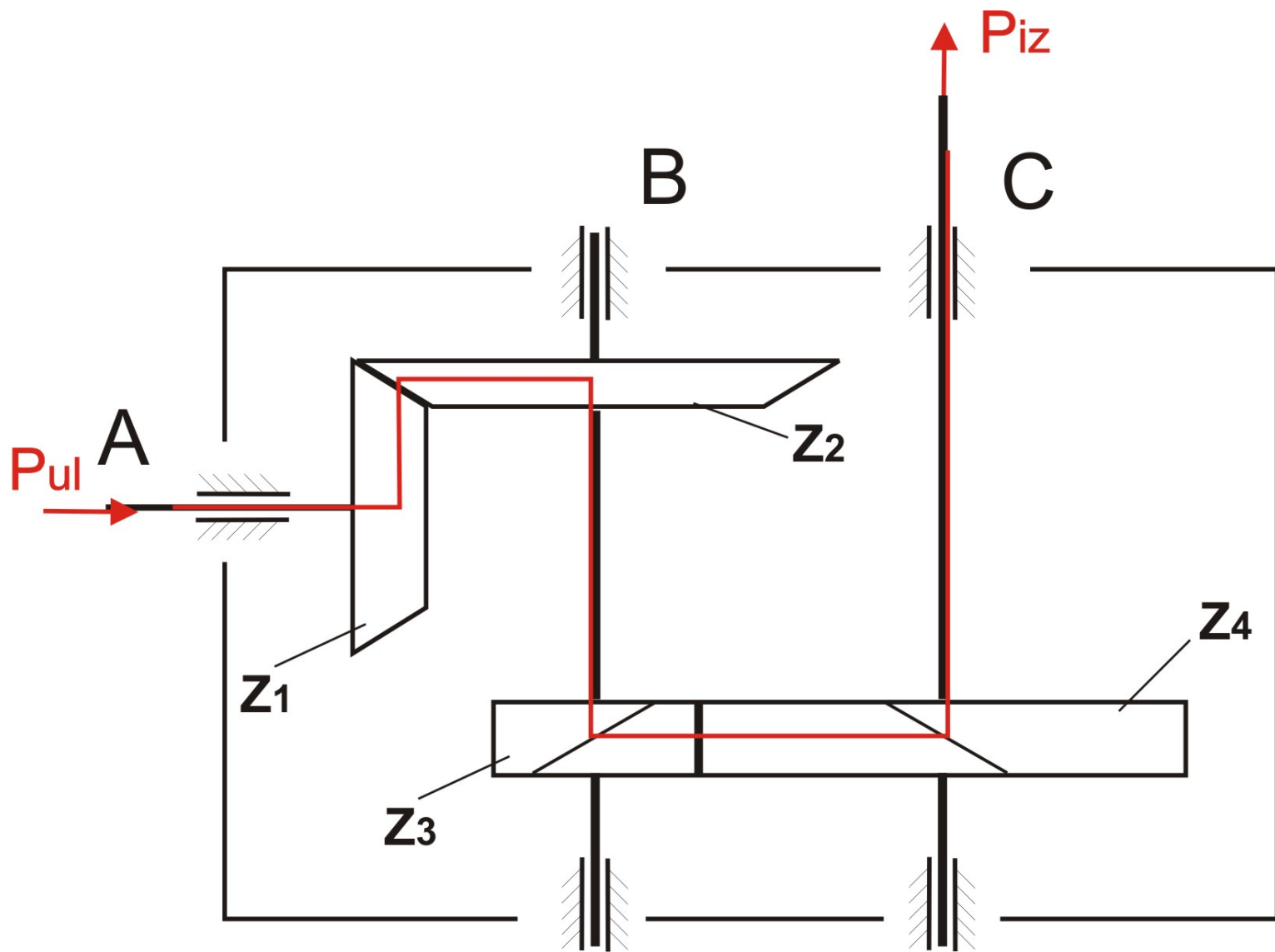


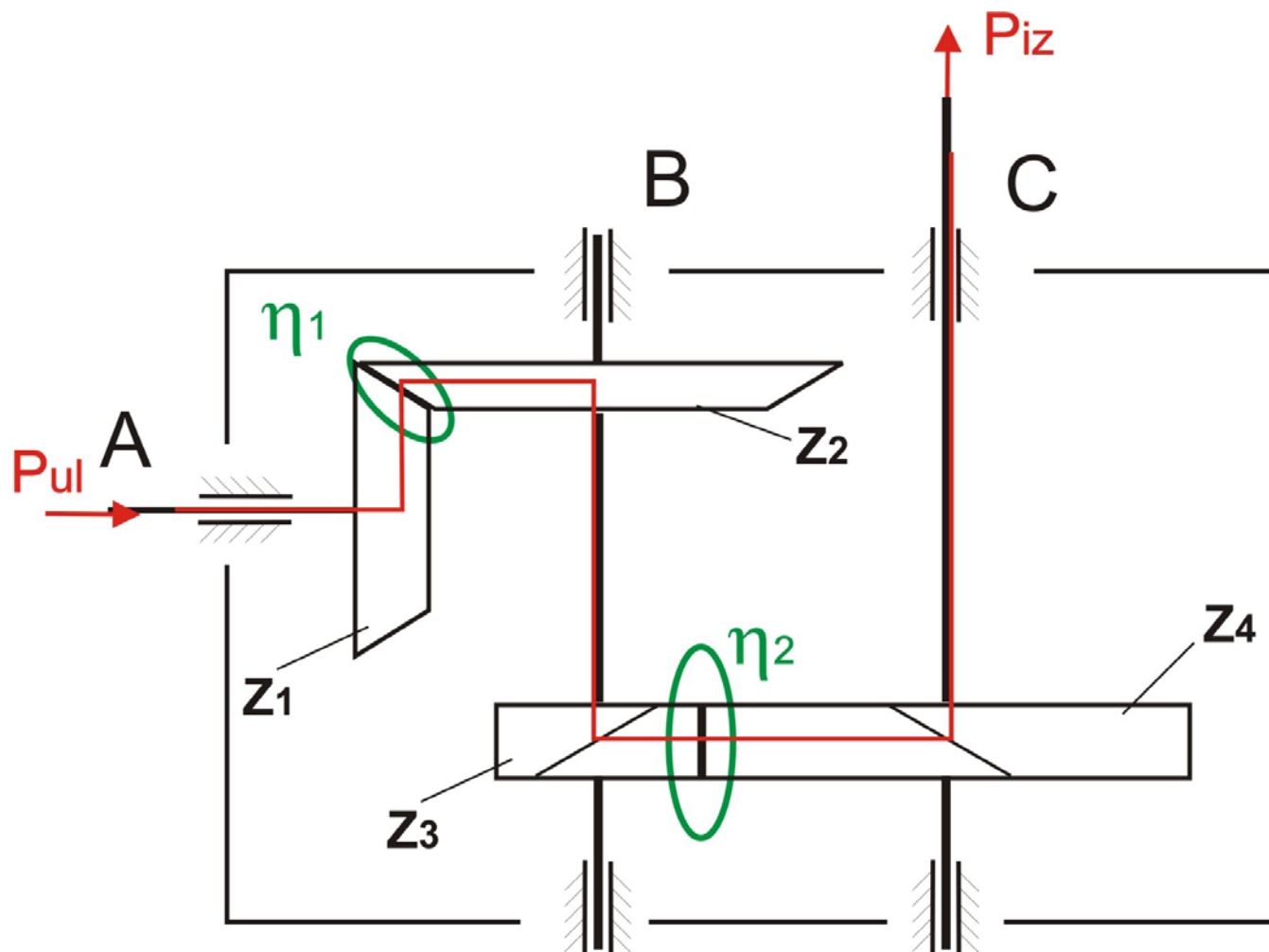




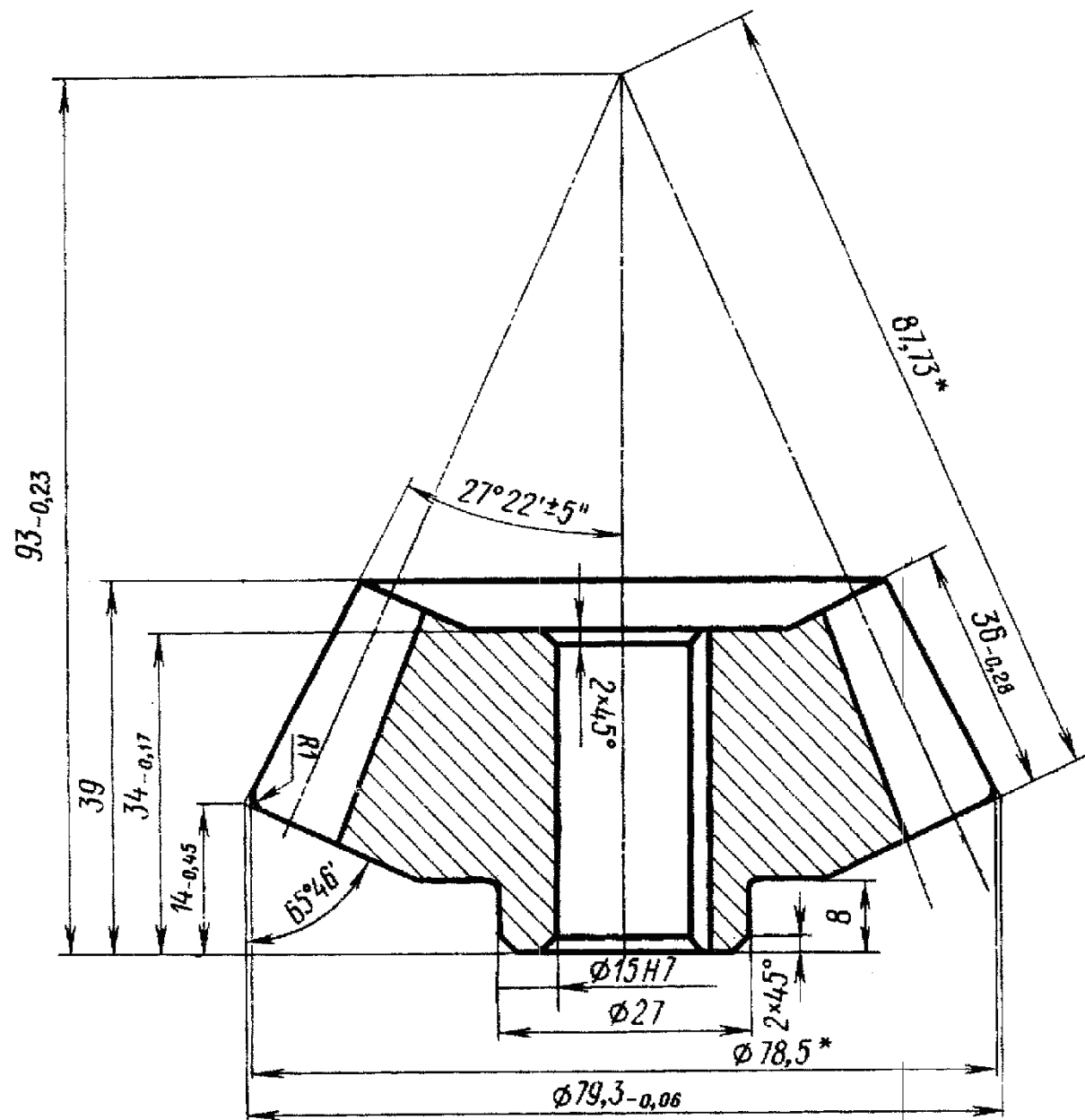


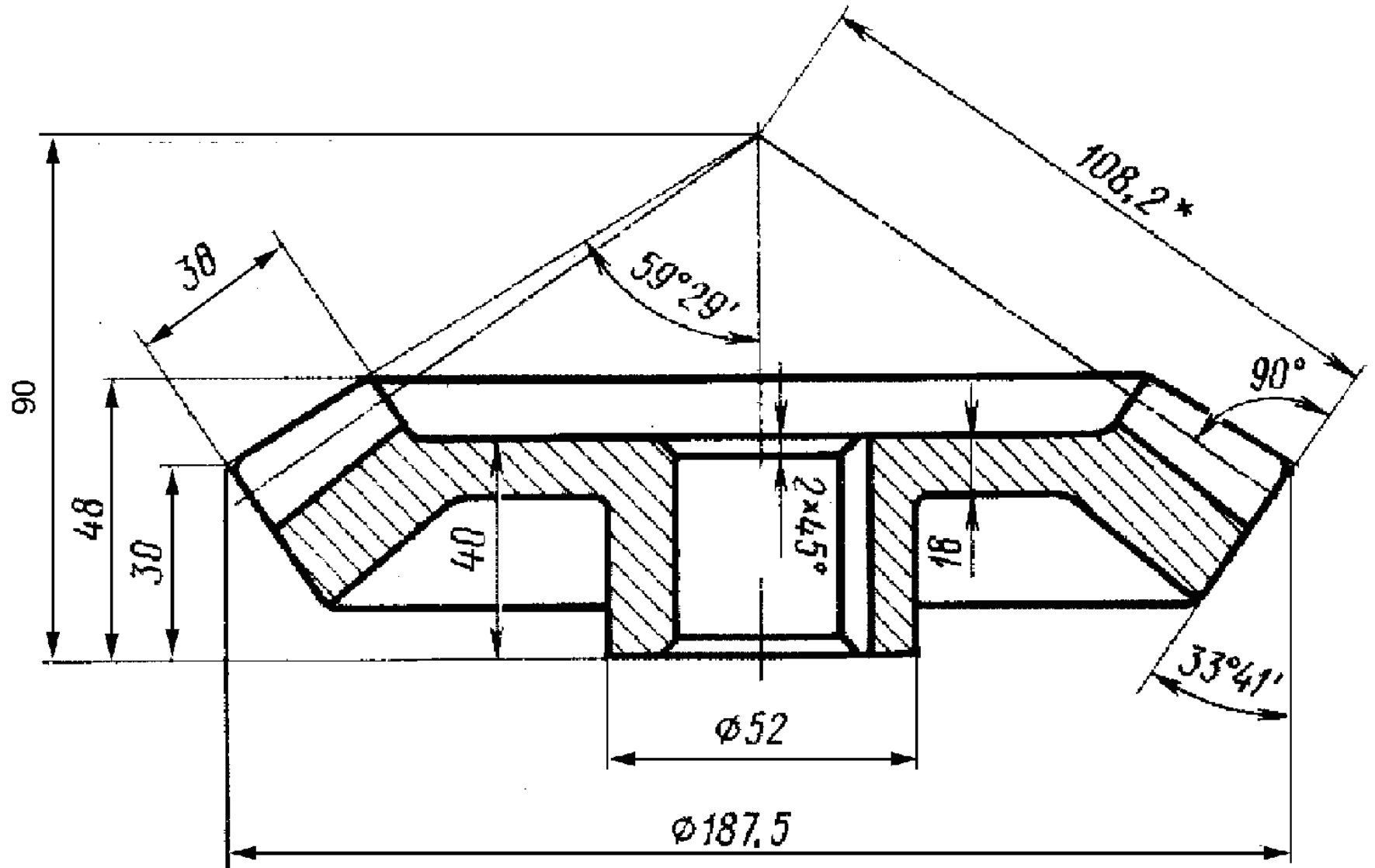






$$P_{iz} = P_{ul} \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \quad \text{или} \quad P_{ul} = \frac{P_{iz}}{\eta_1 \cdot \eta_2}$$





Улазни подаци:

Снага погонског уређаја (електромотор)

$$P_{em} = 10 \text{ kW}$$

Број обртаја електромотора

$$n_{em} = 1400 \text{ }^\circ/\text{min}$$

Преносни однос:

$$u_{1-2} = \dots, u_{3-4} = \dots$$

$$u_{\Sigma} = \dots \text{ (треба усвојити)}$$

Материјал зупчаника:

сви Š.4320 (за цементацију)

Фактор радних услова $K_A = \dots$

Степени искоришћења су исти за све зупчасте парове:

$$\eta = 0,98$$

Напомена:

Преносни односи у пројектним задацима нису дати, али су у практикуму дате препоруке за избор преносних односа (стр.77, таб.3.1)

Врста редуктора	Једностепени	Двостепени	Тростепени
Редуктор са паралелним вратилима	$i \leq 9$	$i = 8 \div 50$	$i = 40 \div 250$
Редуктор са вратилима која се секу	$i = 2 \div 5,5$	$i = 6 \div 40$	$i = 25 \div 250$
Пужни редуктор	$i = 5 \div 70$	$i = 50 \div 8000$	
Пужни редуктор, комбинован		$i = 35 \div 350$	
Планетни редуктор	$i = 5 \div 20$	$i = 20 \div 100$	

$$u = i = ?$$

Напомена:

Преносни односи у пројектним задацима нису дати, али су у практикуму дате препоруке за избор преносних односа (стр.77, таб.3.1)

Врста редуктора	Једностепени	Двостепени	Тростепени
Редуктор са паралелним вратилима	$i \leq 9$	$i = 8 \div 50$	$i = 40 \div 250$
Редуктор са вратилима која се секу	$i = 2 \div 5,5$	$i = 6 \div 40$	$i = 25 \div 250$
Пужни редуктор	$i = 5 \div 70$	$i = 50 \div 8000$	
Пужни редуктор, комбинован		$i = 35 \div 350$	
Планетни редуктор	$i = 5 \div 20$	$i = 20 \div 100$	

$$u = 6 \div 40$$

усвајам $u = 15$

Пошто смо усвојили стандардну вредност
за преносни однос **целог преносника**,
бирамо преносни однос првог пара

$$u_{1-2} = ?$$

- $u = u_{1-2} \cdot u_{3-4}$
- $u_{1-2} = 3,55$ (произвољно)
- $u_{3-4} = u / u_{1-2} = 15 / 3,55$
- $u_{3-4} = 4,225$

Фактор радних услова K_a (C_a) бира се на основу карактеристика погонске и радне машине (Т.2.3 – практикум, стр.41)

Табела 2.3 Фактор радних услова

Радна машина		Погонска машина					
		Група А: Једносмерни и наизменични електромотори са нормалним полазним моментом (до 2 пута већим од номиналног), мотори са унутрашњим сагоревањем и турбине за $n > 600 \text{ min}^{-1}$.			Група Б: Једносмерни и наизменични електромотори са великим полазним моментом (преко 2 пута већим од номиналног), мотори са унутрашњим сагоревањем и турбине за $n < 600 \text{ min}^{-1}$.		
		за дневни раду h			за дневни рад у h		
		изнад	10	16		10	16
		до	10	16		10	16
I Лаки спектар оптерећења: турбопумпе и турбокомпресори, тракасти транспортери за лаке материјале, вентилатори и пумпе до 7,4 kW, равномерно оптерећени стругови и брусилице.		1 (1,2)	1,1 (1,4)	1,2 (1,6)	1,1 (1,4)	1,2 (1,6)	1,3 (1,8)
II Средњи спектар оптерећења: маказе за лим, пресе, ланчани и тракасти транспортери за тешке материјале, електро генератори, алатне машине, штампарске машине, вентилатори и пумпе преко 7,4 kW.		1,1 (1,3)	1,2 (1,5)	1,3 (1,7)	1,2 (1,5)	1,3 (1,7)	1,4 (1,9)
III Тежак спектар оптерећења: млинови, клипни компресори, пужни транспортери, текстилне машине, машине за хартију, тестере, гатери, пресе за брикет.		1,2 (1,4)	1,3 (1,6)	1,4 (1,8)	1,4 (1,6)	1,5 (1,8)	1,6 (2,0)
IV Врло тежак спектар оптерећења: јако оптерећени млинови, дробилице, мешалице, календери, витла, кранови, багери, ваљачнички станови.		1,3 (1,5)	1,4 (1,7)	1,5 (1,9)	1,5 (1,7)	1,6 (1,9)	1,8 (2,1)

Табела 2.3 Фактор радних услова

Радна машина	Погонска машина						
	Група А: Једносмерни и наизменични електромотори са нормалним полазним моментом (до 2 пута већим од номиналног), мотори са унутрашњим сагоревањем и турбине за $n > 600 \text{ min}^{-1}$.			Група Б: Једносмерни и наизменични електромотори са великим полазним моментом (преко 2 пута већим од номиналног), мотори са унутрашњим сагоревањем и турбине за $n < 600 \text{ min}^{-1}$.			
	за дневни раду h			за дневни рад у h			
	изнад	10	16		10	16	
	до	10	16		10	16	
I Лаки спектар оптерећења: турбопумпе и турбокомпресори, тракасти транспортери за лаке материјале, вентилатори и пумпе до 7,4 kW, равномерно оптерећени стругови и брусилице.	1 (1,2)	1,1 (1,4)	1,2 (1,6)	1,1 (1,4)	1,2 (1,6)	1,3 (1,8)	
II Средњи спектар оптерећења: маказе за лим, пресе, ланчани и тракасти транспортери за тешке материјале, електро генератори, алатне машине, штампарске машине, вентилатори и пумпе преко 7,4 kW.	1,1 (1,3)	1,2 (1,5)	1,3 (1,7)	1,2 (1,5)	1,3 (1,7)	1,4 (1,9)	
III Тежак спектар оптерећења: млинови, клипни компресори, пужни транспортери, текстилне машине, машине за хартију, тестере, гатери, пресе за брикет.	1,2 (1,4)	1,3 (1,6)	1,4 (1,8)	1,4 (1,6)	1,5 (1,8)	1,6 (2,0)	
IV Врло тежак спектар оптерећења: јако оптерећени млинови, дробилице, мешалице, календери, витла, кранови, багери, ваљачнички станови.	1,3 (1,5)	1,4 (1,7)	1,5 (1,9)	1,5 (1,7)	1,6 (1,9)	1,8 (2,1)	

Вредности фактора радних услова K_A

Карактер промене обртног момента	Погонска машина			
	ЕМ	Турбомотор	Вишецилин. клипни мотор	Једноцилин. клипни мотор
равномеран	1,00	1,25	1,5	1,75
са малим ударима	1,10	1,35	1,60	1,85
са средњим ударима	1,25	1,50	1,75	2,00
са јаким ударима	1,50	1,75	2,00	2,25

Прорачун коничног пара z_1 - z_3

(према примеру 4.1, практикум стр.166)

Прво се рачуна пречник спољшњег подеоног круга:

$$d_{e1} = \sqrt[3]{\frac{32600 \cdot T_1 \cdot K_A}{u_{1-2} \cdot K}}$$

$K_A = 1,1$ – фактор радних услова

K – фактор који узима у обзир врсту материјала

Прорачун коничног пара z_1 - z_2

(практикум - табела 3.4, стр 174 и пример 3.4.1, стр 177)

Пречник подеоног круга у средњем пречнику:

$$d_{m1} = 2000 \cdot \sqrt[3]{\frac{T_1 \cdot K_A}{\sigma_{H \lim}^2} \cdot \frac{1}{\sqrt{u^2 + 1}}}$$

К – фактор који узима у обзир врсту материјала

Осно растојање a (mm)	Обимна брзина V (m/s)	Материјал зупчаника		Тврдоћа зубаца		К (N/mm^2)	U (N/mm^2)
		мали	велики	мали	велики		
до 2500	5 – 20	поб.	поб.	B250	B250	1,8	40
до 1500	5 – 20	цем.	поб.	C57/60	B250	2,1	50
до 1000	5 – 20	цем.	цем.	C57/60	C57/60	7	100

$$K = 2,1 \text{ } N/mm^2$$

- таб.1.1, стр184, Вулић, Милтеновић

$$T_1 = 9549 \frac{P_{em}}{n_{em}} = 9549 \cdot \frac{10}{1400} = 68,207 Nm$$

$$d_{e1} = 68,971 mm$$

Активна ширина зупчаника:

$$b = 0,15 \cdot d_{e1} \cdot \sqrt{u_{1-2}^2 + 1} = 38,156 mm$$

усвајам $b = 38 mm$

Број зубаца малог зупчаника:

$$z_1 = \frac{b \cdot d_{e1}^2 \cdot U \cdot \cos \beta_m}{4900 \cdot T_1} = \frac{38 \cdot 68,971^2 \cdot 50 \cdot 1}{4900 \cdot 68,207} = 27,154$$

усвајам

$$z_1 = 27$$

углови кинематских конуса:
(практикум стр. 167)

$$\operatorname{tg} \delta_1 = \frac{1}{u_{1-2}} = \frac{1}{3,55} \Rightarrow \delta_1 = 15,732^\circ$$

$$\operatorname{tg} \delta_2 = u_{1-2} = 3,55 \Rightarrow \delta_2 = 74,268^\circ$$

модул у спољашњем чеоном пресеку:

$$m_{et} = \frac{d_{e1}}{z_1} = \frac{68,971}{27} = 2,554 \text{ mm} = m_{en} (\text{прави} - \text{зуби})$$

усвајам

$$m_{et} = 2,4 \text{ mm}$$

Пречник спољашњег подеоног круга
погонског точка:

$$d_{e1} = m_{et} \cdot z_1 = 2,4 \cdot 27 = 64,8mm$$

Број зубаца гоњеног зупчаника је

$$z_2 = z_1 \cdot u_{1-2} = 27 \cdot 3,55 = 95,85$$

усвајам

$$z_2 = 96$$

Пречник спољашњег подеоног круга
гоњеног елемента:

$$d_{e2} = m_{et} \cdot z_2 = 2,4 \cdot 96 = 230,4mm$$

Пречник темене кружнице погонског елемента

$$d_{a2} = d_{e2} + 2 \cdot h_a \cdot \cos \delta_2$$

Пречник подножне кружнице

$$d_{f2} = d_{e2} - 2 \cdot h_{f2} \cdot \cos \delta_2$$

Висина главе зупца

$$h_{a2} = m_{et} \cdot (1 - x_{he}) = m_{et} (1 - 0) = m_{et} = 2,4mm$$

Висина ноге зупца

$$h_{f2} = m_{et} \cdot (1 + C_p - x_{he}) = m_{et} \cdot (1 + C_p - 0)$$

$C_p = 0,1 - 0,3$ (коеф. теменог зазора)

нпр. $C_p = 0,25$

$$h_{f2} = 1,25 \cdot m_{et} = 3mm$$

Пречник темене кружнице

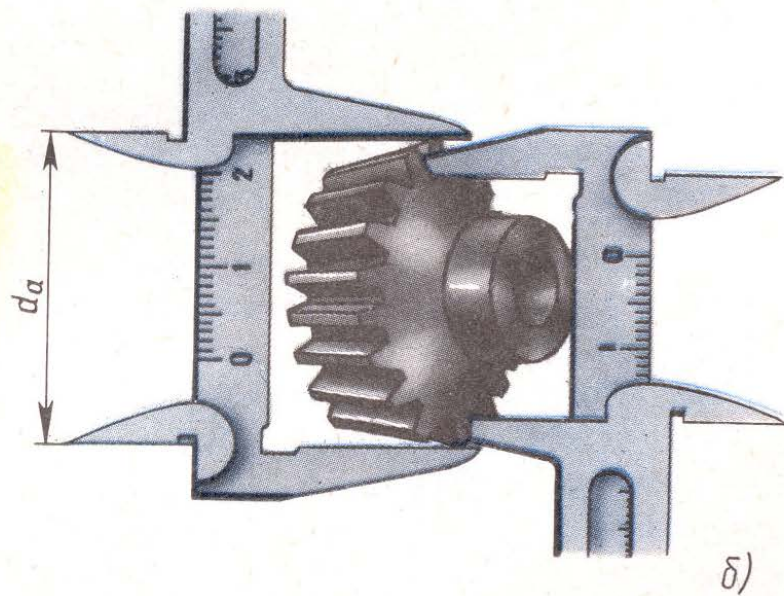
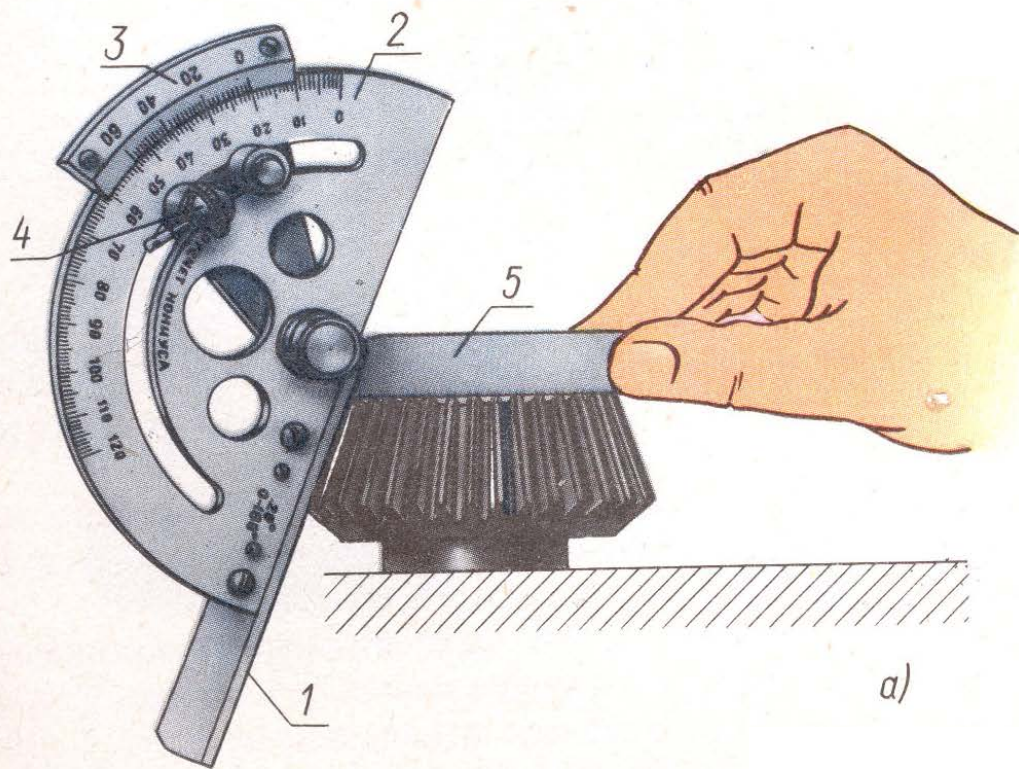
$$d_{a2} = 230,4 + 2 \cdot 2,4 \cdot \cos 74,268 = 231,70mm$$

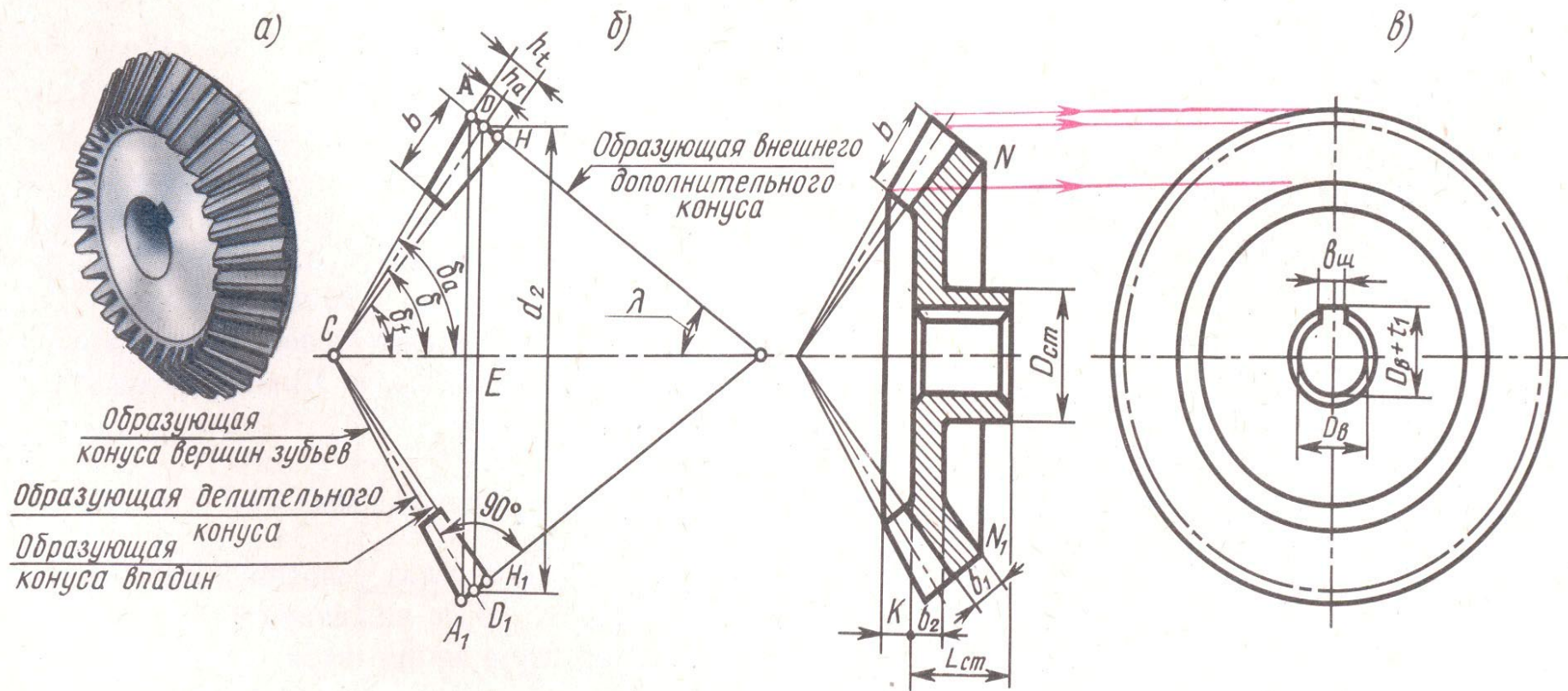
Пречник подножне кружнице

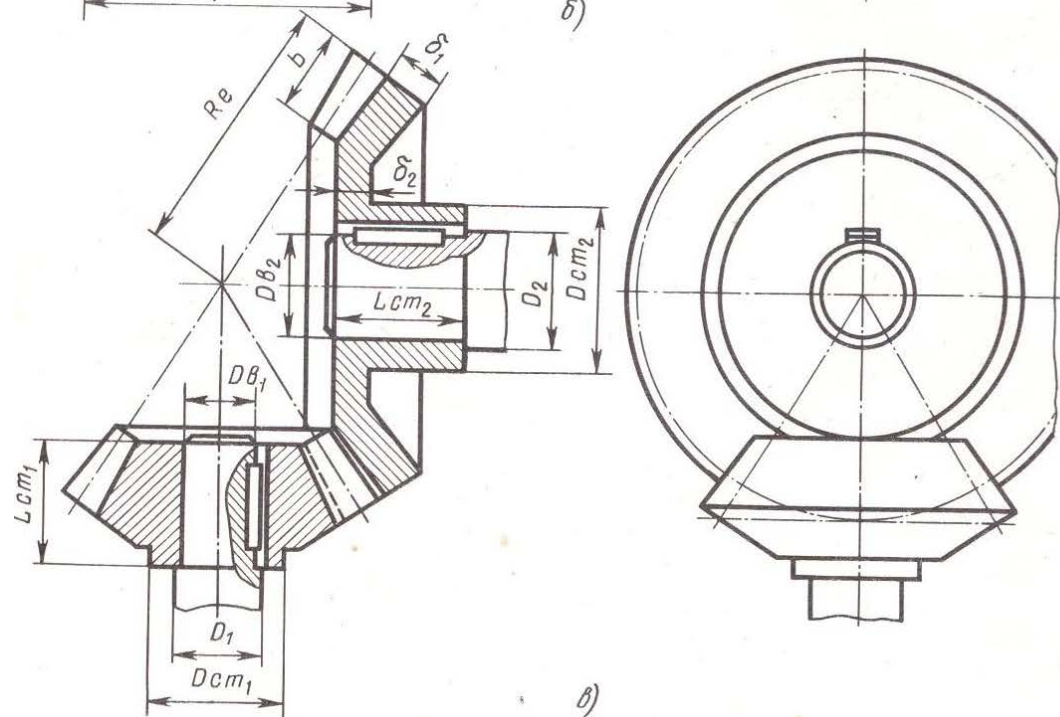
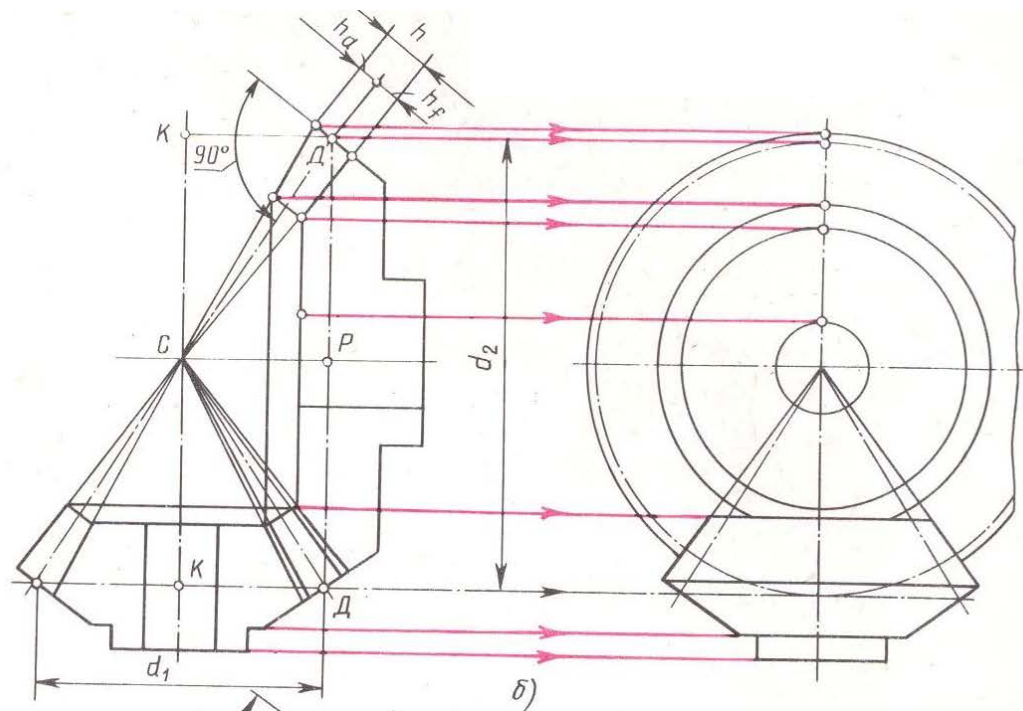
$$d_{f2} = 230,4 - 2 \cdot 3 \cdot \cos 74,268 = 228,773mm$$

Пречник средње подножне кружнице

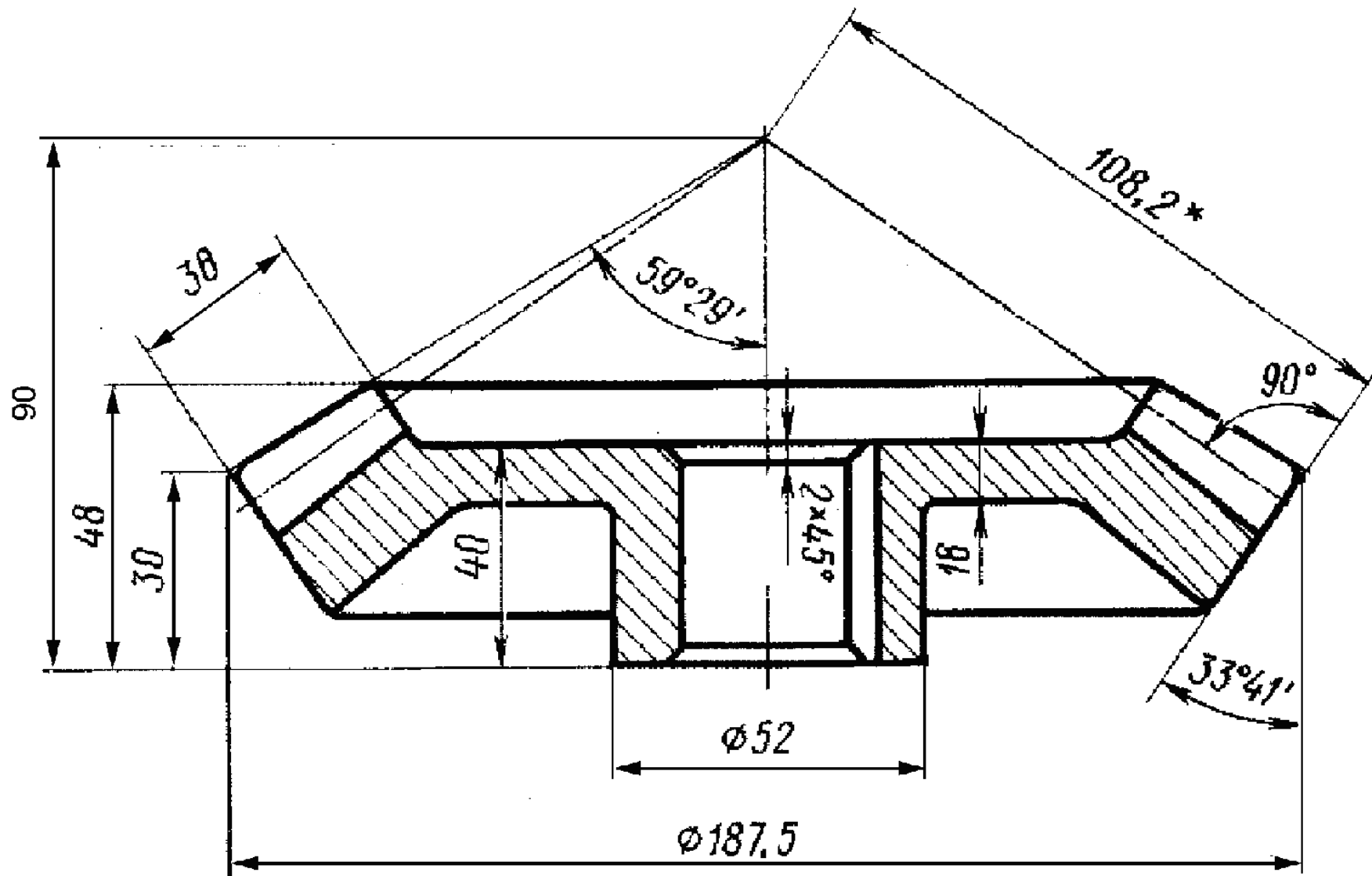
$$d_{m2} = d_{e2} - b \cdot \sin \delta_2 = 193,823mm$$



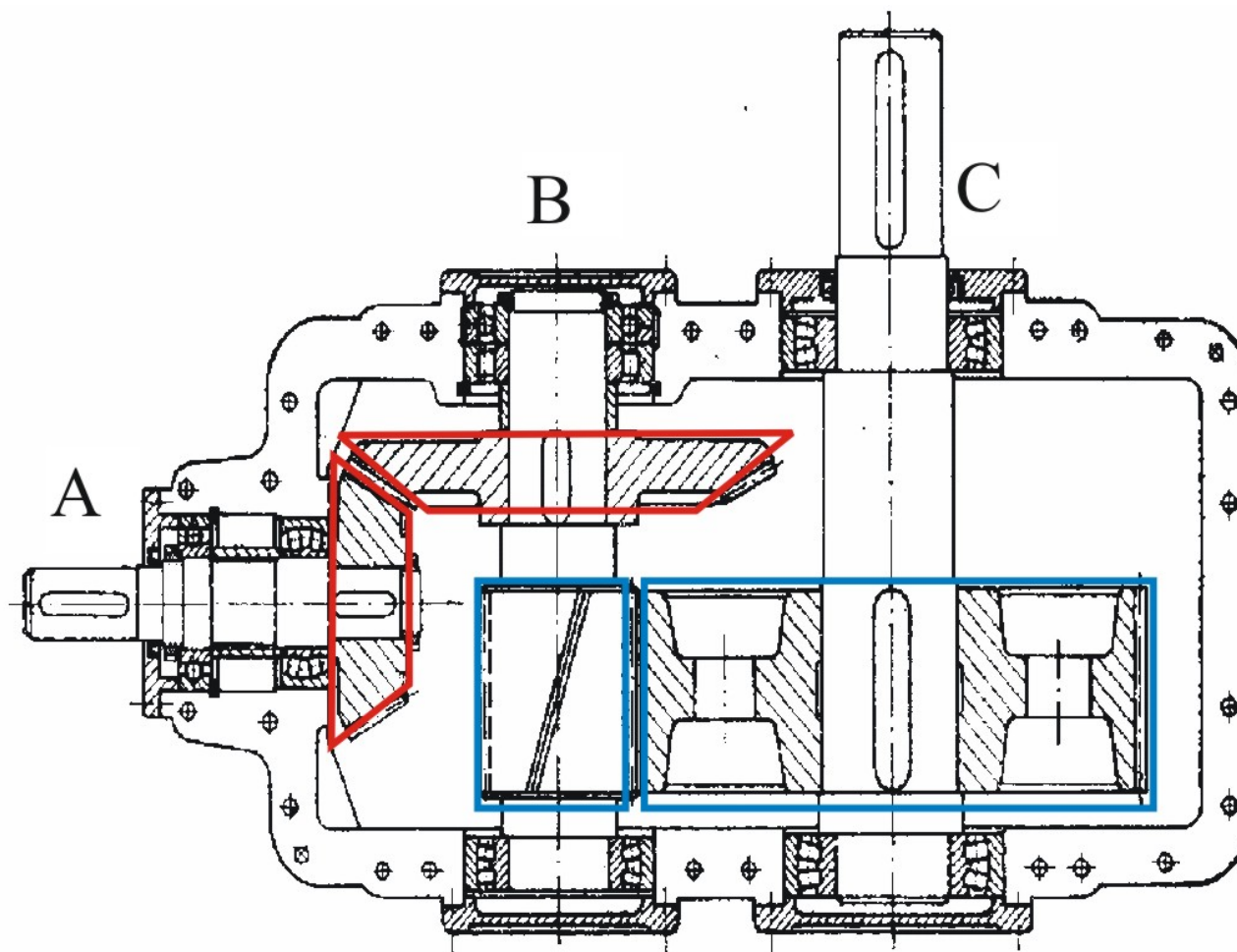




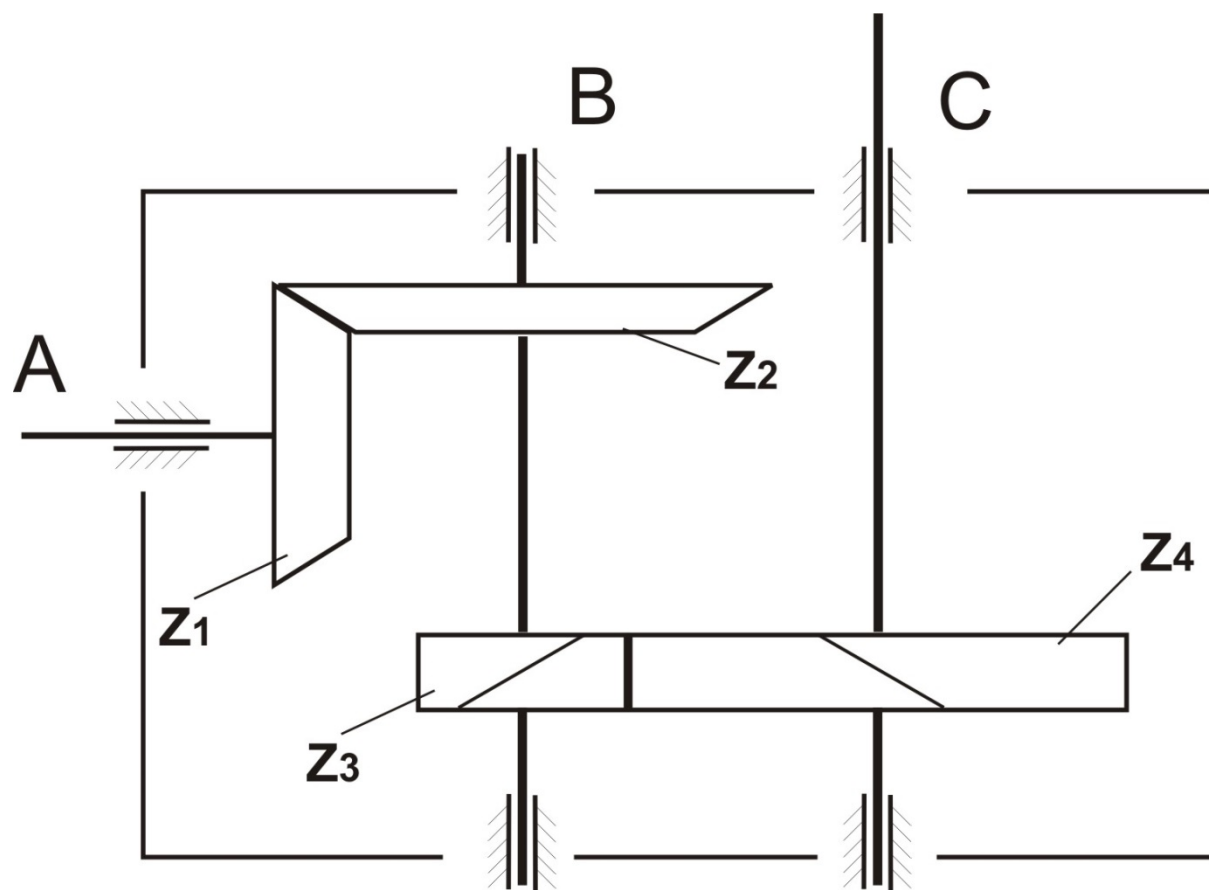
Радионички цртеж, стр. 93 –
уписати у практикуму добијене вредности



ПРОРАЧУН ЦИЛИНДРИЧНОГ ПАРА СА КОСИМ ЗУБИМА (z_3-z_4)



ПРОРАЧУН ЦИЛИНДРИЧНОГ ПАРА СА КОСИМ ЗУБИМА (z_3 - z_4)

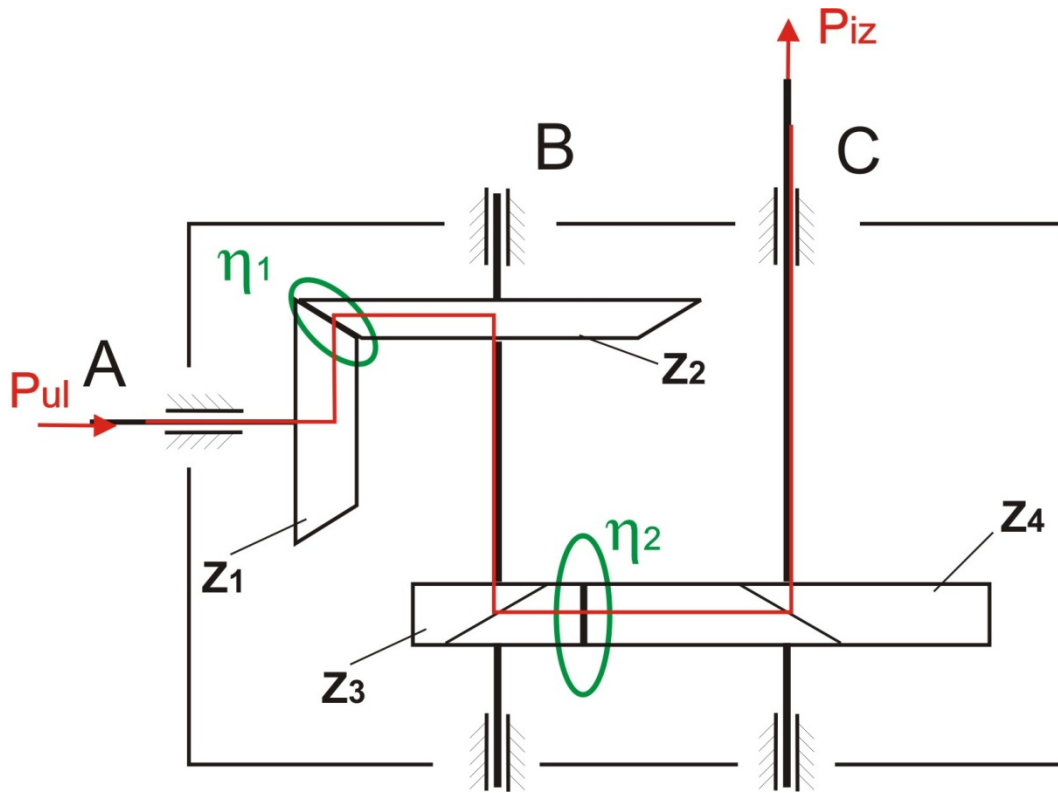


ПРОРАЧУН ЦИЛИНДРИЧНОГ ПАРА СА КОСИМ ЗУБИМА (z_3 - z_4)

Пречник подеоне кружнице малог зупчаника Z_3
стр. 83 - практикум

$$d_1 = 850 \cdot \sqrt[3]{\frac{T_1 \cdot K_A \cdot S_{H \min}^2}{\psi_{bd} \cdot \sigma_{H \lim}^2} \cdot \frac{u+1}{u}}$$

$$d_3 = 850 \cdot \sqrt[3]{\frac{T_3 \cdot K_A \cdot S_{H \min}^2}{\psi_{bd} \cdot \sigma_{H \lim}^2} \cdot \frac{u_{3-4}+1}{u_{3-4}}}$$



$$T_3 = 9549 \cdot \frac{P_3}{n_3}$$

$$T_3 = 237,293 Nm$$

$$P_3 = P_2 = P_1 \cdot \eta = 10 \cdot 0,98 = 9,8 kW$$

$$n_3 = n_2 = \frac{n_1}{u_{1-2}} = \frac{n_{em}}{u_{1-2}} = \frac{1400}{3,55} = 394,366 \text{ min}^{-1}$$

S_{Hmin} – минимални степен сигурности
против разарања бокова зубаца

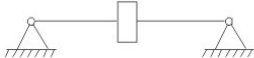
$S_{Hmin} = 1,2 - 1,5$ **усвајам $S_{Hmin} = 1,5$**

σ_{Hlim} – трајна динамичка издржљивост

$\sigma_{Hlim} = 1470 \text{ N/mm}^2$

– однос ширине и подеоне кружнице малог зупчаника

Табела 3.5 Фактор ширине зупчаника φ
Однос пречник - ширина $\varphi_d = b_1/d_1$

Врста ослањања	Нормално жарен HB<180	Побољшан HB>200	<u>Цементација, пламено или индукционо каљење</u>	Нитриран
φ_d				
Симетрично 	$\leq 1,6$	$\leq 1,4$	$\leq 1,1$	$\leq 0,8$
Несиметрично 	$\leq 1,3$	$\leq 1,1$	$\leq 0,9$	$\leq 0,6$
На препусту 	$\leq 0,8$	$\leq 0,7$	$\leq 0,6$	$\leq 0,4$

$$\varphi_{bd} = 0,9$$

$$d_3 = 850 \cdot \sqrt[3]{\frac{237,293 \cdot 1,1 \cdot 1,5^2}{0,9 \cdot 1470^2} \cdot \frac{4,225 + 1}{4,225}} = 61,211 mm$$

сада тражимо број зуба:
$$z_3 = U \cdot \frac{b \cdot d_3}{2000 \cdot T_3}$$

U – фактор који узима у обзир материјал:

Осно растојање a (mm)	Обимна брзина V (m/s)	Материјал зупчаника		Тврдоћа зубаца		K (N/mm ²)	U (N/mm ²)
		мали	велики	мали	велики		
до 2500	5 – 20	поб.	поб.	B250	B250	1,8	40
до 1500	5 – 20	цем.	поб.	C57/60	B250	2,1	50
до 1000	5 – 20	цем.	цем.	C57/60	C57/60	7	100

$$U = 50 N / mm^2$$

ширина зупчаника

$$b = \varphi_{bd} \cdot d_3 = 0,9 \cdot 61,211 = 55,090mm$$

$$z_3 = 50 \cdot \frac{55,090 \cdot 61,211^2}{2000 \cdot 237,293} = 21,746$$

усвајамо

$$z_3 = 22$$

провера усвојеног броја зуба z_3

Таблица 3.7 – практиким, стр 84.

Табела 3.7 Препоручене вредности z_1 за мали зупчаник

Материјал зупчаника	Преносни однос i			
	1	2	4	8
Челици за побољшање са отврднутим боковима $\leq 230\text{HV}$	32 ... 60	29 ... 55	25 ... 50	22 ... 45
Челици за побољшање са отврднутим боковима $\geq 300\text{HV}$	30 ... 50	27 ... 45	23 ... 40	20 ... 35
Сиви лив	26 ... 45	23 ... 40	21 ... 35	18 ... 30
Нитрирани лив	24 ... 40	21 ... 35	19 ... 31	16 ... 26
<u>Цементиран</u> челик	21 ... 32	19 ... 29	16 ... 25	14 ... 22
Доње вредности бирати за $n < 1000\text{ o/min}$, а горње за $n > 3000\text{ o/min}$ $z_{1\min}=12$ - код преносника за пренос снаге ($z_2 \geq 23$) $z_{1\min}=7$ - код преносника за пренос кретања				

Модул: $m_t = \frac{m_n}{\cos \beta} \quad \beta = 8 \div 12^\circ \Rightarrow \beta = 10^\circ$

Код вишестепених преносника за први пар бира се угао нагиба у границама $\beta=10^\circ \dots 15^\circ$, за други пар $\beta = 8^\circ \dots 12^\circ$ док трећи спороходи пар може бити и са правим зупцима.

$$d_3 = m_{t3-4} \cdot z_3 \Rightarrow m_{t3-4} = \frac{d_3}{z_3} = \frac{61,211}{22}$$

$$m_{t3-4} = 2,782 \text{ mm} = \frac{m_n}{\cos 10^\circ} \Rightarrow m_n = 2,740 \text{ mm}$$

Усвајамо стандардну вредност

Таб. 3.4, стр.82 - практикум

Табела 3.4 Стандардне вредности модула

Стандардни модул m у (mm)													
I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
0,05		0,16		0,5		1		3		10		32	
	0,055		0,18		0,55		1,125		3,5		11		36
0,06		0,20		0,6		1,25		4		12		40	
	0,07		0,22		0,65		1,375		4,5		14		45
0,08		0,25		0,7		1,5		5		16		50	
	0,09		0,28		0,75		1,75		5,5		18		55
0,10		0,3		0,8		2		6		20		60	
	0,11		0,35		0,85		2,25		7		22		70
0,12		0,4		0,9		2,4		8		25			
	0,14		0,45		0,95		2,75		9		28		

$m_n = 2,75 \text{ mm}$ – II степен приоритета
избежавати II степен приоритета

враћамо се $d_3 = m_{t3-4} \cdot z_3 \Rightarrow m_{t3-4} = \frac{d_3}{z_3} = \frac{61,211}{22}$

$$d_3 = \frac{2,75}{\cos 10^\circ} \cdot 22 = 61,433 \text{ mm}$$

Број зуба z_4 $z_4 = z_3 \cdot u_{3-4} = 22 \cdot 4,225 = 92,95$

усвајам $z_4 = 93$

прорачун осталих величина, стр.102

нулто осно растојање:

$$a_{d3-4} = \frac{m_{n3-4} \cdot (z_3 + z_4)}{2 \cdot \cos \beta_{3-4}} = \frac{2,75 \cdot (22 + 93)}{2 \cdot \cos 10^\circ} = 160,564 \text{ mm}$$

угао нагиба основне зупчасте летве:

$$\operatorname{tg} \alpha_t = \frac{\operatorname{tg} \alpha_n}{\cos \beta_{3-4}} = \frac{\operatorname{tg} 20^\circ}{\cos 10^\circ} \Rightarrow \alpha_t = 20,284^\circ$$

прорачун осталих величина, стр.102

пречник подножне кружнице:

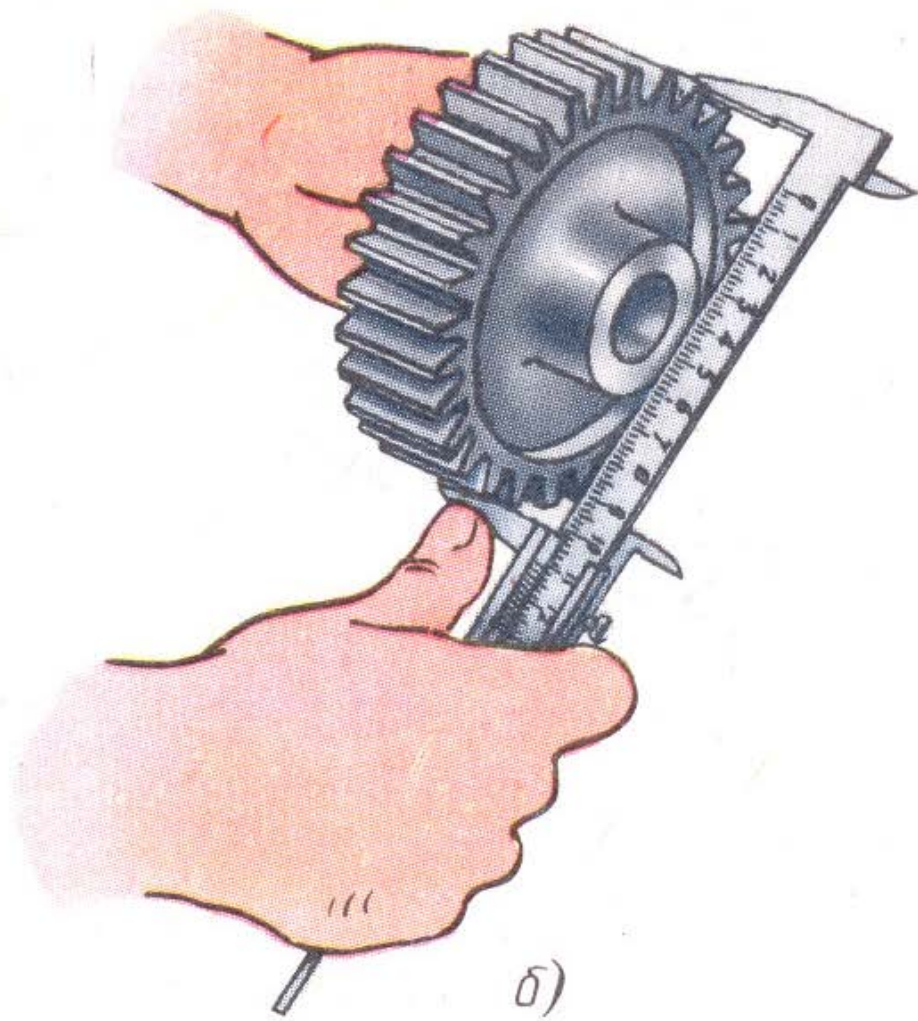
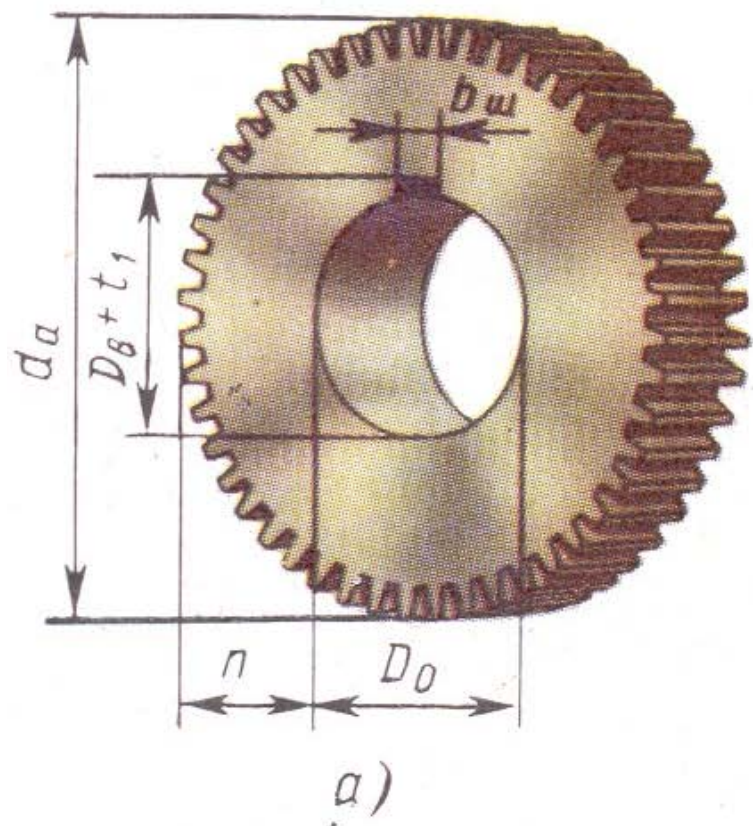
$$d_{f3} = d_3 + 2 \cdot x_3 \cdot m_n - 2 \cdot h_{fp}$$

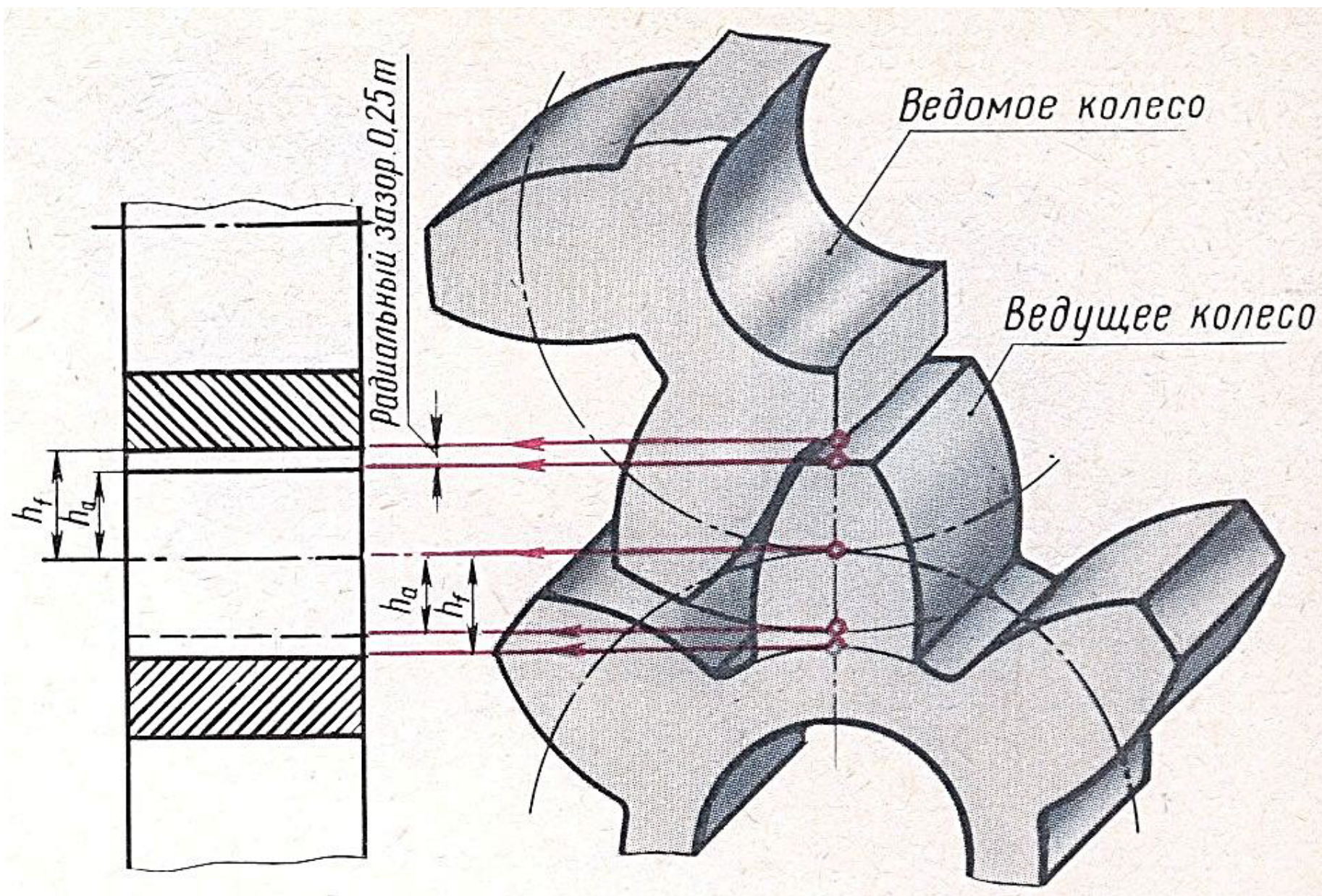
$$h_{fp} = 1,25 \cdot m_n = 3,4375mm$$

$$d_{f3} = 57,995mm$$

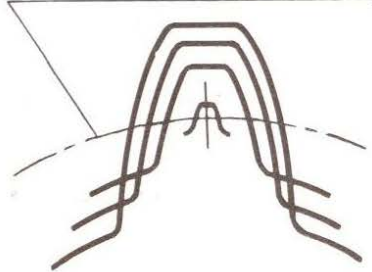
пречник темене кружнице:

$$d_{a3} = 2a - d_{f4} - 2c$$

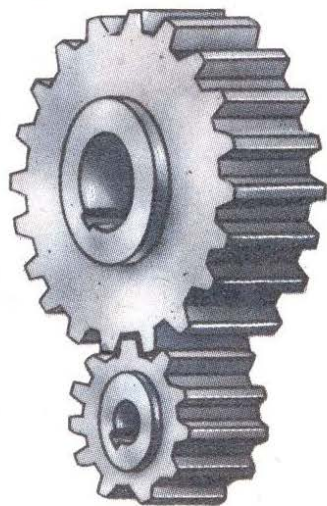




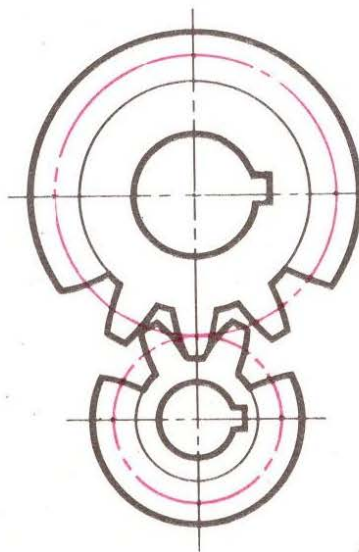
Начальная окружность



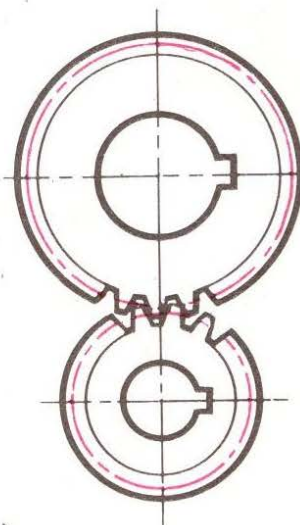
а)



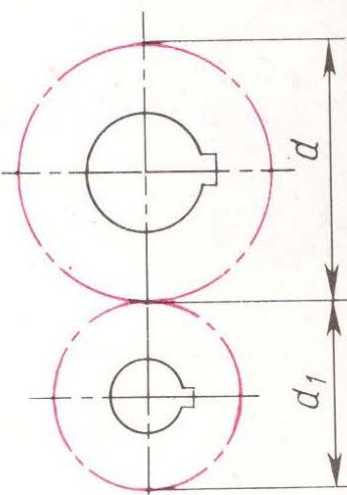
б)

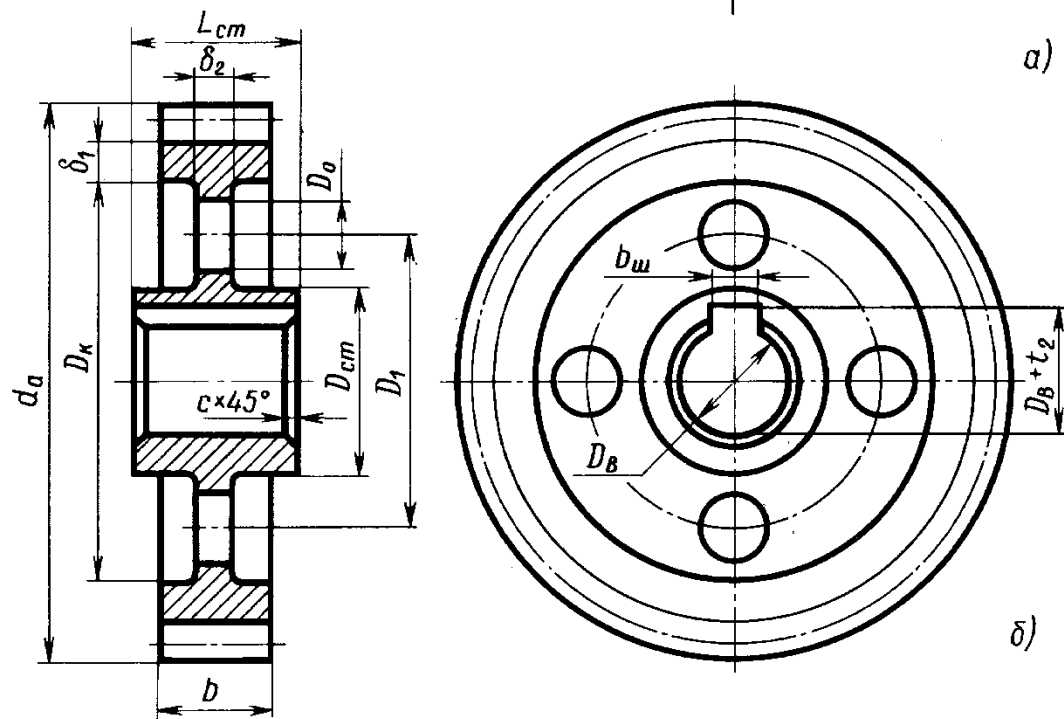
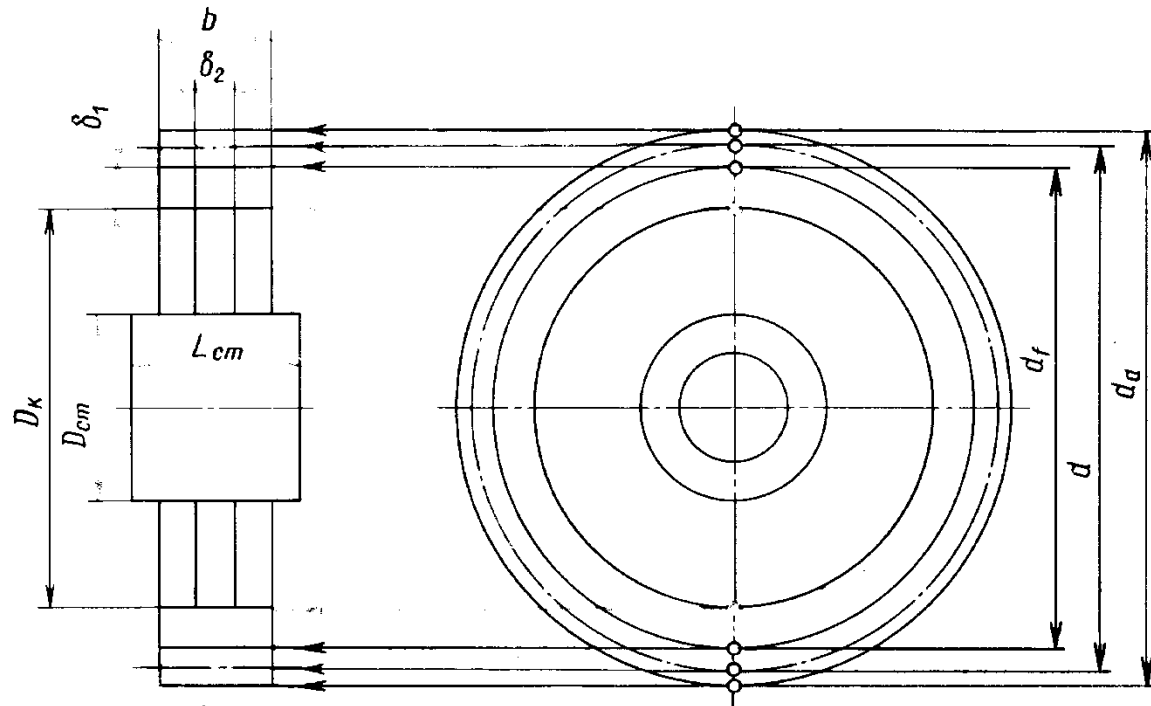


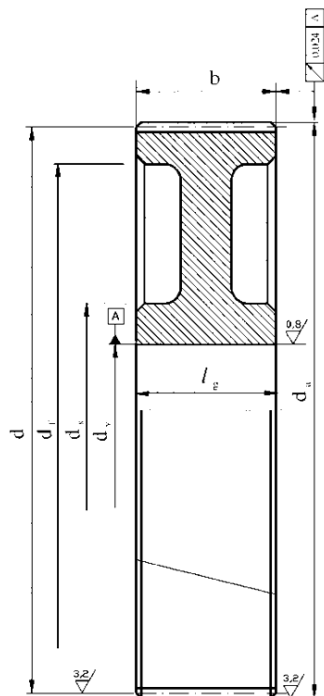
в)



г)

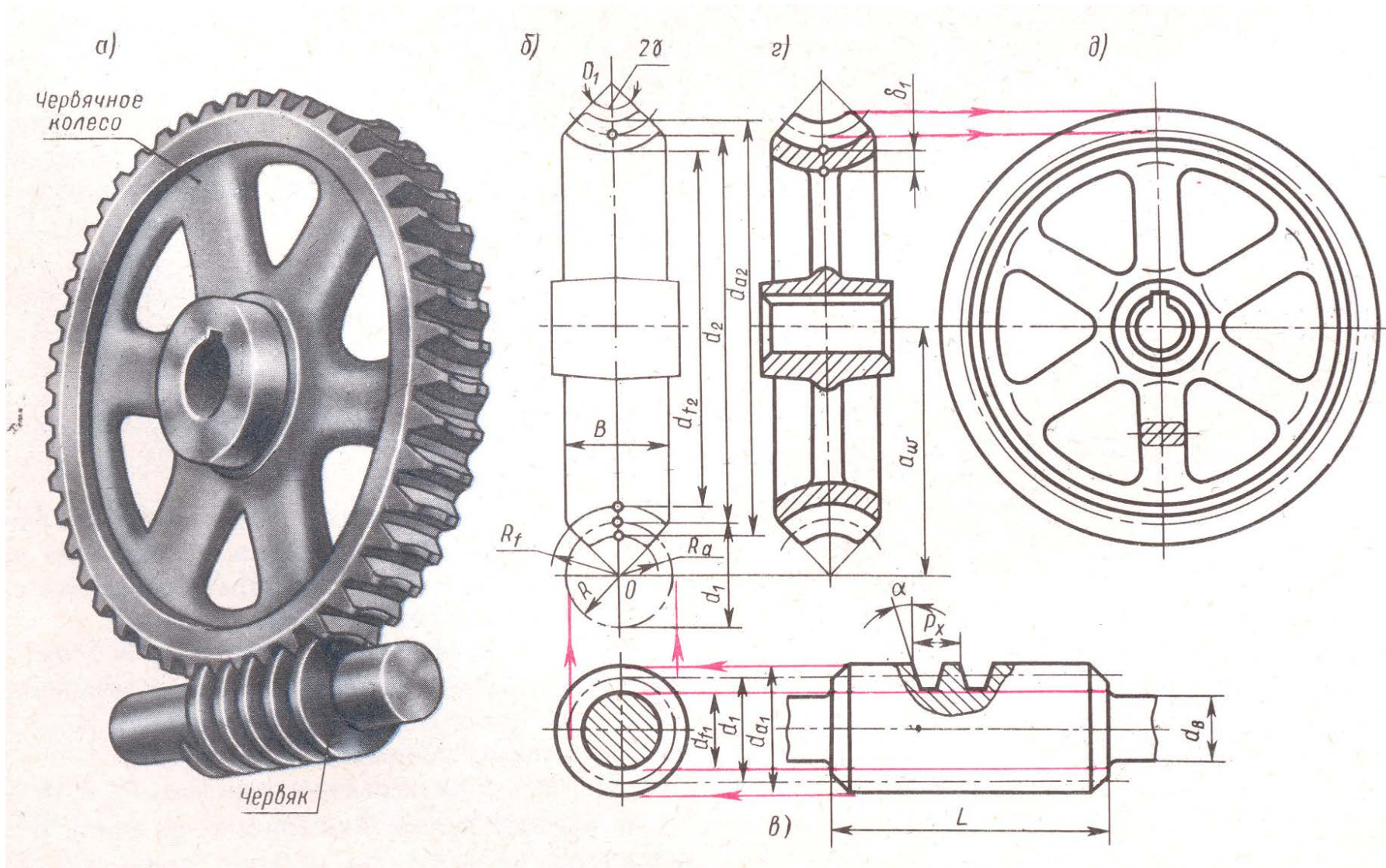


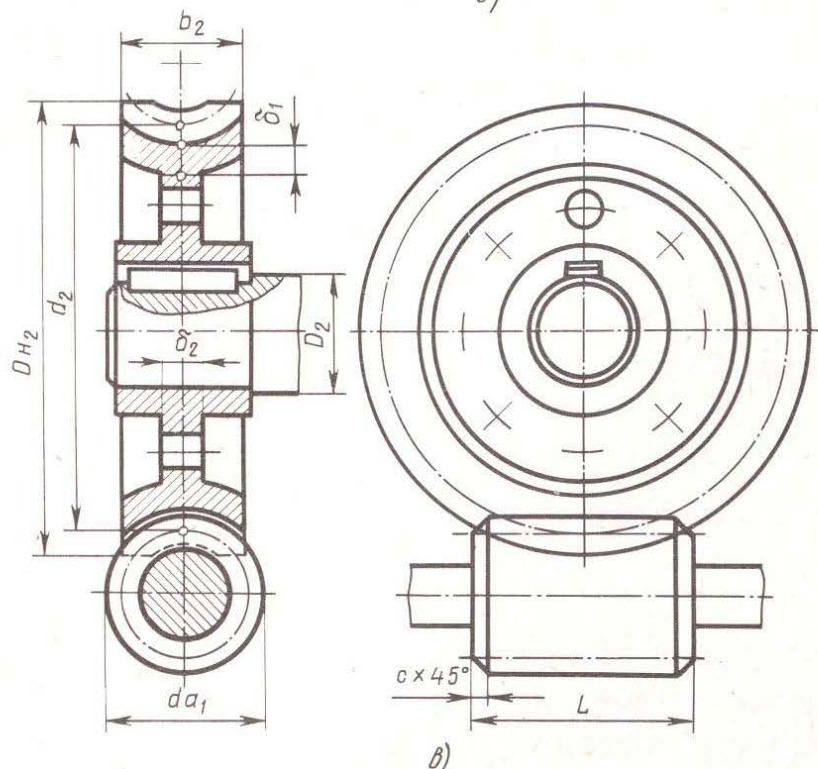
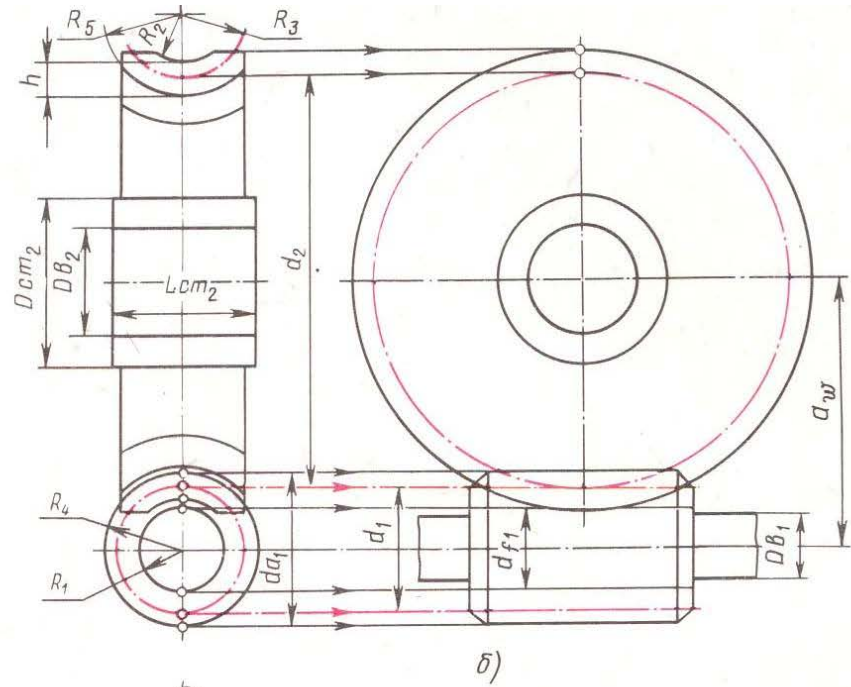




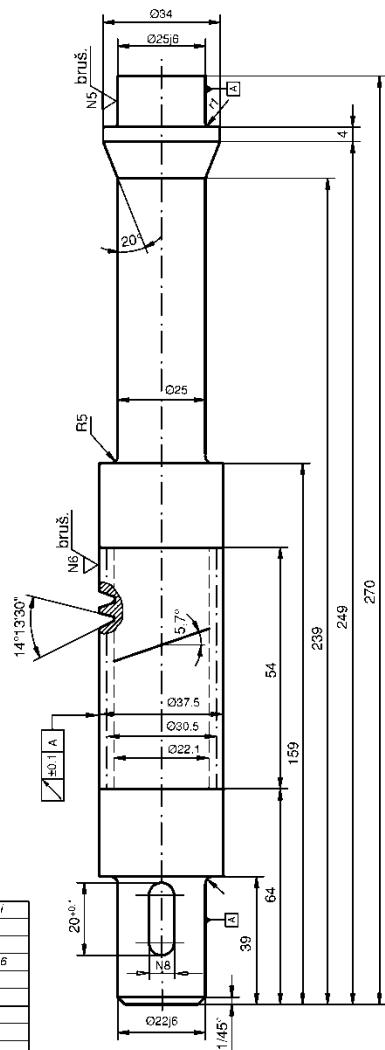
Tolerancije slobodnih mera		Površinska hrapavost		Površinska zaštita	
Materijal Č1730				Termička obrada	
				Masa	Razmera 1:1
		Datum		Naziv: ZUPČANIK	
		Obrad.			
		Stand.			
		Odobrio			
VIŠA TEHNIČKA ŠKOLA NIŠ				Oznaka: 4.ME3.01	
				List 1.	
Sl.1	Izmene	Datum	Izme.	Izv. pod.	Zamena za

Прорачун пужног пара





222J6	+0.009
	-0.004
8N8	0.003
	-0.025



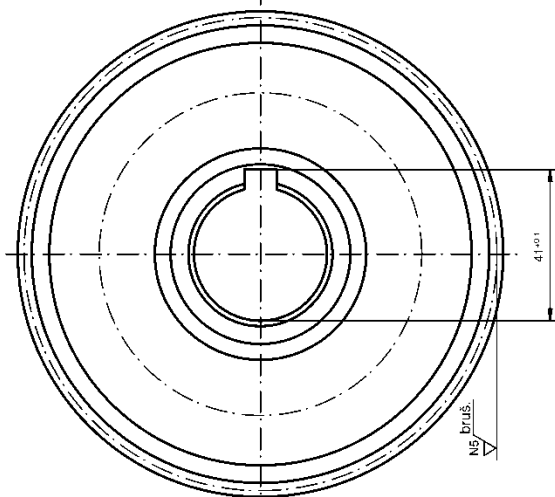
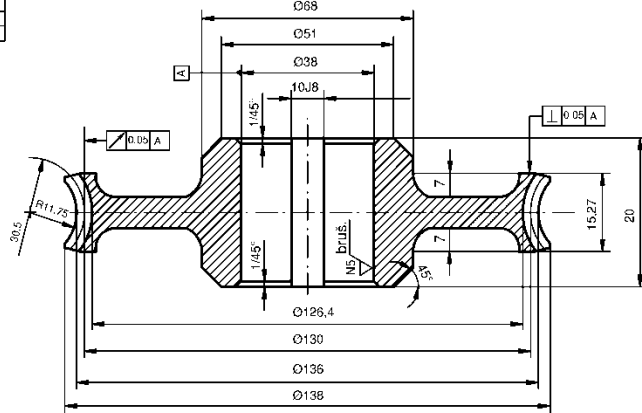
Tip puža	evolventni
Broj hodova	1
Modul	2
Standardni profil	JUS M C 1.016
Ugao nagiba zavojnice puža	5.7°
Hod zavojnice	
Smer zavojnice	desni
Tetivna debljina zupca	
Tetivna visina zupca	
Broj pozicije pužnog zupčanika	M 23.24.12.08
Broj zubaca pužnog zupčanika	37
Osnovno rastojanje	80

Tolerancije slobodnih mera		Površinska hrapavost	17/	Površinska zaštita	
Materijal		Č4321		Termička obrada	
				Masa	Razmera 1:1
				Naziv:	
				PUŽ	
				Oznaka:	
				3.ME3.04	
				List	
				I.	

Радионички
цртеж,
страна 97

- уписати у
практикуму
добијене
вредности

Ø38H8	+0.016
0	0
10J8	+0.012
	-0.010



Broj zubaca	6.5
Modul	2
Prečnik podone kružnice	130
Faktor pomeranja profila	0
Smernagiba zavojnice	0
Broj crteža puža	M. 23 24 09.01
Broj zubaca puža	1
Osnovno rastojanje	80

Tolerancije slobodnih mera		Površinska hrapavost	N7	Površinska zaštita	
Materijal		CCuSn12Ni		Termička obrada	
Masa		Masa		Razmera	
Datum		Datum		Naziv:	
Obrad.		Obrad.		PUŽNI TOČAK	
Stand.		Stand.		Oznaka:	
Odobrio		Odobrio		Lst	
VIŠA TEHNIČKA ŠKOLA		VIŠA TEHNIČKA ŠKOLA		Lst	
NIŠ		NIŠ		Lst	
St. 1		St. 1		Izv. pod.	
Izmene		Izmene		Zamena za	

Радионички
цртеж,
страна 98

- уписати у
практикуму
добијене
вредности