

Računalni proračun prijenosnika

Hoblaj, Miran

Supplement / Prilog

Publication year / Godina izdavanja: **2022**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:190:862044>

Rights / Prava: [Attribution 4.0 International](#)/[Imenovanje 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-16**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Engineering](#)



PRIJENOSNIK BRODSKOG OSOVINSKOG GENERATORA - PRORAČUN

Napomena: mijenjaju se samo podaci označeni **plavom** bojom

Zadane vrijednosti

nazivna snaga generatora	P_g	1500 kW	
frekvencija induciranog napona generatora	f_g	60 Hz	
donja brzina vrtnje propelerske osovine	n_{p1}	80 min ⁻¹	
gornja brzina vrtnje propelerske osovine	n_{p2}	120 min ⁻¹	
faktor snage	$\cos \varphi$	0.93	(odabrana vrijednost)
iskoristivost generatora	η_g	0.96	(odabrana vrijednost)
snaga na vratilu generatora	P_{vg}	1680.1 kW	
iskoristivost planetarnog multiplikatora	η_{pm}	0.97	(odabrana vrijednost)
snaga na ulaznom vratilu planetarnog multiplikatora	P_{vpm}	1732.1 kW	
broj pari polova generatora	p_g	2	(odabrana vrijednost)
izlazna brzina vrtnje	n_{izl}	1800 min ⁻¹	
srednja brzina vrtnje propelerske osovine	n_{psr}	100 min ⁻¹	
ukupni prijenosni omjer	i_{uk}	1/18	
	I/i_{uk}	18	
prijenosni omjer planetarnog multiplikatora	I/i_{II}	4.846	(odabrana vrijednost)
prijenosni omjer zupčastog multiplikatora	I/i_I	3.714	
donja brzina vrtnje vodila planetnog multiplikatora	n_{v1}	297.1 min ⁻¹	
gornja brzina vrtnje vodila planetnog multiplikatora	n_{v2}	445.7 min ⁻¹	
srednja brzina vrtnje vodila planetnog multiplikatora	n_{vsr}	371.4 min ⁻¹	

Proračun kinematike planetnog multiplikatora

broj zuba sunčanog zupčanika	Z_1	26	(odabrana vrijednost)
broj zuba planetnog zupčanika	Z_2	37	(odabrana vrijednost)
broj zuba prstenastog zupčanika	Z_3	-100	(odabrana vrijednost)
broj planeta	p	3	(odabrana vrijednost)
unutarnji prijenosni omjer	u	-3.846	
stvarni prijenosni omjer	I/i_{II}	4.846	
uvjet montaže	k	42	(mora biti cijeli broj)
uvjet koaksijalnosti		0	(mora biti 0)
uvjet susjedstva	54.6	> 39	
moment torzije na vodilu	T_v	44535 Nm	
moment torzije na sunčanom zupčanicu	T_1	-9190 Nm	
moment torzije na vijencu	T_3	-35345 Nm	
kontrola ispravnosti sume momenata		0 Nm	(mora biti 0)
prijenosni omjer od 1 na v uz mirujuć 3	i_{lv}^3	4.846	
prijenosni omjer od 1 na 3 uz mirujuć v	i_{l3}^v	-3.846	

prijenosni omjer od v na 3 uz mirujuć 1	i_{v3}^I	0.794	
prijenosni omjer od v na 1 uz mirujuć 3	i_{v1}^3	0.206	
prijenosni omjer od 3 na 1 uz mirujuć v	i_{31}^v	-0.260	
prijenosni omjer od 3 na v uz mirujuć 1	i_{3v}^I	1.260	
kontrola umnoška prijenosnih omjera		-1	(mora biti -1)
relativna snaga odvaljivanja	ϵ_{odv}	79.4 %	
relativna snaga spojke	ϵ_{sp}	20.6 %	
brzina vrtnje vijenca	n_3	0 min⁻¹	(mirujuć vijenac)
brzina vrtnje sunčanog zupčanika	n_1	1800 min⁻¹	
brzina odvaljivanja planeta po sunčanom zupčanicu	n_{1v}	1428.6 min⁻¹	
brzina vrtnje planeta na vodilu	n_{2v}	-1003.9 min⁻¹	
brzina odvaljivanja planeta po vijencu	n_{3v}	-371.4 min⁻¹	
faktor nejednolikosti rasporeda momenta na planete	k_γ	1.2	(odabrana vrijednost)
faktor širine zupčanika	ψ_d	0.8	(odabrana vrijednost)
konstanta ozubljenja	K_2	360	(odabrana vrijednost)
faktor primjene ovisan o kombinaciji pogonskog i radnog stroja	K_A	1.375	(odabrana vrijednost)
faktor raspodjele opterećenja uzduž boka zuba	$K_{H\beta}$	1.2	(odabrana vrijednost)
minimalna sigurnost na pitting	S_{Hmin}	1.25	(odabrana vrijednost)
trajna dinamička čvrstoća površine boka zuba	σ_{Hlim}	1270 N/mm²	čelik 34CrNiMo6
omjer broja zubi u promatranom zahvatu	u'	1.423	
privremeni razmak osi	a'	202.5 mm	
		203 mm	(usvojena vrijednost)
normalni modul zupčanika	m_n	6.444 mm	
		7 mm	(usvojena vrijednost)
kut nagiba zuba	β	0 °	(odabrana vrijednost)
teorijski razmak osi	a_{12t}	220.5 mm	
usvojeni razmak osi	a_{12}	221 mm	(usvojena vrijednost)
diobeni promjer sunčanog zupčanika	d_1	182.000 mm	
diobeni promjer planeta	d_2	259.000 mm	
diobeni promjer prstenastog zupčanika	d_3	-700.000 mm	
aktivna širina zahvata zupčanika	b_2	145.6 mm	
		150 mm	(usvojena vrijednost)
izvedena širina sunčanog zupčanika	b_1	155 mm	
kut zahvata u normalnom presjeku	α_n	20 °	(odabrana vrijednost)
kut zahvata u čelnom presjeku	α_t	20 °	
pogonski kut zahvata u čelnom presjeku	α_{wt}	20.3532 °	
temeljni promjer sunčanog zupčanika	d_{b1}	171.024 mm	
temeljni promjer planeta	d_{b2}	243.380 mm	
temeljni promjer prstenastog zupčanika	d_{b3}	-657.785 mm	
suma faktora pomaka profila	Σx	0.072	
faktor pomaka profila sunčanog zupčanika	x_1	0.072	(odabrana vrijednost)
faktor pomaka profila planeta	x_2	0.000	

faktor pomaka profila prstenastog zupčanika	x_3	-0.072	
relativna visina glave zuba	h_{a0}^*	1.25	(odabrana vrijednost)
visina glave zuba alata	h_{a0}	8.75 mm	
promjer preko korijena zuba sunčanog zupčanika	d_{f1}	165.508 mm	
promjer preko korijena zuba planeta	d_{f2}	241.500 mm	
promjer preko korijena zuba prstenastog zupčanika	d_{f3}	-718.508 mm	
relativna radijalna zračnost	c^*	0.25	(odabrana vrijednost)
radijalna zračnost	c	1.75 mm	
promjer preko glave zuba sunčanog zupčanika	d_{a1}	197.000 mm	
		197.000 mm	(usvojena vrijednost)
promjer preko glave zuba planeta	d_{a2}	272.992 mm	
		273.000 mm	(usvojena vrijednost)
promjer preko glave zuba prstenastog zupčanika	d_{a3}	-687.000 mm	
		-687.000 mm	(usvojena vrijednost)
stvarni faktor tjemene zračnosti sunčanog zupčanika	c_{1stv}^*	0.250	(zahvat sun. z. - planet)
stvarni faktor tjemene zračnosti planeta	c_{2stv}^*	0.249	(zahvat sun. z. - planet)
stvarni faktor tjemene zračnosti planeta	c_{2stv}^*	0.251	(zahvat planet - prsten. z.)
stvarni faktor tjemene zračnosti prstenastog zupčanika	c_{3stv}^*	0.250	(zahvat planet - prsten. z.)
stupanj prekrivanja profila	ε_a	1.638 $\geq 1,25$	(zahvat sun. z. - planet)
stupanj prekrivanja profila	ε_a	1.916 $\geq 1,25$	(zahvat planet - prsten. z.)
faktor modula elastičnosti za čelik	Z_E	190	(odabrana vrijednost)
kut nagiba boka zuba na temeljnom krugu	β_b	0 °	
faktor zone	Z_H	2.47	
faktor nagiba zuba	Z_β	1	
faktor utjecaja prekrivanja	Z_ε	0.89	(zahvat sun. z. - planet)
		0.83	(zahvat planet - prsten. z.)
tangencijalna sila	F_t	33663 N	
kvaliteta ozubljenja	Q	6	(odabrana vrijednost)
obodna brzina sunčanog zupčanika	v_1	13.61 m/s	
faktor dodatnih dinamičkih naprezanja nastalih netočnošću izrade	K_V	1.23	
faktor raspodjele opterećenja uzduž para zuba u zahvatu	$K_{H\alpha}$	1.1	(odabrana vrijednost)
omjer broja zubi u promatranom zahvatu	u''	-2.703	
kontaktni pritisak na bokovima spregnutih zupčanika	σ_H	904.28 N/mm ²	(zahvat sun. z. - planet)
		634.09 N/mm ²	(zahvat planet - prsten. z.)
hidroelastično tribomehanički faktor	Z_{LVR}	1	(odabrana vrijednost)
faktor utjecaja veličine	Z_X	1	(odabrana vrijednost)
faktor povećanja tvrdoće	Z_W	1	(odabrana vrijednost)
sigurnost na pitting	S_H	1.40 $\geq 1,25$	(zahvat sun. z. - planet)
		2.00 $\geq 1,25$	(zahvat planet - prsten. z.)
faktor zahvata na vrhu zuba sunčanog zupčanika	Y_{FS1}	4.33	
faktor zahvata na vrhu zuba planeta	Y_{FS2}	4.29	
faktor zahvata na vrhu zuba prstenastog zupčanika	Y_{FS3}	3.99	
stupanj prekrivanja koraka	ε_β	0	
faktor kuta nagiba	Y_β	1	
faktor stupnja prekrivanja profila	Y_ε	0.71	(zahvat sun. z. - planet)
		0.64	(zahvat planet - prsten. z.)

faktor raspodjele opterećenja na par zuba u zahvatu	K_{Fa}	1.1	(odabrana vrijednost)
faktor raspodjele opterećenja uzduž boka zuba	$K_{F\beta}$	1.18	
naprezanje na savijanje u korijenu zuba sunčanog zupčanika	σ_{F1}	216.37 N/mm ²	(zahvat sun. z. - planet)
naprezanje na savijanje u korijenu zuba planeta	σ_{F2}	214.37 N/mm ²	(zahvat sun. z. - planet)
		193.23 N/mm ²	(zahvat planet - prsten. z.)
naprezanje na savijanje u korijenu zuba prstenastog zupčanika	σ_{F3}	179.72 N/mm ²	(zahvat planet - prsten. z.)
minimalna sigurnost protiv loma	S_{Fmin}	1.5	(odabrana vrijednost)
dinamička čvrstoća korijena zuba	σ_{FE}	760 N/mm ²	čelik 34CrNiMo6
faktor osjetljivosti materijala na koncentratore naprezanja	Y_{δ}	1	(odabrana vrijednost)
faktor utjecaja hrapavosti	Y_R	1	(odabrana vrijednost)
faktor veličine zupčanika	Y_X	0.98	
sigurnost protiv loma sunčanog zupčanika	S_{F1}	3.44 $\geq 1,5$	(zahvat sun. z. - planet)
sigurnost protiv loma planeta	S_{F2}	3.47 $\geq 1,5$	(zahvat sun. z. - planet)
		3.85 $\geq 1,5$	(zahvat planet - prsten. z.)
sigurnost protiv loma prstenastog zupčanika	S_{F3}	4.14 $\geq 1,5$	(zahvat planet - prsten. z.)
kinematička viskoznost ulja	v_{40}	220 mm ² /s	(odabrana vrijednost) mineralno ulje ISO VG 220

Odabir hidromotora

specifični protok hidromotora	Q_l^{hm}	200 cm ³	
nazivna brzina vrtnje hidromotora	n_{nom}^{hm}	2785 min ⁻¹	
nazivni protok hidromotra	Q_{nom}^{hm}	550 l/min	iz kataloga proizvođača
nazivni moment torzije na vratilu hidromotora	T_{nom}^{hm}	1273 Nm	
razlika tlakova	Δp	400 bar	
masa hidromotora	m_{hm}	66 kg	

prijenosni omjer od hidromotora do vijenca multiplikatora	$i_{hm3'}$	27.765	
prijenosni omjer prvog stupnja prijenosa hidromotora	i_{65}	5.0	(odabrana vrijednost)
prijenosni omjer drugog stupnja prijenosa hidromotora	$i_{43'}$	5.553	

faktor širine zupčanika	ψ_d	0.8	(odabrana vrijednost)
konstanta ozubljenja	K_2	360	(odabrana vrijednost)
faktor primjene ovisan o kombinaciji pogonskog i radnog stroja	K_A	1.25	(odabrana vrijednost)
faktor raspodjele opterećenja uzduž boka zuba	$K_{H\beta}$	1.2	(odabrana vrijednost)
minimalna sigurnost na pitting	S_{Hmin}	1.25	(odabrana vrijednost)
trajna dinamička čvrstoća površine boka zuba	σ_{Hlim}	1270 N/mm ²	čelik 34CrNiMo6
faktor dodatnih dinamičkih naprezanja	K_V	1.1	(odabrana vrijednost)
privremeni razmak osi za prvi stupanj prijenosa	$a'_{65'}$	313.32 mm	
razmak osi za prvi stupanj prijenosa	a_{65}	400 mm	(usvojena vrijednost)
privremeni razmak osi za drugi stupanj prijenosa	$a'_{43'}$	581.90 mm	
razmak osi za drugi stupanj prijenosa	$a_{43'}$	630 mm	(usvojena vrijednost)

normalni modul zupčanika za prvi stupanj prijenosa	m_{n1}	5.56 mm	
		5.5 mm	(usvojena vrijednost)
normalni modul zupčanika za drugi stupanj prijenosa	m_{n2}	8.15 mm	
		8.0 mm	(usvojena vrijednost)

kut nagiba zuba	β	0 °	(odabrana vrijednost)
broj zuba zupčanika 6	Z_6	24.24	
		24	(usvojena vrijednost)
broj zuba zupčanika 5	Z_5	120	

broj zuba zupčanika 4	Z_4	121 24.03	(usvojena vrijednost)
broj zuba zupčanika 3'	$Z_{3'}$	24 133.272	(usvojena vrijednost)
		133	(usvojena vrijednost)
stvarni prijenosni omjer prvog stupnja prijenosa	i_{stv1}	5.042	
stvarni prijenosni omjer drugog stupnja prijenosa	i_{stv2}	5.542	
dopušteno odstupanje prijenosnog omjera prvog stupnja prijenosa	Δi_1	0.83 %	$< \pm 4\%$
dopušteno odstupanje prijenosnog omjera drugog stupnja prijenosa	Δi_2	-0.20 %	$< \pm 4\%$
diobeni promjer zupčanika 6	d_6	132 mm	
diobeni promjer zupčanika 5	d_5	665.5 mm	
diobeni promjer zupčanika 4	d_4	192 mm	
diobeni promjer zupčanika 3'	$d_{3'}$	1064 mm	
teoretski razmak osi za prvi stupanj prijenosa	a_{t1}	398.75 mm	$< a_{65}$
teoretski razmak osi za drugi stupanj prijenosa	a_{t2}	628 mm	$< a_{43'}$
aktivna širina zahvata zupčanika prvog stupnja prijenosa	b_5	105.6 mm 105 mm	(usvojena vrijednost)
izvedena širina zupčanika 6	b_6	110 mm	
aktivna širina zahvata zupčanika drugog stupnja prijenosa	$b_{3'}$	153.6 mm 150 mm	(usvojena vrijednost)
izvedena širina zupčanika 4	b_4	155 mm	
kut zahvata u normalnom presjeku	α_n	20 °	(odabrana vrijednost)
kut zahvata u čelnom presjeku	α_t	20 °	
pogonski kut zahvata u čelnom presjeku za prvi stupanj prijenosa	α_{wt1}	20.4863 °	
pogonski kut zahvata u čelnom presjeku za drugi stupanj prijenosa	α_{wt2}	20.4939 °	
temeljni promjer zupčanika 6	d_{b6}	124.039 mm	
temeljni promjer zupčanika 5	d_{b5}	625.365 mm	
temeljni promjer zupčanika 4	d_{b4}	180.421 mm	
temeljni promjer zupčanika 3'	$d_{b3'}$	999.833 mm	
suma faktora pomaka profila prvog stupnja prijenosa	Σx_1	0.230	
faktor pomaka profila zupčanika 6	x_6	0.230	(odabrana vrijednost)
faktor pomaka profila zupčanika 5	x_5	0.000	
suma faktora pomaka profila drugog stupnja prijenosa	Σx_2	0.253	
faktor pomaka profila zupčanika 4	x_4	0.253	(odabrana vrijednost)
faktor pomaka profila zupčanika 3'	$x_{3'}$	0.000	
relativna visina glave zuba	h_{a0}^*	1.25	(odabrana vrijednost)
visina glave zuba alata prvog stupnja prijenosa	h_{a01}	6.88 mm	
visina glave zuba alata drugog stupnja prijenosa	h_{a02}	10.00 mm	
promjer preko korijena zuba zupčanika 6	d_{f6}	120.770 mm	
promjer preko korijena zuba zupčanika 5	d_{f5}	651.740 mm	
promjer preko korijena zuba zupčanika 4	d_{f4}	176.048 mm	
promjer preko korijena zuba zupčanika 3'	$d_{f3'}$	1044.000 mm	
relativna radijalna zračnost	c^*	0.25	(odabrana vrijednost)
radijalna zračnost prvog stupnja prijenosa	c_1	1.375 mm	

radijalna zračnost drugog stupnja prijenosa	c_2	2 mm	
promjer preko glave zuba zupčanika 6	d_{a6}	145.510 mm	
		146.000 mm	(usvojena vrijednost)
promjer preko glave zuba zupčanika 5	d_{a5}	676.480 mm	
		677.000 mm	(usvojena vrijednost)
promjer preko glave zuba zupčanika 4	d_{a4}	212.000 mm	
		212.000 mm	(usvojena vrijednost)
promjer preko glave zuba zupčanika 3'	$d_{a3'}$	1079.952 mm	
		1080.000 mm	(usvojena vrijednost)
stupanj prekrivanja profila prvog stupnja prijenosa	ε_{a1}	1.735 $\geq 1,25$	
stupanj prekrivanja profila drugog stupnja prijenosa	ε_{a2}	1.662 $\geq 1,25$	
faktor modula elastičnosti za čelik	Z_E	190	(odabrana vrijednost)
kut nagiba boka zuba na temeljnom krugu	β_b	0 °	
faktor zone	Z_H	2.46	
faktor nagiba zuba	Z_β	1	
faktor utjecaja prekrivanja za prvi stupanj prijenosa	$Z_{\varepsilon1}$	0.87	
faktor utjecaja prekrivanja za drugi stupanj prijenosa	$Z_{\varepsilon2}$	0.88	
tangencijalna sila za prvi stupanj prijenosa	F_{t1}	19288 N	
tangencijalna sila za drugi stupanj prijenosa	F_{t2}	66859 N	
kvaliteta ozubljenja	Q	6	(odabrana vrijednost)
faktor raspodjele opterećenja uzduž para zuba u zahvatu	$K_{H\alpha}$	1.1	(odabrana vrijednost)
kontaktni pritisak na bokovima spregnutih zupčanika za prvi stupanj prijenosa	σ_{H1}	707.45 N/mm ²	
kontaktni pritisak na bokovima spregnutih zupčanika za drugi stupanj prijenosa	σ_{H2}	917.31 N/mm ²	
hidroelastično tribomehanički faktor	Z_{LVR}	1	(odabrana vrijednost)
faktor utjecaja veličine	Z_X	1	(odabrana vrijednost)
faktor povećanja tvrdoće	Z_W	1	(odabrana vrijednost)
sigurnost na pitting za prvi stupanj prijenosa	S_{H1}	1.80 $\geq 1,25$	
sigurnost na pitting za drugi stupanj prijenosa	S_{H2}	1.38 $\geq 1,25$	
faktor zahvata na vrhu zuba zupčanika 6	Y_{FS6}	4.25	
faktor zahvata na vrhu zuba zupčanika 5	Y_{FS5}	4.14	
faktor zahvata na vrhu zuba prstenastog zupčanika 4	Y_{FS4}	4.24	
faktor zahvata na vrhu zuba prstenastog zupčanika 3'	$Y_{FS3'}$	4.14	
stupanj prekrivanja koraka za prvi stupanj prijenosa	$\varepsilon_{\beta1}$	0	
stupanj prekrivanja koraka za drugi stupanj prijenosa	$\varepsilon_{\beta2}$	0	
faktor kuta nagiba za prvi stupanj prijenosa	$Y_{\beta1}$	1	
faktor kuta nagiba za drugi stupanj prijenosa	$Y_{\beta2}$	1	
faktor stupnja prekrivanja profila za prvi stupanj prijenosa	$Y_{\varepsilon1}$	0.68	
faktor stupnja prekrivanja profila za drugi stupanj prijenosa	$Y_{\varepsilon2}$	0.70	
faktor raspodjele opterećenja na par zuba u zahvatu	$K_{F\alpha}$	1.1	(odabrana vrijednost)
faktor raspodjele opterećenja uzduž boka zuba	$K_{F\beta}$	1.18	
naprezanje na savijanje u korijenu zuba zupčanika 6	σ_{F6}	172.27 N/mm ²	
naprezanje na savijanje u korijenu zuba zupčanika 5	σ_{F5}	167.81 N/mm ²	
naprezanje na savijanje u korijenu zuba zupčanika 4	σ_{F4}	295.13 N/mm ²	
naprezanje na savijanje u korijenu zuba zupčanika 3'	$\sigma_{F3'}$	288.17 N/mm ²	
minimalna sigurnost protiv loma	S_{Fmin}	1.5	(odabrana vrijednost)
dinamička čvrstoća korijena zuba	σ_{FE}	760 N/mm ²	čelik 34CrNiMo6
faktor osjetljivosti materijala na koncentratore naprezanja	Y_δ	1	(odabrana vrijednost)
faktor utjecaja hrapavosti	Y_R	1	(odabrana vrijednost)
faktor veličine zupčanika za prvi stupanj prijenosa	Y_{X1}	0.995	

faktor veličine zupčanika za drugi stupanj prijenosa	Y_{X2}	0.97	
sigurnost protiv loma zupčanika 6	S_{F6}	4.39	$\geq 1,5$
sigurnost protiv loma zupčanika 5	S_{F5}	4.51	$\geq 1,5$
sigurnost protiv loma zupčanika 4	S_{F4}	2.50	$\geq 1,5$
sigurnost protiv loma zupčanika 3'	$S_{F3'}$	2.56	$\geq 1,5$

Odabir pumpe

volumetrički koeficient iskoristivosti	η_v^p	0.97	(odabrana vrijednost)
prijenosni omjer pumpe	i_{78}	5.6	(odabrana vrijednost)
donja brzina vrtnje vratila pumpe	n_{pd}	1663.76	min^{-1}
specifični protok pumpe	Q_{1p}	340.8	cm^3
		355	cm^3
nazivna brzina vrtnje pumpe	n_{nom}^p	2000	min^{-1}
nazivni protok pumpe	Q_{nom}^p	710	l/min
nazivni moment torzije na vratilu pumpe	T_{nom}^p	1976	Nm
razlika tlakova	Δp	350	bar
masa pumpe	m_p	275	kg

iz kataloga proizvođača

faktor širine zupčanika	ψ_d	0.8	(odabrana vrijednost)
konstanta ozubljenja	K_2	360	(odabrana vrijednost)
faktor primjene ovisan o kombinaciji pogonskog i radnog stroja	K_A	1.375	(odabrana vrijednost)
faktor raspodjele opterećenja uzduž boka zuba	$K_{H\beta}$	1.2	(odabrana vrijednost)
minimalna sigurnost na pitting	S_{Hmin}	1.25	(odabrana vrijednost)
trajna dinamička čvrstoća površine boka zuba	σ_{Hlim}	1170	N/mm^2
faktor dodatnih dinamičkih naprezanja	K_V	1.1	(odabrana vrijednost)
privremeni razmak osi	a'_{78}	432.49	mm
razmak osi	a_{78}	630	mm

čelik 42CrMo4

normalni modul zupčanika	m_n	8.10	mm
		8	mm

(usvojena vrijednost)

kut nagiba zuba	β	0	$^\circ$
broj zuba zupčanika 7	Z_7	23.86	
		23	
broj zuba zupčanika 8	Z_8	128.8	
		129	

(usvojena vrijednost)

stvarni prijenosni omjer	i_{stv}	5.609	
dopušteno odstupanje prijenosnog omjera	Δi	0.16	$\%$

$< \pm 4\%$

diobeni promjer zupčanika 7	d_7	184	mm
diobeni promjer zupčanika 8	d_8	1032	mm

teoretski razmak osi	a_t	608	mm
----------------------	-------	------------	-------------

$< a_{78}$

aktivna širina zahvata zupčanika	b_7	147.2	mm
		150	mm
izvedena širina zupčanika 8	b_8	155	mm

(usvojena vrijednost)

kut zahvata u normalnom presjeku	α_n	20	$^\circ$
kut zahvata u čelnom presjeku	α_t	20	$^\circ$
pogonski kut zahvata u čelnom presjeku	α_{wt}	24.9226	$^\circ$

(odabrana vrijednost)

temeljni promjer zupčanika 7	d_{b7}	172.903 mm	
temeljni promjer zupčanika 8	d_{b8}	969.763 mm	
suma faktora pomaka profila	Σx	3.086	
faktor pomaka profila zupčanika 7	x_7	1.500	(odabrana vrijednost)
faktor pomaka profila zupčanika 8	x_8	1.586	
relativna visina glave zuba	h_{a0}^*	1.25	(odabrana vrijednost)
visina glave zuba alata	h_{a0}	10.00 mm	
promjer preko korijena zuba zupčanika 7	d_{f7}	188.000 mm	
promjer preko korijena zuba zupčanika 8	d_{f8}	1037.376 mm	
relativna radijalna zračnost	c^*	0.25	(odabrana vrijednost)
radijalna zračnost	c	2 mm	
promjer preko glave zuba zupčanika 7	d_{a7}	218.624 mm	
		219.000 mm	(usvojena vrijednost)
promjer preko glave zuba zupčanika 8	d_{a8}	1068.000 mm	
		1068.000 mm	(usvojena vrijednost)
stupanj prekrivanja profila	ε_a	2.982 $\geq 1,25$	
faktor modula elastičnosti za čelik	Z_E	190	(odabrana vrijednost)
kut nagiba boka zuba na temeljnom krugu	β_b	0 °	
faktor zone	Z_H	2.21	
faktor nagiba zuba	Z_β	1	
faktor utjecaja prekrivanja	Z_ε	0.58	
tangencijalna sila	F_t	21478 N	
kvaliteta ozubljenja	Q	6	(odabrana vrijednost)
faktor raspodjele opterećenja uzduž para zuba u zahvatu	$K_{H\alpha}$	1.1	(odabrana vrijednost)
kontaktni pritisak na bokovima spregnutih zupčanika	σ_H	329.52 N/mm ²	
hidroelastično tribomehanički faktor	Z_{LVR}	1	(odabrana vrijednost)
faktor utjecaja veličine	Z_X	1	(odabrana vrijednost)
faktor povećanja tvrdoće	Z_W	1	(odabrana vrijednost)
sigurnost na pitting	S_H	3.55 $\geq 1,25$	
faktor zahvata na vrhu zuba zupčanika 7	Y_{FS7}	3.78	
faktor zahvata na vrhu zuba zupčanika 8	Y_{FS8}	4.40	
stupanj prekrivanja koraka	ε_β	0	
faktor kuta nagiba	Y_β	1	
faktor stupnja prekrivanja profila	Y_ε	0.50	
faktor raspodjele opterećenja na par zuba u zahvatu	$K_{F\alpha}$	1.1	(odabrana vrijednost)
faktor raspodjele opterećenja uzduž boka zuba	$K_{F\beta}$	1.18	
naprezanje na savijanje u korijenu zuba zupčanika 7	σ_{F7}	66.41 N/mm ²	
naprezanje na savijanje u korijenu zuba zupčanika 8	σ_{F8}	77.30 N/mm ²	
minimalna sigurnost protiv loma	S_{Fmin}	1.5	(odabrana vrijednost)
dinamička čvrstoća korijena zuba	σ_{FE}	720 N/mm ²	čelik 42CrMo4
faktor osjetljivosti materijala na koncentratore naprezanja	Y_δ	1	(odabrana vrijednost)
faktor utjecaja hrapavosti	Y_R	1	(odabrana vrijednost)
faktor veličine zupčanika	Y_X	0.97	
sigurnost protiv loma zupčanika 7	S_{F7}	10.52 $\geq 1,5$	
sigurnost protiv loma zupčanika 8	S_{F8}	9.03 $\geq 1,5$	

Dimenzioniranje vratila prema kriteriju čvrstoće

ishodišna trajna dinamička čvrstoća	R_{dt0}	630 N/mm ²	čelik 42CrMo4
faktor sigurnosti	S	10	(odabrana vrijednost)
dopušteno torzijsko naprezanje	τ_{tdop}	63 N/mm ²	
promjer vratila spojke	d_{vs}	165.0 mm	
		200 mm	(odabrana vrijednost)
torzijsko naprezanje	τ_t	35.40 N/mm ²	< τ_{tdop}
ishodišna trajna dinamička čvrstoća	R_{dt0}	630 N/mm ²	čelik 42CrMo4
faktor sigurnosti	S	10	(odabrana vrijednost)
dopušteno torzijsko naprezanje	τ_{tdop}	63 N/mm ²	
promjer ulaznog vratila	d_{vul}	165.0 mm	
		200 mm	(odabrana vrijednost)
torzijsko naprezanje	τ_t	35.40 N/mm ²	< τ_{tdop}
ishodišna trajna dinamička čvrstoća	R_{dt0}	730 N/mm ²	čelik 34CrNiMo6
faktor sigurnosti	S	10	(odabrana vrijednost)
dopušteno torzijsko naprezanje	τ_{tdop}	73 N/mm ²	
promjer izlaznog vratila	d_{vizl}	86.2 mm	
		125 mm	(odabrana vrijednost)
torzijsko naprezanje	τ_t	23.96 N/mm ²	< τ_{tdop}
ishodišna trajna dinamička čvrstoća	R_{dt0}	630 N/mm ²	čelik 42CrMo4
faktor sigurnosti	S	10	(odabrana vrijednost)
dopušteno torzijsko naprezanje	τ_{tdop}	63 N/mm ²	
promjer vratila pumpe	d_{vp}	54.3 mm	
		100 mm	(odabrana vrijednost)
torzijsko naprezanje	τ_t	10.06 N/mm ²	< τ_{tdop}
ishodišna trajna dinamička čvrstoća	R_{dt0}	630 N/mm ²	čelik 42CrMo4
faktor sigurnosti	S	10	(odabrana vrijednost)
dopušteno torzijsko naprezanje	τ_{tdop}	63 N/mm ²	
promjer vratila hidromotora	d_{vhm1}	46.9 mm	
		80 mm	(odabrana vrijednost)
torzijsko naprezanje	τ_t	12.66 N/mm ²	< τ_{tdop}
ishodišna trajna dinamička čvrstoća	R_{dt0}	630 N/mm ²	čelik 42CrMo4
faktor sigurnosti	S	10	(odabrana vrijednost)
dopušteno torzijsko naprezanje	τ_{tdop}	63 N/mm ²	
promjer međuvratila hidromotora	d_{vhm2}	80.1 mm	
		125 mm	(odabrana vrijednost)
torzijsko naprezanje	τ_t	16.60 N/mm ²	< τ_{tdop}
radijalna sila koja djeluje na planet	F_v	16.63 kN	
promjer osovinice	d_{vo}	80 mm	(odabrana vrijednost)
duljina osovinice	l_o	200 mm	(odabrana vrijednost)
ishodišna trajna dinamička čvrstoća	R_{dt0}	260 N/mm ²	čelik E360
faktor sigurnosti	S	5	(odabrana vrijednost)
dopušteno naprezanje na savijanje	σ_{sdop}	52 N/mm ²	
naprezanje na savijanje	σ_s	33.08 N/mm ²	< σ_{sdop}

Proračun spojeva

broj pera	i_p	2	(odabrana vrijednost)
visina pera	h_p	25 mm	(odabrana vrijednost)
dubina utora na vratilu	t_p	15 mm	(odabrana vrijednost)
dopušteni površinski tlak za spojeve s perom	p_{dop}	100 N/mm ²	(odabrana vrijednost)
duljina pera vratila spojke	l_{ps}	278.0 mm	
		320 mm	(odabrana vrijednost)
broj pera	i_{p1}	2	(odabrana vrijednost)
	i_{p2}	2	(odabrana vrijednost)
visina pera - zupčanik 8	h_{p1}	28 mm	(odabrana vrijednost)
dubina utora na vratilu - zupčanik 8	t_{p1}	17 mm	(odabrana vrijednost)
visina pera - tarna spojka	h_{p2}	28 mm	(odabrana vrijednost)
dubina utora na vratilu - tarna spojka	t_{p2}	17 mm	(odabrana vrijednost)
dopušteni površinski tlak za spojeve s perom	p_{dop}	100 N/mm ²	(odabrana vrijednost)
duljina pera ulaznog vratila - zupčanik 8	l_{pul1}	229.8 mm	
		250 mm	(odabrana vrijednost)
duljina pera ulaznog vratila - spojka	l_{pul2}	252.7 mm	
		260 mm	(odabrana vrijednost)
broj pera	i_p	1	(odabrana vrijednost)
visina pera	h_p	18 mm	(odabrana vrijednost)
dubina utora na vratilu	t_p	11 mm	(odabrana vrijednost)
dopušteni površinski tlak za spojeve s perom	p_{dop}	100 N/mm ²	(odabrana vrijednost)
duljina pera izlaznog vratila	l_{pizl}	210.1 mm	
		220 mm	(odabrana vrijednost)
broj pera	i_p	1	(odabrana vrijednost)
visina pera	h_p	16 mm	(odabrana vrijednost)
dubina utora na vratilu	t_p	10 mm	(odabrana vrijednost)
dopušteni površinski tlak za spojeve s perom	p_{dop}	100 N/mm ²	(odabrana vrijednost)
duljina pera vratila pumpe - spojka	l_{pp}	65.9 mm	
		80 mm	(odabrana vrijednost)
broj pera	i_p	1	(odabrana vrijednost)
visina pera	h_p	14 mm	(odabrana vrijednost)
dubina utora na vratilu	t_p	9 mm	(odabrana vrijednost)
dopušteni površinski tlak za spojeve s perom	p_{dop}	100 N/mm ²	(odabrana vrijednost)
duljina pera vratila hidromotora - spojka	l_{phm1}	63.7 mm	
		70 mm	(odabrana vrijednost)
broj pera	i_p	1	(odabrana vrijednost)
visina pera	h_p	18 mm	(odabrana vrijednost)
dubina utora na vratilu	t_p	11 mm	(odabrana vrijednost)
dopušteni površinski tlak za spojeve s perom	p_{dop}	100 N/mm ²	(odabrana vrijednost)
duljina pera međuvratila hidromotora - zupčanik 5	l_{phm2}	145.5 mm	
		160 mm	(odabrana vrijednost)

Odabir ležajeva

dinamička nosivnost ležaja	C_b	88 kN	ležaj NA 4916
nazivni vijek trajanja ležaja	L_{10h}	43208 h	

Odabir višelamelne tarne spojke

faktor sigurnosti tarne spojke	S_{st}	1.5	(odabrana vrijednost)
potrebni okretni moment tarne spojke	T_{potr}^{st}	83400.9 Nm	$< T_{din}^{st}$
dinamički moment tarne spojke	T_{din}^{st}	90000 Nm	
radni tlak tarne spojke	p_{st}	25 bar	

minimalan protok ulja tarne spojke	$Q_{\min}^{\text{st}}$	26 l/min	iz kataloga proizvođača
dopuštena brzina vrtnje tarne spojke	$n_{\text{dop}}^{\text{st}}$	1150 min ⁻¹	
masa tarne spojke	m_{st}	360 kg	
specifični protok zupčaste pumpe	Q_{l}^{zp}	25 cm ³	
maksimalni protok zupčaste pumpe	$Q_{\max}^{\text{zp}}$	65 l/min	
maksimalna brzina vrtnje zupčaste pumpe	$n_{\max}^{\text{zp}}$	3000 min ⁻¹	iz kataloga proizvođača
maksimalni moment torzije na vratilu zupčaste pumpe	$T_{\max}^{\text{zp}}$	450 Nm	
maksimalna razlika tlakova	$\Delta p_{\max}$	250 bar	
masa zupčaste pumpe	m_{zp}	9.7 kg	
prijenosni omjer zupčaste pumpe	$i_{9/10}$	5	(odabrana vrijednost)
minimalna brzina vrtnje zupčaste pumpe	$n_{\min}^{\text{zp}}$	1485.5 min ⁻¹	
volumetrički koeficient iskoristivosti	$\eta_{\text{v}}^{\text{p}}$	0.97	(odabrana vrijednost)
minimalni protok zupčaste pumpe	$Q_{\min}^{\text{zp}}$	36.0 l/min	$> Q_{\min}^{\text{st}}$
faktor širine zupčanika	ψ_{d}	0.6	(odabrana vrijednost)
konstanta ozubljenja	K_2	360	(odabrana vrijednost)
faktor primjene ovisan o kombinaciji pogonskog i radnog stroja	K_{A}	1.375	(odabrana vrijednost)
faktor raspodjele opterećenja uzduž boka zuba	$K_{\text{H}\beta}$	1.2	(odabrana vrijednost)
minimalna sigurnost na pitting	$S_{\text{H}\min}$	1.25	(odabrana vrijednost)
trajna dinamička čvrstoća površine boka zuba	$\sigma_{\text{H}\lim}$	1270 N/mm ²	čelik 34CrNiMo6
faktor dodatnih dinamičkih naprezanja	K_{V}	1.1	(odabrana vrijednost)
privremeni razmak osi	$a'_{9/10}$	251.71 mm	
razmak osi	$a_{9/10}$	315 mm	(usvojena vrijednost)
normalni modul zupčanika	m_{n}	4.38 mm	
		4.5 mm	(usvojena vrijednost)
kut nagiba zuba	β	0 °	(odabrana vrijednost)
broj zuba zupčanika 9	Z_9	23.33	
		23	(usvojena vrijednost)
broj zuba zupčanika 10	Z_{10}	115	
		116	(usvojena vrijednost)
stvarni prijenosni omjer	i_{stv}	5.043	
dopušteno odstupanje prijenosnog omjera	Δi	0.85 %	$< \pm 2,5\%$
diobeni promjer zupčanika 9	d_9	103.5 mm	
diobeni promjer zupčanika 10	d_{10}	522 mm	
teoretski razmak osi	a_{t}	312.75 mm	$< a_{9/10}$
aktivna širina zahvata zupčanika	b_9	62.1 mm	
		65 mm	(usvojena vrijednost)
izvedena širina zupčanika 10	b_{10}	70 mm	
kut zahvata u normalnom presjeku	α_{n}	20 °	(odabrana vrijednost)
kut zahvata u čelnom presjeku	α_{t}	20 °	
pogonski kut zahvata u čelnom presjeku	α_{wt}	21.0957 °	
temeljni promjer zupčanika 9	$d_{\text{b}9}$	97.258 mm	
temeljni promjer zupčanika 10	$d_{\text{b}10}$	490.520 mm	
suma faktora pomaka profila	Σx	0.513	

faktor pomaka profila zupčanika 9	x_9	0.513	(odabrana vrijednost)
faktor pomaka profila zupčanika 10	x_{10}	0.000	
relativna visina glave zuba	h_{a0}^*	1.25	(odabrana vrijednost)
visina glave zuba alata	h_{a0}	5.63 mm	
promjer preko korijena zuba zupčanika 9	d_{f9}	96.857 mm	
promjer preko korijena zuba zupčanika 10	d_{f10}	510.740 mm	
relativna radijalna zračnost	c^*	0.25	(odabrana vrijednost)
radijalna zračnost	c	1.125 mm	
promjer preko glave zuba zupčanika 9	d_{a9}	117.010 mm	
		117.000 mm	(usvojena vrijednost)
promjer preko glave zuba zupčanika 10	d_{a10}	530.893 mm	
		531.000 mm	(usvojena vrijednost)
stupanj prekrivanja profila	ε_a	1.567 $\geq 1,25$	
faktor modula elastičnosti za čelik	Z_E	190	(odabrana vrijednost)
kut nagiba boka zuba na temeljnom krugu	β_b	0 °	
faktor zone	Z_H	2.42	
faktor nagiba zuba	Z_β	1	
faktor utjecaja prekrivanja	Z_ε	0.90	
tangencijalna sila	F_t	8696 N	
kvaliteta ozubljenja	Q	6	(odabrana vrijednost)
faktor raspodjele opterećenja uzduž para zuba u zahvatu	$K_{H\alpha}$	1.1	(odabrana vrijednost)
kontaktni pritisak na bokovima spregnutih zupčanika	σ_H	727.71 N/mm ²	
hidroelastično tribomehanički faktor	Z_{LVR}	1	(odabrana vrijednost)
faktor utjecaja veličine	Z_X	1	(odabrana vrijednost)
faktor povećanja tvrdoće	Z_W	1	(odabrana vrijednost)
sigurnost na pitting	S_H	1.75 $\geq 1,25$	
faktor zahvata na vrhu zuba zupčanika 9	Y_{FS9}	4.10	
faktor zahvata na vrhu zuba zupčanika 10	Y_{FS10}	4.15	
stupanj prekrivanja koraka	ε_β	0	
faktor kuta nagiba	Y_β	1	
faktor stupnja prekrivanja profila	Y_ε	0.73	
faktor raspodjele opterećenja na par zuba u zahvatu	$K_{F\alpha}$	1.1	(odabrana vrijednost)
faktor raspodjele opterećenja uzduž boka zuba	$K_{F\beta}$	1.18	
naprezanje na savijanje u korijenu zuba zupčanika 9	σ_{F9}	174.69 N/mm ²	
naprezanje na savijanje u korijenu zuba zupčanika 10	σ_{F10}	176.82 N/mm ²	
minimalna sigurnost protiv loma	S_{Fmin}	1.5	(odabrana vrijednost)
dinamička čvrstoća korijena zuba	σ_{FE}	760 N/mm ²	čelik 34CrNiMo6
faktor osjetljivosti materijala na koncentratore naprezanja	Y_δ	1	(odabrana vrijednost)
faktor utjecaja hrapavosti	Y_R	1	(odabrana vrijednost)
faktor veličine zupčanika	Y_X	1	(odabrana vrijednost)
sigurnost protiv loma zupčanika 9	S_{F9}	4.35 $\geq 1,5$	
sigurnost protiv loma zupčanika 10	S_{F10}	4.30 $\geq 1,5$	