

Wälzlagerberechnung

Eingabedaten

Wälzlagergeometrie

Lagertyp		Vierpunktlager (radial)
Innendurchmesser des Lagers	d	1300.0 mm
Aussendurchmesser des Lagers	D	1500.0 mm
Lagerbreite	B	100.000 mm
Anzahl Wälzkörper	Z	60
Durchmesser des Wälzkörpers	Dw	60.000 mm
Teilkreis	Dpw	1400.0 mm
Konformität Innenring	fi	0.53
Konformität Aussenring	fe	0.53
Nenndruckwinkel	α	45.000 °
Auswahl für das Lagerspiel		User input as operating clearance
Auswahl für die Lagertoleranz		Not considered
Nominales axiales Lagerspiel	Pa	0.0100 mm
Art der Spielerzeugung		axiale Richtung

Belastung

Drehzahl Innenring	ni	0.0000 rpm
		Innenring rotiert nicht zur Last
Drehzahl Aussenring	ne	10.000 rpm
		Aussenring rotiert zur Last
Axialkraft	Fx	500.000 kN
Radialkraft Y	Fy	0.0000 kN
Radialkraft Z	Fz	100.000 kN
Kippmoment Y	My	150000 Nm
Kippmoment Z	Mz	0.0000 Nm
Zuverlässigkeit	reliability	90.000 %
Obere Grenze für den Wert von aISO	aISOMax	50
Temperatur der Welle	T_i	20.000 °C
Temperatur des Gehäuses	T_e	20.000 °C

Werkstoff

Oberflächenhärte Innenring	HRC_i	54
Oberflächenhärte Aussenring	HRC_e	54
Bruchfestigkeit des Kerns Innenring	Rm_i	1000.0 MPa
Bruchfestigkeit des Kerns Aussenring	Rm_e	1000.0 MPa
Werkstoff Innenring		Steel
Werkstoff Aussenring		Steel
Werkstoff Wälzkörper		Steel

Schmierung

Schmierstoff		ISO VG 220 mineral oil
Kinematische Viskosität bei 40°C	v40	220.000 mm ² /s
Kinematische Viskosität bei 100°C	v100	19.000 mm ² /s
Dichte des Öls	rhoOil	890.000 kg/m ³
Schmierstofftemperatur	θOil	70.000 °C
Der Schmierstoff enthält keine effektiven EP-Zusätze		

Kinematische Viskosität bei Betriebstemperatur	$v(\vartheta)$	51.794 mm ² /s
Dichte des Öls bei Betriebstemperatur	$\rho(\vartheta)$	851.593 kg/m ³
Reinheit des Schmierstoffs		Grease lubrication, Slight to typical contamination

Ergebnisse

Zentrifugalkräfte werden nicht berücksichtigt

Wälzlagerinnengeometrie

Anzahl Wälzkörper	Z	60
Durchmesser des Wälzkörpers	Dw	60.000 mm
Teilkreis	Dpw	1400.0 mm
Konformität Innenring	fi	0.53
Konformität Aussenring	fe	0.53
Nenndruckwinkel	α	45.000°
Axialer Abstand der Krümmungsmittelpunkte innen und aussen	δ_{CC}	2.5406 mm
Axialer Abstand der Krümmungsmittelpunkte Innenring	δ_{CC_i}	2.5406 mm
Axialer Abstand der Krümmungsmittelpunkte Aussenring	δ_{CC_e}	2.5406 mm
Nominales diametrales Lagerspiel	Pd	0.0100 mm
Nominales axiales Lagerspiel	Pa	0.0100 mm
Laufbahndurchmesser Innenring	di	1338.9 mm
Laufbahndurchmesser Aussenring	de	1461.1 mm
Krümmungsradius Innenring	ri	31.800 mm
Krümmungsradius Aussenring	re	31.800 mm
Abstand zwischen den Wälzkörpern	δ_{RE}	13.270 mm
Schulterhöhe Innenring	dSi	1376.0 mm
Grenzwert für Druckwinkel Innenring	α_{lim_i}	65.330°
Schulterhöhe Aussenring	dSe	1424.0 mm
Grenzwert für Druckwinkel Aussenring	α_{lim_e}	65.330°
Ausdehnung der Druckellipse Innenring	dCimax	1369.4 mm
Ausdehnung der Druckellipse Aussenring	dCemin	1430.6 mm
Längenverhältnis Druckellipse Innenring	eLR_i	130.815 %
Längenverhältnis Druckellipse Aussenring	eLR_e	131.215 %
Kugelvor-/nachlauf	Δb_{circ}	1.5062 mm
Axiale Auslenkung der Kugeln	Δb_{ax}	0.1011 mm

Kräfte und Verschiebungen

Axialkraft	Fx	500.000 kN
Radialkraft Y	Fy	0.0000 kN
Radialkraft Z	Fz	100.000 kN
Verschiebung X	ux	97.592 μ m
Verschiebung Y	uy	0.0000 μ m
Verschiebung Z	uz	-65.4682 μ m
Kippmoment Y	My	150000 Nm
Kippmoment Z	Mz	0.0000 Nm
Kippwinkel um Y	ry	0.1445 mrad
Kippwinkel um Z	rz	0.0000 mrad
Reibmoment	Mloss	761.628 Nm
Verlustleistung	Ploss	797.708 W
Maximale Pressung Innenring	pmax_i	1818.0 MPa
Maximale Pressung Aussenring	pmax_e	1771.8 MPa
Maximale Pressung	pmax	1818.0 MPa
Statischer Sicherheitsfaktor	SF	9.62227

		Die statische Sicherheit wurde aufgrund der Härte reduziert
Grenze für Axiallast, Innenring	Fa_max_i	3523.8 kN
Grenze für Axiallast, Aussenring	Fa_max_e	3563.4 kN
Grenze für Axiallast	Fa_max	3523.8 kN

Lebensdauer

Tragzahlbeiwert	bm	1.3
Dynamische Tragzahl	Cr	762.661 kN
Statische Tragzahl	C0r	3370.2 kN
Ermüdungsgrenzbelastung	Cur	60.151 kN

Die Tragzahlen C und C0 wurden aufgrund der Härte reduziert

Lebensdauerbeiwert für Zuverlässigkeit	a1	1
Viskositätsverhältnis	χ	0.291162
Verunreinigungsbeiwert	eC	0.349479
Lebensdauerbeiwert	aISO	0.206981
Äquivalente Belastung	Pref	405137 N
Referenzlebensdauer	L10r	6.67098
Referenzlebensdauer	L10rh	11118.3 h
Modifizierte Referenzlebensdauer	Lnmr	1.38077
Modifizierte Referenzlebensdauer	Lnmrh	2301.3 h

Lebensdauer nach ISO 281

Dynamischer Radiallastfaktor	X	0.54
Dynamischer Axiallastfaktor	Y	0.81
Dynamisch äquivalente Belastung	P	459000 N
Lebensdauer	L10	4.58729
Lebensdauer	L10h	7645.5 h
Erweiterte Lebensdauer	Ln	0.920696
Erweiterte Lebensdauer	Ln	1534.5 h

Verschleisskenngrößen

Reibmoment	Mloss	761.628 Nm
Verlustleistung	Ploss	797.708 W
Verlustleistung am Innenring	Ploss_i	411.651 W
Verlustleistung am Aussenring	Ploss_e	386.057 W
Verschleissgrösse PVmax	PVmax	158.907 MPa·m/s
Verschleissgrösse PVavg_max	PVavg_max	106.292 MPa·m/s
Verschleissgrösse QV	QV	7977.1 W
Gesamter thermischer Widerstand	R	0.1386 K/W

Schubspannungen unter der Oberfläche

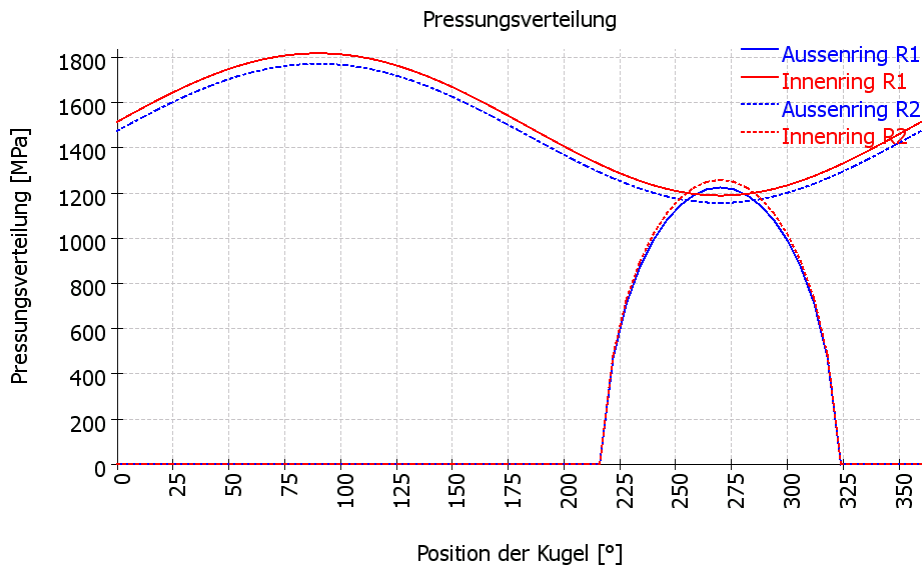
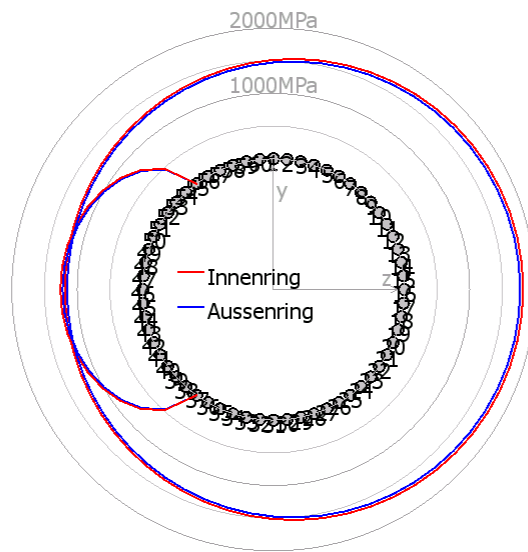
Maximale Schubspannung Innenring	τmax_i	579.496 MPa
Tiefe bei maximaler Schubspannung Innenring	h(τmax_i)	0.6892 mm
Schubflussgrenze für den Kern Innenring	τYield_i	425.000 MPa
Schubdauerfestigkeit für den Kern Innenring	τα_i	255.000 MPa
Schubspannung bei Einhärtetiefe Innenring	τ_i	255.000 MPa
Maximale Schubspannung Aussenring	τmax_e	565.437 MPa
Tiefe bei maximaler Schubspannung Aussenring	h(τmax_e)	0.7090 mm
Schubflussgrenze für den Kern Aussenring	τYield_e	425.000 MPa
Schubdauerfestigkeit für den Kern Aussenring	τα_e	255.000 MPa
Schubspannung bei Einhärtetiefe Aussenring	τ_e	255.000 MPa
Notwendige Einhärtetiefe Innenring	hdmin_i	2.9052 mm
Notwendige Einhärtetiefe Aussenring	hdmin_e	2.9055 mm

Schädigungsfrequenzen

Drehzahl Innenring	ni	0.00 1/s	(0rpm)
Drehzahl Aussenring	ne	0.17 1/s	(10rpm)
Drehzahl Käfig	fc	0.09 1/s	(5rpm)
Schadensfrequenz Innenring	fip	-5.15 1/s	(-309rpm)
Schadensfrequenz Aussenring	fep	4.85 1/s	(291rpm)
Schadensfrequenz Wälzkörper	frp	3.89 1/s	(233rpm)

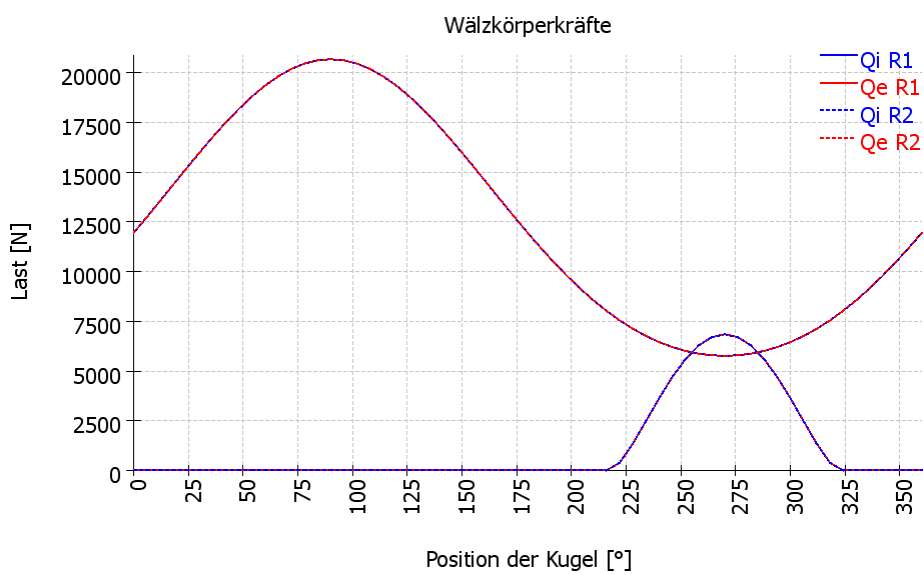
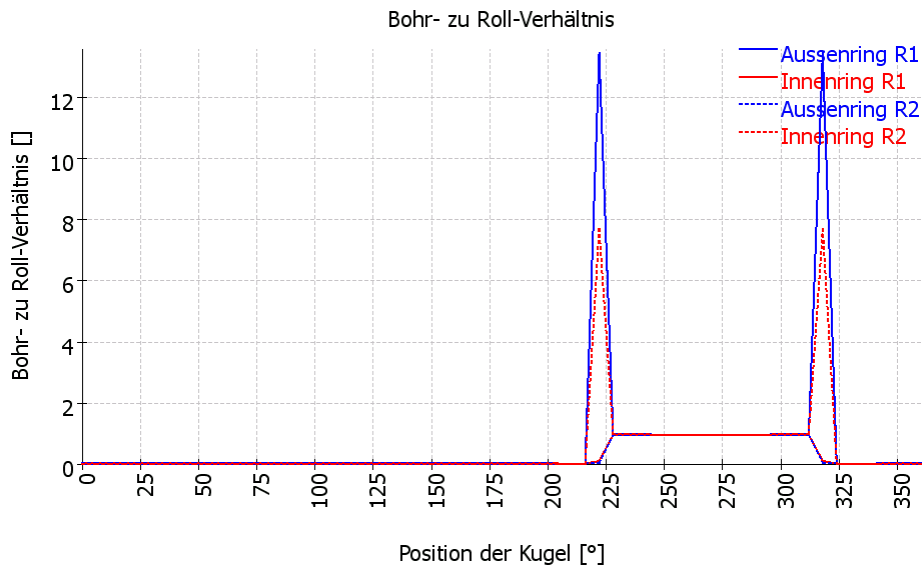
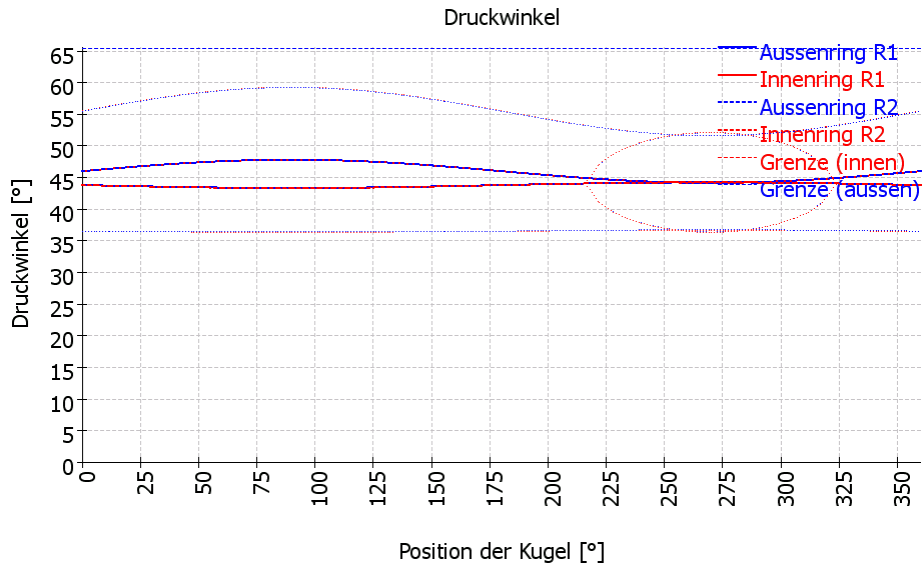
Steifigkeitsmatrix des Lagers

	ux [µm]	uy [µm]	uz [µm]	ry [mrad]	rz [mrad]
Fx [N]	10040.784	0.000	2169.967	-130622.101	0.000
Fy [N]	0.000	4238.117	0.000	-0.000	-2615097.527
Fz [N]	2169.977	0.000	5214.631	1918045.116	0.000
My [Nm]	-129.950	-0.000	1918.420	2698493.484	-0.000
Mz [Nm]	0.000	-2615.270	0.000	-0.000	2221642.185



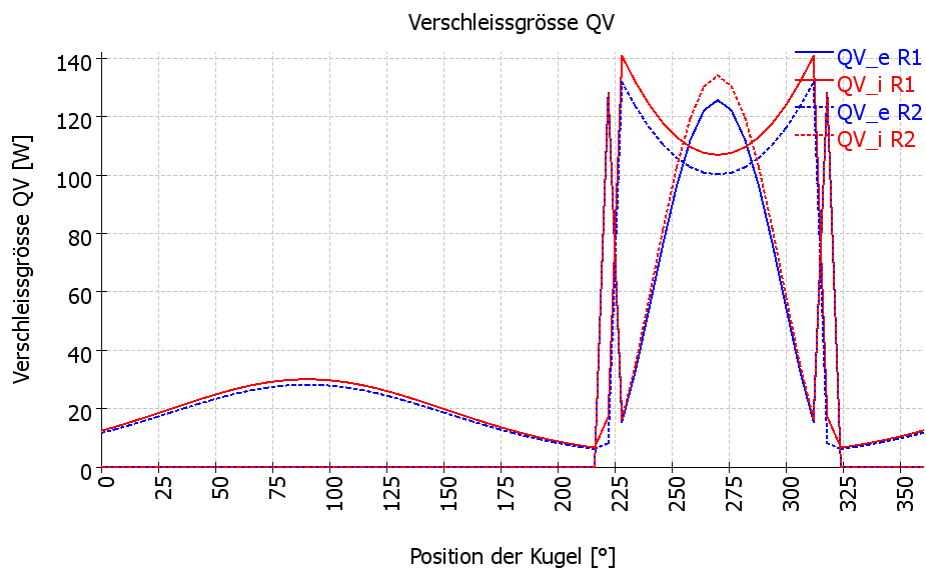
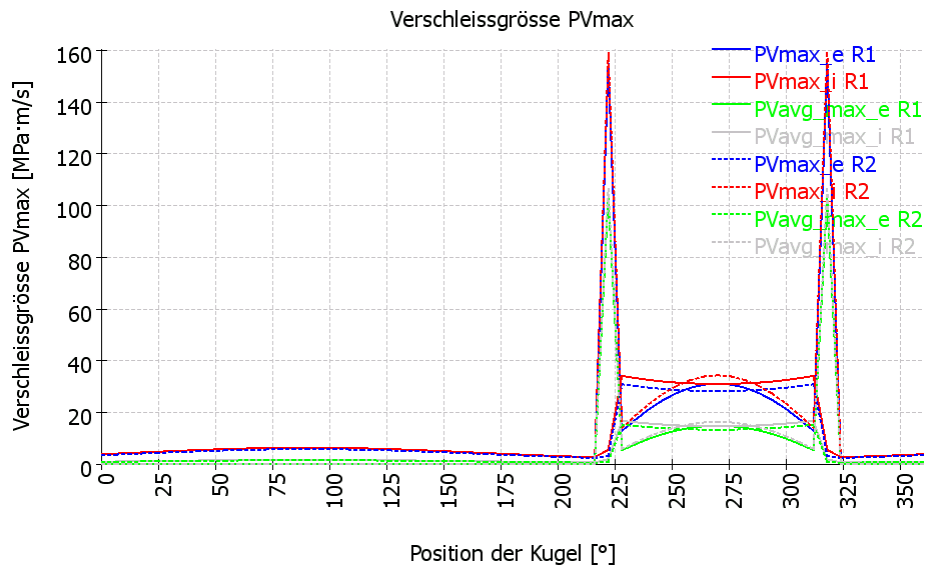
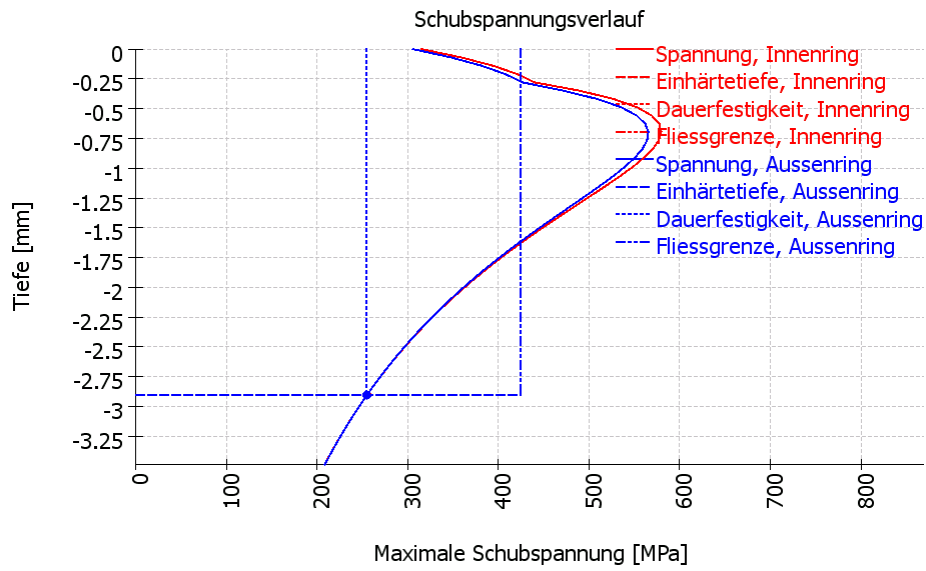
MESYS Shaft and Rolling bearing calculation

Change this text in mesys.ini



MESYS Shaft and Rolling bearing calculation

Change this text in mesys.ini



Ergebnistabelle für Lager 1

MESYS Shaft and Rolling bearing calculation

Change this text in mesys.ini

Kugel	ψ [°]	α_i [°]	α_e [°]	Q_i [N]	Q_e [N]	p_i [MPa]	p_e [MPa]	α_r [°]	α_e_r [°]	Q_i_r [N]	Q_e_r [N]	p_i_r [MPa]	p_e_r [MPa]	eLR_i	eLR_e
55	324.00	44.94	44.08	8022.92	0	1326.82	0.00	44.08	44.94	0	8022.92	0.00	1291.31	1.79	1.80
56	330.00	45.11	44.04	8555.54	0	1355.50	0.00	44.04	45.11	0	8555.54	0.00	1319.32	1.75	1.76
57	336.00	45.28	44.00	9141.71	0	1385.72	0.00	44.00	45.28	0	9141.71	0.00	1348.84	1.72	1.72
58	342.00	45.46	43.96	9778.57	0	1417.12	0.00	43.96	45.46	0	9778.57	0.00	1379.52	1.68	1.68
59	348.00	45.64	43.92	10462.2	0	1449.33	0.00	43.91	45.64	0	10462.2	0.00	1411.01	1.64	1.65
60	354.00	45.83	43.87	11187.6	0	1482.01	0.00	43.87	45.83	0	11187.6	0.00	1442.96	1.61	1.61

- ψ : Position der Kugel
- α_i : Druckwinkel Innenring
- α_e : Druckwinkel Aussenring
- Q_i : Kraft am Innenring
- Q_e : Kraft am Aussenring
- p_i : Maximale Pressung Innenring
- p_e : Maximale Pressung Aussenring
- eLR_i : Längenverhältnis Druckellipse Innenring
- eLR_e : Längenverhältnis Druckellipse Aussenring

Kugel	ω_{spin_i} [rad/s]	ω_{spin_e} [rad/s]	ω_{roll_i} [rad/s]	ω_{roll_e} [rad/s]	QV_i_l [W]	QV_e_l [W]	PVmax_i_l [MPa·m/s]	PVmax_e_l [MPa·m/s]	$\omega_{spin_i_r}$ [rad/s]	$\omega_{spin_e_r}$ [rad/s]	$\omega_{roll_i_r}$ [rad/s]	$\omega_{roll_e_r}$ [rad/s]	QV_i_r [W]	QV_e_r [W]	PVmax_i_r [MPa·m/s]	PVmax_e_r [MPa·m/s]
1	0.4	0.0	12.6	0.0	12.6	0.0	3.9	0.0	0.0	0.4	0.0	11.9	0.0	11.8	0.0	3.6
2	0.4	0.0	12.6	0.0	13.9	0.0	4.2	0.0	0.0	0.4	0.0	11.9	0.0	13.1	0.0	3.8
3	0.4	0.0	12.6	0.0	15.4	0.0	4.4	0.0	0.0	0.4	0.0	11.9	0.0	14.4	0.0	4.0
4	0.4	0.0	12.6	0.0	16.9	0.0	4.6	0.0	0.0	0.4	0.0	11.9	0.0	15.8	0.0	4.2
5	0.4	0.0	12.6	0.0	18.4	0.0	4.9	0.0	0.0	0.4	0.0	11.9	0.0	17.3	0.0	4.5
6	0.4	0.0	12.6	0.0	20.0	0.0	5.1	0.0	0.0	0.4	0.0	11.9	0.0	18.7	0.0	4.7
7	0.4	0.0	12.6	0.0	21.5	0.0	5.3	0.0	0.0	0.4	0.0	11.9	0.0	20.2	0.0	4.9
8	0.4	0.0	12.6	0.0	23.1	0.0	5.5	0.0	0.0	0.4	0.0	11.9	0.0	21.7	0.0	5.1
9	0.4	0.0	12.6	0.0	24.5	0.0	5.7	0.0	0.0	0.4	0.0	11.9	0.0	23.0	0.0	5.2
10	0.4	0.0	12.6	0.0	25.9	0.0	5.9	0.0	0.0	0.4	0.0	11.9	0.0	24.3	0.0	5.4
11	0.4	0.0	12.6	0.0	27.1	0.0	6.1	0.0	0.0	0.4	0.0	11.9	0.0	25.5	0.0	5.5
12	0.4	0.0	12.6	0.0	28.2	0.0	6.2	0.0	0.0	0.4	0.0	11.9	0.0	26.5	0.0	5.7
13	0.4	0.0	12.6	0.0	29.0	0.0	6.3	0.0	0.0	0.4	0.0	11.9	0.0	27.3	0.0	5.8
14	0.4	0.0	12.6	0.0	29.6	0.0	6.4	0.0	0.0	0.4	0.0	11.9	0.0	27.9	0.0	5.8
15	0.4	0.0	12.6	0.0	30.0	0.0	6.4	0.0	0.0	0.4	0.0	11.9	0.0	28.2	0.0	5.9
16	0.4	0.0	12.6	0.0	30.2	0.0	6.5	0.0	0.0	0.4	0.0	11.9	0.0	28.3	0.0	5.9
17	0.4	0.0	12.6	0.0	30.0	0.0	6.4	0.0	0.0	0.4	0.0	11.9	0.0	28.2	0.0	5.9
18	0.4	0.0	12.6	0.0	29.6	0.0	6.4	0.0	0.0	0.4	0.0	11.9	0.0	27.9	0.0	5.8
19	0.4	0.0	12.6	0.0	29.0	0.0	6.3	0.0	0.0	0.4	0.0	11.9	0.0	27.3	0.0	5.8
20	0.4	0.0	12.6	0.0	28.2	0.0	6.2	0.0	0.0	0.4	0.0	11.9	0.0	26.5	0.0	5.7
21	0.4	0.0	12.6	0.0	27.1	0.0	6.1	0.0	0.0	0.4	0.0	11.9	0.0	25.5	0.0	5.5
22	0.4	0.0	12.6	0.0	25.9	0.0	5.9	0.0	0.0	0.4	0.0	11.9	0.0	24.3	0.0	5.4
23	0.4	0.0	12.6	0.0	24.5	0.0	5.7	0.0	0.0	0.4	0.0	11.9	0.0	23.0	0.0	5.2
24	0.4	0.0	12.6	0.0	23.1	0.0	5.5	0.0	0.0	0.4	0.0	11.9	0.0	21.7	0.0	5.1
25	0.4	0.0	12.6	0.0	21.5	0.0	5.3	0.0	0.0	0.4	0.0	11.9	0.0	20.2	0.0	4.9
26	0.4	0.0	12.6	0.0	20.0	0.0	5.1	0.0	0.0	0.4	0.0	11.9	0.0	18.7	0.0	4.7
27	0.4	0.0	12.6	0.0	18.4	0.0	4.9	0.0	0.0	0.4	0.0	11.9	0.0	17.3	0.0	4.5
28	0.4	0.0	12.6	0.0	16.9	0.0	4.6	0.0	0.0	0.4	0.0	11.9	0.0	15.8	0.0	4.2
29	0.4	0.0	12.6	0.0	15.4	0.0	4.4	0.0	0.0	0.4	0.0	11.9	0.0	14.4	0.0	4.0
30	0.4	0.0	12.6	0.0	13.9	0.0	4.2	0.0	0.0	0.4	0.0	11.9	0.0	13.1	0.0	3.8
31	0.4	0.0	12.6	0.0	12.6	0.0	3.9	0.0	0.0	0.4	0.0	11.9	0.0	11.8	0.0	3.6
32	0.4	0.0	12.6	0.0	11.4	0.0	3.7	0.0	0.0	0.4	0.0	11.9	0.0	10.6	0.0	3.4
33	0.4	0.0	12.6	0.0	10.2	0.0	3.5	0.0	0.0	0.4	0.0	11.9	0.0	9.6	0.0	3.2
34	0.4	0.0	12.6	0.0	9.2	0.0	3.3	0.0	0.0	0.4	0.0	11.9	0.0	8.6	0.0	3.0
35	0.4	0.0	12.6	0.0	8.3	0.0	3.1	0.0	0.0	0.4	0.0	11.9	0.0	7.8	0.0	2.8

MESYS Shaft and Rolling bearing calculation

Change this text in mesys.ini

Kugel	$\omega_{spin_i_l}$ [rad/s]	$\omega_{spin_e_l}$ [rad/s]	$\omega_{roll_i_l}$ [rad/s]	$\omega_{roll_e_l}$ [rad/s]	QV_i_l [W]	QV_e_l [W]	PVmax_i_l [MPa·m/s]	PVmax_e_l [MPa·m/s]	$\omega_{spin_i_r}$ [rad/s]	$\omega_{spin_e_r}$ [rad/s]	$\omega_{roll_i_r}$ [rad/s]	$\omega_{roll_e_r}$ [rad/s]	QV_i_r [W]	QV_e_r [W]	PVmax_i_r [MPa·m/s]	PVmax_e_r [MPa·m/s]
36	0.4	0.0	12.6	0.0	7.5	0.0	2.9	0.0	0.0	0.4	0.0	11.9	0.0	7.0	0.0	2.7
37	0.4	0.0	12.6	0.0	6.7	0.0	2.8	0.0	0.0	0.4	0.0	11.9	0.0	6.3	0.0	2.5
38	1.4	11.8	12.6	0.9	17.4	128.1	5.7	154.7	12.6	0.7	1.6	11.8	127.7	8.3	158.9	3.3
39	12.1	11.6	12.6	11.7	140.6	15.6	34.2	13.0	12.3	11.4	12.4	11.8	16.5	131.7	14.1	31.0
40	12.2	11.6	12.6	11.7	131.7	33.3	33.4	17.4	12.3	11.5	12.5	11.8	35.4	123.4	18.9	30.3
41	12.2	11.5	12.6	11.8	124.0	54.6	32.6	21.4	12.3	11.5	12.5	11.8	58.2	116.2	23.4	29.6
42	12.2	11.5	12.6	11.8	117.7	76.4	32.0	24.8	12.2	11.5	12.5	11.8	81.5	110.3	27.3	29.1
43	12.2	11.5	12.5	11.8	112.9	96.3	31.6	27.6	12.2	11.5	12.5	11.8	102.7	105.8	30.4	28.8
44	12.2	11.5	12.5	11.8	109.5	112.0	31.3	29.6	12.2	11.5	12.5	11.8	119.6	102.7	32.6	28.6
45	12.2	11.5	12.5	11.8	107.5	122.1	31.2	30.8	12.2	11.5	12.5	11.8	130.3	100.8	34.0	28.4
46	12.2	11.5	12.5	11.8	106.9	125.6	31.1	31.3	12.2	11.5	12.5	11.8	134.0	100.2	34.4	28.4
47	12.2	11.5	12.5	11.8	107.5	122.1	31.2	30.8	12.2	11.5	12.5	11.8	130.3	100.8	34.0	28.4
48	12.2	11.5	12.5	11.8	109.5	112.0	31.3	29.6	12.2	11.5	12.5	11.8	119.6	102.7	32.6	28.6
49	12.2	11.5	12.5	11.8	112.9	96.3	31.6	27.6	12.2	11.5	12.5	11.8	102.7	105.8	30.4	28.8
50	12.2	11.5	12.6	11.8	117.7	76.4	32.0	24.8	12.2	11.5	12.5	11.8	81.5	110.3	27.3	29.1
51	12.2	11.5	12.6	11.8	124.0	54.6	32.6	21.4	12.3	11.5	12.5	11.8	58.2	116.2	23.4	29.6
52	12.2	11.6	12.6	11.7	131.7	33.3	33.4	17.4	12.3	11.5	12.5	11.8	35.4	123.4	18.9	30.3
53	12.1	11.6	12.6	11.7	140.6	15.6	34.2	13.0	12.3	11.4	12.4	11.8	16.5	131.7	14.1	31.0
54	1.4	11.8	12.6	0.9	17.4	128.1	5.7	154.7	12.6	0.7	1.6	11.8	127.7	8.3	158.9	3.3
55	0.4	0.0	12.6	0.0	6.7	0.0	2.8	0.0	0.0	0.4	0.0	11.9	0.0	6.3	0.0	2.5
56	0.4	0.0	12.6	0.0	7.5	0.0	2.9	0.0	0.0	0.4	0.0	11.9	0.0	7.0	0.0	2.7
57	0.4	0.0	12.6	0.0	8.3	0.0	3.1	0.0	0.0	0.4	0.0	11.9	0.0	7.8	0.0	2.8
58	0.4	0.0	12.6	0.0	9.2	0.0	3.3	0.0	0.0	0.4	0.0	11.9	0.0	8.6	0.0	3.0
59	0.4	0.0	12.6	0.0	10.2	0.0	3.5	0.0	0.0	0.4	0.0	11.9	0.0	9.6	0.0	3.2
60	0.4	0.0	12.6	0.0	11.4	0.0	3.7	0.0	0.0	0.4	0.0	11.9	0.0	10.6	0.0	3.4