

Elastične spojke u brodskom pogonu

Mišlov, Matija

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies, Rijeka / Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:187:673544>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-25**



Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet
University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies

Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies - FMSRI Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U RIJECI
POMORSKI FAKULTET**

MATIJA MIŠLOV

ELASTIČNE SPOJKE U BRODSKOM POGONU

ZAVRŠNI RAD

Rijeka, 2024.

**SVEUČILIŠTE U RIJECI
POMORSKI FAKULTET**

**ELASTIČNE SPOJKE U BRODSKOM POGONU
ELASTIC COUPLINGS IN MARINE PROPULSION**

**ZAVRŠNI RAD
BACHELOR THESIS**

Kolegij: Brodska hidraulika i pneumatika

Mentor: mr. sc. Rikard Miculinić

Student: Matija Mišlov

Studijski smjer: Brodostrojarstvo

JMBAG: 0112083567

Rijeka, rujan 2024.

Student: Matija Mišlov

Studijski program: Brodostrojarstvo

JMBAG: 0112083567

IZJAVA O SAMOSTALNOJ IZRADI ZAVRŠNOG RADA

Kojom izjavljujem da sam završni rad s naslovom:

Elastične spojke u brodskom pogonu

izradio samostalno pod mentorstvom:

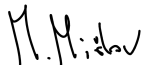
mr.sc. Rikard Miculinić

te komentorstvom _____

stručnjaka/stručnjakinje iz tvrtke _____
(naziv tvrtke).

U radu sam primijenio metodologiju izrade stručnog/znanstvenog rada i koristio literaturu koja je navedena na kraju završnog rada. Tuđe spoznaje, stavove, zaključke, teorije i zakonitosti koje sam izravno ili parafrazirajući naveo u završnom radu na uobičajen, standardan način citirao sam i povezao s fusnotama i korištenim bibliografskim jedinicama, te nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Rad je pisan u duhu hrvatskoga jezika.

Student



Matija Mišlov

Student: Matija Mišlov

Studijski program: Tehničar za brodogradarstvo

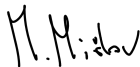
JMBAG: 0112083567

IZJAVA STUDENTA – AUTORA
O JAVNOJ OBJAVI OBRANJENOG ZAVRŠNOG RADA

Izjavljujem da kao student – autor završnog rada dozvoljavam Pomorskom fakultetu Sveučilišta u Rijeci da ga trajno javno objavi i besplatno učini dostupnim javnosti u cjelovitom tekstu u mrežnom digitalnom repozitoriju Pomorskog fakulteta.

U svrhu podržavanja otvorenog pristupa završnim radovima trajno objavljenim u javno dostupnom digitalnom repozitoriju Pomorskog fakulteta, ovom izjavom dajem neisključivo imovinsko pravo iskorištavanja bez sadržajnog, vremenskog i prostornog ograničenja mog završnog rada kao autorskog djela pod uvjetima *Creative Commons* licencije CC BY Imenovanje, prema opisu dostupnom na <http://creativecommons.org/licenses/>

Student - autor



Matija Mišlov

SAŽETAK

Rad naglašava važnost elastičnih spojki u brodskom pogonu. Opisuju se njihove uloge, obrađuju se konstrukcijski aspekti, procesi proizvodnje, postupci održavanja i dr.

Ključne riječi : elastične spojke, izbor spojke, konstrukcija, prijenos momenta.

SUMMARY

The paper emphasizes the importance of elastic couplings in marine propulsion. It describes their roles, addresses design aspects, production processes, maintenance procedures, and more.

Keywords: coupling selection, design, elastic couplings, torque transmission.

SADRŽAJ

SAŽETAK	II
SUMMARY	II
SADRŽAJ	III
UVOD	1
1. PREGLED KONSTRUKCIJE I MATERIJALA ELASTIČNIH SPOJKI	2
1.1. Metalno kućište.....	2
1.2. Elastični element.....	2
1.3. Osovine i flandže.....	2
1.4. Mehanizmi pričvršćivanja	2
1.5. Elementi brtvljenja	2
1.6. Podmazivanje.....	3
2. VRSTE ELASTIČNIH SPOJKI SA ELASTOMEROM	4
2.1. Tyre spojka	4
2.2. Čeljusna spojka.....	4
2.3. Bush Pin spojka	5
3. ČELJUSNA SPOJKA	6
4. VRSTE "SPIDER" ULOŽAKA KOD ČELJUSNIH SPOJKI	7
4.1. Standard "spider" 92 Sh* A	7
4.2."Spider" 95/98 Sh.....	7
4.3. "Spider" 64 Sh D-F	8
5. PROCES IZBORA ELASTIČNE SPOJKE	9
6. PRIMJENA ELASTIČNIH SPOJKI U BRODSKOM POGONU:	16
6.1. Prijenos snage između motora i propelera.....	16
6.2. Fleksibilna veza	16
6.3. Prijenos okretnog momenta	16
6.4. Kompenzacija u odstupanju.....	16
6.5. Prigušenje vibracija	17
6.6. Apsorpcija udarnih opterećenja	17

7. ULOGA ELASTIČNIH SPOJKI U SMANJENJU TROŠKOVA ODRŽAVANJA	17
7.1. Prevencija Prijevremenog Trošenja.....	17
7.2. Duži Intervali Servisa	18
8. PROIZVODNJA ELASTIČNIH SPOJKI:.....	18
8.1. Dizajn i inženjering	18
8.2. Odabir materijala	19
8.3. Obrada i oblikovanje	19
8.4. Montaža	19
8.5. Testiranje i osiguranje kvalitete.....	19
9. DIZAJNIRANJE SPOJKI ZA RAZLIČITE VRSTE BRODOVA	20
9.1. Veličina i vrsta plovila.....	20
9.2. Potrebe za snagom	20
9.3. Operativni uvjeti	20
9.4. Konfiguracija sustava pogona	20
9.5. Održavanje i servisiranje	21
10. UTJECAJ OPERATIVNIH UVJETA NA ELASTIČNE SPOJKE	21
10.1. Vibracije i udarni tereti.....	21
10.2. Korozivna atmosfera.....	21
10.3. Nesavršenost u centriranju i fleksibilnost.....	21
10.4. Varijacije temperature i vlage.....	22
10.5. Bio kontaminacija.....	22
10.6. Operativna preopterećenja i zamor.....	22
10.7. Temperatura, sol, tlak i drugi faktori koji utječu na performanse spojki	22
11. ODRŽAVANJE ELASTIČNIH SPOJKI	23
11.1. Redovita Inspekcija	23
11.2. Podmazivanje.....	23
11.3. Provjera centriranja.....	23
11.4. Zatezanje Spojeva.....	23
11.5. Čišćenje i Zaštita	23
11.6. Zamjena Potrošenih Dijelova	23
11.7. Periodično Testiranje	24

12. PRIMJERI USPJEŠNE PRIMJENE ELASTIČNIH SPOJKI U RAZNIM TIPOVIMA BRODOVA.....	24
12.1. Teretni brodovi	24
12.2. Putnički trajekti.....	24
12.3. "Offshore Support" brodovi	24
12.4. Tegljači	25
12.5. Istraživački brodovi	25
12.6. Jahte i plovila za razonodu	25
13. ANALIZA UČINKOVITOSTI I PERFORMANSI U STVARNIM OPERATIVNIM UVJETIMA	26
13.1. Procjena učinkovitosti	26
13.2. Procjena performansi	26
13.3. Testiranje u stvarnom okruženju	26
13.4. Monitoring i dijagnostika	27
13.5. Povratna informacija i poboljšanje	27
14. INOVACIJE I BUDUĆI RAZVOJ ELASTIČNIH SPOJKI.....	28
14.1. Napredni materijali	28
14.2. Pametne spojke	28
14.3. Modularni dizajn.....	28
14.4. Unaprijeđena tehnologija prigušivanja vibracija	28
14.5. Aditivna proizvodnja (3D ispis)	29
14.6. Sakupljanje energije	29
14.7. Ekološka održivost	29
ZAKLJUČAK.....	30
LITERATURA	31

UVOD

Elastične spojke su mehanički uređaji dizajnirani za povezivanje dva rotirajuća vratila, omogućujući određenu fleksibilnost i odstupanja između njih. Obično se sastoje od elastičnog elementa (gume ili polimera) smještenog unutar metalnog kućišta.

Elastične spojke služe kao fleksibilne veze između motora i osovinskog vratila propelera u sustavima brodskog pogona. Njihova osnovna funkcija je prijenos okretnog momenta s motora na propelere, smanjenje vibracija i udarnih opterećenja.

One kompenziraju nesavršenosti koje se pojavljuju zbog različitih faktora kao što su: kretanja plovila, greške u montaži motora i odstupanja vratila, osiguravajući glatki i učinkoviti prijenos snage.

Apsorbiraju torzione vibracije koje nastaju tijekom rada motora i propelera. To pomaže u smanjenju razine buke, minimiziranju trošenja komponenti pogonskog sklopa i poboljšanju udobnosti boravka.

Također, apsorbiraju udarna opterećenja uzrokovana naglim promjenama okretnog momenta koji nastaje zbog kavitacije propelera, udara valova ili naglih porasta snage motora. Prigušivanjem tih udara štite komponente pogonskog sklopa od preranog oštećenja čime poboljšavaju pouzdanost i dugotrajnost pogonskog sustava.

1. PREGLED KONSTRUKCIJE I MATERIJALA ELASTIČNIH SPOJKI

Pregled tipične konstrukcije te korištenih materijala:

- 1.1. Metalno kućište:** Elastične spojke obično imaju čvrsto metalno kućište koje sadrži unutarnje komponente i pruža strukturalnu integritet. Kućište mora izdržati teške uvjete morskog rada, uključujući izloženost morskoj vodi, koroziju i mehaničke stresove.
- 1.2. Elastični element:** Elastični element je osnovna komponenta spojke koja apsorbira udarce, prigušuje vibracije... Najčešći materijali korišteni za elastični element su guma, poliuretan ili drugi elastomeri poznate po svojoj otpornosti i fleksibilnosti. Ti materijali omogućuju spojci da se savija i deformira prema potrebi dok održava mehaničku čvrstoću.
- 1.3. Osovine i flandže:** Elastične spojke imaju osovine ili flandže na svakom kraju za povezivanje s osovinama koje se spajaju. Ove osovine obično su izrađene od čelika visoke čvrstoće ili legiranih materijala kako bi izdržale momente i sile prenesene tijekom rada. Mogu sadržavati utore ili nekakve druge mehanizme kako bi osigurali sigurno povezivanje s osovinama.
- 1.4. Mehanizmi pričvršćivanja:** Spojevi zahtijevaju vijaka i matice za pričvršćivanje osovina i flandži na osovine. Oni moraju biti otporni na koroziju i sposobni izdržati dinamičke sile koje se javljaju u brodskom pogonu.
- 1.5. Elementi brtvljenja:** U morskim okruženjima važno je spriječiti prodor mora i kontaminaciju unutarnjih komponenti. Elastične spojke mogu uključivati elemente brtvljenja, poput O-prstenova ili usnih brtvi, kako bi održale vodootporno brtvljenje i zaštitile unutarnji mehanizam od vlage i čestica.

1.6. Podmazivanje: Neke elastične spojke mogu uključivati odredbe za podmazivanje radi smanjenja trenja, trošenja i stvaranja topline tijekom rada. Kako bi se osiguralo glatko funkcioniranje i dugovječnost spojke, moraju se koristiti ulja kompatibilna s morskim uvjetima.

Izgradnja i materijali korišteni u elastičnim spojkama u brodskom pogonu ključni su za njihovu izvedbu i trajnost u zahtjevnim morskim okruženjima.

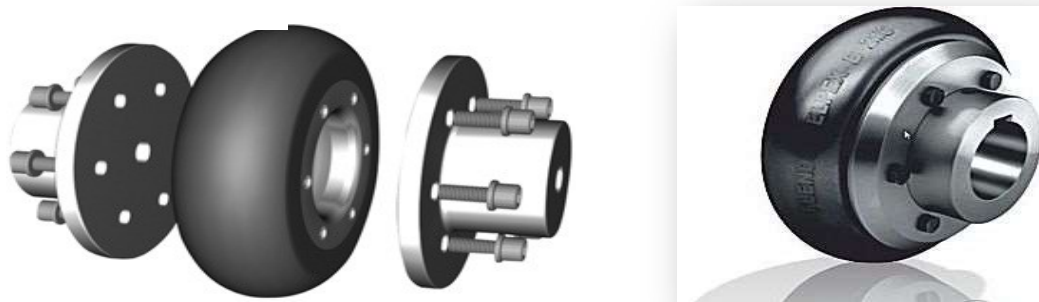
Konstrukcija i materijali korišteni u elastičnim spojkama za brodske pogone biraju se kako bi izdržali teške uvjete morskog okruženja, pružili fleksibilnost te osigurali pouzdanu izvedbu pod različitim radnim uvjetima. Redoviti pregledi, održavanje i pravilno podmazivanje ključni su za produljenje radnog vijeka trajanja.

2. VRSTE ELASTIČNIH SPOJKI SA ELASTOMEROM

2.1. Tyre spojka

- između dva dijela spojke umetnuto je gumeno kolo
- vrlo dobro apsorpira vibracije i udarce, no problem što je veliki dio gume izložen vanjskim uvjetima, a to znatno smanjuje vijek trajanja

Slika 1. Tyre spojke



Izvor: instrukcijska knjiga Elpex tyre spojke

2.2. Čeljusna spojka

- sa gumenim "Spider" uloškom
- najučestalije na brodskim pogonima, upravo zbog dobrih svojstava i sposobnosti te dugog vijeka trajanja

Slika 2. Čeljusna spojka marke Rotex

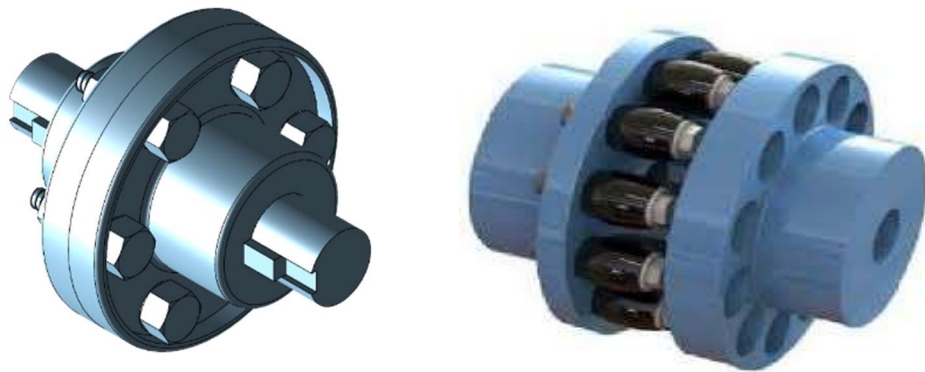


Izvor: Instrukcijska knjiga čeljusnih spojki marke Rotex

2.3. Bush Pin spojka

- vijke kojima pričvršćujemo spojku, umetnemo kroz cilindrične gume radi smanjenja vibracija i udara
- unatoč jeftinoj i laganoj instalaciji i održavanju, ove spojke slabo podnose veće okretne momente i zahtjevne uvijete na brodu

Slika 3. Primjeri bush pin spojke



Izvor: Instrukcijska knjiga ESCO bush pin spojke

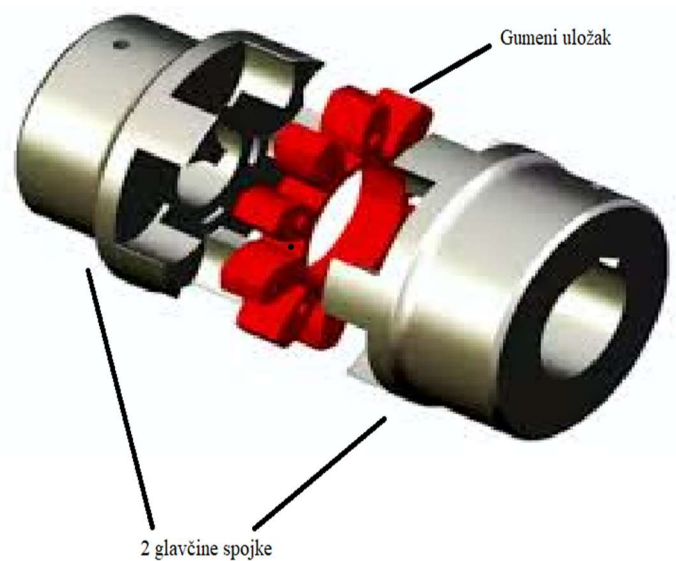
3. ČELJUSNA SPOJKA

Karakterizirane malim dimenzijama, niskom težinom i niskim momentima inercije, a ipak prenose visoke zakretne momente. Kvaliteta rada i izbor materijala omogućuju im da održe dug životni vijek čak i u teškim brodskim uvjetima.

Njihova primjena je idealna za prijenos zakretnog momenta uz istovremeno prigušivanje torzijskih vibracija i apsorpciju udaraca koje proizvode pogonski strojevi.

Mogu izdržati raspon temperature od -40°C do $+90^{\circ}\text{C}$, a kratkotrajni naleti visoke temperature do $+120^{\circ}\text{C}$ neće uzrokovati nikakva oštećenja.

Slika 4. Čeljusna spojka sa označenim dijelovima



Izvor: Instrukcijska knjiga čeljusne spojke marke Rotex, student označio dijelove

4. VRSTE "SPIDER" ULOŽAKA KOD ČELJUSNIH SPOJKI

4.1. Standard "spider" 92 Sh* A

- Pogodno za sve materijale glavčine
- Za sve primjene u općem strojarstvu/hidraulici
- Dobra dinamička svojstva
- Temperaturni raspon od -40 °C do +90 °C sa kratkotrajnim skokovima do -50°C i do +120°C
- Materijal- poliuretan
- Boja- žuta

Slika 5. Standard "Spider" 92 Sh A gumeni uložak



Izvor: Instrukcijska knjiga Rotex čeljusnih spojki

4.2. "Spider" 95/98 Sh A

- Pogodna za glavčine napravljene od čelika
- Temperaturni raspon od -30 °C do +90 °C sa skokovima do -40°C i +120°C
- Dobar prijenos visokih zakretnih momenata uz dobre prigušne osobine
- Materijal- poliuretan
- Boja- crvena

Slika 6. "Spider" 95/98 Sh A gumeni uložak



Izvor: Instrukcijska knjiga Rotex čeljusnih spojki

*Sh- skraćeno od Shore, znači tvrdoća

4.3. "Spider" 64 Sh D-F

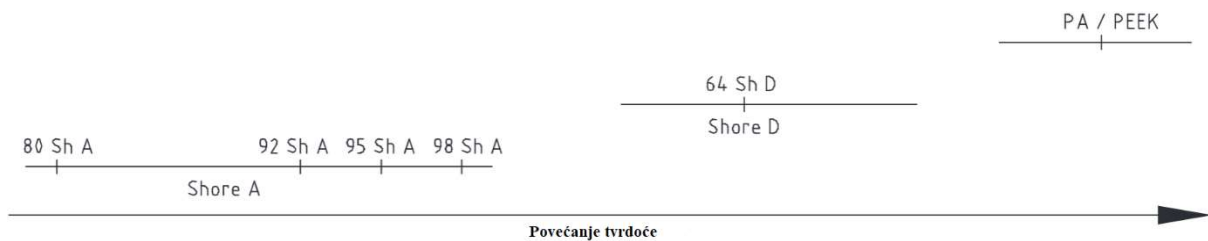
- Pogodna za glavčine napravljene od čelika
- Prenosi dvostruki zakretni moment u usporedbi sa "spider" 92 Sh A
- Mali kut uvijanja
- Podnosi visoku vlažnost zraka, otporan na hidrolizu
- Temperaturni raspon od -30°C do +110°C i skokove do +130°C
- Materijal- poliuretlan
- Boja-blago zelena

Slika 7. "Spider" 64 sh D-F gumeni uložak



Izvor: Instrukcijska knjiga Rotex
čeljusnih spojki

Nazivi uložaka u povećanju tvrdoće



Izvor: službena Lovejoy instrukcijska knjiga

5. PROCES IZBORA ELASTIČNE SPOJKE

Primjer:

Potrebna je spojka za povezivanje standardnog električnog motora od 20 KS, koji radi na 1.800 okretaja u minuti, s rotacijskom pumpom. Veličina osovine električnog motora (pogonska) je 2,0 inča, a veličina osovine pumpe (pogonjena) je 1,75 inča. Nema posebnih okolišnih uvjeta, a opća radna temperatura je normalna sobna temperatura od 72°F (22°C). Očekuje se manje od 1° neusklađenosti.

Proces izbora elastične spojke sastoji se od 7 koraka:

Korak 1.

Odrediti potreban nominalni zakretni moment

Korak 2

Koristeći tablicu faktora primjene odabrati faktor primjene koji odgovara.

U ovom primjeru taj faktor iznosi 1.25, a nalazi se u retku rotacijske pumpe te u stupcu električni motor sa standardnim momentom okretaja.

1.Tablica faktora primjene

Selection Data

Application Service Factors

Chart 1

	Service Factors						Service Factors						Service Factors				
	Electric Motor w/ Standard Torque	Electric Motor w/ High Torque	Steam Turbines & Engines w/ 4 or more Cyl*	Reciprocating Engines*			Electric Motor w/ Standard Torque	Electric Motor w/ High Torque	Steam Turbines & Engines w/ 4 or more Cyl*	Reciprocating Engines*			Electric Motor w/ Standard Torque	Electric Motor w/ High Torque	Steam Turbines & Engines w/ 4 or more Cyl*	Reciprocating Engines*	
				1-Cyl	2-Cyl					1-Cyl	2-Cyl					1-Cyl	2-Cyl
Agitators	1.00	1.25	1.00	1.7	1.3	Feeders											
Band Resaw (lumber)	1.50	1.75	1.50	2.2	1.8	Belt, Screw.....	1.00	1.25	1.00	1.7	1.3	Beater, Pulper,					
Barge Haul Puller	2.00	2.25	2.00	2.7	2.3	Reciprocating.....	2.50	2.75	2.50	3.2	2.8	Jordans, Dresses.....	2.00	2.25	2.00	2.7	2.3
Beaters	1.50	1.75	1.50	2.2	1.8	Filter, Press-oil	1.50	1.75	1.50	2.2	1.8	Calenders, Dryers, Washers,					
Blowers						Generators						Thickener.....	1.50	1.75	1.50	2.2	1.8
Centrifugal.....	1.00	1.25	1.00	1.7	1.3	Not Welding.....	1.00	1.25	1.00	1.7	1.3	Converting Machines,					
Lobe, Vane.....	1.25	1.50	1.25	2.0	1.6	Welding.....	2.00	2.25	2.00	2.7	2.3	Conveyors.....	1.20	1.45	1.20	1.9	1.5
Bottling Machinery	1.25	1.50	1.25	2.0	1.6	Hoist.....	1.50	1.75	1.50	2.2	1.8	Printing Presses	1.50	1.75	1.50	1.7	1.3
Brew Kettles (distilling)	1.25	1.50	1.25	2.0	1.6	Hammermills	2.00	2.25	2.00	2.7	2.3	Pug Mill	1.75	2.00	1.75	2.0	1.6
Can Filling Machinery	1.00	1.25	1.00	1.7	1.3	Kilns	1.50	1.75	1.50	2.2	1.8	Pumps					
Car Dumpers	2.50	2.75	2.50	3.2	2.8	Laundry Washers —						Centrifugal.....	1.00	1.25	1.00	1.7	1.3
Car Pullers	1.50	1.75	1.50	2.2	1.8	Reversing.....	2.00	2.25	2.00	2.7	2.3	Gear, Rotary, Vane.....	1.25	1.50	1.25	2.0	1.6
Card Machine	1.75	2.00	1.75	2.5	2.0	Lumber Machinery						Reciprocating:					
Chiller (oil)	1.50	2.00	1.25	2.0	2.0	Barkers, Edger Feeder,						1-Cyl. Single or					
Compressors						Live Roll.....	2.00	2.25	2.00	2.7	2.3	Double Acting.....	2.00	2.25	2.00	2.7	2.3
Centrifugal.....	1.00	1.25	1.00	1.7	1.3	Planer, Slab Conveyor.....	2.00	2.25	2.00	2.7	2.3	2-Cyl. Single Acting.....	2.00	2.25	2.00	2.7	2.3
Screw, Lobe.....	1.25	1.50	1.25	2.0	1.6	Machine Tools						2-Cyl. Double Acting.....	1.75	2.00	1.75	2.5	2.0
Reciprocating.....	See Note					Punch Press-gear Driven,						3 or more Cyl.....	1.50	1.75	1.50	2.2	1.8
Conveyors, Uniformly Fed						Plate Planer.....	2.00	2.25	2.00	2.7	2.3	Rubber Machinery					
Assembly, Belt, Screw.....	1.00	1.25	1.00	1.7	1.3	Tapping Machinery,						Mixers.....	2.50	2.75	2.50	3.2	2.8
Bucket, Sawdust.....	1.25	1.50	1.25	2.0	1.6	Bending Roll.....	2.00	2.25	2.00	2.7	2.3	Rubber Calender.....	2.00	2.25	2.00	2.7	2.3
Live Roll, Shaker,						Main Drive.....	1.50	1.75	1.50	2.2	1.8	Screens					
Reciprocating.....	3.00	3.25	3.00	3.7	3.3	Auxiliary Drives.....	1.00	1.25	1.00	1.7	1.3	Air washing, Water.....	1.00	1.25	1.00	1.7	1.3
Conveyors, Not Uniformly Fed						Metal Forming Machines						Rotary—stone or gravel,					
Assembly, Belt,						Draw Bench-carriage						Dewatering.....	1.50	1.75	1.50	2.2	1.8
Oven, Screw.....	1.20	1.45	1.20	1.9	1.5	& Main Drive.....	2.00	2.25	2.00	2.7	2.3	Vibrating.....	2.50	2.75	2.50	3.2	2.8
Reciprocating.....	2.50	2.75	2.50	3.2	2.8	Extruder, Forming Machine,						Grizzly.....	2.00	2.25	2.00	2.7	2.3
Shaker.....	3.00	3.25	3.00	3.7	3.3	Wire Drawing.....	2.00	2.25	2.00	2.7	2.3	Shredders	1.50	1.75	1.50	2.2	1.8
Cookers—Brewing, Distilling,						Table Conveyors.....	2.50	2.75	2.50	3.2	2.8	Steering Gears	1.00	1.25	1.00	1.7	1.3
Food.....	1.25	1.50	1.25	2.0	1.6	Wire Winding, Coilers,						Stokers	1.00	1.25	1.00	1.7	1.3
Cranes & Hoist	2.00	2.25	2.00	2.7	2.3	Silters.....	1.50	1.75	1.50	2.2	1.8	Suction Roll (paper)	1.50	1.75	1.50	2.2	1.8
Crushers—Cane (sugar), Stone, or Ore						Mills, Rotary Type						Textile Machinery					
.....	3.00	3.25	3.00	3.7	3.3	Ball, Kilns, Pebble,						Dryers, Dyeing Machinery,					
Dredges						Rolling, Tube.....	2.00	2.25	2.00	2.7	2.3	Mangle.....	1.20	1.45	1.20	2.0	1.6
Cable reels.....	2.00	2.25	2.00	2.7	2.3	Cement Kilns,						Loom, Spinner,					
Conveyors, Pumps,						Dryers, Coolers.....	2.00	2.25	2.00	2.7	2.3	Tenter frames.....	1.50	1.75	1.50	2.2	1.8
Maneuvering Winches.....	1.50	1.75	1.50	2.2	1.8	Tumbling.....	1.50	1.75	1.50	2.2	1.8	Tumbling Barrels	1.75	2.00	1.75	2.5	2.0
Cutter Head Drives.....	2.50	2.75	2.50	3.2	2.8	Mixers						Windlass	2.00	2.25	2.00	2.7	2.3
Dynamometer	1.50	1.75	1.50	2.2	1.8	Concrete, continuous.....	1.75	2.00	1.75	2.5	2.0	Woodworking Mach.	1.00	1.25	1.00	1.7	1.3
Evaporators	1.00	1.25	1.00	1.7	1.3	Muller.....	1.50	1.75	1.50	2.2	1.8						
Fans						Paper Mills											
Centrifugal.....	1.00	1.25	1.00	1.7	1.3	Agitator (mixers),											
Cooling Towers.....	2.00	2.25	2.00	2.7	2.3	Reel, Winder.....	1.20	1.45	1.20	1.9	1.5						
Forced Draft,						Winder.....	1.20	1.45	1.20	1.9	1.5	Caution: Applications involving reciprocating					
Propeller.....	1.50	1.75	1.50	2.2	1.8	Barker (mechanical),						engines and reciprocating driven devices					
Induced draft						Log Haul, Chipper.....	2.00	2.25	2.00	2.7	2.3	are subject to critical rotational speeds which					
w/damper control.....	2.00	2.25	2.00	2.7	2.3	Barking Drum						may damage the coupling and/or connected					
Induced draft w/o						(spur gear).....	2.50	2.75	2.50	3.2	2.8	equipment. Contact Lovejoy Engineering with					
damper control.....	1.25	1.50	1.25	2.0	1.6							specific requirements.					

Note: ■ 1 indicates: If people are transported, Lovejoy does not recommend and will not warranty the use of the coupling.

Izvor: službena Lovejoy instrukcijska knjiga

Korak 3

Izračunati projektni okretni moment, množući nominalni zakretni moment i faktor primjene.

Korak 4

Koristeći tablicu performansi "Spider" uložaka odabrati elastomer koji najviše odgovara zahtijevanoj primjeni.

Budući da nema posebnih okolišnih uvjeta, radna temperatura je 72°F (22°C) i zahtijeva se manje od 1° kutne neusklađenosti, odabran je NBR elastomer.

2.Tablica performansi "Spider" uložaka



Jaw

Performance Data

Spider Performance Data

Chart 2

Characteristics	Temperature Range	Misalignment		Shore Hardness ¹	Dampening Capacity	Chemical Resistance ²	Color
		Angular Degree	Parallel Inch				
SOX (NBR) Rubber – Nitrile Butadiene (Buna N) Rubber is a flexible elastomer material that is oil resistant, resembles natural rubber in resilience and elasticity and operates effectively in temperature range of -40° to 212° F (-40° to 100° C). Good resistance to oil. Standard elastomer. (Also applies to SXB Cushions.)	-40° to 212° F -40° to 100° C	1°	.015	80A	HIGH	GOOD	BLACK
URETHANE – Urethane has greater torque capability than NBR (1.5 times), provides less dampening effect, and operates at a temperature range of -30° to 160° F (-34° to 71° C). Good resistance to oil and chemicals. Not recommended for cyclic or start/stop applications.	-30° to 160° F -34° to 71° C	1°	.015	55D L050-L110 90-95A L150-L225	LOW	VERY GOOD	BLUE
HYTREL® – Hytrel is a flexible elastomer designed for high torque and high temperature operations. Hytrel can operate in temperatures of -60° to 250° F (-51° to 121° C) and has an excellent resistance to oil and chemicals. Not recommended for cyclic or start/stop applications.	-60° to 250° F -51° to 121° C	1/2°	.015	55D	LOW	EXCELLENT	TAN
BRONZE – Bronze is a rigid, porous oil-impregnated metal insert exclusively for slow speed (maximum 250 RPM) applications requiring high torque capabilities. Bronze operations are not affected by extreme temperatures, water, oil, or dirt.	-40° to 450° F -40° to 232° C	1/2°	.010	—	NONE	EXCELLENT	BRONZE

Notes: ■ 1 indicates: NBR standard shore hardness is 80A ±5A – Except L035=60A. Other softer or harder designs are available in NBR material; consult Lovejoy.
 ■ 2 indicates: Chemical Resistance chart shown in Engineering Data Section (page ED-9).

Izvor: službena Lovejoy instruktivna knjiga

Korak 5

Koristeći tablicu nazivnog zakretnog momenta za čeljusne spojke, u NRB stupcu, prvi unos koji može zadovoljiti projektni zakretni moment od 875.35 in-lb je veličina L150 sa nazivnim zakretnim momentom od 1.240 in-lb.

3.Tablica nazivnog zakretnog momenta za čeljusne spojke

Jaw Nominal Rated Torque Data

Chart 3

Size	Max Bore		Spider Material							
			SOX (NBR) Torque		Urethane Torque		Hytrek Torque		Bronze Torque	
	in	mm	in-lbs	Nm	in-lbs	Nm	in-lbs	Nm	in-lbs	Nm
L035	0.375	9	3.5	0.4	—	—	—	—	—	—
L/AL050	0.625	16	26.3	3.0	39	4.5	50	5.60	50	5.60
L/AL070	0.750	19	43.2	4.9	65	7.3	114	12.90	114	12.90
L/AL075	0.875	22	90.0	10.2	135	15.3	227	25.60	227	25.60
L/AL090	1.000	25	144.0	16.3	216	24.4	401	45.30	401	45.30
L/AL095	1.125	28	194.0	21.9	291	32.9	561	63.40	561	63.40
L/AL099	1.188	30	318.0	35.9	477	53.9	792	89.50	792	89.50
L/AL100	1.375	35	417.0	47.1	626	70.7	1,134	128.00	1,134	128.00
L/AL110	1.625	42	792.0	89.5	1,188	134.0	2,268	256.00	2,268	256.00
L150	1.875	48	1,240.0	140.0	1,860	210.0	3,708	419.00	3,706	419.00
AL150	1.875	48	1,450.0	163.8	—	—	—	—	—	—
L190	2.125	55	1,728.0	195.0	2,592	293.0	4,680	529.00	4,680	529.00
L225	2.625	65	2,340.0	264.0	3,510	397.0	6,228	704.00	6,228	704.00
L276	2.875	73	4,716.0	533.0	—	—	—	—	12,500	1 412.00
C226	2.500	64	2,988.0	338.0	—	—	5,940	671.00	5,940	671.00
C276	2.875	73	4,716.0	533.0	—	—	9,432	1 066.00	—	—
C280	3.000	76	7,560.0	854.0	—	—	13,866	1 567.00	—	—
C285	4.000	102	9,182.0	1 038.0	—	—	16,680	1 882.00	—	—
C2955	3.500	89	11,340.0	1 281.0	—	—	22,680	2 563.00	22,680	2 563.00
C2955	4.000	102	18,900.0	2 136.0	—	—	37,800	4 271.00	37,800	4 271.00
H3067	4.500	114	33,395.0	3 774.0	—	—	47,196	5 333.00	47,196	5 333.00
H3567	5.000	127	46,632.0	5 269.0	—	—	63,000	7 119.00	63,000	7 119.00
H3667	5.629	143	64,812.0	7 323.0	—	—	88,200	9 966.00	88,200	9 966.00
H4067	6.250	159	88,224.0	9 969.0	—	—	126,000	14 237.00	126,000	14 237.00
H4567	7.000	178	119,700.0	13 525.0	—	—	170,004	19 209.00	170,000	19 209.00

Note: ■ Bronze has a maximum RPM capability of 250 RPM.

Izvor: službena Lovejoy instruktivna knjiga

Korak 6

Usporedimo veličinu pogonjene/pogonske osovine s maksimalnim provrtom dostupnim u odabranoj spojki (Tablica nazivnog zakretnog momenta za čeljusne spojke).

Električni motor (pogonski) ima veličinu osovine od 2 inča, a pumpa (pogonjena) ima veličinu osovine od 1,75 inča. Spojka L150 ima maksimalni provrt manji od veličine pogonske osovine. Nastavljajući niz stupac maksimalni provrt, utvrđeno je da spojka veličine L190 ima maksimalni provrt od 2,125 inča i može prihvatiti veličine pogonske/pogonjene osovine. Stoga je, odgovarajuća veličina spojke za ovu primjenu, Lovejoy L190 s NBR elastomerom.

Korak 7

Pronaći odgovarajuće Lovejoy UPC brojeve, koristeći tablicu za izbor UPC brojeva.

U tablici za "Spider" uloške tipa L, gledati red NBR (solid) i stupac L190. Broj koji se nalazi na tom mjestu je Lovejoy UPC broj 12. Na taj broj dodajemo prefiks 685144.

4.Tablica za "Spider" uloške tipa L

L Type Spider UPC Number Selection Table

Spider Type	Coupling Size										
	L035	L050	L075	L075	L090/095	L099/100	L110	L150	L190	L225	L276
SOX (NBR) (Solid)	10118	10194	10406	10621	11070	10494	11724	12001	12274	12409	—
SOX (NBR) (open center)	—	—	10393	10620	10968	11492	11711	37880	37881	12406	12612
Urethane (Solid)	—	37786	10395	—	—	—	—	—	—	—	—
Urethane (open center)	—	—	10411	10626	11075	11499	11729	12006	12280	12417	—
Hytrel® (Solid)	—	25307	—	—	—	—	11717	11993	12265	12401	—
Hytrel® (open center)	—	—	25308	25309	25310	11486	38097	38098	38099	12400	—
Bronze (open center)	—	10198	10409	10624	11073	11497	11727	12004	12277	34517	25767
Snap Wrap (NBR) w/ring	—	—	—	—	24669	24670	24671	24672	24673	—	—
Snap Wrap (NBR) w/o ring	—	—	—	—	11071	11495	11725	12002	12275	—	—
SOX (NBR) Bulk - pk 25	50115	50116	50117	50118	50119	—	—	—	—	—	—
SOX (NBR) Bulk - pk 10	—	—	—	—	—	51020	50121	50122	—	—	—
Snap Wrap Urethane - solid ring	—	—	—	—	—	41170	41171	—	28284	26093	—
In-Shear Elastomer	—	—	—	—	67576	67577	67578	67579	67580	68559	67581
In-Shear Ring	—	—	—	—	67584	67585	67586	67587	67588	68560	67589

Note: ■ When referencing the Lovejoy UPC number in this table, include 685144 as a prefix to the number shown.

Izvor: službena Lovejoy instruktivna knjiga

Na tablici L tip - provrti / Utori za pero, pronaći veličinu provrta za osovinu električnog motora od 2 inča. Pratiti stupac Provrti/utor za pero do unosa za provrt od 2 inča. Tamo se nalazi Lovejoy UPC broj 12303.

5.Tablica L-tip provrti/utori za pero

Bore	Keyway	L035	L050	L075	L075	L090	L095	L099	L100	L110	L150	L190	L225	L276
1/8	No Keyway	10124	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
3/16	No Keyway	10126	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
1/4	No Keyway	10127	10206	10416	10680	10766	---	---	---	---	---	---	---	---
1/4	1/8 x 1/16	---	---	---	35744	---	---	---	---	---	---	---	---	---
5/16	No Keyway	10128	10207	10417	10681	26209	---	---	---	---	---	---	---	---
3/8	No Keyway	24687	10208	10418	10682	10767	---	---	---	---	---	---	---	---
3/8	3/32 x 3/64	---	46121	41985	37234	37235	---	---	---	---	---	---	---	---
3/8	1/8 x 1/16	---	44136	48829	35745	37236	---	---	---	---	---	---	---	---
7/16	No Keyway	---	10209	10419	10683	10768	11082	31297	11505	---	---	---	---	---
7/16	3/32 x 3/64	---	44713	44007	28089	28877	27613	38198	37237	---	---	---	---	---
7/16	1/8 x 1/16	---	---	44066	28875	28878	28879	38199	37238	---	---	---	---	---
1/2	No Keyway	---	10210	10420	10684	10769	11083	11333	11506	---	---	---	---	---
1/2	1/8 x 1/16	---	10211	10421	10685	26087	26088	11334	26089	---	---	---	---	---
9/16	No Keyway	---	10212	52338	10686	24976	37239	11335	11508	---	---	---	---	---
9/16	1/8 x 1/16	---	10213	10423	10687	28876	11084	38200	11509	---	---	---	---	---
5/8	No Keyway	---	10214	24771	44322	46052	41911	44174	44291	11733	12101	---	---	---
5/8	5/32 x 5/64	---	---	51104	37240	37241	37242	38201	37243	37244	37245	---	---	---
5/8	3/16 x 3/32	---	---	10424	10688	10771	11085	11336	11510	26211	26212	---	---	---
11/16	3/16 x 3/32	---	---	10425	10689	10772	11086	11337	11511	11734	12102	---	---	---
3/4	No Keyway	---	---	46116	56140	54282	56887	49705	45212	---	---	12285	12422	---
3/4	1/8 x 1/16	---	---	51719	35881	37246	37074	38202	37247	37248	37249	37250	---	---
3/4	3/16 x 3/32	---	---	10426	10690	10773	11087	11338	11512	11735	12103	38468	35882	---
13/16	3/16 x 3/32	---	---	---	10691	10774	11088	11339	11513	11736	12104	37252	37255	---
7/8	No Keyway	---	---	---	56941	---	---	59063	---	---	---	---	---	12582
7/8	3/16 x 3/32	---	---	---	10692	10775	11089	11340	11514	11737	12105	12286	12423	12585
7/8	1/4 x 1/8	---	---	---	---	38188	35747	38203	35686	35749	35750	37256	35753	54883
15/16	1/4 x 1/8	---	---	---	---	32332	11090	11341	11515	11738	12106	12287	12424	---
1	1/4 x 1/8	---	---	---	---	31296	11091	11342	11516	11739	12107	12288	12425	12586
1	3/16 x 3/32	---	---	---	---	37257	37258	38204	37259	37260	37261	37262	37263	---
1-1/16	1/4 x 1/8	---	---	---	---	---	11092	11343	11517	11740	12108	12289	12426	---
1-1/8	1/4 x 1/8	---	---	---	---	---	11093	11344	11518	11741	12109	12290	12427	12587
1-3/16	1/4 x 1/8	---	---	---	---	---	---	11345	11519	11742	12110	12291	12428	---
1-1/4	1/4 x 1/8	---	---	---	---	---	---	---	11520	11743	12111	12292	12429	12588
1-1/4	5/16 x 5/32	---	---	---	---	---	---	---	35748	35752	35751	37294	35754	12589
1-5/16	5/16 x 5/32	---	---	---	---	---	---	---	11521	11744	12112	12293	26090	---
1-3/8	5/16 x 5/32	---	---	---	---	---	---	---	11522	11745	12113	12294	12430	12590
1-3/8	3/8 x 3/16	---	---	---	---	---	---	---	44348	37265	37266	37267	37568	46758
1-7/16	3/8 x 3/16	---	---	---	---	---	---	---	---	11746	12114	12295	12431	12591
1-1/2	5/16 x 5/32	---	---	---	---	---	---	---	---	37269	37270	37271	37272	---
1-1/2	3/8 x 3/16	---	---	---	---	---	---	---	---	11747	12115	12296	12432	12592
1-9/16	3/8 x 3/16	---	---	---	---	---	---	---	---	11748	12116	12297	12433	45689
1-5/16	3/8 x 3/16	---	---	---	---	---	---	---	---	11749	12117	12298	12434	12593
1-11/16	3/8 x 3/16	---	---	---	---	---	---	---	---	---	12118	12299	12435	60057
1-3/4	3/8 x 3/16	---	---	---	---	---	---	---	---	---	12119	12300	13436	12594
1-3/4	7/16 x 7/32	---	---	---	---	---	---	---	---	---	37274	37275	37276	48250
1-13/16	1/2 x 1/4	---	---	---	---	---	---	---	---	---	12120	12301	26091	---
1-7/8	1/2 x 1/4	---	---	---	---	---	---	---	---	---	12121	12302	12437	12595
1-15/16	1/2 x 1/4	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	12303	12438	49762
2	1/2 x 1/4	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	12303	12439	12596
2-1/16	1/2 x 1/4	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	12304	26092	---
2-1/8	1/2 x 1/4	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	12305	12440	12597
2-3/16	1/2 x 1/4	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	12441	12598
2-1/4	1/2 x 1/4	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	12442	12599
2-3/8	5/8 x 5/16	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	12443	12602
2-5/8	5/8 x 5/16	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	41809	12605
2-7/8	3/4 x 3/8	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	12607

Notes: ■ Tolerances for bore and keyways are found in Engineering Data section (pages ED-10 and ED-11). All hubs supplied standard with one set screw.
■ Non-standard bores available – consult Lovejoy Engineering.
■ When referencing the Lovejoy UPC number in this table, include 685144 as a prefix to the number shown.

Izvor: službena Lovejoy instruktivna knjiga

Druga veličina provrta koju treba pronaći je za osovinu pumpe od 1,75 inča. Pratiti stupac Provrti/utor za pero do unosa od 1-3/4 inča, zatim pratiti taj red do stupca L190. Na tom mjestu se nalazi Lovejoy UPC broj 12299. Na taj broj dodati prefiks Lovejoy UPC broja 685144.

6.Tablica L-tip provrti/utori za pero

Bore	Keyway	L035	L050	L075	L075	L090	L095	L099	L100	L110	L150	L190	L225	L276
1/8	No Keyway	10124	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3/16	No Keyway	10126	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1/4	No Keyway	10127	10206	10416	10680	10766	—	—	—	—	—	—	—	—
1/4	1/8 x 1/16	—	—	—	35744	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5/16	No Keyway	10128	10207	10417	10681	26209	—	—	—	—	—	—	—	—
3/8	No Keyway	24687	10208	10418	10682	10767	—	—	—	—	—	—	—	—
3/8	3/32 x 3/64	—	46121	41985	37234	37235	—	—	—	—	—	—	—	—
3/8	1/8 x 1/16	—	44136	48829	35745	37236	—	—	—	—	—	—	—	—
7/16	No Keyway	—	10209	10419	10683	10768	11082	31297	11505	—	—	—	—	—
7/16	3/32 x 3/64	—	44713	44007	28089	28877	27613	38198	37237	—	—	—	—	—
7/16	1/8 x 1/16	—	—	44066	28875	28878	28879	38199	37238	—	—	—	—	—
1/2	No Keyway	—	10210	10420	10684	10769	11083	11333	11506	—	—	—	—	—
1/2	1/8 x 1/16	—	10211	10421	10685	26087	26088	11334	26089	—	—	—	—	—
9/16	No Keyway	—	10212	52338	10686	24976	37239	11335	11508	—	—	—	—	—
9/16	1/8 x 1/16	—	10213	10423	10687	28876	11084	38200	11509	—	—	—	—	—
5/8	No Keyway	—	10214	24771	44322	46052	41911	44174	44291	11733	12101	—	—	—
5/8	5/32 x 5/64	—	—	51104	37240	37241	37242	38201	37243	37244	37245	—	—	—
5/8	3/16 x 3/32	—	—	10424	10688	10771	11085	11336	11510	26211	26212	—	—	—
11/16	3/16 x 3/32	—	—	10425	10689	10772	11086	11337	11511	11734	12102	—	—	—
3/4	No Keyway	—	—	46116	56140	54282	56887	49705	45212	—	—	12285	12422	—
3/4	1/8 x 1/16	—	—	51719	35881	37246	37074	38202	37247	37248	37249	37250	—	—
3/4	3/16 x 3/32	—	—	10426	10690	10773	11087	11338	11512	11735	12103	38468	35882	—
13/16	3/16 x 3/32	—	—	—	10691	10774	11088	11339	11513	11736	12104	37252	37255	—
7/8	No Keyway	—	—	—	56941	—	—	59063	—	—	—	—	—	12582
7/8	3/16 x 3/32	—	—	—	10692	10775	11089	11340	11514	11737	12105	12286	12423	12585
7/8	1/4 x 1/8	—	—	—	—	38188	35747	38203	35686	35749	35750	37256	35753	54883
15/16	1/4 x 1/8	—	—	—	—	32332	11090	11341	11515	11738	12160	12287	12424	—
1	1/4 x 1/8	—	—	—	—	31296	11091	11342	11516	11739	12107	12288	12425	12586
1	3/16 x 3/32	—	—	—	—	37257	37258	38204	37259	37260	37261	37262	37263	—
1-1/16	1/4 x 1/8	—	—	—	—	—	11092	11343	11517	11740	12108	12289	12426	—
1-1/8	1/4 x 1/8	—	—	—	—	—	11093	11344	11518	11741	12109	12290	12427	12587
1-3/16	1/4 x 1/8	—	—	—	—	—	—	11345	11519	11742	12110	12291	12428	—
1-1/4	1/4 x 1/8	—	—	—	—	—	—	—	11520	11743	12111	12292	12429	12588
1-1/4	5/16 x 5/32	—	—	—	—	—	—	—	35748	35752	35751	37294	35754	12589
1-5/16	5/16 x 5/32	—	—	—	—	—	—	—	11521	11744	12112	12293	26090	—
1-3/8	5/16 x 5/32	—	—	—	—	—	—	—	11522	11745	12113	12294	12430	12590
1-3/8	3/8 x 3/16	—	—	—	—	—	—	—	44348	37265	37266	37267	37568	46758
1-7/16	3/8 x 3/16	—	—	—	—	—	—	—	—	11746	12114	12295	12431	12591
1-1/2	5/16 x 5/32	—	—	—	—	—	—	—	—	37269	37270	37271	37272	—
1-1/2	3/8 x 3/16	—	—	—	—	—	—	—	—	11747	12115	12296	12432	12592
1-9/16	3/8 x 3/16	—	—	—	—	—	—	—	—	11748	12116	37273	12433	45689
1-5/16	3/8 x 3/16	—	—	—	—	—	—	—	—	11749	12117	12297	12434	12593
1-11/16	3/8 x 3/16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12118	12298	12435	60057
1-3/4	3/8 x 3/16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12119	12299	13436	12594
1-3/4	7/16 x 7/32	—	—	—	—	—	—	—	—	—	37274	37275	37276	48250
1-13/16	1/2 x 1/4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12120	12300	26091	—
1-7/8	1/2 x 1/4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12121	12301	12437	12595
1-15/16	1/2 x 1/4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12302	12438	49762
2	1/2 x 1/4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12303	12439	12596
2-1/16	1/2 x 1/4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12304	26092	—
2-1/8	1/2 x 1/4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12305	12440	12597
2-3/16	1/2 x 1/4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12441	12598
2-1/4	1/2 x 1/4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12442	12599
2-3/8	5/8 x 5/16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12443	12602
2-5/8	5/8 x 5/16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	41809	12605
2-7/8	3/4 x 3/8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12607

Notes: ■ Tolerances for bore and keyways are found in Engineering Data section (pages ED-10 and ED-11). All hubs supplied standard with one set screw.
 ■ Non-standard bores available – consult Lovejoy Engineering.
 ■ When referencing the Lovejoy UPC number in this table, include 685144 as a prefix to the number shown.

Izvor: službena Lovejoy instrukcijska knjiga

6. PRIMJENA ELASTIČNIH SPOJKI U BRODSKOM POGONU:

6.1. Prijenos snage između motora i propelera

Elastične spojke igraju ključnu ulogu u prijenosu snage između motora i propelera u sustavima broskog pogona.

6.2. Fleksibilna veza

Motor i osovinsko vratilo propelera često nisu savršeno poravnati zbog različitih čimbenika npr. zbog kretanja plovila, valjanja plovila, odstupanja vratila... Elastične spojke pružaju fleksibilnu vezu između tih komponenti te im omogućuju glatki rad unatoč malim, neizbježnim odstupanjima.

6.3. Prijenos okretnog momenta

Osnovna funkcija elastičnih spojki je prijenos okretnog momenta iz motora na osovinsko vratilo propelera. Elastični element unutar spojke apsorbira torzijske sile i učinkovito ih prenosi, osiguravajući da snaga koju proizvodi motor učinkovito prelazi na propeler za pogon.

6.4. Kompenzacija u odstupanju

Elastične spojke mogu kompenzirati kutna i aksijalna odstupanja između motora i osovinskog vratila propelera. Ta sposobnost pomaže u održavanju integriteta pogonskog sklopa i sprječava prerano trošenje komponenti, smanjenjem naprezanja uzrokovano odstupanjima.

6.5. Prigušenje vibracija

Motori i propeleri vibriraju tijekom rada, što može uzrokovati nelagodu putnicima, povećanje razine buke i mehaničko trošenje. Elastične spojke djeluju kao prigušivači vibracija, apsorbirajući i raspršujući ove vibracije prije nego što se prošire kroz sustav pogona, rezultirajući glatkim i tišim radom.

6.6. Apsorpcija udarnih opterećenja

Morska plovila susreću različite uvjete okoliša, uključujući valove, struje i jake nalete vjetrova. Apsorbiraju udarna opterećenja i nagle promjene okretnog momenta, poput onih uzrokovanih kavitacijom propelera ili udarima valova, štiteći komponente pogonskog sklopa od oštećenja i osiguravajući pouzdan rad.

7. ULOGA ELASTIČNIH SPOJKI U SMANJENJU TROŠKOVA ODRŽAVANJA

Uloga elastičnih spojki u smanjenju troškova održavanja u brodskim pogonima značajna je zbog dva razloga:

7.1. Prevencija Prijevremenog Trošenja

Vibracije i udarna opterećenja mogu ubrzati trošenje mehaničkih komponenata, što dovodi do prijevremenog otkazivanja i potrebe za skupim popravcima. Elastične spojke apsorbiraju ove sile, štiteći komponente pogonskog sklopa od prekomjernog naprezanja i zamora. To pomaže održati integritet sustava i sprječava neočekivane kvarove, čime se smanjuju troškovi održavanja povezani s neplaniranim zastojsima u radu.

7.2. Duži Intervali Servisa

Smanjenjem trošenja ključnih komponenata i očuvanjem njihovog poravnanja, elastične spojke doprinose dužim intervalima servisa za održavanje poput podmazivanja, inspekcije i zamjene komponenata. To ne samo da smanjuje učestalost aktivnosti održavanja, već omogućuje i bolje planiranje i raspoređivanje zadataka održavanja, optimizirajući resurse i smanjujući ukupne troškove održavanja.

Uloga elastičnih spojki u smanjenju troškova održavanja leži u njihovoj sposobnosti zaštite komponenata pogonskog sklopa od prekomjernog trošenja i oštećenja i produljenja intervala servisa. Time pomažu optimizirati učinkovitost i isplativost sustava brodskog pogona.

8. PROIZVODNJA ELASTIČNIH SPOJKI:

Elastične spojke koje se koriste u sustavima brodskog pogona obično se proizvode kombinacijom obradnih, oblikovnih i montažnih procesa. Kako bi se osigurala zadovoljavajuće performanse i zahtijevana trajnost spojki koriste se a različiti materijali, a proizvodni proces uključuje nekoliko koraka:

8.1. Dizajn i inženjering

Proizvodnja elastičnih spojki počinje s fazom dizajna i inženjeringa. Stručnjaci dizajniraju spojku kako bi zadovoljila specifične zahtjeve sustava brodskog pogona, uzimajući u obzir faktore poput okretnog momenta, tolerancije na nesavršenosti poravnanja, karakteristika prigušivanja vibracija...

8.2. Odabir materijala

Odabir materijala za elastične spojke ključan je za njihove performanse i dugovječnost. Elastični element, obično izrađen poliuretana, odabire se zbog svoje otpornosti, fleksibilnosti i svojstava prigušivanja. Dok se metalne komponente obično izrađuju od visokotlačnog čelika ili legura kako bi izdržale sile i uvjete okoline s kojima se susreću u morskim uvjetima.

8.3. Obrada i oblikovanje

Metalne komponente spojki proizvode se putem obradnih procesa (tokarenja, glodanja i bušenja). To uključuje oblikovanje sirovog materijala u željene dimenzije i profile. Elastični element proizvodi se putem oblikovnih procesa, gdje se materijal od gume ili poliuretana, ubrizgava u kalupe i vulkanizira kako bi se dobio potrebn oblik te potrebna svojstva.

8.4. Montaža

Nakon što se proizvedu pojedinačne komponente, one se montiraju u konačnu jedinicu spojke. To uključuje postavljanje elastičnog elementa u metalno kućište i pričvršćivanje glavnih vratila, spojnica i drugih dijelova, pomoću vijaka i matica.

8.5. Testiranje i osiguranje kvalitete

Prije nego što se upotrijebe u sustavima broskog pogona, elastične spojke podvrgavaju se rigoroznim testiranjima kako bi se provjerile njihove performanse, trajnost i pouzdanost.

9. DIZAJNIRANJE SPOJKI ZA RAZLIČITE VRSTE BRODOVA

Dizajn elastičnih spojki za različite vrste brodova uključuje razmatranje različitih faktora kao što su veličina plovila, potreba za snagom, operativni uvjeti i specifični zahtjevi sustava pogona .

Pregled dizajnerskih razmatranja za elastične spojke u različitim vrstama brodova:

9.1. Veličina i vrsta plovila

Veličina i vrsta broda utječu na dizajn elastičnih spojki. Veći brodovi- teretni brodovi, tankeri... zahtijevaju puno veće, robusnije spojke koje mogu prenositi veće razine okretnog momenta. S druge strane, manji brodovi- jahte, patrolni čamci... koriste lakše i kompaktnije spojke prilagođene njihovim potrebama za snagom.

9.2. Potrebe za snagom

Izlazna snaga motora i zahtjevi za okretni moment za pogon određuju specifikacije dizajna elastičnih spojki. Motori visoke snage, koji se obično nalaze na velikim komercijalnim brodovima ili ratnim brodovima, zahtijevaju čvrste spojke koje mogu izdržati značajne okretno momente i vibracije.

9.3. Operativni uvjeti

Radno okruženje broda, faktori kao što su stanje mora, vremenskih uvjeta i brzine plovila, utječu na dizajn elastičnih spojki. Moraju biti konstruirane da izdrže dinamičke sile koje se susreću tijekom manevriranja broda, ubrzanja i usporavanja, uz održavanje pouzdane izvedbe u zahtjevnim morskim okruženjima.

9.4. Konfiguracija sustava pogona

Izgled i konfiguracija sustava pogona, uključujući broj i raspored motora, vratila i propelera, utječu na dizajn elastičnih spojki.

9.5. Održavanje i servisiranje

Jednostavnost održavanja i servisiranja ključni su faktori u dizajnu elastičnih spojki. Spojevi bi trebali biti dizajnirani za jednostavan pristup i inspekciju, omogućavajući brzu zamjenu komponenata ili podmazivanje prema potrebi, čime se smanjuju troškovi održavanja tijekom životnog vijeka plovila.

10. UTJECAJ OPERATIVNIH UVJETA NA ELASTIČNE SPOJKE

Utjecanje operativnih uvjeta na elastične spojke u pomorskom okruženju:

10.1. Vibracije i udarni tereti

U pomorskom okruženju, brodovi se susreću sa značajnim vibracijama i udarnim teretima zbog nemirnog mora, rada motora, kavitacije propelera i manevriranja. Ovi dinamički utjecaji mogu ubrzati trošenje i zamor u elastičnim elementima spojki, smanjujući njihove sposobnosti ublažavanja i životni vijek.

10.2. Korozivna atmosfera

Izloženost slanoj vodi, vlazi i korozivnoj morskoj atmosferi može degradirati materijale korištene u elastičnim spojkama. Korozija može oslabiti metalne komponente, ugroziti strukturnu cjelovitost i smanjiti učinkovitost brtvenih elemenata. Redovita inspekcija, održavanje i mjere zaštite od korozije ključne su za umanjivanje učinaka korozije i produljenje životnog vijeka elastičnih spojki u pomorskim uvjetima.

10.3. Nesavršenost u centriranju i fleksibilnost

Nesavršenosti u centriranju između motora i propelerskog vratila, kao i dinamička kretanja plovila, mogu nametnuti značajne probleme elastičnim spojkama. Ove komponente moraju se savijati i prilagoditi nesavršenostima u centriranju dok održavaju sposobnosti prijenosa momenta.

10.4. Varijacije temperature i vlage

Fluktuacije u temperaturi i razinama vlage u pomorskom okruženju mogu utjecati na mehanička svojstva i performanse elastičnih materijala. Ekstremne temperature mogu uzrokovati širenje ili skupljanje komponenti spojki, utječući na njihovo prijanjanje i funkcionalnost. Visoke razine vlage mogu potaknuti propadanje elastičnih dijelova, smanjujući njihovu elastičnost i učinkovitost ublažavanja udaraca.

10.5. Bio kontaminacija

Morski organizmi i otpad mogu se nakupiti na površinama elastičnih spojki, što dovodi do biofoulinga, kontaminacije i povećanog trenja. Biofouling reducira fleksibilnost te kretanje elemenata spojki, ometa pravilno centriranje te narušava performanse. Redovito čišćenje, inspekcija i održavanje nužni su kako bi se spriječile poteškoće povezane s biofoulingom te osiguralo pravilno funkcioniranje elastičnih spojki.

10.6. Operativna preopterećenja i zamor

Intenzivni operativni uvjeti- manevriranje u luci ili u uskom kanalu, vuča tereta te nagle promjene opterećenja propelera, će izložiti elastične spojke preopterećenjima i zamoru. Ova privremena opterećenja mogu premašiti dizajnerske granice spojki, uzrokujući preveliko naprezanje, degradaciju materijala i konačno otkazivanje. Pravilni odabir tipa, veličine i karakteristike spojke, zajedno s pridržavanjem operativnih granica, ključan je za minimaliziranje rizika od otkazivanja izazvanog preopterećenjem i zamorom.

10.7. Temperatura, sol, tlak i drugi faktori koji utječu na performanse spojki

Temperatura, sol, tlak i drugi faktori okoliša značajno utječu na elastične spojke u pomorskom pogonu. Ti uvjeti utječu na elastičnost, otpornost na koroziju i opću trajnost materijala spojke, što može rezultirati smanjenom učinkovitošću i povećanim zahtjevima za održavanjem. Pravilan odabir materijala, redovita inspekcija i održavanje ključni su za osiguranje pouzdanog rada u izazovnim pomorskim okruženjima.

11. ODRŽAVANJE ELASTIČNIH SPOJKI

Održavanje elastičnih spojki u sustavima pomorskog pogona ključno je za osiguranje njihovih pouzdanih performansi i dugovječnosti. Ključni aspekti održavanja su:

11.1. Redovita Inspekcija

Provođenje rutinske vizualne inspekcije komponenata spojki zbog mehaničkog trošenja, korozije ili oštećenja. Obraćanje pažnje na stanje elastičnog elementa, metalne ovojnice, spojeva i brtvenih elemenata.

11.2. Podmazivanje

Neke elastične spojke mogu zahtijevati periodično podmazivanje kako bi se smanjilo trenje i spriječila korozija. Potrebno je slijediti preporuke proizvođača za vrstu i učestalost podmazivanja.

11.3. Provjera centriranja

Redovito pratiti da su motor i propellersko vratilo centrirani te da nema nedozvoljenih odstupanja.

11.4. Zatezanje Spojeva

Obratiti pažnju na vijke i matice koji pritežu spojku. Labavi spojevi mogu uzrokovati vibracije, buku i oštećenja spojke te okolnih dijelova.

11.5. Čišćenje i Zaštita

Spojku i okolna područja potrebno je čistima, bez otpada, prljavštine i biofoulinga. Redovito čišćenje pomaže u sprječavanju korozije i osigurava pravilno funkcioniranje spojke.

11.6. Zamjena Potrošenih Dijelova

Potrošene ili oštećene komponente treba promijeniti čim se primijete znakovi propadanja, to je najčešće elastični ili brtveni element. Pravovremena zamjena pomaže u sprječavanju daljnjih oštećenja i održava integritet spojke.

11.7. Periodično Testiranje

Provođenje periodičnih testiranja spojke radi procjene performansi pod radnim uvjetima. To uključuje testove prijenosa momenta, provjere poravnanja i analize vibracija kako bi se otkrile eventualne nepravilnosti ili smanjenje performansi.

12. PRIMJERI USPJEŠNE PRIMJENE ELASTIČNIH SPOJKI U RAZNIM TIPOVIMA BRODOVA

Uspješna primjena elastičnih spojki u raznim tipovima brodova pokazuje njihovu svestranost i učinkovitost u sustavima pomorskog pogona. Primjeri:

12.1. Teretni brodovi

Njihova sposobnost apsorpcije vibracija i udarnih opterećenja pomaže u minimaliziranju trošenja komponenata pogonskog sklopa, osiguravajući pouzdan rad tijekom dugih putovanja.

12.2. Putnički trajekti

Putnički trajekti zahtijevaju glatke i tihe sustave pogona kako bi osigurali udobnost putnika. Elastične spojke igraju ključnu ulogu u prigušivanju vibracija i smanjenju razine buke, poboljšavajući ukupno iskustvo za putnike i članove posade.

12.3. "Offshore Support" brodovi

Operiraju u izazovnim pomorskim okruženjima gdje su izloženi nemirnom moru i teškim vremenskim uvjetima. Elastične spojke pružaju fleksibilnost i otpornost kako bi održali učinkovitost pogona u pomorskim operacijama.

12.4. Tegljači

Zahtijevaju preciznu kontrolu i manevriranje kako bi pomagali većim plovilima u lukama i pristaništima. Elastične spojke olakšavaju glatki prijenos snage, omogućavajući operaterima tegljača učinkovito manevriranje u skučenim prostorima.

12.5. Istraživački brodovi

Istraživački brodovi često prevoze skupu znanstvenu opremu koja je osjetljiva na vibracije i udarce, zbog toga su elastične spojke nužne na ovom tipu broda.

12.6. Jahte i plovila za razonodu

Jahte i plovila za razonodu zahtijevaju sustave pogona koji pružaju glatko ubrzanje i niske razine buke za ugodno iskustvo na brodu. Elastične spojke doprinose glatkoj vožnji apsorbirajući vibracije i smanjujući buku motora, poboljšavajući užitak smještaja.

13. ANALIZA UČINKOVITOSTI I PERFORMANSI U STVARNIM OPERATIVNIM UVJETIMA

13.1. Procjena učinkovitosti

Stručni inženjeri provode procjene učinkovitosti kako bi procijenili koliko učinkovito elastične spojke prenose okretni moment iz motora do propelerskog vratila. To uključuje mjerenje parametara poput gubitka snage, potrošnje energije i generacije topline unutar spojke tijekom rada. Uspoređujući ulaznu i izlaznu snagu, mogu odrediti ukupnu učinkovitost spojke i identificirati područja za poboljšanje.

13.2. Procjena performansi

Procjena performansi uključuje procjenu dinamičkog ponašanja elastičnih spojki pod različitim operativnim uvjetima. Analiziraju se različiti faktori kao što su razina vibracija, tolerancije na nesavršenosti centriranja i sposobnosti apsorpcije udarnih opterećenja kako bi osigurali da spojka zadovoljava zahtjevima. Kako bi se simulirali stvarni operativni uvjeti i potvrdile performanse spojke koriste se određeni testovi i simulacije.

13.3. Testiranje u stvarnom okruženju

Ključno je za potvrdu performansi elastičnih spojki u stvarnim pomorskim okruženjima. Provode testovi na brodovima ili u testnim objektima kako bi promatrali kako spojka radi u različitim morskim uvjetima, brzinama i opterećenjima. Podaci prikupljeni tijekom tih testova pružaju vrijedne uvide u ponašanje spojke i pomažu u poboljšanju dizajna.

13.4. Monitoring i dijagnostika

Kontinuirani monitoring i dijagnostika omogućuju operatorima praćenje elastičnih spojki tijekom određenog vremena te otkrivanje znakova oštećenja ili kvara. Senzori i sustavi praćenja postavljaju se na spojku kako bi mjerili ključne parametre. Podaci u stvarnom vremenu omogućuju rješavanje problema od neočekivanih kvarova te optimizirala trajnost spojke.

13.5. Povratna informacija i poboljšanje

Povratne informacije koriste poboljšanje dizajna i učinkovitosti elastičnih spojki. Stručnjaci analiziraju povratne informacije korisnika kako bi identificirali područja za poboljšanje. Ovaj interaktivni proces osigurava da spojka zadovoljava novim potrebama sustava pomorskog pogona.

14. INOVACIJE I BUDUĆI RAZVOJ ELASTIČNIH SPOJKI

Inovacije i budući razvoj elastičnih spojki u pomorskom pogonu pokreće potreba za poboljšanom učinkovitošću, pouzdanošću. Potencijalna područja inovacija i razvoja:

14.1. Napredni materijali

Znanstvenici istražuju nove materijale s poboljšanom elastičnošću, trajnošću i otpornosti na morske uvjete. Ti materijali mogu uključivati napredne polimere, kompozitne materijale i nanostrukturne materijale koji pružaju bolja mehanička svojstva i otpornost na koroziju od onih prijašnjih.

14.2. Pametne spojke

Integracija senzora i sustava za praćenje u elastične spojke omogućuje praćenje performansi u stvarnom vremenu, kao što su momenti, vibracije, temperatura... Pametne spojke omogućuju rano otkrivanje potencijalnih problema i optimizaciju operativne učinkovitosti.

14.3. Modularni dizajn

Modularni dizajn spojki olakšava instalaciju, održavanje i zamjenu pojedinačnih dijelova. Modularne spojke omogućuju lakše prilagođavanje specifičnim zahtjevima plovila.

14.4. Unaprijeđena tehnologija prigušivanja vibracija

Napredak u tehnologiji prigušivanja ima cilj poboljšati sposobnost elastičnih spojki da apsorbiraju vibracije i udarna opterećenja. Inovativni mehanizmi prigušivanja nude prilagodljiva svojstva za optimalnu kontrolu vibracija.

14.5. Aditivna proizvodnja (3D ispis)

Tehnike aditivne proizvodnje omogućuju proizvodnju složenih geometrija spojki s prilagođenim značajkama i optimiziranim performansama. 3D ispis omogućuje brzo pravljenje prototipa, ekonomičnu proizvodnju i integraciju laganih, čvrstih i otpornih materijala.

14.6. Sakupljanje energije

Elastične spojke opremljene uređajima za sakupljanje energije mogu prikupljati i pretvarati mehaničku energiju iz vibracija i rotacijskog pokreta u električnu energiju. Ta sakupljena energija može se koristiti za napajanje senzora, sustava za praćenje ili pomoćne opreme na brodu, smanjujući ovisnost o vanjskim izvorima energije.

14.7. Ekološka održivost

Budući razvoj elastičnih spojki prioretizira održivost korištenjem ekološki prihvatljivih materijala, smanjenjem potrošnje energije i minimiziranjem štetnog utjecaja na okoliš tijekom životnog ciklusa spojki. Potiče se na recikliranje te korištenje tkzv. koncepta "kružne ekonomije" u dizajn i proizvodne procese kako bi se povećala učinkovitost resursa i smanjio otpad.

Prihvatanjem ovih inovacija i napretka, elastične spojke u sustavima pomorskog pogona mogu postići više razine performansi, pouzdanosti i održivosti, pridonoseći učinkovitosti i konkurentnosti pomorskog prijevoza.

ZAKLJUČAK

Daljnja istraživanja trebala bi se fokusirati na to kako različiti uvjeti, poput temperature, soli i tlaka, utječu na elastične spojke u brodskim pogonima. Istraživanje novih, naprednih materijala može pomoći da spojke budu izdržljivije odnosno traju duže. Ugradnja senzora za praćenje rada spojki omogućila bi nam da pratimo njihovo stanje u stvarnom vremenu, olakšavajući održavanje i smanjujući rizik od kvarova, no znatno bi poskupjela cijenu spojke. Suradnja između industrije i akademske zajednice ključna je za brži razvoj i primjenu ovih novih tehnologija, omogućujući razmjenu znanja i iskustava te pronalaženje još boljih rješenja za brodske pogone.

LITERATURA

Knjige:

- Obsieger B., Spojke.; 3. poglavlje:Elastične spojke. Sveučilišni udžbenik iz konstrukcijskih elemenata, Sveučilište u Rijeci, 2. izdanje, 2012.
- Ozretić V. Brodski pomoćni strojevi i uređaji; 3. izdanje.: Split Ship management, Split 1996

Internetski izvori:

- <https://e-rubber.eu/product-category/couplings/flender/elpex/>
- https://shop.hansa-flex.hr/hr_HR/hr_HR/hidrauli%C4%8Dke-komponente/komponente-agregata/couplings/hk-rotex-af/p/MAS_HK_ROTEx_AF