

# ZUPČANI PRIJENOSI U BRODSKIM REDUKTORIMA PORIVNOG SUSTAVA

## GEAR TRANSMISSION IN MARINE GEARBOXES OF PROPULSION SYSTEM

UDK 66.094.1:623.85]621.833

Stručni članak  
Professional paper

### Sažetak

U radu se daje pregled zupčanih prijenosa u brodskim reduktorima porivnog sustava, koji prenose okretni moment i reduciraju brzinu vrtnje porivnog stroja na brzinu vrtnje broskog vijka. Zupčani prijenosi u brodskim reduktorima porivnog sustava dijele se na standardne zupčane prijenose i na zupčane prijenose s višestrukim zahvatom. Zupčani prijenosi s višestrukim zahvatom u brodskim reduktorima porivnog sustava dijele se na obične prijenose s višestrukim zahvatom, planetarne i kombinirane. Ovi prijenosi koriste cilindrične zupčanike s ravnim, kosim i strelastim zubima. Spajanje dizel-motora postiže se preko elastičnih spojki, dok se uključivanje i isključivanje dizel-motora postiže preko tarnih spojki za uključivanje i isključivanje s konusnim tarnim površinama.

Ključne riječi: zupčani prijenosi, broski reduktori, porivni sustav

### Summary

The paper provides a survey of gear transmission in marine gearboxes of propulsion system, which transmit torque and reduce the rotational speed of the main, propelling engine to the rotational speed of the ship's propeller. Gear transmission in marine gearboxes of propulsion system is divided into standard gear transmission and multiple mesh gear transmission. Multiple mesh gear transmission in marine gearboxes of propulsion system is divided into ordinary multiple mesh gear transmission, planetary and combined transmission. This transmission uses spur gears, single helical herringbone gears and herring

bone gears. The linking of a diesel-engine is achieved via the elastic couplings while turning the diesel-engine off and on is achieved via friction clutches for engaging and disengaging with conical friction surfaces.

Key words: gear transmission, marine gearboxes, propulsion system

### 1. Uvod Introduction

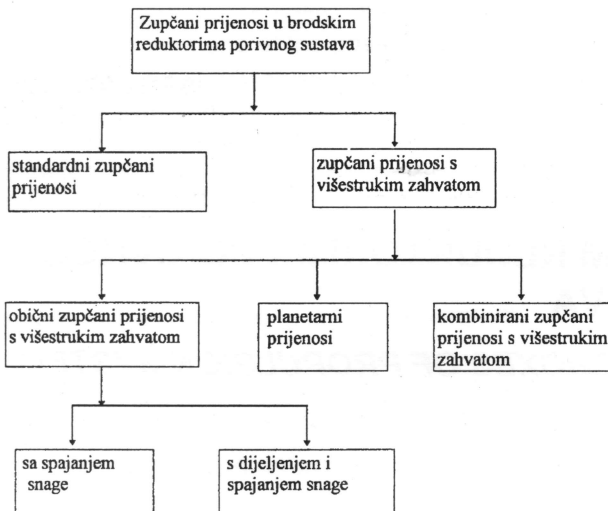
Zupčani prijenosi u brodskim reduktorima porivnog sustava imaju ulogu redukciju brzine vrtnje porivnog stroja (dizel-motora ili turbine) na brzinu vrtnje broskog vijka. Odnosno, oni prenose okretni moment porivnog stroja na vratilo broskog vijka. Najjednostavniji zupčani prijenos u brodskim reduktorima porivnog sustava je jednostupanjski koji se sastoji od jednog zupčanog para i to pogonskog zupčanika, koji prenosi brzinu vrtnje i okretni moment porivnog stroja i gonjenog zupčanika na koji se prenosi brzina vrtnje i okretni moment. Pogonski zupčanik (mali zupčanik) ima manji broj zubaca, manji diobeni promjer i veću brzinu vrtnje, dok gonjeni zupčanik (veliki zupčanik) ima veći broj zubaca i veći diobeni promjer, a manju brzinu vrtnje. Desetih godina ovog stoljeća ugrađen je prvi broski reduktor sa standardnim zupčanim prijenosom na brodovima, dok je prvi reduktor sa zupčanim prijenosom s višestrukim zahvatom (planetarni prijenos) ugrađen na ratne brodove u Engleskoj 1946. godine [1].

Slika 1. pokazuje da se zupčani prijenosi u brodskim reduktorima mogu podijeliti na standardne zupčane prijenose i zupčane prijenose s višestrukim zahvatom, dok se zupčani prijenosi s višestrukim zahvatom dijele na obične prijenose s višestrukim zahvatom, planetarne prijenose i kombinirane zupčane prijenose s višestrukim zahvatom.

\* mr. sci. Ante Bukša

\*\* mr. sci. Predrag Kralj

Pomorski fakultet u Rijeci  
Studentska 2, Rijeka

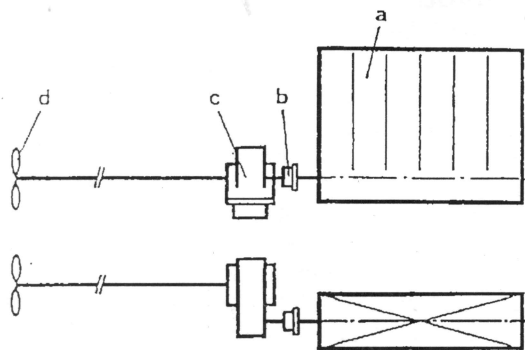


Slika 1. Vrste zupčanih prijenosa u brodskim reduktorima porivnog sustava

Figure 1. Various kinds of gear transmission in marine gearboxes of propulsion system

## 2. Standardni zupčani prijenosi u brodskim reduktorima porivnog sustava

Standard gear transmission in marine gearboxes of propulsion system

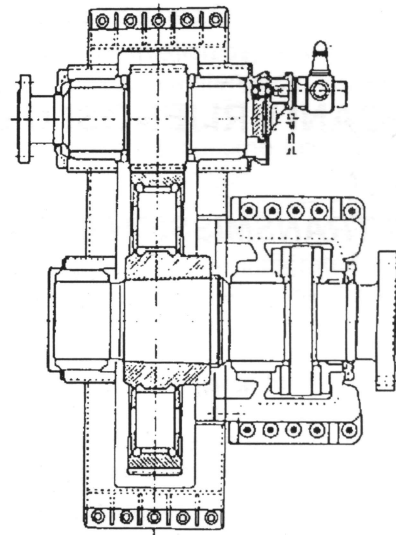


Slika 2. Porivni sustav sa reduktorom koji ima standardni zupčani prijenos, gdje je: a) porivni stroj, b) spojka, c) reduktor i d) brodski vijak.

Figure 2. Propulsion system with a gearbox which has standard gear transmission, arranged as follows: a) main propelling engine, b) coupling, c) gearbox and d) ship's propeller

Na slici 2. prikazan je porivni sustav s reduktorom koji spaja sporookretni dvotaktni dizel-motor CCM-Sulzer 7 RL B 66 snage 11200 kW (15225 KS) s vratilom brodskog vijka. Reduktor tipa Navilus GUH 1500 B njemačke tvrtke Lohmann+Stolterfoht reducira brzinu vrtnje porivnog stroja od  $140 \text{ min}^{-1}$  na brzinu vrtnje brodskog vijka od  $77 \text{ min}^{-1}$ . Reduktor je spojen

s porivnim strojem preko elastične spojke tipa Spiroflex RJT 530. Ovakav porivni sustav ugrađivan je na seriji kontejnerskih brodova za 1400 TEU i tankere sa 128000 tdw [2].



Slika 3. Reduktor sa standardnim zupčanim prijenosom Navilus GUH [3]

Figure 3. Gearbox with standard gear transmission Navilus GUH [3]

Na slici 3. prikazan je reduktor sa standardnim zupčanim prijenosom Navilus GUH s cilindričnim zupčanicima i ravnim zubima. Pogonski zupčanik izrađuje se zajedno s vratilom i prima snagu od dizel-motora, dok se gonjeni zupčanik (veliki zupčanik) izrađuje posebno. Ležaji ovih prijenosa mogu biti klizni i kotrljajući, a zavise o čimbeniku omjera  $P/n_1$  (ulazne snage  $P$  i ulaznoj brzini vrtnje  $n_1$ ) i prijenosnom omjeru  $i$  [4]. Čimbenik omjera  $P/n_1$  za Navilus GCS kreće se od 1 do 50, dok se prijenosni omjer  $i$  kreće od 1 do 5. Od kotrljajućih ležajeva ovi prijenosi koriste dvoredne radijalne ležajeve s bačvicama. Navilus GCS 450-500 koriste spomenute kotrljajuće ležajeve, dok Navilus GCS 600-1000 koristi klizne ležajeve. Jedan i drugi prijenos koriste cilindrične zupčanike s kosim zubima. Porivnu silu prima odzivni ležaj, koji se ugrađuje u samom reduktoru, a može biti klizni (vidjeti sliku 3) ili kotrljajući konično-valjkasti ležaj, kao kod Navilus GCS 450-500.

## 3. Zupčani prijenosi s višestrukim zahvatom u brodskim reduktorima porivnog sustava

Multiple mesh gear transmission in marine gearboxes of propulsion system

Zbog dijeljenja ili spajanja mehaničke energije (okretnog momenta) s jednog na dva para zupčanika ili na više parova, kod zupčanih prijenosa s višestrukim zahvatom manje je opterećenje zupčanika, koristi se manji modul, što ima za posljedicu manji volumen i težinu prijenosa.

### 3.1 Obični zupčani prijenosi s višestrukim zahvatom u brodskim reduktorima

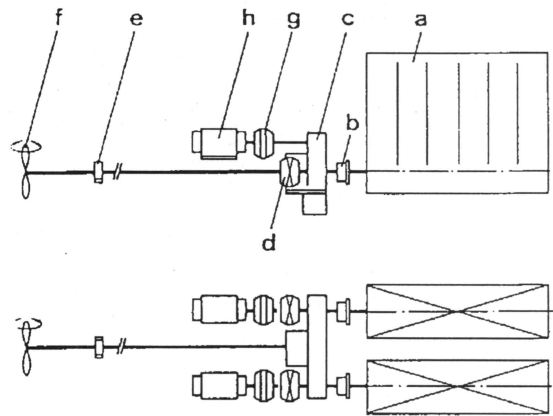
#### Ordinary multiple mesh gear transmission in marine gearboxes

Obični zupčani prijenosi s višestrukim zahvatom u brodskim reduktorima prema slici 1. dijele se na obične zupčane prijenose s višestrukim zahvatom sa spajanjem snage i na obične zupčane prijenose s višestrukim zahvatom s dijeljenjem i spajanjem snage.

#### 3.1.1 Obični zupčani prijenosi s višestrukim zahvatom sa spajanjem snage

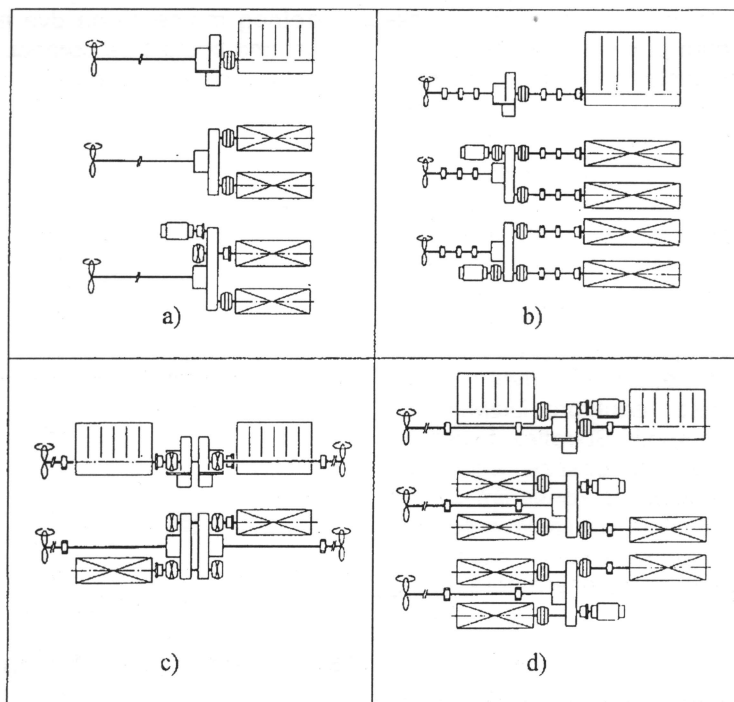
Ordinary multiple mesh gear transmission and power linking

Na slici 4. prikazan je porivni sustav s reduktorom koji ima obični prijenos s višestrukim zahvatom sa spajanjem snage koji spaja dva sporookretna dizelmotora BW-Hitachi 8L55 GFCA snage 7700 kW (10500 KS). Reduktor je Navilus GVS 2400 koji reducira brzinu vrtnje porivnog stroja od  $155 \text{ min}^{-1}$  na brzinu vrtnje brodskog vijka od  $80 \text{ min}^{-1}$ . Okretni moment koji preuzima elastična spojka Spiroflex KJT 490 prenosi se preko elastičnog vratila i tarne spojke s konusnim tarnim površinama za uključivanje i isključivanje Pneumastar KUG 490 na zupčani prijenos reduktora. Spoj alternatora od  $6875 \text{ kW}$  i  $1200 \text{ min}^{-1}$  postignut je preko elastično-tarne spojke s konusnim tarnim površinama Pneumaflex KAD 320. Spomenute spojke kao i prijenose proizvodi tvrtka Lohmann & Stolterfoht.



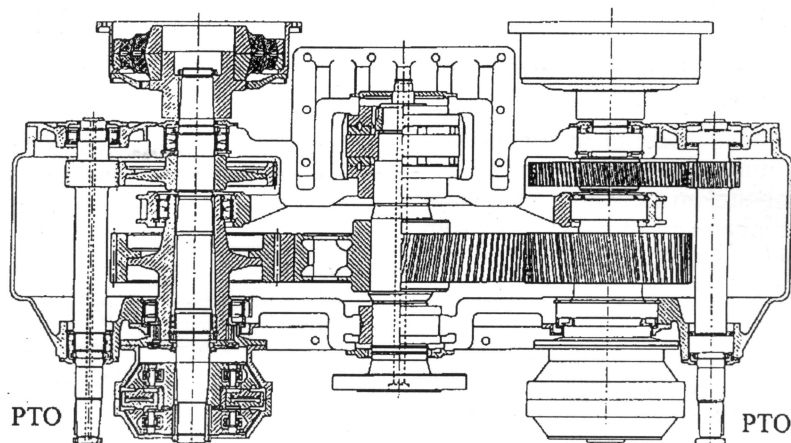
Slika 4. Porivni sustav s reduktorom koji ima obični prijenos s višestrukim zahvatom sa spajanjem snage [2], gdje je: a) pogonski stroj, b) spojka, c) reduktor, d) spojka za uključivanje i isključivanje pogonskog stroja, e) radni ležaj, f) brodski vijak, g) spojka za uključivanje i isključivanje alternatora i h) alternator.

Figure 4. Propelling system with a gearbox of ordinary multiple mesh gear transmission and power linking [2], arranged as follows: a) main propelling engine, b) coupling, c) gearbox, d) clutch for engaging and disengaging the propelling engine, e) radial sliding bearing, f) ship's propeller, g) clutch for engaging and disengaging the alternator, and h) alternator.



Slika 5. Moguće kombinacije porivnog sustava s reduktorom koji ima obične zupčane prijenose s višestrukim zahvatom sa spajanjem snage [5]

Figure 5. Possible combinations of the propelling engine with gearboxes of ordinary multiple mesh gear transmission with power linking [5]



**Slika 6. Reduktor s običnim zupčanim prijenosom s višestrukim zahvatom sa spajanjem snage [6]**  
**Figure 6. Gearbox with ordinary multiple mesh gear transmission with power linking [6]**

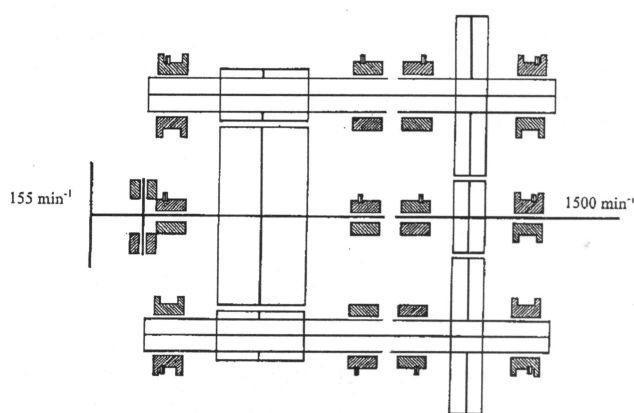
Slika 5. pokazuje četiri kombinacije porivnog sustava spajanja dizel-motora i reduktora koji ima obične zupčane prijenose s višestrukim zahvatom sa spajanjem snage. Kombinacije pod (a, b i c) pokazuju porivne sustave koji se sastoje od dva dizel-motora, dok kombinacija pod (d) predstavlja porivni sustav koji se sastoji od tri dizel-motora. Kombinacije pod (a, b i d) pokazuju porivne sustave s jednim reduktorom, dok kombinacija (c) ima dva brodska reduktora međusobno spojena s dva dizel-motora i dva brodska vijka. Spajanje dizel-motora i reduktora postiže se elastičnim spojka i spojka za uključivanje i isključivanje s konusnim tarnim površinama. Osim kombinacija spajanja porivnog sustava prema slici 5 u radu [6] dane su kombinacije porivnog sustava s četiri dizel-motora i jednim porivnim vijkom.

Na slici 6. prikazan je reduktor s običnim prijenosom sa višestrukim zahvatom i spajanjem snage, koji odgovara reduktoru prema slici 4., i spaja dva dizel-motora na porivni vijak. Zupčani ovog prijenosa su cilindrični s vanjskim ozubljenjem i kosim (helikoidnim) zubima. Vratila koja spajaju dizel-motor uležištena su s kotrljajućim radijalnim ležajevima s bačvicama, dok su ležajevi gonjenog vratila klizni, kao i odzivni ležaj koji se ugrađuje u samom kućištu reduktora. Dizel-motori spojeni su preko elastičnih spojki Spiroflex, a uključivanje i isključivanje prijenosa postiže se preko elastičnih vratila i tarnih spojki s konusnim tarnim površinama Pneumastar. Krajnja vratila, koja su spojena preko cilindričnih zupčanika s kosim zubima na pogonsko vratilo služe za spajanje alternatora, što je označeno na crtežu s PTO<sup>1</sup>.

### 3.1.2 Obični zupčani prijenosi s višestrukim zahvatom s dijeljenjem i spajanjem snage Ordinary multiple mesh gear transmission with distribution and power linking

Na slici 7. prikazan je reduktor s običnim zupčanim prijenosom s višestrukim zahvatom s dijeljenjem i spa-

janjem snage, koji spaja porivni stroj snage 2800 kW s vratilom broskog vijka. Reduktor tipa Valmet M1CB-600 reducira brzinu vrtnje porivnog stroja od  $1500 \text{ min}^{-1}$  na brzinu vrtnje broskog vijka od  $155 \text{ min}^{-1}$ . U prvom dijelu prijenosa, raspodjela okretnog momenta obavlja se na dva para zupčanika. Svaki zupčani par prima polovicu okretnog momenta. U drugom dijelu prijenosa dolazi do spajanja okretnog momenta s dva zupčanika na jedan zupčanič čija je brzina vrtnje broskog vijka. Zupčanič ovakvog prijenosa su cilindrični s kosim zubima, a ležaji klizni [8]. Jednaka raspodjela okretnog momenta na dva para zupčanika kod ovih prijenosa postiže se pomoću elastičnih punih i šupljih vratila i elastičnih spojki.

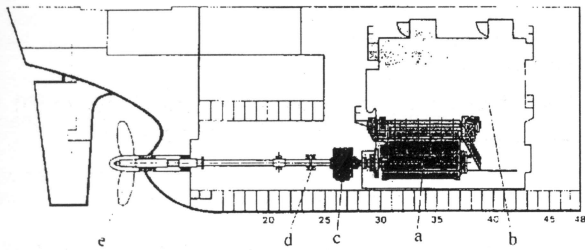


**Slika 7. Reduktor s običnim zupčanim prijenosom s višestrukim zahvatom s dijeljenjem i spajanjem snage [7]**

**Figure 7. Gearbox with ordinary multiple mesh gear transmission with distribution and power linking [7]**

### 3.2 Planetarni prijenosi Planetary transmission

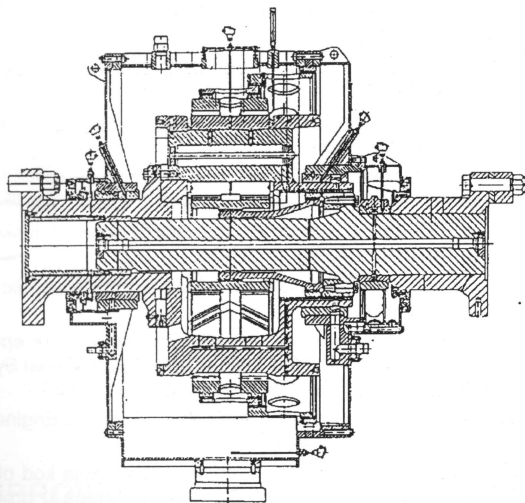
Zbog svoje prednosti pred standardnim prijenosima planetarni prijenosi, koji spadaju u zupčane prijenose s višestrukim zahvatom, našli su primjenu i u brodskim reduktorima. Okretni moment, koji se prenosi od porivnog stroja na centralni zupčanik, dijeli se na više parova planetarnih zupčanika. To dovodi do smanjenja opterećenja zuba i do upotrebe manjih modula, kao i kod običnih zupčanih prijenosa s višestrukim zahvatom. Zbog upotrebe manjih modula kod ovih prijenosa volumen i težina prijenosa se smanjuje.



Slika 8. Porivni sustav s planetarnim prijenosom [12], gdje je: a) srednjeokretni dizel-motor, b) sporo okretni dizel-motor, c) reduktor, d) odzivni ležaj i e) brodski vijak.

Figure 8. Propelling system with planetary transmission [12], arranged as follows: a) medium-speed diesel engine, b) low-speed diesel engine, c) gearbox, d) thrust bearing and e) ship's propeller.

Na slici 8. prikazane su dvije inačice porivnih sustava i to s planetarnim reduktorom koji spaja srednjeokretni dizel-motorom MAN VGV 52/55 snage 8970 kW (12200 KS) i porivni sustav bez reduktora sa sporo okretnim dizel-motorom sa 9260 kW (12600 KS) i brzine vrtnje  $122 \text{ min}^{-1}$ , što je ujedno i brzina vrtnje brodskog vijka. Planetarni reduktor reducira brzinu vrtnje srednjeokretnog dizel-motora od  $430 \text{ min}^{-1}$  na brzinu vrtnje brodskog vijka od  $113.7 \text{ min}^{-1}$ .

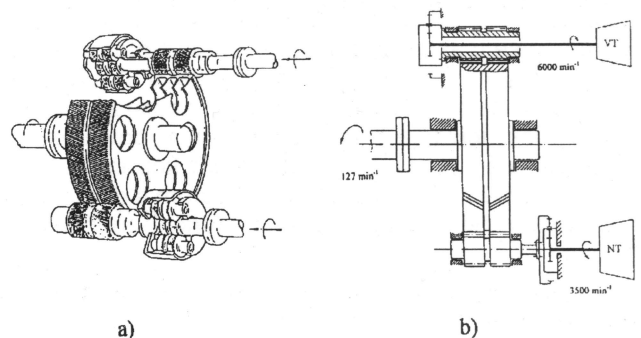


Slika 9. BHS<sup>2</sup>-Stoekichtov planetarni prijenos  
Figure 9. BHS-Stoekicht planetary transmission

U radu [13, 14 i 15] opisan je BHS-Stoekichtov planetarni reduktor, koji na slici 8. spaja srednjeokretni dizel-motor, a prikazan je na slici 9. Ovaj planetarni prijenos okretni moment na brodski vijak prenosi preko pet planetarnih zupčanika. Zbog dijeljenja okretnog momenta na pet mjesta zahvata, koristi se manji modul, što ima za posljedicu manju veličinu i težinu prijenosa. Prema [14] masa porivnog sustava s planetarnim prijenosom je 139 t, dok je masa porivnog sustava sa sporo okretnim dizel motorom 404 t. Iz toga proizlazi da je ukupna težina porivnog sustava s planetarnim prijenosom u odnosu na porivni sustav u izravnom pogonu triput manja. Dakle, uporabom planetarnih prijenosa dobiva se manja težina porivnog sustava, manja veličina, a time i veća iskoristivost brodskog prostora (vidjeti sliku 8.).

Planetarni prijenos koji je prikazan na slici 9. je Al<sup>3</sup> planetarni prijenos sa strelastim ozubljenjem. Vijenac središnjeg zupčanika s unutarnjim ozubljenjem funkcionalno je podijeljen u dvije polovice s kosim ozubljenjem. Neovisna radijalna sloboda svake polovice izvedena je preko dvostruke zubne spojke. Slobodno oslonjen, ovaj zupčanik, koji ima potrebnu elastičnost, može osigurati jednaku i automatsku podjelu tereta na pet planetarnih zupčanika. Osim toga, ima sposobnost ublažavanja udarnih opterećenja koja nastaju zbog dopuštenih grešaka ozubljenja i ekcentriciteta. Središnji zupčanik s vanjskim ozubljenjem spojen je preko jednostruke zubne spojke sa srednjeokretnim dizel-motorom. Ovaj zupčanik nema ležaja čime je smanjen veliki izvor gubitaka. Odzivni ležaj je klizni i ugrađen je izvan reduktora. Međutim prema Renku [16 i 17], Maagu [18 i 19] i VSEL-u<sup>4</sup> [20] odzivni ležaj kod planetarnih prijenosa ugrađuje se u samom reduktoru.

### 3.3 Kombinirani zupčani prijenosi s višestrukim zahvatom u brodskim reduktorima Combined multiple mesh gear transmission in marine gearbox



Slika 10. Reduktor sa kombiniranim zupčanim prijenosom s višestrukim zahvatom: a) prostorna slika reduktora [21] i b) shema prijenosa [22]

Figure 10. Gearbox with combined multiple mesh gear transmission: a) spatial diagram [21] and b) diagram of transmission [22].

Na slici 10. prikazan je reduktor s kombiniranim zupčanim prijenosom s višestrukim zahvatom koji se sastoji od planetarnog prijenosa i običnog prijenosa s višestrukim zahvatom. Ovaj prijenos ugrađivan je u seriju kontejnerskih brodova sa 1294 TEU, koji za porivni pogon imaju parnu turbinu. On reducira brzinu vrtnje parne turbine visokotlačnog dijela ( $V_T$ ) sa  $6000 \text{ min}^{-1}$  i niskotlačnog dijela (NT) s  $3500 \text{ min}^{-1}$  na brzinu vrtnje brodskog vijka od  $127 \text{ min}^{-1}$ .

#### 4. Zaključak Conclusion

Zupčani prijenosi u brodskim reduktorima porivnog sustava spajaju porivni stroj (dizel-motor ili turbinu) s brodskim vijkom. Oni imaju ulogu da prenose okretni moment porivnog stroja na vratilo brodskog vijka, kao i da reduciraju brzinu vrtnje porivnog stroja na brzinu vrtnje brodskog vijka. Zupčani prijenosi u brodskim reduktorima porivnog sustava dijele se na standardne zupčane prijenose i zupčane prijenose s višestrukim zahvatom. Zupčani prijenosi s višestrukim zahvatom u brodskim reduktorima porivnog sustava dijele se na obične zupčane prijenose s višestrukim zahvatom, planetarne prijenose i kombinirane zupčane prijenose s višestrukim zahvatom, koji se sastoje od planetarnih i običnih prijenosa s višestrukim zahvatom. Obični prijenosi s višestrukim zahvatom mogu biti sa spajanjem snage i s dijeljenjem i spajanjem snage.

Porivni sustavi koji imaju reduktore sa standardnim prijenosom koriste cilindrične zupčanike s ravnim i kosim zubima. Pogonski zupčanik izrađuje se zajedno s vratilom i ima brzinu vrtnje porivnog stroja, dok se gonjeni zupčanik izrađuje posebno. Ležajevi ovih prijenosa su klizni i kotrljajući. Odrivni ležaj ugrađuje se u samom reduktoru, a može biti klizni ili kotrljajući konično-valjkasti ležaj. Porivni stroj sa standardnim prijenosom spaja se preko elastične spojke.

Porivni sustavi koji imaju reduktore s običnim zupčanim prijenosom s višestrukim zahvatom sa spajanjem snage mogu biti u kombinaciji s dva, tri i četiri dizel-motora, s jednim ili dva reduktora. Kombinacije s dva reduktora međusobno spojena s dva dizel-motora imaju dva brodska vijka. Zupčanici ovog prijenosa su cilindrični s vanjskim ozubljenjem i kosim zubima. Ležaji su klizni i kotrljajući. Odrivni ležaj je klizni i ugrađuje se u samom reduktoru. Dizel-motor s reduktorom spojen je preko elastične spojke, a uključivanje i isključivanje postiže se preko tarnih spojki za uključivanje i isključivanje s konusnim tarnim površinama. Kod porivnog sustava s reduktorom koji ima obični zupčani prijenos s višestrukim zahvatom s dijeljenjem i spajanjem snage koriste se cilindrični zupčanici s kosim i strelastim zubima.

Porivni sustav s planetarnim prijenosom zbog dijeljenja okretnog momenta porivnog stroja sa središnjeg zupčanika na više planetarnih zupčanika dobiva se tri puta manja težina porivnog sustava, a time i veća iskoristivost brodskog prostora. Zupčanici ovog prijenosa imaju strelasto ozubljenje i klizne ležajeve. Spajanje dizel-motora postignuto je preko jednostruke zubne spojke.

U brodskim reduktorima porivnog sustava gdje je potrebno reducirati brzinu vrtnje parne turbine visokot-

lačnog i niskotlačnog dijela na brzinu vrtnje brodskog vijka koriste se kombinirani zupčani prijenosi s višestrukim zahvatom. Oni se sastoje od planetarnih prijenosa i običnih prijenosa s višestrukim zahvatom. Ovaj zupčani prijenos koristi strelasto ozubljenje i klizne ležajeve.

#### Bilješke/Notes

<sup>1</sup> PTO-Power take off (spaja alternator za proizvodnju električne energije)

<sup>2</sup> BHS-predstavlja njemačku firmu Bayerische, Huetten und Salzwerke AG.

<sup>3</sup> A označava vanjsko a i unutarnje ozubljenje

<sup>4</sup> VSEL-je kratica engleske tvrtke Vickers Shipbuilding and Engineering Limited.

#### Literatura/References

[1] H. Norman, G. Allen and T. P. Jones, The application of high-powered epicyclic gearing for industrial and marine use, Head Office: Queens Engineering Works, Bedford, England.

[2] Conrad G., Lohmann+Stolterfoht: 1884-1984, cent ans au service de la technique de transmission, Navires, Ports & Chant., 36(1985)421 str.317-319.

[3] H. Hiersig and K-H Siefert, Marine gears in combination with crosshead engines, Shipbuilding & Marine Engineering International, July/August 1980.

[4] .....prospekti tvrtke Lohmann&Stolterfoht, NAVILUS GC, Schiffs-Untersetzungsgetriebe

[5]..... Lohmann&Stolterfoht, Lus-Getriebeanlagen in den letzten zwei Jahren fuer mehr als 500000 PS in Faehren und Kreuzfahrtschiffen, Liste 685 VIII/80.

[6] H. M. Hiersing, Getriebe und Kupplungen fuer den Antrieb von Schiffen durch mittelschnelle Dieselmotoren, Hansa 106(1969)19 str. 1.-8.

[7] ..... Gearing designs, Marine Propulsion, August 1997 str.13-14.

[8] H. Ritz and O. Heiderich, Indirect Propulsion Systems -A Contribution to Energy Saving and Economical Ship Propulsion, Marintec China 83 Conference, Shanghai 1983.

[9] .....BHS-Stoekicht-Planetengetriebe im Schiffbau, Hansa 109(1972), str. 609.-610.

[10] ..... BHS-Stoekicht-Planetengetriebe im Schiffbau fur grobe Antriebsleistungen, Schiff und Hafen, Heft 4/1972, str. 266-267.

[11] K. Ehrlenspiel und E. Dehner, Planetengetriebe fuer Schiffsantriebe, Hansa 110(1973)4, str. 289-295.

[12] ..... katalog Diesel & Gas Turbine, 1973 str. 717.

[13] ..... BHS-Stoekicht-Planetengetriebe im Schiffbau, Hansa 108(1971)9, str.881-882.

[14] K. Ehrlenspiel und E. Dehner, Planetengetriebe fue Schiffsantriebe, Hansa 110(1973)4, str.286-295.

[15] .....Zusammenarbeit von BHS und Voith im Getriebebereich, Hansa 126(1989)13/14, str. 876.

[16] .....Growing popularity of epicyclic gear units, Marine propulsion, June 1985, str.9.-12.

[17] M. Hirt, Moderne Schiffsgetriebe hoher Leistungsdichte fue die kommenden Jahre, Schiff & Hafen, Heft 11/1985, str. 49-52.

[18] ..... Gearing is matched to more demanding tasks, The Motor Ship, November 1994, str. 31-34.

[19] ..... Prospekti firme Maag, Maag marine epicyclic gears for today's most powerful

[20] Murrell, Developments in high powered marine epicyclic gearing 30000 S.H.P. prototype trials results, International Symposium on Gearing and Power Transmissions, Tokyo 1981.

[21] ..... Keeping in steam, Shipbuilding & Marine Engineering International, January/February, 1982.

[22] A. Bukša, Istraživanje raspodjele opterećenja kod običnih zupčanih prijenosa s dijeljenjem ili spajanjem snage u brodskim reduktorima, Naše more (1997)3-4, str.135-141.

Rukopis primljen: 20.3.1998.