

**SAŽECI DOKTORSKIH DISERTACIJA OBRANJENIH NA TEHNIČKOM
FAKULTETU SVEUČILIŠTA U RIJECI 2009. GODINE**

**DOCTOR OF SCIENCE THESIS ABSTRACTS AWARDED AT FACULTY
OF ENGINEERING, UNIVERSITY OF RIJEKA IN 2009**

UDK:621.833.1 * 620.172.2 * 620.178.38 * 620.178.151.6 * 539.31 * 539.431(043)

ZAMOR I OŠTEĆENJE MATERIJALA BOKA ZUBA ZUPČANIKA FATIGUE AND DAMAGE OF THE GEAR TOOTH FLANK

Robert BASAN

Sažetak: U ovoj doktorskoj disertaciji razmatrano je oštećivanje boka zuba zupčanika izazvano zamorom materijala. Razvijen je proračunski postupak koji omogućuje proračunavanje broja izmjena opterećenja do pojave pukotina na boku zuba, identificiranje mjesta na kojima se njihova pojava može najprije očekivati te predviđanje orijentacije i oblika pukotina u početnoj fazi njihovog rasta odnosno vrste oštećenja boka do kojeg bi mogle dovesti. Za proračunavanje vremena do inicijacije pukotina primijenjena je kombinacija pristupa temeljenog na deformaciji i Fatemi-Socievog kriterija inicijacije pukotine temeljenog na principu kritične ravnine. Izrađen je matematički model zahvata zuba zupčanika kojim se proračunava evolucija komponenata naprezanja i deformacija materijala boka zuba tijekom zahvata. Predložen je i novi pristup procjenjivanju zamornih parametara materijala na osnovi njegovih monotonih parametara, čijom su primjenom razvijeni izrazi za proračunavanje Basquin-Coffin-Mansonovih parametara zamora čelika 42CrMo4 isključivo na osnovi njegove tvrdoće. Cjelokupni proračunski postupak implementiran je u program za osobno računalo, čime je omogućeno brzo i detaljno predviđanje trajnosti bokova zuba zupčaničkih parova različitih geometrija i materijala pri različitim uvjetima zahvata. Proračunata vremena do pojave pukotina mogu poslužiti kao osnova za provjeru ispravnosti odabira materijala zupčanika, kao i ispravnosti profila tvrdoće ostvarenog u površinskom sloju materijala boka zuba nakon toplinske obrade.

Ključne riječi:

- zupčanik
- bok zuba
- kotrljajno-klizni kontakt
- zamor materijala
- parametri zamora
- predviđanje trajnosti
- princip lokalne deformacije
- kritična ravnina

Abstract: This dissertation deals with fatigue-induced damage of gear tooth flank. The developed calculation procedure enables calculation of number of load reversals to fatigue crack initiation, identification of the area on the tooth flank where cracks will first appear as well as a prediction of orientation i.e. the shape of initiated cracks and type of damage they will most probably develop into. To determine crack initiation time, strain-based approach was combined with critical plane based Fatemi-Socie crack initiation criterion. A mathematical model of gear teeth flanks in mesh was developed to calculate the evolution of stress and strain components during the mesh. Furthermore, a novel approach is proposed for the estimation of material fatigue parameters from its monotonic properties and also expressions are given for the calculation of Basquin-Coffin-Manson fatigue parameters for steel 42CrMo4 from its hardness. The entire calculation procedure was implemented in a computer program which enables fast and detailed prediction of tooth flank lifetime for gear pairs with different geometries, made of different materials and operating under different working conditions. Numbers of load reversals to the crack initiation calculated in such a manner can serve as a basis for the verification of the adequacy of the chosen gear material, as well as that of the hardness profile achieved in the surface layer of the tooth flank after heat treatment.

Keywords:

- measurement gear
- tooth flank
- rolling-sliding
- contact
- material fatigue
- material fatigue parameters
- lifetime prediction
- strain-based approach
- critical plane approach

Mentor: Prof. dr. sc. Križan Božidar

Izv. Prof. dr. sc. Rubeša Domagoj / Assoc. prof. Rubeša Domagoj, PhD

Datum obrane / Presentation: 6. ožujka 2009. / March 06, 2009

UDK:629.5.081:658.5.012.2:519.8(043)

HIJERARHIJSKO MODELIRANJE KAO OSNOVA METODOLOGIJE PROJEKTIRANJA OPTIMALNOG RASPOREDA PROIZVODNIH POVRŠINA BRODOGRADILIŠTA OPTIMAL SHIPYARD LAYOUT DESIGN METHODOLOGY BASED ON HIERARCHICAL MODELING

Tin MATULJA

Sažetak: U radu je predložena metodologija za projektiranje optimalnog rasporeda proizvodnih površina brodogradilišta u preliminarnoj fazi. U prvom su dijelu rada, kroz dostupne izvore, istražene metode, tehnike i alati koji se općenito primjenjuju kod problema projektiranja rasporeda površina. Nadalje, na temelju istraženog, izvršen je odabir posebnih metoda, tehnika i alata prilagođenih potrebama predložene metodologije, a koja se temelji na provođenju točno definirane procedure u četiri faze. U prvoj fazi utvrđeni su odnosi bliskosti osnovnih proizvodnih površina sa stajališta tehnološkosti brodogradnje, na temelju provedenog anketiranja relevantnih eksperata. Zatim se, u drugoj fazi predlaže generiranje te procjena svih mogućih varijanti rasporeda odabranih proizvodnih površina u okviru brodogradilišta. Za tu svrhu primijenjena je metoda sistematskog planiranja rasporeda površina na temelju prethodno utvrđenih odnosa bliskosti. Nadalje, nakon utvrđenog reprezentativnog broja najkonkurentnijih varijanti, u trećoj fazi se među tim varijantama hijerarhijskim modeliranjem, za koje se koristi metoda analitičkog hijerarhijskog procesa, vrši izbor one koja optimalno udovoljava svim postavljenim kriterijima. U zadnjoj, četvrtoj fazi vrši se analiza osjetljivosti kako bi se ispitala stabilnost odabranog rješenja rasporeda proizvodnih površina. Zatim se na projektnom rješenju osniva plan pripadajućih proizvodnih tokova. U završnom dijelu rada verificirana je primjena predložene metodologije kod projektiranja rasporeda proizvodnih površina jednog postojećeg brodogradilišta.

Ključne riječi:

- brodogradnja
- hijerarhijsko modeliranje
- projektiranje rasporeda površina
- sistematsko planiranje rasporeda površina
- analitički hijerarhijski proces
- analiza osjetljivosti

Abstract: A novel methodology for creating a preliminary optimal layout design of shipyard production areas is proposed in this dissertation. The first part includes research of methods, techniques and tools which are presently used to solve the problem of arrangement design. Furthermore, based upon research, specific methods, techniques and tools were chosen and adapted to the needs of the proposed methodology, which is based on the implementation of a specifically defined procedure in four phases. The first phase established the closeness relationships of the main production areas from the shipbuilding technological point of view, based upon a survey of relevant experts. Thereupon, the second phase proposed the generation and valuation of all possible production layout variants within the shipyard. The method of systematic layout planning based on previously established closeness relationships was used. Furthermore, after establishing a representative number of most competitive variants, the third phase considers hierarchical modelling, by using the analytical hierarchy process, to choose the variant which most optimally satisfies all criteria. In the fourth and final phase, a sensitivity analysis is made in order to check the stability of the chosen layout of production areas. Then a plan of the corresponding production flow is created, which is based on the design solution. In the last part of the dissertation, the proposed methodology was applied to the production layout design of an existing shipyard.

Keywords:

- shipyard
- hierarchical modeling
- layout design
- systematic layout planning
- analytic hierarchy process
- sensitivity
- analysis measurement gear

Mentor: Prof. dr. sc. Fafandjel, Nikša

Datum obrane / Presentation: 31. srpnja 2009. / July 31, 2009

UDK:629.5.081:658.5.012.2:519.876.5 (043)

SIMULACIJSKO MODELIRANJE KAO OSNOVA METODOLOGIJE PROJEKTIRANJA BRODOGRAĐEVNOG PROIZVODNOG PROCESA SIMULATION MODELLING BASED METHODOLOGY FOR SHIPBUILDING PRODUCTION PROCESS DESIGN

Marko HADJINA

Sažetak: U radu je predložena metodologija projektiranja brodograđevnog proizvodnog procesa koja se temelji na primjeni metode simulacijskog modeliranja kao osnove predložene metodologije. Pri tome, od predložene metodologije se očekuje da projektantima procesa omogući brži, efikasniji i kvalitetniji pristup projektiranju složenosti i dinamike kompleksnih proizvodnih procesa, s posebnim naglaskom na brodograđevni proizvodni proces. U prvom su dijelu rada, prema dostupnim izvorima, istraživane metode, tehnike i alati koji se općenito primjenjuju kod problema projektiranja proizvodnih procesa s posebnim osvrtom na kritičku analizu mogućnosti primjene metode simulacijskog modeliranja. U nastavku ovog istraživanja, opisano je simulacijsko modeliranje kao osnova predložene metodologije projektiranja sa svojim osnovnim karakteristikama, razlozima primjene i sa posebnim osvrtom na brodograđevni proizvodni proces. Nadalje, u četvrtom poglavlju detaljno je opisana procedura provođenja predložene metodologije projektiranja brodograđevnog proizvodnog procesa u sedam uzastopnih faza. U petom poglavlju, prikazana je primjena predložene metodologije na konkretnom primjeru brodograđevnog proizvodnog procesa za projektiranje potpuno nove robotizirane linije za obradu profila. U šestom poglavlju provodi se konačna potvrda predložene metodologije usporedbom sa njezinim realiziranim postavom u stvarni proizvodni proces promatranog brodograđilišta. Na kraju, temeljem ovog istraživanja i zaključaka iz usporedbe sa stvarnim proizvodnim procesom, predlažu se smjernice daljnjeg istraživanja.

Ključne riječi: - brodogradnja
- metodologija projektiranja proizvodnog procesa
- simulacijsko modeliranje

Abstract: In this dissertation a simulation modeling based methodology for shipbuilding production process design is suggested. It is expected from suggested methodology to give faster, better and more efficient tool for designers of complex production processes, with special focus on shipbuilding production processes design. Within the first part of dissertation, against available resources, various methods, techniques and tools used in production process design practice, are investigated with special focus on critical analysis of simulation modeling method appliance opportunities. In continuing, simulation modeling method, as basis of suggested methodology, is investigated and described regarding its special characteristics, advantages and reasons for application, especially in shipbuilding production process. Furthermore, in fourth chapter, suggested methodology for production process procedure is described in details. In fifth chapter, appliance of suggested methodology for designing a real robotized profile cutting process line within specific shipyard production process is demonstrated. In sixth chapter, selected design solution, acquired with suggested methodology, is finally tested and evaluated through comparison with installed robotized profile cutting line in specific shipyard production process. Finally, on grounds of this dissertation and conclusion proved from comparison with real installation in specific shipyard, directions for further research are suggested.

Keywords: - shipbuilding
- production process design methodology
- simulation modelling

Mentor: Prof. dr. sc. Fafandjel, Nikša

Datum obrane / Presentation: 31. srpnja 2009. / July 31, 2009

