

UDK 62-1

VOL.3

ISSN 1450-5401

No. 1 2000

---

# **Konstruisanje mašina**

---

---

# **Journal of Mechanical Engineering Design**

---

**JuDEKO**

Jugoslovensko društvo za mašinske elemente i konstrukcije  
*Yugoslav Society for Machine Elements and Design*

# Časopis za KONSTRUISANJE MAŠINA

## *Journal of Mechanical Engineering Design*

### UREDNIK

Prof. dr Milosav Ognjanović,  
Mašinski fakultet Beograd

### EDITOR IN CHIEF

Prof. dr Milosav Ognjanovic  
University of Belgrade,  
Faculty of Mechanical Engineering

### REDAKCIJSKI ODBOR – EDITORIAL BOARD

Prof. dr Vojislav Miltenović  
Mašinski fakultet Niš

Prof. dr Radoš Bulatović  
Mašinski fakultet

Prof. dr Svetislav Jovičić  
Mašinski fakultet Kragujevac

Prof. dr Siniša Kuzmanović  
Tehnički fakultet Novi Sad

Prof. dr Umberto Pighini  
University of Roma

Prof. dr-ing. Werner Stenkamp  
University of Wilhelmshaven

Prof. dr Momir Šarenac  
Mašinski fakultet Srpsko Sarajevo

Doc. dr Miodrag Arsić  
Mašinski fakultet Priština

Mr Goran Ivanović  
IGM "Radoje Dakić" Podgorica

Dr Velimir Drobnyak  
Fabrika Reznog alata Čačak

Prof. dr Ryszard Knosala  
University of Slanky

Prof. dr Derek Sheldon  
Anglia University Essex

### ADRESA IZDAVAČA – EDITORIAL ADDRESS

Jugoslovensko društvo za mašinske elemente i konstrukcije,  
11000 Beograd, ul. 27. marta 80

*Yugoslav Society for Machine Elements and Design,  
"27. marta" 80 street, YU - 11000 Belgrade, Yugoslavia*

Tel. +381 11 3370338,  
E-mail: ognjen@eunet.yu.

Fax +381 11 3370364,  
ognj@afrodita.rcub.ac.bg.yu.

# S a d r Ź a j

Strana

1. *Bulatović R., Jovanović J.*: Procjena pouzdanosti zupčanih prenosnika u fazi konstruisanja ..... 1
2. *Arsić M., Aleksić V., Dihovični Đ.*: Značaj baze podataka u oceni integriteta i podobnosti za upotrebu odgovornih konstrukcija velikih dimenzija. .... 9
3. *Jovanović J., Bulatović R.*: Mogućnost integracije postojećih CAD sistem u ActiveX okruženje u cilju povećanja efikasnosti procesa konstruisanja ..... 15
4. *Živković P., Ognjanović M.*: Eksperimentalno odredjivanje gubitaka i stepena iskorišćenja planetarnih prenosnika snage ..... 21
5. *Kuzmanović S., Radomirović D.*: Uticaj spoljašnjeg opterećenja izlaznog vratila univerzalnog zupčastog reduktora na radni vek njegovih ležaja ..... 29

# *C o n t e n t s*

Page

1. *Bulatović R., Jovanović J.*: *Reliability estimation of the gearing transmissions in desing stage* ..... 1
2. *Arsić M., Aleksić V., Dihovični Đ.*: *Importance of databases in estimation of integrity and availability for using responsible costructions of large dimensions* ..... 9
3. *Jovanović J., Bulatović R.*: *The possibility of integrating the existing CAD systems in the ActiveX enviroment aiming at increasing the design process efficiency* ..15
4. *Živković P., Ognjanović M.* : *Experimental determination of power losses and efficiency of planetary gear drives* ..... 21
5. *Kuzmanović S., Radomirović D.*: *External forces influence on lifetime of the output shaft bearings of universal geared motor* ..... 29

## Značaj baze podataka u oceni integriteta i podobnosti za upotrebu odgovornih konstrukcija velikih dimenzija

### *Importance of databases in estimation of integrity and availability for using responsible constructions of large dimensions*

Arsić M., Aleksić V., Dihovični Đ.

U toku eksploatacije konstrukcija velikih dimenzija (dizalice, rotorni bageri, posude pod pritiskom, mostovi, noseće platforme) pod dejstvom opterećenja promenljive amplitude, koja je posledica radnih uslova i sopstvenih niskofrekventnih oscilacija, dolazi do nepredvidivih otkaza (oštećenja i lomova) odgovornih delova i sklopova. U radu je prikazan metodološki pristup za analizu oštećenja i lomova odgovornih delova i elemenata nosećih konstrukcija velikih dimenzija u cilju utvrđivanja uzroka pojave otkaza. Iznet je značaj baze podataka za poboljšanje svojstva postojećih materijala i tehnologija njihove obrade za razvoj novih tehničkih rešenja i metoda ispitivanja i ocenu integriteta i podobnosti za upotrebu odgovornih konstrukcija.

During process of service construction of large dimension (cranes, rotary excavator, pressure vessels, bridges, loading platforms) under action of load with variable amplitude, which is circumstance of working conditions and own low-frequency oscillation occurs non provide failure responsible parts and assemblies. In this scientific paper it is presented methodological approach for analyze damages and failures of responsible parts and elements of loading constructions with large dimension in purpose of finding causality for failure. It is presented, also importance of database for improving features of current materials and technology of theirs treatment for development new technical solutions and methods of exploring and estimation of integrity and reliability for use of responsible constructions.

#### 1. Uvod

Veličina i oblik konstrukcija zavise, uglavnom, od funkcionalnih zahteva i specifičnih uslova rada. Imajući to u vidu danas postoji čitav niz različitih tipova konstrukcija iste namene.

Zato se u praksi često dešavaju prevremena oštećenja i lomovi odgovornih delova, elemenata i čitavih konstrukcija, što se objašnjava neadekvatnošću metoda projektovanja i konstruisanja, nepoznavanjem svojstava osnovnog materijala i njihovih zavarenih spojeva i propustima u tehnologiji izrade.

Prevremeni lom ili oštećenje delova i elemenata konstrukcija izazvano je istovremenim uticajem velikog broja tehnološko - metalurških, konstrukcijskih i eksploatacijskih faktora, sl.1.

#### 1. Introduction

Size and shape of construction, depends from function requirements and specific work conditions. Taking that into account, today there are many various types of constructions for the same purpose.

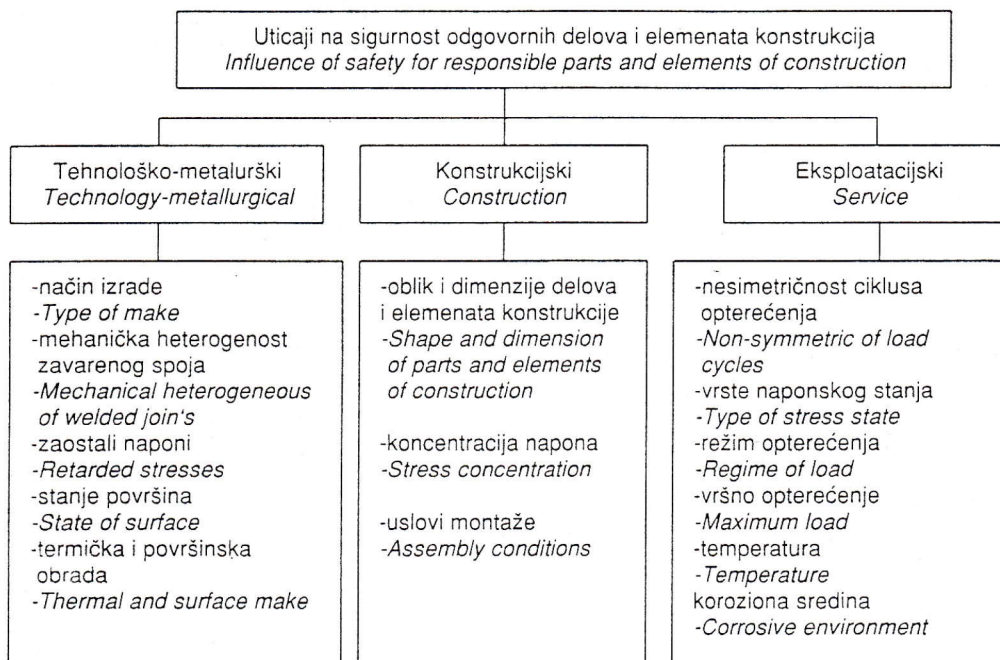
Because of that it usually occurs failures and damages of responsible parts of elements and construction which could be described by non-adequate methods of design and construction, and not knowing features of basic materials and theirs welded joints and faults in process of technology.

Early failure or failure of parts and elements of constructions caused by in the same time action of technology metallurgical, construction and service factors, is shown on the figure 1.

---

#### Adresa autora (*Contact address*):

Dr Miodrag Arsić, naučni saradnik, mr Vujadin Aleksić, istraživač saradnik, mr Djordje Dihovični, istraživač saradnik, GOŠA-Institut, Milana Rakića 35, Beograd



Slika 1. Pregled uticaja na sigurnost delova i elemenata konstrukcija

Figure 1. Influence schema for safety of parts and elements of construction

Zato povoljna konstrukcijska rešenja, koja bi obezbedila pogonsku sigurnost delova i integritet konstrukcija se mogu ostvariti samo potpunim poznavanjem njihovog ponašanja u različitim režimima rada /1/.

## 2. Analiza oštećenja i lomova odgovornih delova i konstrukcija velikih dimenzija

Važne informacije za usavršavanje metoda projektovanja i konstruisanja odgovornih delova i elemenata nosećih konstrukcija, za poboljšanje svojstava postojećih materijala i tehnologija njihove obrade iza razvoj novih materijala predstavljaju analize oštećenja i lomova delova i elemenata nosećih konstrukcija /2/. Takođe, analize oštećenja i lomova omogućuju razvoj novih tehničkih rešenja i metoda ispitivanja još u fazi prototipa. Analize oštećenja i lomova u cilju utvrđivanja uzroka koji do njih dovode, da bi se isti otklonili, predstavlja proces koji zahteva sistemizovan prilaz problemu, sl.2.

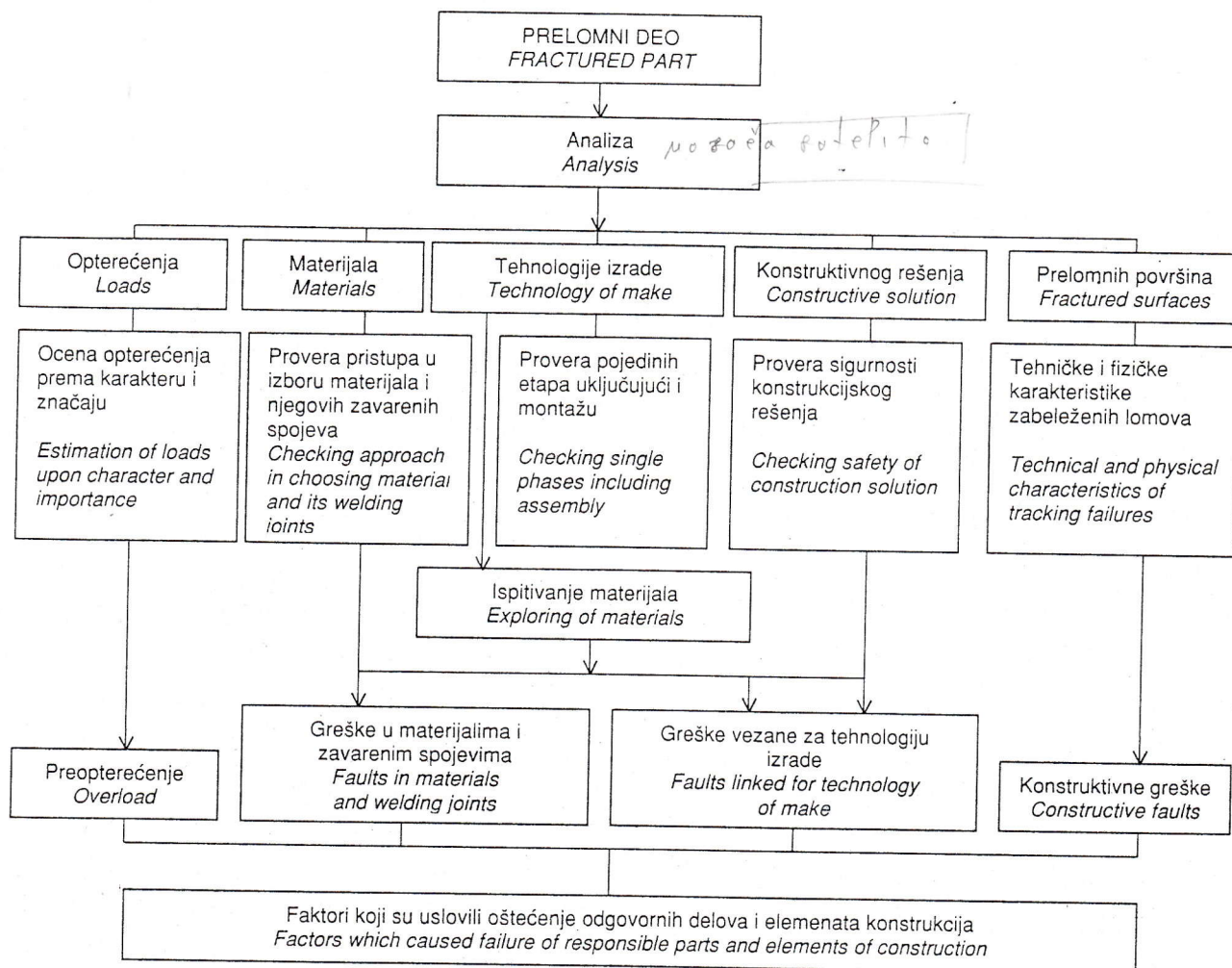
Podaci o opterećenju, karakteristikama osnovnog materijala i njegovim zavarenim spojevima, tehnologiji izrade, tehničkim i fizičkim karakteristikama zabeleženih lomova i predviđenim merama preventive oštećenja i razaranja unose se u odgovarajuće baze podataka. Takođe, baze podataka treba da sadrže i podatke sakupljene pri ispitivanju prethodnih struktura adekvatnih nosećih konstrukcija. Na sl.3 prikazana je struktura baze podataka za odgovorne delove i elemente nosećih konstrukcija.

So, reasonable construction solutions which would provide working safety of parts and integrity of construction could be obtained only by introducing their behaving in various working regimes /1/.

## 2. Analyze of damages and failures of responsible parts and constructions of large dimensions

Important information for improving methods of design and construction responsible parts and elements of loading construction and features of current materials and technologies of their manufacture and for development of new materials presents analyze of damages and failures parts and elements of loading construction /2/. Also, analyze of failures and damages in purpose of finding its causality and how it would be solved, means the process which requires systematic approach to problem, figure 2.

Data about loads, characteristics of basic material and its welded joints, technology of manufacture, technical and physical characteristics of recorded failures and prevention measures are input in appropriate databases. Also, database should contain data collected during process of exploring constructions of adequate load constructions which are explored before. On figure 3 it is shown the structure of database for responsible parts and elements of loading constructions.



Slika 2. Proces analize oštećenja i lomova odgovornih delova i elemenata konstrukcija

Figure 2. Process of analyzing failures and damages of responsible parts and elements of construction

### 3. Mere preventive oštećenja i lomova odgovornih delova i elemenata nosećih konstrukcija velikih dimenzija

Analizom oštećenja i lomova odgovornih delova i elemenata nosećih konstrukcija utvrđuju se uzroci koji dovode do razaranja i omogućuje se donošenje odluke o isključenju konkretnog tehničkog rešenja ili mere preventive, sl.4.

Odluka o isključenju konkretnog tehničkog rešenja ujedno podrazumeva razradu novog optimalnog konstrukcijskog rešenja pri čemu se variraju opterećenja, za različite režime rada, dimenzije delova i elemenata nosećih konstrukcija, oblici zavarenih spojeva, vrste materijala, postupci i kvalitet izrade.

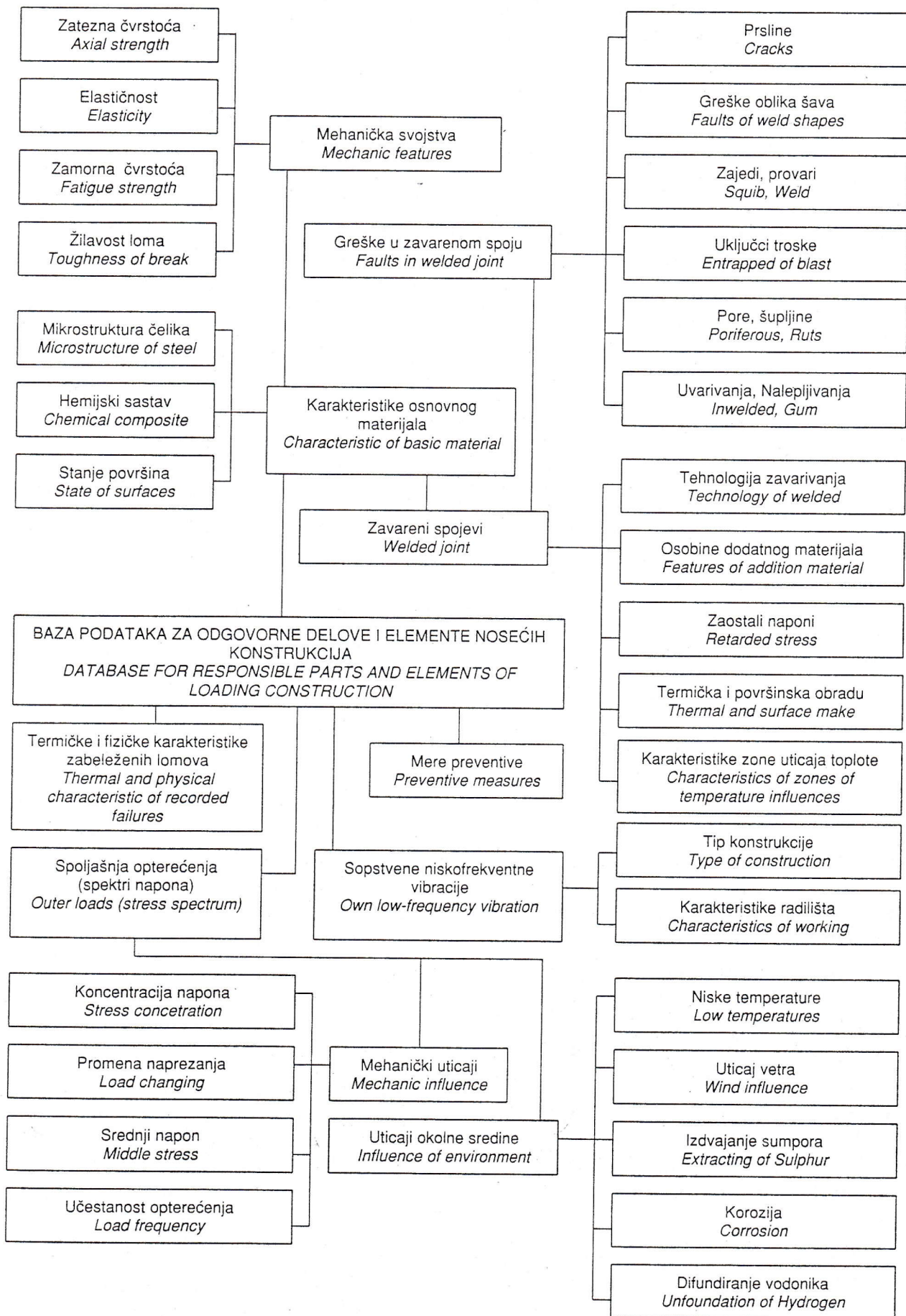
Izmena karaktera opterećenja saglasno uslovima eksploatacije sastoji se u eksperimentalnom utvrđivanju radnih opterećenja odgovornih delova i elemenata nosećih konstrukcija i izmeni konstrukcijskog rešenja ili u određivanju uslova

### 3. Preventive measures of damages and failures of responsible parts and elements of loading constructions of large dimensions

By analyzing damages and failures of responsible parts and elements of loading constructions it is exploring the causalities which are responsible for damages and it is provided a decision about excluding technical solution and preventive measures, figure 4.

Decision about excluding technical solution, means design of new optimal construction solution when the loads are various, for different working regimes, dimension of parts and elements of loading constructions, shapes of welded joints, type of materials, quality of treatment.

Change of load characters in accordance with service conditions consists of experimental finding of working loads of responsible parts and elements of loading construction and changing of construction solutions in finding working



Slika 3. Struktura baze podataka za odgovorne delove i elemente nosećih konstrukcija  
 Figure 3. Structure of database for responsible parts and elements of loading construction

rada i režima opterećenja za pouzdan rad konkretnog tehničkog rešenja.

Izmena tehnološkog procesa izrade sastoji se u pretraživanju: različitih oblika i dimenzija delova i elemenata nosećih konstrukcija, postupaka zavarivanja osnovnog materijala i postupka termičke obrade.

Izmena kontrole kvaliteta izrade podrazumeva predviđanje strožijih zahteva kontrole i ispitivanje pre početka izrade, u toku izrade i nakon montaže.

S obzirom da napred navedene mere preventive oštećenja i lomova predstavljaju kompleksna i skupa rešenja u cilju povećanja sigurnosti odgovornih delova i elemenata nosećih konstrukcija, poslednjih godina mnogi eminentni svetski instituti, izvršili su opsežna eksperimentalna istraživanja za iznalaženje tehnika i metoda za jednostavnije i jeftinije poboljšanje statičkih i zamornih karakteristika delova i elemenata konstrukcija.

Tehnike poboljšanja do kojih se došlo, nisu podjednako uspešne kod različitih konstrukcijskih rešenja, jer njihov efekat zavisi od vrste i režima opterećenja, karakteristika materijala, strukture zavarenih elemenata, takođe, preporuke za primenu pojedinih metoda, u prvom redu, zavise od mogućnosti izvođenja konstrukcije i iskustva konstruktora.

#### 4. Zaključak

Opterećenje odgovornih delova i elemenata i konstrukcija velikih dimenzija ne može biti izraženo u obliku jednostavne matematičke funkcije, odnosno ne može se u potpunosti predstaviti modelom u kome se promenljive ili parametri ravnomerno menjaju u radnim uslovima, jer takav model mora da predvidi niz aproksimacija, uslovljenih realnim uslovima eksploatacije /3,4/. Zato, jedino ispitivanja konstrukcija u radnim uslovima i baze podataka omogućavaju da se oceni njihovo stanje u potpunosti. Na taj način se dobijaju neophodni podaci za upoređenje kvaliteta i ocenu mašina i konstrukcija, za ocenu uticaja prostornog rada pojedinih delova i elemenata na nosivost, kao i za određivanje zajedničkog rada pogonskih uređaja i konstrukcija.

Baze podataka realizovanih istraživanja na adekvatnim konstrukcijama pružaju velike mogućnosti u opsežnim analizama ponašanja odgovornih delova i elemenata nosećih konstrukcija u cilju utvrđivanja promena mehaničkih svojstava materijala, delova i zavarenih spojeva konstrukcija pri variranju velikog broja uticajnih faktora, a da se neki nepoželjni efekti svedu na podnošljivu vrednost, odnosno da se realizuje povoljno konstrukcijsko rešenje kao celine.

conditions and load regime for safety work of current technical solution.

Change of technological process consists of exploring: various shapes and dimensions of parts and elements of loading constructions, welded treatment, basic material and thermal make.

Change of quality control means prediction of more complex requirements for control and investigation before start of making during the process and after the assembly

Taking into account that measures of prevention of failures and damages are complex and expensive solutions, in purpose of improving safety of responsible parts and elements of loading construction, last years many eminent world Institutes have made complex experimental investigations for finding techniques and methods for cheaper improvement of static and failure characteristics of parts and elements of construction.

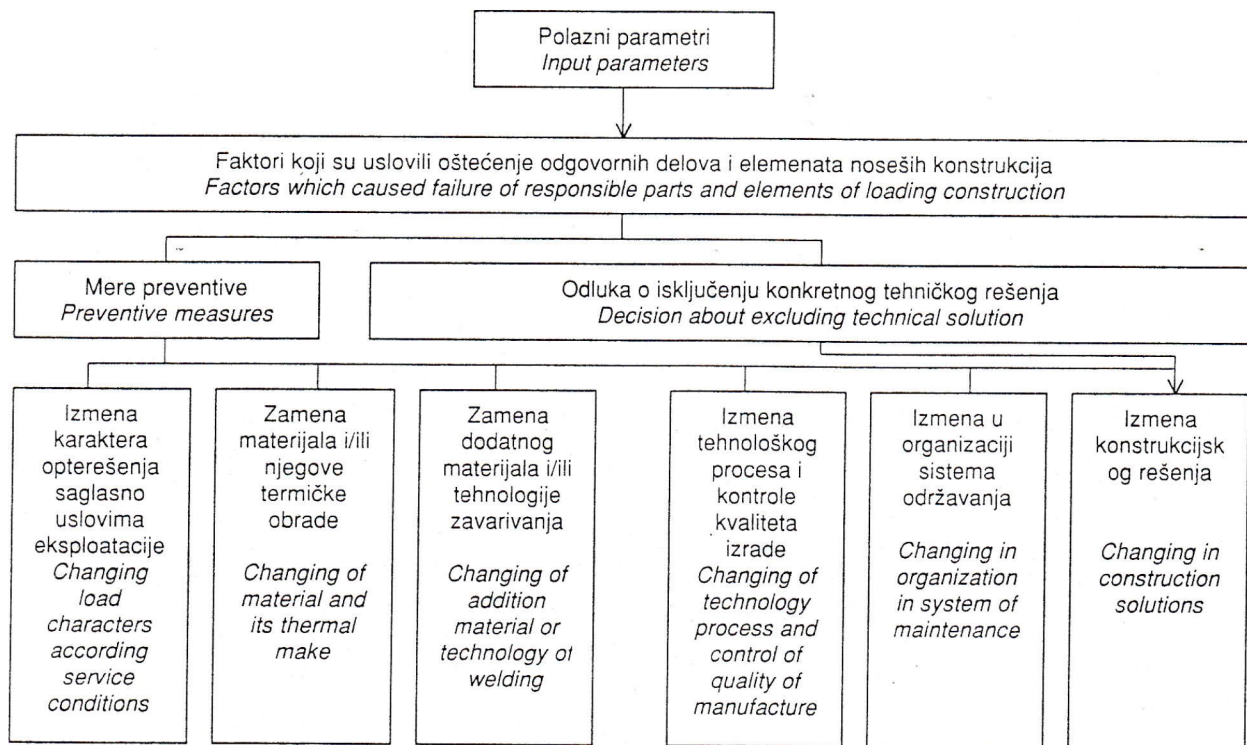
Techniques of improvement which are reached are not the same successful in various construction solutions, because theirs effect depends of type and regime of loads, characteristic of materials, structure of welded elements, so recommendations for applying of each methods depends of possibility of construction realization and experience of constructors.

#### 4. Conclusion

Load of responsible parts of elements and constructions of large dimensions could not be expressed in form of sample mathematic function, and could not be presented by model where variables and parameters are changing uniformly in working conditions, because that kind of model must predict approximations, which are caused by real conditions of service /3,4/. So, only exploring of construction in working conditions and data bases provides the completely estimation. In that way it is obtained necessary data for compare of quality and estimation of machines and constructions, for estimation of influence of space movement of some parts and elements to load as finding cumulative movement of working devices and constructions.

Data bases of finished exploring on adequate constructions gives great opportunities in analyzes of behaving of responsible parts and elements of loading constructions, in purpose of finding changing of mechanical features of materials, parts and welded joints of construction during process of changing many influence factors, when some unwished effects must be on reasonable values, and then can be realized optimal construction solution as a whole.





Slika 4. Mere preventive

Figure 4. Preventive measures

Brzu i pouzdanu ocenu integriteta i podobnosti za upotrebu odgovornih delova i elemenata nosećih konstrukcija velikih dimenzija moguće je doneti isključivo stvaranjem baze podataka i osnova za razvoj računarskih programa. Prateći softverski paketi omogućili bi efikasnije korišćenje baze podataka, analizu pojedinih uticajnih faktora, tehnika poboljšanja, mogućnosti preventive njihovog razaranja i pretraživanje varijantnih rešenja u svim fazama projektovanja i razvoja konstrukcija.

Fast and reliable estimation of integrity and reliability for use of responsible parts and elements of loading constructions of large dimensions is possible obtained only by making data bases and basis for development of computer programs. Addition software packages could make effective using data bases analyze of influence factors, techniques of improvement, possibilities of prevention of its damage and finding variant solutions in all phases of design and construction development.

## 5. Literatura - References

1. Ljamić D., Arsić M.: Definisane intervale pouzdanosti sastavnih elemenata složenih sistema za poznatu funkciju kriterijuma, I međunarodni naučno-stručni skup "Teška mašingradnja-TM '93", Kruševac-Vrnjačka Banja, 1993.
2. Arsić M., Sedmak S., Ćirković B.: Mere preventive oštećenja i lomova odgovornih nosećih konstrukcija rotornih bagera na osnovu analize otkaza, Savetovanje "Održavanje tehničkih sistema" Kragujevac, 1998.
3. Sedmak S., Arsić M., Glavordonov I.: Service life assesment of welded joints of rotor excavator arrow, Methods of determinating the residual life for heavimobil equipment "MDRVUG '96", Timisoara, 1996.
4. Arsić M.: Korelacija zamorne čvrstoće i praga zamora zavarenih spojeva, Doktorska disertacija, Priština, 1995.

## Uputstvo za autore

Dostavljeni radovi podležu anonimnoj recenziji i mogu biti svrstani u jednu od sledećih kategorija prema preporuci UNESKO-a: *originalni naučni rad, prethodno saopštenje, pregledni rad i stručni rad*. Originalni naučni rad sadrži rezultate izvornih istraživanja autora izloženih tako da se eksperimenti mogu ponoviti, a analize i zaključci proveriti. Prethodno saopštenje sadrži naučne rezultate koji zahtevaju hitno objavljivanje ali ne mora da omogući proveru i ponavljanje iznesenih rezultata. Pregledni rad predstavlja celovit pregled nekog područja ili problema na osnovu već publikovanih materijala koji je u pregledu sakupljen, analiziran i raspravljan. Stručni rad predstavlja koristan prilog koji nije vezan za izvorna istraživanja autora već za proveru i reprodukciju poznatih istraživanja.

Časopis se štampa na A4 formatu u dva stubca. Autori su dužni da prema uputstvu pripreme tekst za štampanje i dostave ga na papiru u tri primerka i na disketi u word procesoru. *Tekst rada*, uvod, razrada sa podnaslovima i zaključak, treba da su obima najviše 6 do 8 stranica A4 formata, sa fontom 10. Stubac je širine 80mm, a visine 240mm. Oznake fizičkih veličina moraju biti u skladu sa međunarodnim standardima, označene kosim (italic) slovima latinice, i svaka mora biti objašnjena u tekstu rada. Jedinice za merenje fizičkih veličina moraju takodje biti uskladjene sa međunarodnim sistemom i označene uspravnim slovima latinice. *Slike* i druge ilustracije moraju biti uklopljene u tekst rada. Mogu biti širine

jednog stubca ili da zahvataju širinu cele strabice tj. širine od 175 mm. Veličina znakova i slova na slici treba da u završnoj formi odgovara veličini slova u tekstu rada. Ispod slike se upisuje broj i naslov slike. *Literatura* se daje na kraju rada, na jeziku originala odgovarajuće reference. Literatura mora biti navedena prema ISO 690. Najpre se navodi redni broj u uglastoj zagradi, zatim prezime autora sa početnim slovom imena. Naslov rada se navodi u originalnom nazivu. Od imena autora, naziv knjige i naziv članka u zborniku radova se odvaja sa dve tačke, a naziv članka u časopisu se odvaja godištem časopisa u lučnim zagradama, npr. (1991). Za knjige dalje sledi ime izdavača, mesto izdanja sa godinom izdanja. Za članke sa naučnih skupova dalje sledi naziv zbornika radova, sa mestom i godinom održavanja i sa rednim brojem stranica na kojima se članak nalazi. Za članke u časopisima dalje se navodi naziv časopisa, izdavač, broj ili oznaka godišta sa rednim brojem stranica na kojem se članak nalazi. Radovi koji nisu objavljeni ne mogu biti navedeni kao reference. Spisak referenci mora biti pažljivo odabran kako bi se sagledao kontekst, polazišta i doprinos rada. Spisak literature (referenci) smatrati važnim elementom članka u smislu da ilustruje trenutno stanje u kojem se rad objavljuje.

Radovi se štampaju na Srpskom i na Engleskom jeziku. U dogovoru sa autorom od ovog se stava može odstupiti. Jedan stubac je na Srpskom, drugi na Engleskom jeziku. Slike su zajedničke sa dvojezičnim potpisom

## Instructions to Authors

The forwarded articles are submitted to anonymous review and may be classified into one of the following categories according to the recommendations made by the UNESCO: *original scientific work, preliminary announcement, presentational work and expert work*. The original scientific work contains the results of the original research carried out by author, presented in such a manner that the experiments can be repeated, and the analysis and conclusions verified. The preliminary announcement contains scientific results which require urgent publishing, but need not make possible the verification and repetition of the presented results. The presentational work represents a complete survey of field or problem based on the already published material, which has been gathered, analysed and discussed in the survey. The expert work represents an useful contribution, which is not related to the original research of the author, but to the verification and reproduction of the already known research.

The journal is published on A4 paper format, in two columns. The author are obliged to prepare the text for printing according to the instructions and to forward it on paper in three copies and on a diskette in word processor. *The text of work*, the introduction, the elaboration with sub-titles and the conclusion should consist of 6 to 8 pages of A4 format, at the most, in font 10. The column is 80mm in width, and 240mm in height. The units for measuring the physical values must also be in accordance with the international system and marked by vertical Latin letters. The *figures* and other illustrations must be fitted

into the text of the work. They may be of the width of one column, or they may cover the width of whole page, i.e. the width of 175 mm. The size of the signs and letters in the figures should comply with size of the letters in the text of the work in its final form. The number and title of the figure are written under it. *Literature* is given at the end of the work, in the language of the original respective reference. The literature must be indicated as per ISO 690. The number in a corner bracket is indicated firstly, to be followed then by the surname of the author and the initial letter of his name. The title of the work is indicated in its original form. The title of the book and the title of the article in the Collection of works is separated from the name of the author with a colon, and the title of the article in the journal is separated with the year of the journal in the brackets, i.e. (1997). The name of publisher, place of publishing with year of publishing follow further on in the case of books. For the article from scientific gatherings, the name of the Collection of works, with place and year, when they were held and with the page number where the article is to be found, follow onwards. As regards the articles in the journals, the name of the journal, publisher, number or indication of the year with page number, where the article can be found, follow further on.

The works are published in the Serbian and English languages. In accordance with the agreement reached with the author, this need not be applied. One column is in Serbian, the other in English. The figures are shared by both language versions and have subscription in both languages.

# GOŠA – Institut

Beograd, Milana Rakića 35, tel. 413-332, 413-422, fax. 410-977

Sertifikat ISO 9000 od 1998. godine

Sertifikat o akreditaciji laboratorija od 1999. godine



GOŠA HOLDING KORPORACIJA AD

Fabrika opreme i mašina, d.o.o.  
("GOŠA - FOM", d.o.o.)

Industrijska 70  
11420 Smed. Palanka

Direktor ++381-26/321-945  
Fax ++381-26/ 321-992

Prodaja ++381-26/ 323-758  
Tel/fax ++381-26/ 321-742

E-mail: gosa.fom@eunet.yu  
gfom.ing@eunet.yu

## *PROJEKTOVANJE I PROIZVODNJA:*

- *OPREME ZA ENERGETIKU*
  - *KOKSNE I METALURŠKE OPREME*
  - *RUDARSKE OPREME*
  - *REDUKTORA*
  - *DIZALICA*
  - *PROCESNE OPREME*
  - *OPREME ZA NAFTNU INDUSTRIJU*
  - *BRODSKE OPREME*
  - *ČELIČNIH KONSTRUKCIJA*
-