

S. TANASIJEVIĆ

Tribološki aspekti u koncipiranju konstrukcije *

1. UVOD

Jedan od centralnih zadataka ali i problema privrede i privređivanja je podizanje tehničkog nivoa mašinskih sistema koji se najčešće određuje: produktivnošću, tačnošću i pouzdanošću. Očigledno da je savremena karakteristika društva podizanje kvaliteta u svim oblastima pa i u razvoju mašinskih sistema.

Značajna mogućnost u podizanju kvaliteta i usavršavanju mašinskih sistema je podizanje kvaliteta njihovih glavnih dinamičkih članova - tribomehaničkih sistema (TMS), koji određuju pouzdanost mašina u 80% slučajeva otkaza.

Vek funkcionalnog starenja mašinskih sistema je u principu znatno duži od veka dopuštenog habanja elemenata sistema. Fizičko habanje elemenata (1.5-2 godine) protiče mnogo brže od funkcionalnog (moralnog) starenja (5-10 godina) mašinskog sistema. Granična težnja je dostizanje njihove jednakosti jer u sadašnjem vremenu takve saglasnosti nema. Osnovni zadatak tribologije je minimiziranje prekida između ova dva vremenska perioda do granice mogućeg.

Za podizanje kvaliteta mašinskih sistema neophodno je podizanje kvaliteta konstruisanja, kvaliteta izrade i kvaliteta eksploatacije.

Kvalitet konstruisanja se, između ostalog, podiže i uključivanjem triboloških aspekata u proces konstruisanja. Osnovni zadatak je dobijanje "tribološki ispravne konstrukcije" kao značajnog pokazatelja kvaliteta konstruisanja.

Dosadašnji skromni rezultati u oblasti uvođenja tribologije u proces konstruisanja dokaz su složenosti ovakvog pristupa ali i svojevrsnog shvatanja da se tribološke greške u procesu konstruisanja mogu jednostavno i docije ispravljati.

*Prof. Dr Slobodan Tanasijević, dipl. ing.,
Mašinski fakultet u Kragujevcu*

2. KONSTRUISANJE KAO MISAONI PROCES

Proizvodi ljudskog rada nastaju iz potreba. Uočavajući potrebu čovek razmišlja čime da potrebu zadovolji. Od uočavanja potrebe do gotovog proizvoda dug je i veoma naporan put.

Usmeravajući proces razvoja proizvoda na razvoj mašinskih (ili tehničkih) sistema, posebno je značajno iznalaženje puteva ka podizanju kvaliteta proizvoda. Nema sumnje da je kvalitet konstruisanja jedan od bitnih faktora kvaliteta mašinskih sistema i jedan od najznačajnijih uslova u razvoju proizvoda.

Pitanje koje se samo po sebi uočava je pitanje promotivnog definisanja konstruisanja kao procesa, poduhvata, pojma koje se može analizirati sa više aspekata i u više ravni razmatranja.

Konstruisanje je u najširem smislu intelektualni poduhvat preuzet za zadovoljavanje određenih potreba na najbolji mogući način. To je jedna od tehničkih aktivnosti, prisutna u svim područjima ljudskog života, oslonjena na otkrića i zakone nauke, usmerena ka stvaranju uslova za primenu tih zakona na razvoj i izradu proizvoda.

Sam pojam "konstruisanja" u sebi sadrži i podrazumeva sve one potrebne radnje, neophodne da se neki proizvod (mašinski ili tehnički sistem) konačno oblikuje i konstrukciono razradi do tog nivoa da je njegova tehnološka razrada i radionička izrada apsolutno moguća i izvodljiva.

Saglasno već prihvaćenoj konstataciji da je konstruisanje veoma složen proces sa velikim brojem uzajamno povezanih karakterističnih osobina, konstruisanje se može razmatrati u više uzajamno povezanih različitih ravni.

Gledano u ravni psihološkog pristupa i razmatranja, konstruisanje je kreativna aktivnost za čije je uspešno sprovođenje neophodno blagovremeno aktiviranje određenih fundamentalnih naučnih oblasti (matematika, fizika, he-

mija) ali i niza primenjenih i aplikativnih naučnih saznanja. Ovome treba dodati iskustvo i praktična znanja iz specijalnih oblasti. Poželjno je da aktivnost bude prožeta inicijativom, odlučnošću, pronicljivošću, upornošću, timskim radom.

U ravni rešavanja i iznalaženja, konstruisanje je optimizacija datog objekta unutar delimično protivurečnih zahteva. Zahtevi se menjaju sa vremenom, tako da se određena rešenja mogu optimizirati samo u određenom realnom vremenu.

U ravni nastajanja, širenja i razmene informacija, konstruisanje se može definisati i kao svojevrsni proces obrade i transformisanja informacija. Sve počinje prikupljanjem informacija (projektni zadatak, literatura, standardi, eksperimentalni rezultati, proračuni). Nastavlja se obradom i preredom informacija (analiza, sinteza, razmeštaj, kombinovanje...). Proces se završava formiranjem, predstavljanjem i predajom informacija (definitivne skice, crteži, tablice, uputstva...). Konstrukcioni biro se u literaturi često definiše kao procesno mesto za preradu informacija. Ovakvo definisanje samo naizgled zanemaruje bitne stvaralačke elemente u delatnosti konstruktora.

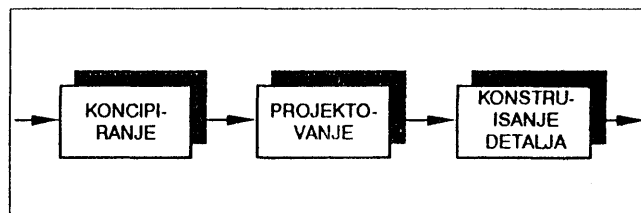
U ravni organizacionog delovanja, konstruisanje je esencijalna karika u lancu sirovi materijal - proizvod. Zadatak konstruktora u tom lancu je prikupljanje željenih informacija na relaciji: prodavac, kupac, planer,...

Bez obzira na aspekt posmatranja i ravan definisanja, osnova konstruisanja je misaonost provedenog procesa. Posebno važno u procesu konstruisanja je struktura, geneza i sinteza misaonog procesa, pomoću koga konstruktor formira konstrukciono rešenje. Analizirajući proces mišljenja koji se tom prilikom odvija utvrđeno je da se koristi kako intuitivni tako i diskurzivni način mišljenja i rešavanja problema. Proces je takođe iterativan, sastavljen od izmeničnih heurističkih i algoritamskih delatnosti.

Prihvatajući konstruisanje kao visokospecijalizovanu i interdisciplinarnu naučnu oblast, valja napomenuti da danas u svetu postoji široka lepeza sistemskog pristupa procesu konstruisanja. Postoje već mnogi razrađeni predlozi različitih metoda konstruisanja. Svaka od ovih metoda ima svoj aspekt pristupa problemu, svoju ravan rešavanja, zavisno od cilja i orijentacije (Rodenacker, Hansen, Roth, Leyer, Hubka i dr.).

Bez veće potrebe za analizom različitih pristupa i metoda konstruisanja, moguće je prihvatiti da su tri osnovne faze u procesu konstruisanja (sl. 1):

- koncipiranje konstrukcije
- projektovanje konstrukcije
- konstruisanje detalja

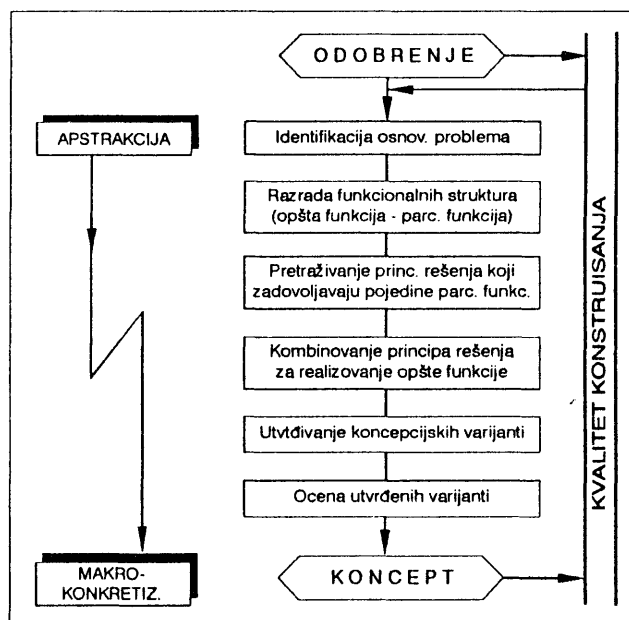


Sl. 1. Osnovne faze u procesu konstruisanja
Basic phases in the design process
Основные этапы в процессе конструирования

3. KONCIPIRANJE KONSTRUKCIJE

Koncipiranje je značajna faza procesa konstruisanja u kojoj se od nametnute apstrakcije dolazi do globalne konkretizacije. Nakon analize i raščišćavanja svih zahteva postavljenog zadatka, pronalaženjem odgovarajućih principa rešenja, utvrđuje se u ovoj fazi načelno rešenje zadatka.

Koncipiranje konstrukcije se može sprovoditi na više načina, sa ciljem da se na kraju ove faze usvoji optimalni koncept rešenja. Na sl. 2 prikazan je jedan od mogućih redosleda u koncipiranju konstrukcije, forme "korak po korak".



Sl. 2. Redosled u koncipiranju konstrukcije
Order of phases in conceptual design
Последовательность в разработке конструирования

Početak u koncipiranju je identifikacija osnovnih problema. Proces se nastavlja apstraktnim rešenjem funkcionisanja sistema. Pod funkcionisanjem podrazumevamo stabilnu sposobnost ka određenim delovanjima, zadržavajući predznak pravilnog delovanja. Uopšte govoreći sistem može delovati i nepravilno, što ukazuje na stepen odgovornosti konstruktora u ovoj fazi. Funkcionisanje sistema je zapravo pravilno "ponašanje" sistema.

Zajedno sa funkcionisanjem, struktura je najvažnije svojstvo sistema. Struktura je karakteristika unutrašnje orga-

nizacije, reda i građe sistema, to je celokupnost elemenata i odnosa među njima.

Funkcionisanje sistema zadaje se strukturom. Kod relativno zatvorenih sistema, struktura potpuno određuje način funkcionisanja. Sa druge strane, jedna te ista funkcija može biti realizovana različitim strukturama. Ovakva veza između funkcionisanja i strukture sistema, uslovljava da se u fazi koncipiranja zasniva više funkcionalnih struktura, kako za opštu funkciju tako i za parcijalne funkcije sistema. Rešenja su alternativna i najčešće principijski moguća. Sposobnost je konstruktora da manje više apstraktno sagleda moguće funkcionalne strukture za realizaciju pravilnog funkcionisanja sistema.

Pretraživanjem, kombinovanjem i apstraktnim razmeštanjem dolazi se do izbora i utvrđivanja određenih konceptijskih varijanti. Ocnom utvrđenih varijanti i određenom metodom vrednovanja formira se koncept rešenja.

Neophodno je istaći da je koncipiranje veoma važna i odgovorna faza konstruisanja od koje u mnogome zavisi opšti kvalitet konstruisanja. Od konstruktora traži puno znanja o mogućim načinima funkcionisanja sistema, kao i sposobnost uspešnog prevođenja apstrakcije ka globalnoj konkretizaciji.

4. TRIBOLOGIJA I KONCIPIRANJE KONSTRUKCIJE

Koncipiranje kao početna faza transformisanja zadate apstrakcije u načelna rešenja zadatka, ima svoj metodičko-logički tok. Na sl. 3 prikazan je tok mogućeg koncipiranja konstrukcije, uključujući i tribološke aspekte u odlučivanju, vrednovanju i izboru rešenja. Koncipiranje započinje identifikacijom opšte funkcije sistema i završava izabranom koncepcijom. Poželjno je da izabrana koncepcija bude i tribološki ispravna.

Tretirajući genezu konstrukcije (K) kao svojevrsni skup podskupova parcijalnih funkcija (K_i), pišemo:

$$K = \{K_1, K_2, K_3, \dots, K_n\}$$

gde su:

$$K_1 = \{K_{11}, K_{12}, K_{13}, \dots, K_{1n}; TMS_{11}, TMS_{12}, TMS_{13}, \dots, TMS_{1n}\}$$

$$K_2 = \{K_{21}, K_{22}, K_{23}, \dots, K_{2n}; TMS_{21}, TMS_{22}, TMS_{23}, \dots, TMS_{2n}\}$$

.....

$$K_n = \{K_{n1}, K_{n2}, K_{n3}, \dots, K_{nn}; TMS_{n1}, TMS_{n2}, TMS_{n3}, \dots, TMS_{nn}\}$$

Tribomehanički sistemi (TMS) su elementi rešenja za pojedine parcijalne funkcije. Ostali elementi podskupova (K_{ii}) su elementi konstrukcije bez relativnog kretanja u kontaktu.

4.1. Opšta funkcija

Opšta funkcija je način "pravilnog" delovanja sistema kojim se pri određenim uslovima ulazne veličine preobražavaju (transformišu) u potrebne izlazne veličine. Neophodno je da su pri tome jasno usaglašene zavisnosti izlaznih od nezavisnih ulaznih veličina.

Od velikog broja mogućih karakteristika opštih funkcija, najvažnije su: složenost i stepen apstraktnosti. Stepenn apstraktnosti je dosta vezan za stepen složenosti opšte funkcije. Sistemi složenih opštih funkcija su po prirodi stvari i apstraktniji.

Osnovni princip systemske primene tribologije u fazi koncipiranja konstrukcije je primena bitnih znanja tribologije, uzimajući u obzir različite aspekte i uticajne faktore. Uz izvesna ograničenja, opšta funkcija sistema i tribološki aspekti moraju biti vezani relacijama:

- sistem - okruženje - tribološki procesi
- ulazne i izlazne veličine - tribološki procesi

Analiza okruženja je od značaja za opšte predviđanje očekivanih triboloških procesa u eksploataciji. Ovde je reč o okruženju kako fizičkom, tako i o psihološkom, socijalnom i finansijskom.

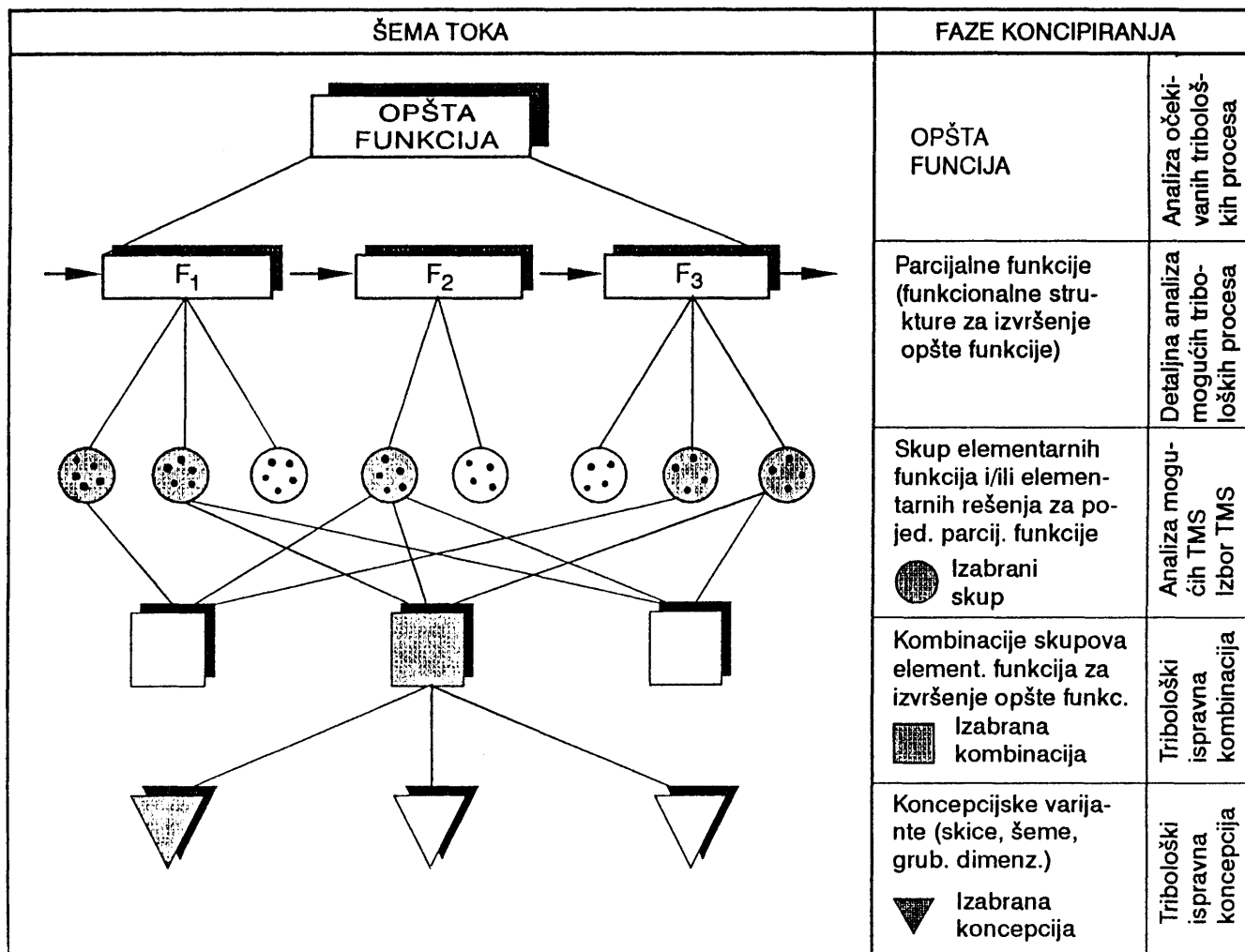
Fizičko okruženje sa svojim parametrima (temperatura, vlažnost, zapremina, zaprljanost) je posebno značajno za nastajanje i razvoj triboloških procesa. Prisutne su i poznate informacije o uticaju, recimo, vlažnosti i temperature na strukturu površinskog sloja, odnosno sastav maziva. Postoji i značajna kooperativnost između zaprljanosti okruženja i recimo abrazivnog habanja.

Psihološko okruženje (uzajamni odnosi ljudi, socijalni sastav i interes društva) kao i finansijsko okruženje, na svoj način utiču na ponašanje sistema i tribološke procese u eksploataciji.

Za logičko zasnivanje tehničkog sistema, neophodno je poznavanje ulaznih i izlaznih veličina. Kao ulazne veličine mašinskih sistema u preobražaju su: materijal, energija, signali (podaci).

Materijali kao ulazne veličine mogu biti tvrda tela, tečnosti, gasovi, čestice koji se u mašinskom sistemu: mešaju, odvajaju, boje, transportuju, pakuju ili prelaze u neko drugo stanje. U zavisnosti od vrste materijala moguće su prve indikacije očekivanih triboloških procesa. Primera radi, kavitaciono habanje je očekivano u slučajevima kada je tečnost ulazna veličina. Tečnost i čestice u kontaktu sa tvrdim telom su često uzrok erozionog habanja.

Energija kao ulazna veličina je tipa: mehaničke, toplotne, električne, magnetne, akustične, hemijske, atomske ili dr. Početne promenljive realizovane opštom funkcijom su sila, moment i snaga. U izvesnom smislu moguće ih je svrstati i u energiju jer se mogu ostvariti samo korišćenjem energije. Uticaj vrste energije na razvoj procesa



Sl. 3. Šematski prikaz koncipiranja konstrukcije
Schematics of conceptual design
Схема разработки конструирующей

habanja tehničkih sistema u značajnoj je korelaciji sa opštom funkcijom sistema. Ovo se posebno odnosi na energetske mašinske sisteme (motori, generatori, turbine, pumpe, ventilatori, kompresori i sl.)

Apstraktno predstavljanje opšte funkcije sistema u obliku "crne kutije" (black box) znači da se u fazi razrade problemi definišu opšte i opisuju funkcionalno što kraće. Zadatak je konstruktora da u ovoj fazi konstruisanja analizirajući ulazne i izlazne veličine, okruženje i opštu funkciju identifikuje moguće tribološke procese sistema. Detaljna identifikacija je uslov uspešnom pretraživanju principskih rešenja i konačnom izboru koncepta.

4.2. Parcijalne funkcije

Opšta funkcija je okarakterisana određenim stepenom apstraktnosti što je u tesnoj vezi sa određenim stepenom složenosti funkcije. Složene opšte funkcije su u principu više apstraktne, što utiče na količinu mogućih sredstava za njeno ostvarenje.

Na određenom nivou apstraktnosti pojavljuje se potreba za razlaganjem opšte funkcije na podfunkcije (parcijalne

funkcije) sa manjim stepenom složenosti. Razlaganje nastaje obično u trenutku kada je ustanovljen radni princip funkcionisanja mašinskog sistema. Proces raščlanjavanja opšte funkcije na parcijalne funkcije finijih funkcionalnih struktura sprovodi se do određenog nivoa. Proces traje sve dotle dok raščlanjenje funkcije ne budu tako niskog stupnja kompleksnosti da je za svaku pojedinu moguće pronaći odgovarajući princip rešenja. Pored osnovne radne funkcije u parcijalnim funkcijama su i pomoćne funkcije: pripreme, opsluživanja, upravljanja, regulisanja i usklađivanja.

Svaka parcijalna funkcija sistema izvršava se određenim principima do kojih se dolazi raščlanjavanjem parcijalnih na elementarne funkcije. Najčešće se svaka parcijalna funkcija može rešiti skupom elementarnih funkcija, što znači da za svako rešenje parcijalnih funkcija postoji ponuda više različitih skupova elementarnih funkcija. Najjednostavniji je slučaj kada je složenost parcijalne funkcije takva da za nju postoje gotova rešenja. Najčešće je funkcionalna struktura za izvršenje opšte funkcije takva da za pojedine parcijalne funkcije postoje gotova reše-

nja, a za druge se mora poći od traženja mogućih principa rešenja.

Razlaganjem opšte funkcije na parcijalne funkcije manjeg stepena složenosti stiču se uslovi za detaljniju analizu očekivanih triboloških procesa. Identifikacija osnovnih radnih funkcija kao i grupe pomoćnih funkcija olakšava definisanje mogućeg pravca razvoja trenja i habanja.

4.3. Elementarne funkcije i TMS

Svaka parcijalna funkcija sistema izvršava se određenim principima do kojih se dolazi raščlanjavanjem parcijalnih na elementarne funkcije, koje su hijerarhijski na nižem stepenu složenosti. Izvršenje elementarnih funkcija najčešće se vrši mašinskim elementima.

Tribomehanički sistemi kao dinamički izvršioci elementarnih funkcija su od posebnog značaja pri koncipiranju i konstruisanju mašinskih sistema jer određuju pouzdanost mašina u 80% slučajeva otkaza. Posmatrano u ravni opšteg funkcionisanja TMS se mogu okarakterisati kao sistemi u kojima se javljaju procesi "prenosa" ili "preobražaja" funkcionalnih veličina (na pr. kretanje, rad, materijali). Proces se dešavaju na kontaktnim površinama i sa uzajamnim delovanjem materijalnih površina u relativnom kretanju definišu tribološke procese TMS.

U ovoj fazi opšteg koncipiranja konstrukcije posebno je važan izbor TMS za izvršenje elementarnih funkcija kojima se definišu principi rešenja pojedinih parcijalnih funkcija.

Izbor TMS započinje analizom skupa poznatih ulaznih veličina (X), pri čemu je elementarna funkcija poznata (tehnička funkcija sistema). Pri analizi dobro je uzimati u obzir i radne karakteristike sistema, pri čemu je tip kretanja najčešće već potpuno definisan, a opterećenje, brzina i temperatura se globalno očekuju. Skup izlaznih veličina TMS (Z) je zadat tehničkom funkcijom sistema. Princip rešenja elementarne funkcije je definisan mehanizmom transformacije (Y) koga je moguće birati i koji može imati f jednačina.

Mehanizam TMS proizilazi iz njegove strukture, što znači da za realizaciju elementarne funkcije postoji ponuda više TMS različitih struktura.

Struktura sistema (S) je predstavljena elementima sistema (E), svojstvima elemenata (K) i uzajamnim dejstvima između elemenata (U).

Pri analizi ponuđenih struktura TMS u fazi koncipiranja konstrukcije, analiziraju se triboelementi (1 i 2), kao i okruženje. Vezujući ih za radne karakteristike (relativno kretanje) dobijaju se prvi podaci o mogućim mehanizmima trenja i habanja.

Iz grupe svojstava elemenata, u fazi koncipiranja konstrukcije, moguće je analizirati samo geometrijsku formu

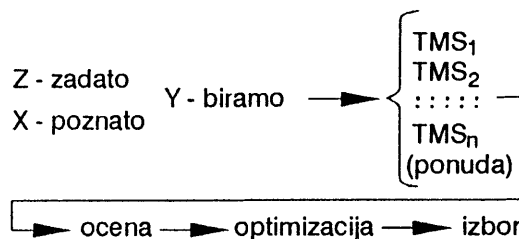
triboelemenata (1 i 2). Ostala svojstva triboelemenata (materijali, topografija i dr.), maziva i atmosfere uzimaju se u obzir u fazi konstruisanja detalja, pri konačnom oblikovanju konstrukcije.

Uzajamna dejstva među elementima, kao komponenta strukture sistema su od odlučujućeg značaja pri konačnom izboru TMS.

Ceo proces izbora elemenata rešenja pojedinih parcijalnih funkcija, odnosno TMS za izvršenje elementarnih funkcija se može predstaviti kao:

Data je elementarna funkcija

- neodređeni proizvod (TMS)



Za svaki TMS važi: $Z = Y(X)$

$Y = Y(S)$

$S = \{E, K, U\}$

Pitanja izbora TMS iz gama ponuđenih mogućnosti je pitanje pravilnog odnosa prema tribološki ispravnoj koncepciji. Tribološki parametri ocene za optimizaciju i izbor TMS su:

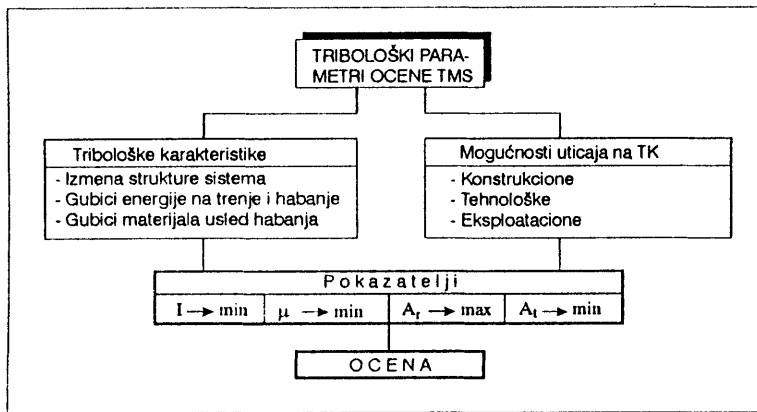
- Tribološke karakteristike TMS
 - ▶ izmena strukture sistema
 - ▶ gubici energije na trenje i habanje
 - ▶ gubici materijala usled habanja
- Mogućnosti uticaja na tribološke karakteristike
 - ▶ konstrukcione
 - ▶ tehnološke
 - ▶ eksploatacione

Tribološke karakteristike TMS su elementi strukture samog sistema i rezultat su uzajamnih delovanja među elementima. Za odlučivanje pri izboru neophodno je poznavanje osnovnih triboloških karakteristika ponuđenih TMS.

Navedene mogućnosti uticaja na tribološke karakteristike TMS po pravilu se primenjuju u fazi konstruisanja detalja.

Na sl. 4. prikazani su tribološki parametri ocene TMS kao i pokazatelji ovih parametara.

Kombinacijom izabranih skupova elementarnih funkcija u kojima su i tribološki ispravni TMS dolazi se do izabrane kombinacije, odnosno izabrane koncepcije. Neophodno je pri tome voditi računa o uzajamnim odnosima TMS



Sl. 4 Tribološki parametri ocene TMS
Tribological parameters of the TMS evaluation
Трибологические параметры оценки ТМС

u tehničkom sistemu, a posebno o mogućim tribološkim reakcijama kada jedan TMS rešava više elementarnih funkcija. Izabrana koncepcija mora biti i tribološki ispravna.

Iz grupe formiranih konceptijskih varijanti odabira se optimalna koncepcija. Za donošenje ovakve odluke može se koristiti više metoda, od kojih je možda najprikladnija metoda vrednovanja. Da bi izabrana koncepcija bila i tribološki ispravna neophodno je u tehničke kriterijume ocenjivanja (ispravnost, pouzdanost, održavanje, itd.) uključiti i parametre tribološke ocene formiranih varijanti. Valja napomenuti da često tribološki zahtevi nisu u skladu sa ostalim zahtevima pravilnog konstruisanja, pa se metodom vrednovanja dolazi do optimalne konstrukcije.

Glavni tehnički zadatak tribologije je stvaranje takvih uzajamnih delovanja u TMS pri kojima se sile i opterećenja prenose pri minimalnom habanju.

4.4. Tribološki aspekti i tribološki informacioni sistem

Rešenje pojedinih parcijalnih funkcija je skup elementarnih funkcija odgovarajućih principa. Do njih se dolazi korišćenjem literature, konstrukcionih kataloga, banke podataka, matematičkom analizom, analizom poznatih konstrukcija, analizom prirodnih sistema, modelskim ispitivanjem i dr.

Uključivanje triboloških aspekata u proces konstruisanja i dobijanje "tribološki ispravne koncepcije" je skoro nemoguće bez korišćenja informacija koje čine deo informacionih resursa. Praktični rezultati dostignuća tribologije značajno su manji od potencijalnih mogućnosti. Jedan od uzroka je nedovoljna informacija o načinu i rezultatima rešenja različitih triboloških zadataka.

Dosadašnji skromni rezultati u oblasti uvođenja tribologije u proces konstruisanja neminovno zahtevaju intenzivniji razvoj kompjuterizovanih triboloških sistema koji poseduju baze podataka i imaju u svom sastavu sistem upravljanja.

Neophodno je ubrzati razvoj banaka podataka koje raspolažu podacima o tribološkim karakteristikama važnijih tribomehaničkih sklopova i sistema, a koji će biti organizovani tako da su dostupni i najširoj mreži korisnika. Ovo je posebno važno za rešavanje jednog od osnovnih zadataka tribologije - obezbeđenje pouzdanosti TMS u stadijumu konstruisanja, tehnološke pripreme i eksploatacije.

Strategija osnovnih naučnih pravaca tribologije je uvek vezivana za poboljšanje sposobnosti materijalnih elemenata TMS da se suprotstave habanju u različitim sredinama i pri različitim vrstama trenja.

Da bi godišnje publikovanje više od 14.000 radova posvećenih problemima trenja i habanja postalo i dostupna informaciona snaga, neophodno je organizovano prikupljanje podataka, čuvanje, korišćenje i podrška.

Razvoj triboloških informacionih sistema u svetu, započet 1967. godine (baze podataka TRIBO, ACTIS i dr.), već duže vreme upozorava da se kod nas mora krenuti dalje od početka pojedinih komponenti ovakvih sistema.

5. ZAKLJUČAK

Tribološki aspekti u procesu konstruisanja i "tribološki ispravna konstrukcija" su nove mogućnosti u podizanju kvaliteta konstruisanja.

Koncipiranje kao početna faza transformisanja zadate apstrakcije u načelna rešenja zadatka, uključuje i tribološke aspekte u odlučivanju, vrednovanju i izboru rešenja. Uključivanje započinje analizom očekivanih triboloških procesa a završava se tribološki ispravnom koncepcijom.

Tribološki aspekti u procesu konstruisanja su značajna mogućnost u podizanju kvaliteta mašinskih sistema, jako vezani za stvaranje, razvoj i korišćenje triboloških informacionih sistema. Dosadašnji skromni rezultati u oblasti uvođenja tribologije u proces konstruisanja, posebno kod nas, opominju da se mora krenuti dalje od početka.

LITERATURA

- [1.] PAHLG., BEITZ W.. Engineering Design, The Design Council, London, 1984.
- [2.] ČIHOS H.. Sistemni analiz v tribonike, Mir, Moskva, 1982.
- [3.] KOSTELIĆ A.. Teorija proizvoda-znanstvena osnova razvoja proizvoda, Strojstvo, 2/3, 1989.
- [4.] HUBKA V.. Teorija tehničkih sistem, Mir, Moskva, 1987.
- [5.] OGNJANOVIĆ M., Metodika konstruisanja mašina, Mašinski fakultet, Beograd, 1990.

- [6.] OBERŠMIT E.. *Osnove suvremene nauke o konstruiranju*, Strojarsvo, 1, 1977.
- [7.] KOSTECKII B. I.. *Zadaci tribologii v mašinstroenii*, Vestnik mašinstroenia, No 9, 1989.
- [8.] GOLEGO N. L., ZAHAROV S. M., BUDA A. P., NATANSON M. E.. *Nacionalnie informacionie bazi danih po tribologii*, Trenie i iznos, Tom 9, No 6, 1988.

- [9.] TANASIJEVIĆ S.. *Tribologija u konstruisanju*, Tribologija u industriji, 12, No 1, 1990.
- [10.] TANASIJEVIĆ S.. *Tribološki aspekti konstruisanja*, YUTRIB 91, Kragujevac, 1991.

* Rad je izložen na Trećoj jugoslovenskoj konferenciji o tribologiji YUTRIB'93, Kragujevac, 24.-25. juna 1993.god.

Tribological Aspects in Conceptual Design

Modern knowledge of design still does not contain enough of tribological aspects of design. In this paper it was attempted to point to the main directions in application of tribology principles in the phase of conceptual design. The correct concept of design is that one which takes into account the tribological aspects in the phase of conceptual design.

Трибологические аспекты конструирования

Современная теория конструирования всё ещё не уделяет достаточно внимания трибологическим аспектам. Автор настоящей работы указывает на важнейшие направления учёта принципов трибологии на этапе конструирования, исходя из необходимости правильной конструкции.