

Optimalno prilagođavanje držala obratcima za čišćenje

Prilagođavanje košara za čišćenje stroju za čišćenje i obratcima znači učinkovitije čišćenje. Jedna od smjernica pri tome je optimalno pozicioniranje obradaka na nosačima u košari. Kako bi to postigli, Metallform primjenjuje alate podržane računalom (CAD). Optimalno pozicioniranje obradaka omogućuje procesnoj tehnologiji pristup svim kritičnim mjestima, kao što su posebni provrti i podrezane površine. Na taj način se čestice i filmovi nečistoća mogu brzo i pouzdano ukloniti te osigurati učinkovito sušenje obradaka. Druga posebnost Metallformove košare za čišćenje je vrlo mala kontaktna površina obratka s držalima u košari. I to također poboljšava učinkovitost čišćenja i skraćuje vrijeme procesa.

Nehrđajući čelik za dugi vijek uporabe i najveću sigurnost

Metallform izrađuje košare za čišćenje i država za obratke od nehrđajućeg čelika s elektrolitski poliranom površinom. Prednost primjene nehrđajućeg čelika visoke kvalitete i poliranih površina je u neograničenoj primjeni različitih vrsta sredstava za čišćenje te u zaštiti obradaka od nečistoća kao što je korozija i izlučeni cink, koji bi mogli nastajati na košarama za čišćenje i držalima. Pored izvorne konstrukcije i materijala, kvalitetna je i Metallformova izrada košara za čišćenje i držala. Svi kontakti su potpuno provareni pa stoga nema oštih i opasnih bridova, koji bi mogli uzrokovati ozljede. Košara za čišćenje možda ne poboljšava stroj za čišćenje, no omogućuje da proces čišćenja (koji je obično skup) djeluje s najvećim mogućim iskorištenjem.

» www.metallform.de

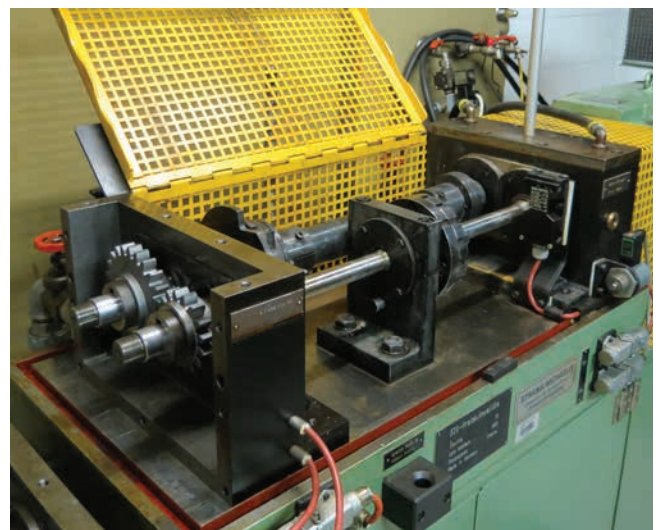
» Karakteristična oštećenja zupčaničkog para

dr. Boris Kržan
dr. Mitjan Kalin

Osnovni cilj zupčaničkih pogona je prijenos snage i okretanja s motora na pogonski dio radnog stroja. Među svim pogonima, zupčanički su još uvijek najrašireniji. Prijenos mehaničke energije odvija se preko kontakta zupčaničkog para, koji svojim oblikom osigurava da se snaga i okretanje prenose ujednačeno i sa što manjim gubitcima energije.

Dimenzioniranje zupčaničkih parova u skladu sa smjericama standarda SIST ISO 6336 predviđa kontrolu nosivosti i pogonske izdržljivosti bokova zubi. Sigurnost od loma zuba je nedvojbeno nužna, iako je za pouzdano pokretanje pogonskog zupčanika potrebno, da bokovi zubi očuvaju prvotnu, tijekom konstrukcije definiranu i u proizvodnom procesu načinjenu geometriju. Oštećenje ovdje definiramo kao deformaciju boka zuba, koja smanjuje njegovu funkcionalnost. U preporuci ANSI/AGMA 1010-E95 je definirano 36 različitih oštećenja zupčaničkih parova. Možemo ih sistematizirati u sedam grupa: lom zuba, istrošenje, zaribavanje, oštećenja radi umora materijala, oštećenja radi vanjskih utjecaja, greške izrade i preostala oštećenja. U posljednje spadaju korozija i tarna korozija.

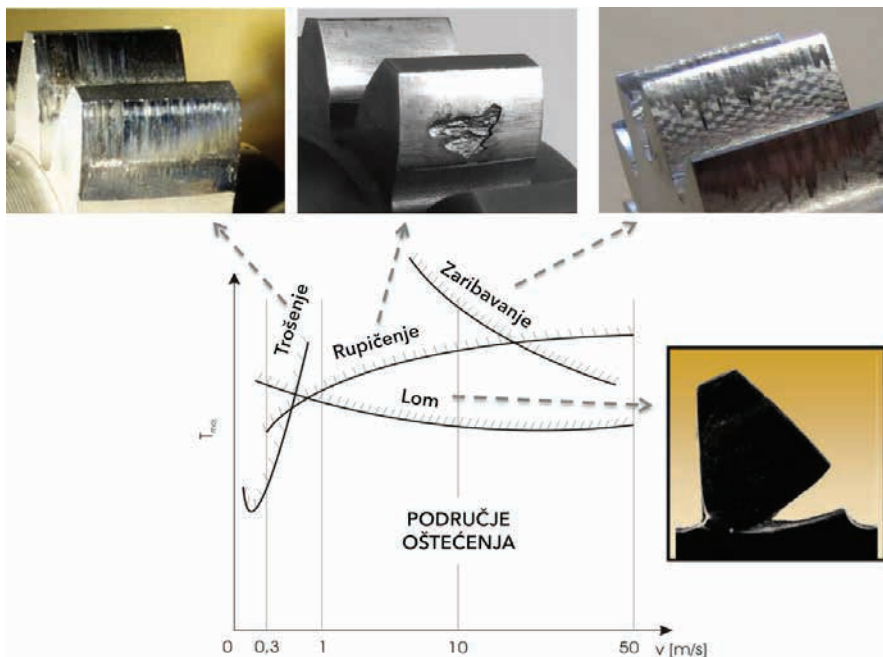
Slika 1 prikazuje, da su za cementirani zupčanički par za različite brzine karakteristična različita oštećenja. Radi preglednosti su u dijagram ucrtana samo oštećenja koja se najčešće javljaju u praksi. Točan tijek i međusobne odnose graničnih krivulja određujemo prije svega



» Slika 1: Standardno ispitivanje za određivanje nosivosti i pogonske tvrdoće zupčaničkog para



Dr. Boris Kržan, dr. Mitjan Kalin
▪ Fakultet za strojarstvo, Sveučilišta u Ljubljani



» Slika 2: Granične krivulje nosivosti zupčaničkog para i karakteristični oblici oštećenja na paru

na temelju opsežnog eksperimentalnog rada zajedno sa standardnim proračunima (Slika 2). Za svaku pojedinu kombinaciju pogonskih uvjeta, materijala zupčanika, toplinske obrade površine bokova zubi, kvalitete obrade površine, vrste maziva, sustava podmazivanja i geometrije bokova zubi, dobijemo karakteristično odnose graničnih krivulja.

Normalno ili abrazivno trošenje karakteristično je za zupčanički pogon koji ima malu brzinu te je vrlo opterećen. Za oštećenja su karakteristične napukline na bokovima zubi, koje se javljaju u smjeru klizanja po čitavoj duljini zahvata. Ujedinjeno su oštećeni svih bokovi zubi. Pri malim okretajima i visokim opterećenjima se pri potopnom podmazivanju pojavljuje poteškoća s dovođenjem ulja u kontakt zupčaničkog para. Dobra odluka je primjena masti, posebno za brzine pogonskog zupčanika manje od 30 okr/min. S povećanjem brzine se dovođenje maziva poboljšava o vjerojatnost normalnog trošenja praktično više ne postoji, no povećava se vjerojatnost nastanka zaribavanja, rupičenja ili loma zuba.

Oštećenje loma zuba je obrađeno u proračunu čvrstoće i općenito ne ovisi o mazivu. Razlikujemo lom u korijenu zuba i lom na boku zuba. Lom u korijenu zubnog boka uobičajeno počinje s malom napuklinom, koja se pri opterećenju otvara, a pri rasterećenju zatvara. Napuklina se s vremenom povećava, sve dok se presjek zuba toliko ne smanji, da pri danom opterećenju ne nastane lom. Najčešći uzrok za nastajanje inicijalne napukline su preoštar prijelaz boka zuba i osnovnog cilindra u nepravilna toplinska obrada pri kojoj nastaju mikronapukline.

Rupičenje (eng. pitting) je oštećenje, koje nastaje kao posljedice umora materijala na valjno-kliznim kontaktnim površinama, odvojenim filom za podmazivanje odgovarajuće debljine. Radi ponavljajućeg površinskog napreznja, nakon određenog broja ciklusa, na mjestu najvećih lokalnih napreznja nastaju površinske ili ispodpovršinske napukline u materijalu, koje se s vremenom šire, a nakon određenog vremena s površine ispadaju istrošene čestice u obliku ljuski. Na površini nastaje karakteristično oštećenje u obliku jamice, u pravilu na području negativnog klizanja, a to je na području jedinstvene unutrašnje kontaktne točke pogonskog zupčanika. Opterećenje, viskoznost i temperatura ulja, veličina relativnog klizanja, hrapavost površine i obodna brzina su najvažnije utjecajne veličine za nastajanje rupičenja na bokovima zubi zupčaničkog para od odgovarajućeg materijala i s određenom geometrijom. Karakteristično,

poprilično veliko oštećenje na boku zuba pokretanog zupčanika sa cementiranom površinom prikazana je na Slici 2.

Zaribavanje (eng. scuffing) je lokalno oštećenje bokova zuba. Nastaje kao posljedica visoke kontaktne temperature, koja nastaje radi kombinacije povišenog površinskog tlaka i/ili relativne brzine klizanja i to nenadano, bez prethodnog upozorenja. Oštećenje zaribavanja povezano je s prijenosom materijala između obje kontaktne površine radi uzastopnih proboja podmazivajućeg filma i nastajanja lokalnih mikrozavara te njihovih nasilnih lomova kao posljedica međusobnog pomaka kontaktnih površina. Mehanizam trošenja, karakterističan za zaribavanje, je adhezija. Metali, a posebice s kristalnom rešetkom istog tipa, vrlo su sklone međusobnoj adheziji i pokazuju malu otpornost na adheziju. Početka oštećenja se javljaju kao pojedini napukline na tjemenu i/ili korijenu boka zuba, gdje su brzine klizanja najveće i mogućnost proboja podmazivajućeg filma najveći. S radom su napukline sve dublje, šire i dulje. Primjer oštećenja na tjemenu boka zuba prikazuje Slika 2.

Zaribavanje se na kontaktu zuba javlja u uvjetima graničnog podmazivanja, gdje debljina filma za podmazivanje nije dovoljna da bi zaštitila međusobno pokretne površine bokova zuba. Na nastajanje oštećenja zaribavanja utječu brzina rada zupčanika, hrapavost bokova zubi te prije svega brzina klizanja na tjemenu i u korijenu boka zuba. Mazivo mora obavezno sadržavati EP-aditive, a potrebno je izabrati i optimalnu viskoznost. Ukoliko je moguće, prije redovitog rada preporuča se pripasivanje, koje vijek trajanja zupčaničkog para može povećati i do tri puta. Kriterij za ocjenu proboja filma za podmazivanje je temperatura na kontaktnoj točki. Zaribavanje se javlja, kada stvarna temperatura premaši graničnu temperaturu zaribavanja. Računski model je određen standardom SIST ISO/TR 13 989 i obuhvaća određivanje temperature na bokovima i integralne temperature. Prema kojoj metodi treba biti proveden proračun kontaktne temperature, standard ne određuje, iako prevladava metoda integralne temperature.

S izborom odgovarajućeg maziva, možemo bitno utjecati na nastajanje većine oštećenja zupčaničkog para. Važno je, da se tijekom rada osigurava primjerena kvaliteta izabranog maziva. Općenito, nedovoljno održavanje je i dalje glavni uzrok za nastajanje oštećenja zupčaničkih parova i premašuje značenje nastajanja nenormalnih uvjeta rada, koji jednako tako dovode do nastajanja oštećenja.