

Merenje obrtnog momenta

U visoko mehanizovanom društvu, obrtni moment je jedna od najvažnijih mehaničkih veličina koje se mere. Nije bitno merenje obrtnog momenta samo kod parnih turbina nominalnog momenta 50kNm pri 8000o/min i izlaznom snagom od 40MW ili kod motora Formule 1 sa 1 do 2kNm pri 20.000o/min, već u stvari kod svega gde imamo korišćenje obrtnog kreenja.

Ima nebrojeno primera preimene merenja obrtnog momenta kod probnih stolova, praćenje i kontrole procesa u proizvodnji, kontrole kveliteta, istraživanja i razvoja.

Sve važnije, u cilju optimizacije, postaje tačnost izmerenih vrednosti, pouzdanost i ponovljivost rezultata. Naročito je to izraženo kod istraživanja i razvoja motora i prenosnika snage.

Problemi vezani za energiju sa kojima se danas suočavamo, otvaraju vrata za nove primene.

Metode merenja momenta

Proračun iz električne snage

Obrtni moment se može izračunati preko električne snage i brzine obrtanja. Sa današnjim instrumentima je lako izmeriti oba parametra; ipak računski dobijen moment ima poveću grešku, pošto rasipanje snage i stanje mašine imaju veliki uticaj.

Oblasti gde se primenjuje ovaj metod su praćenje procesa, kao što su mešalice, mikseri meljači i slično, pošto je bitno merenje dodatnih veličina kao što je reaktivna snaga ili efikasnost. Bitna prednost ove metode je to što nije potrebna mehanička itervencija da bi se obavilo merenje.

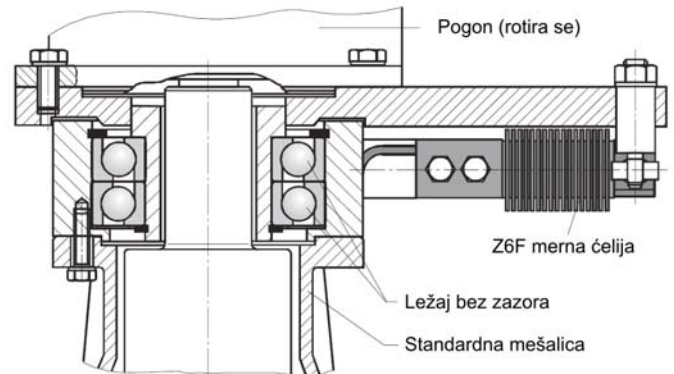
Nesigurnost koja je vezana za ovakav način računskog merenja je nekoliko puta veća nego merenje sa senzorima sa mernim trakama.

Merenje reaktivnog momenta preko poluge

Veoma česta metoda utvrđivanja snage je princip da je obrtni moment jednak reaktivnom momentu na poluzi. Slika prikazuje primer ovakvog merenja, gde se na poluzi koristi davač sile sa odgovarajućim prihvatom, a moment čini proizvod izmerene sile i kraka na kom se nalazi davač. Problem kod ovog rešenja je potreba za kompleksnom mehanikom, kako bi se izbegli uticaji prihvata senzora, termičke dilatacije poluge usled promene temperature, i različiti režimi rada.



Druga stvar je da inercija velikih masa otežava dinamička merenja. Moment inercije deluje kao niskopojasni filter. To u nekim slučajevima može biti i prednost, kada nema potrebe za merenjem dinamike, davač sile se ne izlaže dodatnim dinamičkim uticajima. Pored primene kod probnih stolova za motore, prenosnika snage i spojnice, česta primena je utvrđivanje viskoznosti supstance u svrhu kontrole procesa mešanja. U tom slučaju se motor oslanja u ležajevima, a obrtanje sprečava davač sile, idejno rešenje je dato na slici:

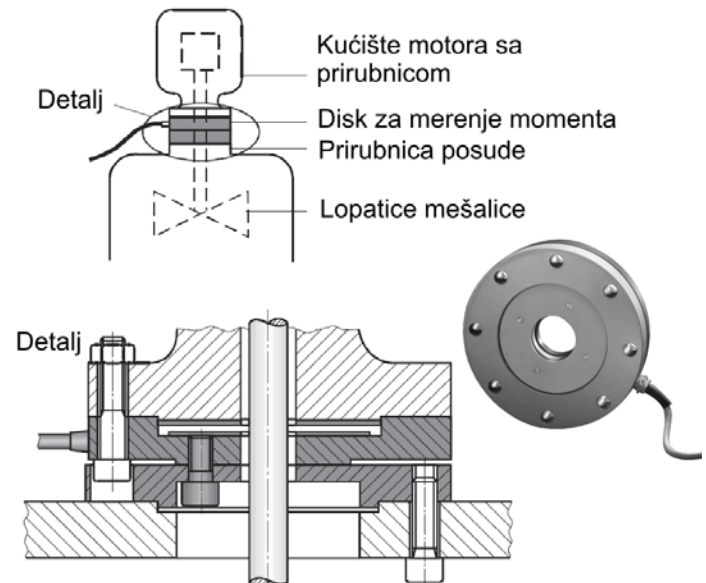


Osnovni kriterijumi za izbor davača sile za ovu primenu su:

- krutost (veća krutost daje više sopstvene frekvencije sistema, niža krutost daje veći ugib senzora pri opterećenju, što može biti korisno prilikom zaštite od preopterećenja)
- konstrukcija i gabariti
- smer sile (istezanje i/ili pritisak)
- potrebna tačnost
- cena.

Reaktivni davači momenta

Reaktivni davači momenta kombinuju u jednom senzoru spoj ležaja i davača sile sa polugom opisan u prethodnoj metodi. Oblast primene je merenje nerotirajućeg momenta: praćenje procesa kod mešanja, mlevenja i sličnih miksera. U ovom slučaju se senzor nalazi direktno između posude i pogona lopatica za mešanje. Pogon mešalice prolazi kroz davač. Na slici je dato idejno rešenje za merenje viskoznosti na bazi reaktivnog momenta.

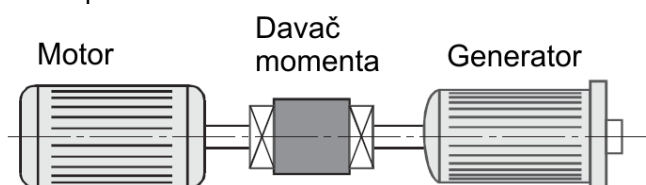


Pogonski moment koji se dovodi u mešalicu se mora preneti od kućišta do priрубnice posude u obliku reaktivnog momenta. Disk za merenje reaktivnog momenta - TB1A, je montiran tačno tu, između priрубnice motora i posude. Vratilo mešalice prolazi vertikalno kroz centar davača, a motor se oslanja na davač. Interesantno je da trenje u ležajevima u motoru, nasuprot trenju u ležaju u donjoj zoni mešalice ne utiče na grešku u merenju momenta viskoznost. Ukoliko se reduktor nalazi između senzora i posude, prenosni odnos se mora uzeti u obzir, kako se ne bi pogrešilo prilikom izbora mernog opsega senzora. Test zamora na uvijanje je još jedna oblast primene.

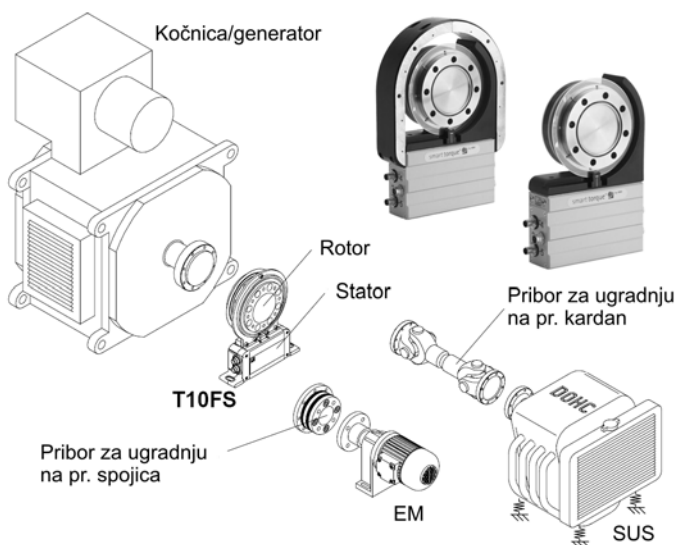
Direktno merenje obrtnog momenta (in-line)

Ova metoda zahteva rotirajući senzor koji se direktno montira u transmisiju. Slika pokazuje ovaj princip. Davači momenta u ovom slučaju dolaze u tri oblika:

- vratilo sa ležajevima
- vratilo bez ležaja
- priрубnica.



Davač momenta se nalazi u pogonskom lancu



Fizički principi senzora mogu biti sledeći:

- hidraulični, pneumatski
- prevođenje elastične deformacije u kapacitivnost, induktivnost, otpornost, provodljivost ili fazu.

Danas se najčešće koristi princip merenja deformacije senzora koja je proporcionalna obrtnom momentu uz pomoć mernih traka, koje menjaju otpornost proporcionalno deformaciji. Ovaj princip se dokazao kroz 60 godina i danas nudi najveću tačnost sa najboljim dinamičkim odzivom senzora.

Merne trake kod merenja momenta

Senzori momenta bazirani na mernim trakama se sastoje od opružnog elementa (telo davača) i pribora

za povezivanje davača na postojeći sistem. Osnovne karakteristike ove tehnologije su sledeće:

- merne trake u Vitstonovom mernom mostu sa odgovarajućim kompenzacijama imaju odlične karakteristike po pitanju linearnosti, histerezisa i ponovljivosti
- pošto je masa mernih traka zanemarljiva, frekvencije koje se ispituju mogu biti veoma visoke (>50kHz). Centrifugalno ubrzanje veće od 10.000m/s^2 ne predstavlja problem
- statika i dinamika se lepo snima
- merne trake se ponašaju odlično pod vibracijama, tako da su veoma stabilne kod promenljivih opterećenja
- davači momenta sa mernim trakama su izuzetno dugovečni, kada se pravilno ugrade
- temperatura ima malo uticaja na pravilno kompenzovane merne trake, tako da senzor pokriva širok temperaturni opseg
- moment se može meriti u oba smera
- davač sa mernim trakama može da kompenzuje ostala nepoželjna opterećenja, kao što su savijanje, aksijalna sila i bočne sile...



Ovde je dotaknut samo deo problematike vezane za merenje momenta. Više informacija vezanih za:

- konstrukciju davača momenta
- izbor davača momenta
- ugradnju davača momenta
- uticaje vibracija i poravnanja
- kalibraciju momenta

možete naći na www.hbm.com/torque ili u knjizi „Measuring Torque Correctly“, firme HBM Darmstadt.

Ključne reči: obrtni moment, snaga, broj obrtaja, sila, probni stolovi, viskoznost, motori, prenosnici snage, spojnice, obezbeđenje kvaliteta.

Autor: Hotimir ml. Ličen, TRCpro, Petrovaradin

