

## » Izbira strategije vzdrževanja – vzdrževanje po stanju

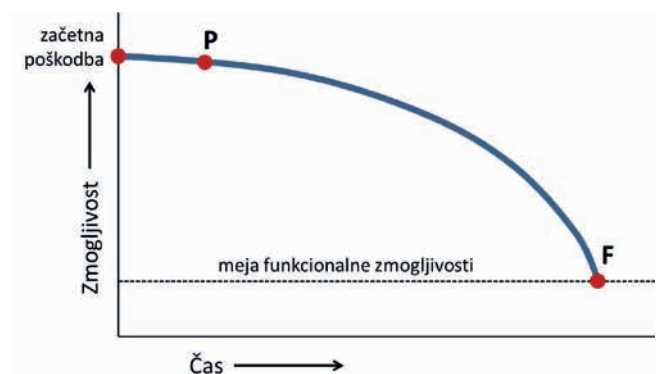
dr. Boris Kržan  
dr. Mitjan Kalin

Z vzdrževanjem po stanju se skuša odpraviti ena od osnovnih pomanjkljivosti planskega preventivnega vzdrževanja – neizkoriščenost elementov in komponent, ki jih menjamo precej pred nastankom funkcionalne poškodbe. Pri kurativnem vzdrževanju komponente menjamo prepozno, pri preventivnem planskem vzdrževanju prehitro. Primarni namen vzdrževanja po stanju pa je menjava tik pred funkcionalno poškodbo. Britanski standard BS 4778 opredeli vzdrževanje po stanju kot tehnologijo, ki zahteva stalno ali redno merjenje in vrednotenje podatkov, s katerimi spremljamo stanje elementa, naprave ali sistema, na podlagi sprememb pa predpišemo ustrezen časovno nadzorovan vzdrževalni ukrep.

Osnova vzdrževanja po stanju je transformacija fizikalnega pojava, značilnega za obratovanje delovnega sredstva, v diagnostični signal (Slika 1). V smislu obdelave je najbolj zaželen transformacija v električni signal, saj je najenostavnejši za prenos, obdelavo in analizo. Za izvajanje vzdrževanja po stanju je nujno potrebno poznavanje korelacij med parametri, ki jih spremljamo z meritvami in stanjem delovnega sredstva, definirane morajo biti mejne vrednosti, poznati moramo vzrok nastanka poškodbe ter njen razvoj skozi čas. Potrebno je torej veliko več znanja in materialnih sredstev kot za izvajanje kurativnega ali preventivnega planskega vzdrževanja.



» Slika 1: Spremljanje stanja s kontrolo parametra



» Slika 2: Spremljanje funkcionalnega stanja delovnega sredstva. P – preteča poškodba, možna detekcija poškodbe; F – funkcionalna poškodba.

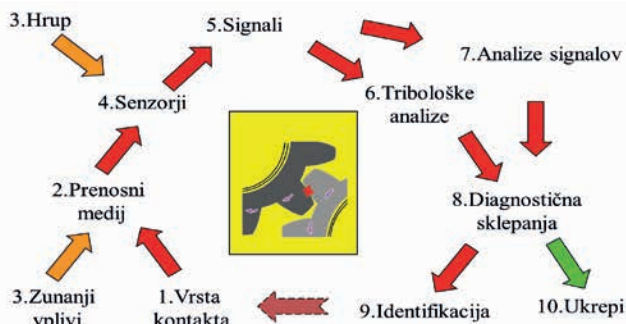
Vzdrževanje po stanju zahteva uporabo metod tehnične diagnostike, saj občutljivost osnovnih človeških čutil ni več dovolj. Človeško oko lahko npr. zazna delce, večje od 40 mikrometrov, medtem ko so v hidravliki obrabni delci velikost 20 mikrometrov že indikator čezmerne obrabe. Za detekcijo poškodb v začetni fazi nastanka je torej potrebna diagnostična oprema, s katero lahko zaznamo šibke signale, ki sicer sčasoma postajajo močnejši, vendar pa je takrat preostanek obratovalne dobe sorazmerno krajši. Drugi pomembni cilj vzdrževanja po stanju je torej zagotavljanje čim daljšega časa med detekcijo inicialne poškodbe in dejanskim nastopom funkcionalne poškodbe, ko komponenta ni več sposobna izvajati svojih primarnih nalog, za katere je bila konstruirana in izdelana (Slika 2). Ta vmesni opozorilni čas omogoča oddelku za vzdrževanje pripravo posega, ki bo omogočal nemoteno in varno nadaljnje obratovanje. Primer, v dobro zasnovanem sistemu je



dr. Boris Kržan, dr. Mitjan Kalin  
• Fakulteta za strojništvo Univerze v Ljubljani

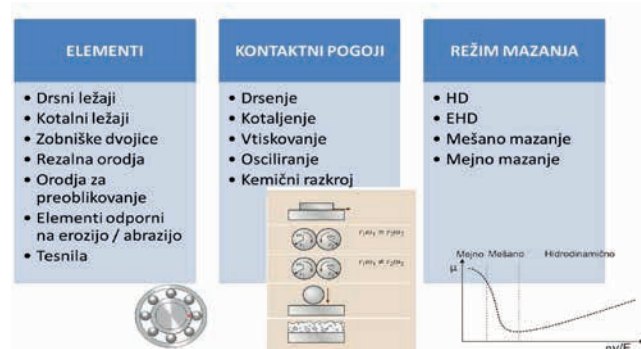
opozorilni čas za kotalni ležaj vsaj tri mesece. Seveda je podatek zelo splošen, saj je napredovanje poškodbe s časom odvisna od vrste poškodbe, tipa vgrajenega kotalnega ležaja, obremenitvenega cikla, maziva in vrste mazanja, temperature obratovanja in drugih vplivov.

Osnovne metode spremljanja stanja mehanskih sistemov so predstavljene v preglednici. V uporabi so še številne druge: ultrazvočna analiza, spremljanje sprememb toka elektromotorja, endoskopske preiskave, akustična emisija, metode za detekcijo korozije in druge.



» Slika 3: Tribodiagnostični krog TDG

Slika 3 prikazuje tribološki pristop spremljanja stanja parametra v obliki tribodiagnostičnega kroga (TDK). Na začetku (1) je treba definirati vrsto kontakta in zbrati podatke o geometriji (topografija, krivinski radij itd.) in materialu (trdota, lomna žilavost itd.) elementov (Slika 4). Običajno senzorjev ne moremo namestiti neposredno na mesto kritičnega kontakta, zato signali od območja kontakta do senzorjev (5) potujejo po prenosnem mediju (2). Lokacija namestitve senzorja je zato zelo pomembna, saj je koeficient prenosa signala lahko zelo velik in oslabi diagnostične signale iz kontakta. Poleg merjenega signala lahko zajamemo še neželene motilne signale (3) iz okoliških virov, ki so pri analizi prav tako vir težav. Obdelava zajetih signalov v tribodiagnostičnem krogu



» Slika 4: Opredelitev vrste kontakta v TDG

Metoda	Vrsta	Oblika
FI-KE stabilnost maziv	Off-line	Standardne laboratorijske analize
	On-line	Enostavne analize na kraju samem (on-site)
Analiza obrabnih delcev	Off-line	Kvantitativne analize, kvalitativne analize
	On-line	Kvantitativne analize
Zaznavanje vibracij	Off-line	Prenosne naprave
	On-line	Nameščeni senzorji
Zaznavanje temperature	Off-line	Termovizija (IR kamera)
	On-line	Senzorji (termoelement, uporovni, ...)

» Preglednica: Osnovne metode tehnične diagnostike

poteka v dveh paralelnih vejah, ki se seveda tudi prepletata. Prva veja (7) vključuje klasične metode analize signalov (povprečenje signalov, spektralna analiza, statistične analize itd.), druga veja (6) pa poudarja pomen triboloških analiz (fizikalno-kemijske lastnosti maziv, analiza obrabnih delcev, kemijske analize površin itd.). Stanje v kritičnem kontaktu ovrednotimo na podlagi rezultatov obdelave zajetih podatkov, parametrov obratovanja, z upoštevanjem modela obratovanja, zgodovine obratovanja, predhodnih posegov vzdrževanja in ne nazadnje baze znanja. V procesu identifikacije (9) določimo tribološki odziv in stanje v kontaktu, ki je lahko stabilno, nestabilno ali kritično, kar pomeni nastanek poškodbe. Glede na identificirano vrsto poškodbe, velikost in predviden potek se določijo potrebni ukrepi (10), s katerimi zagotovimo nemoteno in varno nadaljnje obratovanje.

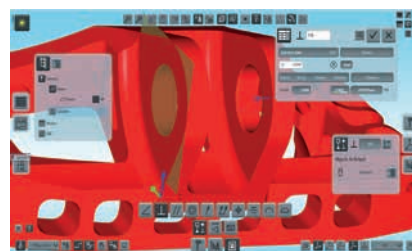
Izvajanje strategije vzdrževanja po stanju je nedvomno ključen prispevek k višji produktivnosti. Razpoložljivost in zanesljivost obratovanja sta znatno višji kot pri kurativnem ali planskem preventivnem vzdrževanju, nenačrtovani zastoji proizvodnje pa se sploh ne bi smeli zgoditi. Seveda nadzor nad stanjem povečuje tudi varnost obratovanja. Največja prepreka pri hitrejšem uvajanju v prakso sta začetna naložba za nabavo diagnostične opreme in nujno potrebna višja raven znanja, ki je za izvajanje strategije odločilna. Splošnih pravil, koliko podatkov in kateri podatki so relevantni za pravočasno informacijo o stanju delovnega sredstva, ni, saj so te povezave zelo kompleksne in praviloma niso enoznačne.

V zadnjih treh desetletjih smo priča silovitemu razvoju elektronike, avtomatizacije in informatike, kar omogoča zasnovno in izdelavo povsem novih senzorjev oziroma miniaturizacijo in tehnične izboljšave obstoječih. Razvoj spremlja znaten padec cen, prenosni merilni instrumenti se vse bolj nadomeščajo s stalno nameščenimi senzorji za sprotno zajemanje podatkov. Že skoraj desetletje napovedovani internet stvari postaja resničnost in bo nedvomno zaznamoval tudi področje vzdrževanja. Delovna sredstva, opremljena z opremo za tehnično diagnostiko, bodo vseskozi priključena na omrežje in podatke pošiljala v centralo, lahko pa tudi komunicirala med sabo. Pričakuje se, da bo internet stvari bistveno pripomogel k racionalizaciji proizvodnih procesov z vzpostavitvijo okolja za zanesljivo detekcijo okvar v začetni fazi, ob nastanku.

## » Merilna programska oprema TouchDMIS za koordinatne merilne stroje COORD3

Koordinatni merilni stroji COORD3 BENCHMARK so opremljeni z merilnim programskim paketom TouchDMIS, ki spreminja pravila igre. Gre za prvo tovrstno rešitev, ki se v celoti upravlja na dotik in ima polno zmogljivost CAD. Upravljanje na dotik je revolucija v človeški interakciji z zahtevnimi napravami ter omogoča hitrejše, enostavnejše in intuitivnejše uporabniške rešitve.

Krivulja učenja je zelo kratka in usposabljanje za uporabo paketa TouchDMIS traja komaj nekaj ur. Programiranje in meritve s koordinatnimi merilnimi stroji tako ne bodo več prihranjeni le za strokovnjake.



» [www.lotric.si](http://www.lotric.si)