

Natančnost obdelovalnih strojev po izpopolnjevalnem tečaju za delo z ballbarom boljša kot pri novih strojih

Ta dobavitelj industrije polprevodnikov zdaj pozna zmogljivosti svojih obdelovalnih strojev bolje kot servisni tehniki proizvajalcev. Podatki sistema ballbar podpirajo celovito vzdrževanje proizvodnega sistema (TPM) ter prihajajoča programa statistične kontrole procesov (SPC) in skupne učinkovitosti opreme (OEE).

Preizkušanje z ballbarom za nekatere upravitelje parkov obdelovalnih strojev, kot sta Wayne Ross in Jacob Hebbeler iz družbe Silfex Inc s sedežem v Eatonu, Ohio, pravzaprav ni nič novega. Oba že več kot desetletje uporabljata analize s sistemom ballbar za vzdrževanje in izboljševanje natančnosti več kot 50 strojev v podjetju. Izkaže pa se, da se lahko tudi izkušeni uporabniki ballbara naučijo nekaj novih trikov in preobrazijo svojo proizvodnjo.

Po nadgradnji na brezžični sistem QC20-W ballbar in opravljenem tečaju Renishaw Advanced Ballbar vodja TPM Ross in operater stroja Hebbeler zdaj uporabljata podatke, zajete s sistemom ballbar, za vrednotenje strojev, fino uravnavanje strojev, s katerim dosežeta natančnost, ki presega tovarniško, in podaljšanje življenjske dobe komponent strojev. V svojem podjetju sta spremenila tudi postopke preizkušanja strojev, načrtovanja vzdrževanja in vrednotenja potreb po novih strojih.

»Stroje s sistemom ballbar preizkušamo že vrsto let, toda šele po opravljenem izpopolnjevalnem tečaju za delo z ballbarom v celoti izkoriščamo rezultate preizkusov,« je povedal Ross. »Z ballbarom zdaj kvalificiramo merilno-tehnične postopke, pripravljamo časovne načrte vzdrževanja, uvajamo programa TPM in SPC in celo napovedujemo življenjsko dobo strojev. Pri operativnih odločitvah in pri izbiranju naložb v proizvodno opremo nam pomaga na načine, do katerih se sami ne bi dokopali.«



Brezžični QC20-W ballbar med izvedbo preskusa na vertikalnem obdelovalnem centru

Nekonvencionalna obdelava s konvencionalno opremo

Silfexove naloge obdelave so za obdelovalne stroje pravi vojaški preskusni poligon in diagnostična obravnava strojev je zato za njihove inženirje način življenja. Njihove stružnice in vertikalni obdelovalni centri, večina jih je Haasovih in Mazakovih, uporabljajo diamantno orodje za brušenje ter poliranje silicija in kremna za industrijo polprevodnikov. Pri obdelavi nastaja abrazivna zmes steklu podobnih delcev in diamantnega prahu, zaradi katere se komponente strojev obrabijo že v nekaj mesecih. Podjetje z 290 zaposlenimi je hitro rastoča divizija Lam Research Corporation ter si je pridobilo ugled glavnega dobavitelja elektrod in silicijevih vpenjal za plazemske jedkalne komore Lam. Ti potrošni deli so udeleženi v postopku jedkanja pri proizvodnji računalniških čipov, njihova vrednost pa lahko doseže 30.000 dolarjev.

»Smo eno redkih podjetij na svetu, ki mu uspeva vzgojiti kristale silicija brez napak do premera 460 mm,« pojasnjuje Ross. »Vse obdelave, od začetnih do končnih, naredimo sami. To je zelo pomembno za industrijo polprevodnikov, ki zahteva 100-odstotno sledljivost od surovine do obdelanih izdelkov. Pri nas imamo vse to pod neposrednim nadzorom,« doda Ross. »Kar se tiče zahtev naših kupcev, so to sanje vsakega nabavnika.«

Okolje v tovarni je nadzorovano in opremljena je z več čistimi sobami od razreda 10.000 do razreda 100. »En sam drobec nečistoče lahko uniči veliko računalniških čipov,« poudarja Ross.

Obdelava silicija vključuje žaganje z žico, rezanje z vodnim curkom, rezkanje, vrtanje, brušenje in poliranje, temu pa sledi kontrola v merilnicah s pomočjo KMS in VKMS. Deli gredo nato v čisto sobo na isti lokaciji, kjer jih zapakirajo. V seriji je običajno od pet do 100 kosov in značilne tolerance so $\pm 0,025$ mm, včasih tudi $\pm 0,01$ mm.

Brušenje silicija ustvarja zelo zahtevno okolje za obdelavo. »Uporabljamo konvencionalne stroje za nekonvencionalno obdelavo, diagnostična obravnava s sistemom ballbar pa nam pomaga ohraniti nadzor nad zmogljivostjo strojev v pogojih visoke stopnje obrabe,« je jasen Ross. »Obrabo krogličnih vreten diagnosticiramo z ballbarom vsakih šest mesecev, običajno pa nas pokličejo k stroju že prej. Na izpopolnjevalnem tečaju za delo z ballbarom smo se naučili uravnavati stroj in prepoznati, kdaj je čas za menjavo krogličnih vreten. Tako lahko načrtujemo prekinitve obratovanja in kljub obrabljanju komponent ohranimo natančnost, namesto da bi presojali zmogljivost strojev po kakovosti dokončanih delov. Stroji so zelo obremenjeni: delajo v treh

izmenah in pet dni na teden, občasno tudi z zelo velikimi serijami, razmere pri brušenju pa so izrazito neprijazne do njih. Presenečen sem, kako natančne lahko ohranjamo te stroje glede na nagle spremembe delovnega okolja. Naši vertikalni obdelovalni centri dosegajo natančnosti, ki so primerljive s stroji višjega razreda. Stroji višjega razreda so sicer hitrejši, toda pri brušenju obstajajo določene omejitve. Ne rabimo torej večje hitrosti, ampak samo natančnost.«

Izpopolnjevalni tečaj za delo z ballbarom je izboljšal zmogljivost obdelave v podjetju

Ross in Hebeler sta z izpopolnjevalnega tečaja pri Renishawu prišla z bistveno boljším razumevanjem podatkov sistema ballbar in jih zdaj znata tudi pravilno uporabiti. Praktični tečaj, ki je potekal v učnem laboratoriju pri Renishawu v Hoffman Estates, Illinois, ZDA, je udeležence seznanil s pripravo in izvedbo analiz s sistemom ballbar na različnih obdelovalnih strojih. »Sisteme ballbar uporabljam že 13 let in prepričan sem bil, da o njih vem vse,« je iskren Hebeler. »Toda že po desetih minutah sem se naučil novih trikov. Med drugim smo se naučili, kako ravnati v primeru neujemanja skal, kar nam je pomagalo pri finem uravnavanju krožne interpolacije in pri podaljševanju uporabnosti mehanskih delov naših strojev. Ogledali smo si tudi bočno zračnost za presojo stanja linearnih vodil.«

»Po naprednem tečaju smo se posvetili tolmačenju svojih števil in v njih iskali podrobnosti, ki jih lahko nadzorujemo,« nadaljuje Ross. »Jacob se je zverziral v nastavljanju nezveznega pomika ob spremembi smeri gibanja in konic pri vračanju, da lahko podaljšamo uporabnost krogličnih vreten vsaj do prihoda serviserja. Včasih nam uspe narediti še dve ali tri prilagoditve in tako si pridobimo veliko produktivnega časa do izključitve stroja za popravilo.«

Natančnost ima novo izhodišče

Silfex uporablja diagnostično obravnavo s sistemom ballbar za določitev pravokotnosti osi stroja, ki je predpogoj za analizo nezveznega pomika ob spremembi smeri gibanja in konic pri vračanju. »Mnogi proizvajalci spregledajo vpliv tal na poravnavo stroja,« poudari Ross. »Imamo srečo, da je naš beton dovolj kakovosten za prenašanje vse teže, s katero ga obremenjujemo. Poravnavo strojev kontroliramo in nastavljamo ob montaži. Ko je stroj poravnan, lahko diagnosticiramo konice pri vračanju, nezvezne pomike ob spremembi smeri gibanja in neujemanje skal, česar pred tečajem nismo znali.«



Usposabljanje za brezžični QC20-W ballbar pri Silfexu

Ross in Hebbeler zdaj obvladata poravnavanje strojev, saj dosejata rezultate, s katerimi bi imeli težave tudi nekateri serviserji. »Servisni tehniki, ki so vajeni delati s tolerancami dveh desetink, lahko izpolnijo naše zahteve, to pa ne uspeva servisnim tehnikom iz razreda petih desetink,« primerja Hebbeler. »Danes poravnavamo s takšno natančnostjo, da si pogosto zaželimo še finejši korak nivelirnih vijakov.«

Ross in Hebbeler sta po usposabljanju z novim znanjem dvignila meje natančnosti stroja. »Naš cilj pri pravokotnosti je bil 0,000050 cm/cm, nato pa sem se odločil, da bomo poskusili z vrednostjo 0,000025 cm/cm,« razlaga Ross. »Ko sem to povedal Jacobu, je sprva izrazil dvom, potem pa sem mu pokazal podatke, po katerih mu je takšno vrednost dejansko že uspelo doseči trikrat pred tem.«

Ross in Hebbeler na podlagi svojih uspehov s sistemom ballbar širita obseg diagnostične obravnave strojev. »Sistem ballbar nam daje informacije o temeljih – linearnih vodilih, krogličnih vretenih in ležajih –, torej o spodnjem delu stroja, ki določa mehanske tolerance, obenem pa potrjuje rezultate naših meritev,« nadaljuje Ross. »Začeli smo tudi z vibracijsko analizo, ki nas pouči o zgornjem delu stroja, odgovornem za končno obdelavo. Analiziramo torej vse dejavnike od zgoraj navzdol, ki lahko vplivajo na naše dimenzije in kakovost obdelave. Želimo se lotiti tudi volumetrične kompenzacije z ballbarom. Trenutno preizkušamo osi X in Y na vertikalnih obdelovalnih centrih ter osi X in Z na stružnicah. V preteklosti smo na nekaj strojih že izvajali polne preizkuse v ravnini Y-Z, z volumetričnim preizkušanjem pa bomo vključili tudi ravnino X-Z. Prepričan sem, da lahko z 220-stopinjskim gibom ballbara pridobimo vse potrebne podatke.



Z dodatnim usposabljanjem se je izboljšalo razumevanje diagnostične obravnave z ballbarom

Brez kablov, brez skrbi

Po Hebbelerjevih besedah so z nadgradnjo na brezžični sistem ballbar poenostavili zbiranje podatkov in izboljšali varnost: »Pri ballbaru s kablami sem moral med preizkusi veliko časa paziti na stroj. Kable sem napeljal po zadnjem delu stroja in ko sem se oddaljil za par minut, sem ob vrnitvi pogosto našel zapletene žice. Vedno sem imel tudi slab občutek, da bo že vsak majhen vlek za kabel med preizkušanjem pokvaril rezultate. Takšnih težav pri brezžičnem delovanju nimamo: pripravim preizkus in nato do dokončanja počnem kaj drugega. Preizkusi so zdaj tudi varnejši, saj se izvajajo pri zaprtih vratih.«

Podatki sistema ballbar odpirajo priložnosti za nove programe

Silfex zdaj uporablja podatke sistema ballbar za opredeljevanje mejnih vrednosti pri različnih procesih in ugotavljanje zmogljivosti procesov. »Zdaj imamo diagnostična orodja, s katerimi lahko podpremo analizo stanja naših strojev,« je zadovoljen Ross. »Podatke uporabljamo v našem programu celovitega vzdrževanja proizvodnega sistema (TPM) ter pri uvajanju statistične kontrole procesov (SPC), vključujemo pa jih tudi v naš bodoči program skupne učinkovitosti opreme (OEE). S polno statistično kontrolo procesa se bomo lahko odpovedali 100-odstotni kontroli. Delamo tudi na ugotavljanju uporabne življenjske dobe strojev na podlagi zmogljivosti, stroškov vzdrževanja in dosledne kakovosti.«

Nad znanjem, s katerim razpolagajo pri Silfexu, so navdušeni celo specializirani serviserji obdelovalnih strojev. »Včasih kateri pove, da je stroj zdaj kot nov, mi pa odvrnemo, da bi radi še boljšega,« je neizprosni Hebbeler. »Potem nas prosijo, naj jim pokažemo, kaj morajo narediti. Na dodatnem izpopolnjevanju smo dobili praktično tehnično znanje in še več, da lahko svoja razmišljanja utemeljimo s podatki.«

Podatki, zbrani med analizo z ballbarom, pogosto najdejo pot celo do vodstva podjetja. »Izvršni kadri zdaj hočejo videti tudi ballbarovo poročilo, ko kvalificiramo kakšen stroj,« razlaga Hebbeler. »Redni postopki naše proizvodnje in vodstva vključujejo hrambo teh poročil v dokumentaciji stroja. Načrtovalci proizvodnje dvigujejo zahteve, analiza s sistemom ballbarom pa nam jih pomaga izpolniti.«

Ross še doda: »Svet se vrti okrog števil in analiza z ballbarom je naše povečevalno steklo za sprejemanje dobrih poslovnih odločitev.«