

Optimizacija avtomatizacije procesa zalivanja statorja

Miha TUŠEK

Izdelava statorjev za elektromotorje po klasični metodi je precej zapleteno in zamudno opravilo z veliko podprocesi. Z uvedbo nove tehnologije izdelovanja statorjev zabrizgamo kovinski lamelni paket s termoplastom, kar pomeni, da okrog lamelnega paketa statorja nabrizgamo termoplastično maso, ki ima funkcijo izolatorja.

■ 1 Uvod

Glede na dogajanje na področju avtomobilskih pogonov je največ možnosti v razvoju hibridnih vozil. Največ proizvajalcev avtomobilov usmerja razvoj v kombinacijo obstoječih motorjev z notranjim izgorevanjem in različnih električnih pogonov (ob zmanjševanju izpustov CO₂). Bistvo teh primerov je dodatno vgrajen, primerno močen elektromotor, poseben elektronski sistem pa krmili oba motorja.

Poleg tega so električni pogoni še na številnih drugih mestih v avtomobilih, na primer različne vrste krmilnih motorčkov za nastavitve ogledal, premikanje sedežev, nastavitev višine svetlobnega snopa, volanski sklop, odpiranje vrat prtljažnika, hlajenje motorja ipd.

Če pogledamo samo zasnovo elektromotorjev, jih lahko razdelimo v dve skupini:

- Pri prvi varianti je notranji del stator, ki miruje, okrog njega pa se vrti rotor skupaj z vetrnico za hlajenje. Ta izvedba se običajno uporablja pri raznih hladilnih sistemih in klimatskih napravah,

kjer se vrti zunanji del elektromotorja.

- Druga izvedba je morda bolj običajna in ima stator kot zunanji del elektromotorja, notranji del pa je vrteči se rotor z gredjo. Vrtenje se preko gredi in običajno še nekaj zobniškega predležja in mehanizma prenaša naprej in uporablja za razne funkcije, kot so na primer premikanje luči, premikanje krmilnega mehanizma in koles ali pogon brisalcev.

Klasični proces izdelovanja izolacije statorja elektromotorja poteka tako, da se najprej v utore statorskega paketa z namenskim strojem vstavi utorna izolacija iz posebnega izolacijskega papirja. Papirnata izolacija ustrezne debeline, ki je navita na kolute, se nareže na določeno dolžino tik pred vstavljanjem v utore. Nato sledi tiskanje čelne izolacije, ki je predhodno nabrizgana iz termoplastičnega materiala. Vsako stran čelne izolacije je potrebno posebej natisniti na statorski paket, za kar potrebujemo dva dodatna namenska stroja. Ko je stator pravilno izoliran, gre na naslednje operacije montaže, v katerih se bakrena žica navije okoli krakov statorskega paketa ter izvede vtiskovanje kontaktov.

Pri opisanem procesu prihaja do številnih težav. Izolacijska zaščita je manjša, saj zaradi več sestavnih

delov izolacije lahko prihaja do točk, kjer se utorna izolacija utorne prilaga popolnoma, to pa lahko vodi v stik med lamelami statorja in navitjem. Posledica stika lamel statorja in navitja je neuporabnost statorja zaradi pojava kratkega stika. Poleg tega so zaradi številnih sestavnih delov izolacije potrebne dodatne montažne operacije sestavnih delov statorja. To zahteva dodatne priprave, dodatne stroje, dodaten čas, ponekod tudi dodatne delavce. Vse skupaj povzroča daljši proizvodni čas statorjev ter posledično tudi večje stroške izdelave.

Zaradi opisanih težav se je podjetje odločilo za naprednejši način izdelave statorjev, katerega cilj je povečanje kakovosti izdelkov in skrajšanje proizvodnega časa.

■ 2 Zabrizgavanje kovinskih statorjev

V našem podjetju trenutno razvijamo nov način tehnologije izdelave izolacije za statorje. Nova linija izdelkov zahteva intenzivno raziskovanje in inovativen pristop.

Z novo tehnologijo zabrizgamo kovinski lamelni paket (*slika 1*) s termoplastom, kar pomeni, da okrog lamelnega paketa statorja nabrizgamo termoplastično maso. Tako je končni izdelek (*slika 2*) sestavljen iz dveh delov, kovinskega in plastičnega, ki

Miha Tušek, univ. dipl. inž.,
Polycom Škofja Loka, d. o. o.,
Škofja Loka



Slika 1. Kovinske lamele statorja

sta med seboj neločljivo povezana. V sodelovanju z dobaviteljem materiala smo izbrali ustrezen material, ki z zadostno viskoznostjo zagotavlja lažje zalivanje statorskega paketa, s primerno vsebnostjo steklenih vlaken pa dobre mehanske lastnosti ter je še vedno v ustreznem cenovnem razredu.

Statorske pakete pred vlaganjem v orodje segrejemo na določeno temperaturo, da izboljšamo tok tečenja materiala ob stenah statorskega paketa, dosežemo pravilno stopnjo polimerizacije in s tem pričakovane mehanske lastnosti termoplasta. Dober tok termoplastičnega materiala je izredno pomemben, da se masa lepo razporedi okrog lamelnega paketa. Če se plastična masa prehitro ohladi in posledično strdi, pride do nepopolnosti plastične izolacije, kar povzroči neuporabnost izdelka.

Pri razvijanju tehnologije za zabrizgavanje lamelnega paketa statorja pa se srečujemo tudi z nekaj težavami, ki jih je treba čim prej odpraviti. Težave se pojavljajo že pri dobavljenih lamelnih paketih, katerih dimenzije niso v tolerančnem območju. V orodju namreč ne moremo kompenzirati paralelnosti lamelnih paketov, kar lahko vodi v prelivanje krakov statorskega paketa, zato je potrebno, da dobavitelji zagotovijo ustrezno kakovost dobavljenih kosov. Ena ključnih zahtev naročnika je popolna zalitost statorskih paketov, kar dosežemo s hitrim tečenjem materiala, vendar pa s tem povečamo možnost prelitja krakov statorja. Zaradi prihranka pri materialu in teži izdelka si prizade-



Slika 2. Zabrizgani stator po novi tehnologiji

vamo za čim manjšo debelino izolacijskega termoplasta, vendar pa je potreben kompromis med kontrolirano zalitostjo statorskega paketa in debelino zabrizganega termoplasta. Ekstremi tako v eno kot v drugo stran vodijo v slabšo kakovost izdelka in večje stroške izdelave.

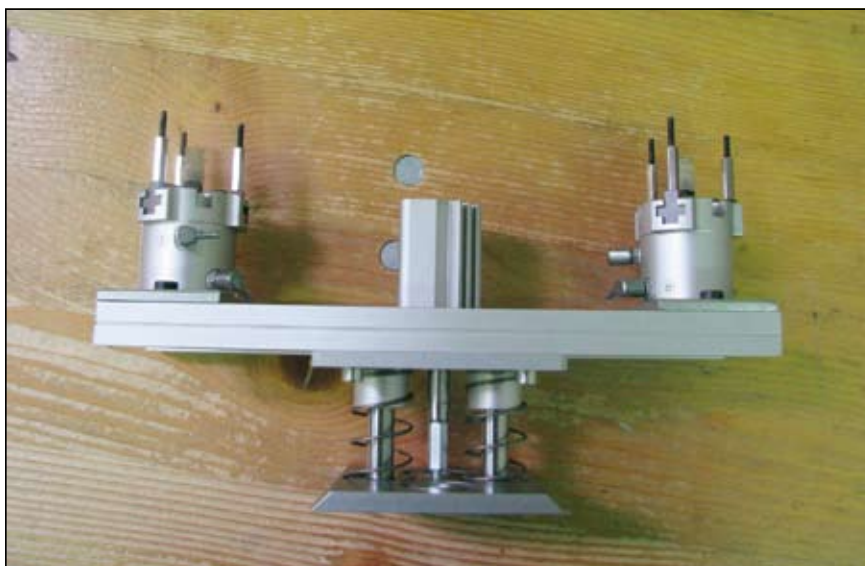
■ 3 Avtomatizacija in optimizacija procesa

V prvi fazi avtomatizacije je potrebno kovinske lamelne pakete izdelati v toleranci. Pri tem je potrebno zagotoviti vzporednost vseh krakov statorja. Taka zahteva je bila podana tudi dobavitelju statorjev, ki sedaj vsak stator posebej 100-odstotno kontrolira, ali je v zahtevanem tolerančnem območju.

Prvi korak procesa zabrizgavanja je vstavev ustreznih statorjev na po-

dajalni trak, na katerem se orientirajo preko treh pozicionirnih točk. Te so izhodišče strežnega robota, da lahko kovinske lamele pobere s traku in jih vstavi v stroj za zabrizgavanje. Lamelni paket se na traku pri prehodu preko kontaktnega grelca ogreje na temperaturo, primerno za zabrizgavanje. Strego statorskih paketov v stroj za zabrizgavanje in odvzem zabrizganih statorjev iz stroja opravlja strežni robot. Na njem sta vgrajeni dve prijemali pod kotom 90° (slika 3). Ena nam služi, da robot statorske lamele pobere s traku in jih vloži v stroj za zabrizgavanje, drugo pa odvzema že nabrizgani stator iz orodja v stroju. Vsako prijemalo je sestavljeno iz tritočkovnega prijemala (slika 3) in dveh pozicionirnih čepov, ki služita za orientacijo prijemala proti orodju. Pri vlaganju kovinskih lamel so izmetači postavljeni od orodja naprej. Prijemalo se pozicionira proti orodju in potem robot na te izmetače s pomočjo pnevmatskega podajalnika položi statorski paket. Zaradi komplicirane oblike statorskih lamel je potrebno pri njihovem vlaganju v gravuro zagotoviti vzporedni gib, ki preprečuje, da bi se paket zataknil. Ta vzporedni gib pri vlaganju nam zagotavljajo izmetači.

Z novo tehnologijo izdelave statorskih paketov na vertikalnem brizgalnem stroju z rotacijsko mizo smo skrajšali proizvodni čas, saj nam tehnologija omogoča sočasno



Slika 3. Prijemali strežnega robota

snemanje izdelanih in vstavljanje novih statorskih paketov v izmetalni del orodja, medtem ko na drugi polovici krožne mize že poteka proces zabrizgavanja statorskega paketa.

Po procesu brizganja se izdelek pobere iz orodja in odloži na podajalni trak. Na koncu traku pa se izdelki zložijo v pakirno enoto.

V kasnejši fazi optimizacije zabrizgavanja bomo na konec celotnega procesa dogradili tudi 100-odstotno končno kontrolo preboja statorja, ki bo pokazala, ali je izdelek v določenem območju nezalit.

4 Zaključek

Zaenkrat smo z izbrano tehnologijo izdelave izolacije statorja zmanjšali število potrebnih operacij ter s tem možnost napak, poleg tega smo skrajšali tudi čas proizvodnje in zmanjšali stroške izdelave. Že s tem smo dosegli konkurenčnost na trgu statorjev, ob čim prejšnji odpravi težav pri proizvodnji pa bo konkurenčnost še narasla.

V prihodnosti pa je cilj našega podjetja razviti proces, ki bo zagotavljal sposobnost serijske proizvodnje $Cpk [1] > 1,33$ ter 100-odstotno kakovost kritičnih karakteristik statorskega paketa. Za dose-

ganje tega moramo v prihodnosti razviti popolnoma avtomatizirano robotsko celico, ki bo avtonomno izvajala vse faze zabrizgavanja statorja, obenem pa tudi končno kontrolo gotovih izdelkov glede na možnost električnega preboja izdelane izolacije.

Viri

- [1] Bergant, T., Sistem statističnega nadzora procesov, Projekt proizvodnega sistema, Univerza v Mariboru, Fakulteta za organizacijske vede, 2006, http://iposipis7.fov.unimb.si/kern/pedagog/pps_0506/REZULTATI%5Cpps_0506_izdelek_31.doc, dostopno 24. 01. 2011.



Hypex

FLUIDNA TEHNIKA - AVTOMATIZACIJA - INDUSTRIJSKA OPREMA

INDUSTRIJSKA PNEVMATIKA

cilindri, enote za vodenje, prijemala, ventili, priprava zraka, fittingi, spojke, cevi in pribor



MERILNA TEHNIKA IN SENZORIKA

senzorji in merilci sile, temperature, tlaka, magnetnega polja ter induksijski senzorji



PROCESNA TEHNIKA

krogelni in loputasti ventili, ploščati zasuni, pnevmatski in električni pogoni, varnostni ventili



LINEARNA TEHNIKA

tirna vodila, okrogla vodila, kroglična vretena, blažilci sunkov, regulatorji hitrosti



PROFILNA TEHNIKA IN STROJEGRADNJA

konstrukcijski alu profili, delovna oprema, ogrođja strojev



STORITVE

konstrukcija in obdelave na klasičnih in CNC strojih



-TRADICIJA
-KVALITETA
-SVETOVANJE
-PARTNERSTVO
-FLEKSIBILNOST
-VELIKE ZALOGE
-POSEBNE IZVEDBE
-KONKURENČNE CENE
-KRATKI DOBAVNI ROKI

Hypex, Lesce, d.o.o.
 Alpska 43, 4248 Lesce
 Tel.: +386(0)4 53-18-700 Internet: www.hypex.si
 Fax.: +386(0)4 53-18-740 E-Mail: info@hypex.si