

## Obraba v primerjavi z dinamskimi in materialnimi lastnostmi baker-grafitne krtačke pri povišanih temperaturah

Aleš Turel<sup>1</sup> – Janko Slavič<sup>2</sup> – Miha Boltežar<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup> MAHLE Letrika d.o.o., Slovenija

<sup>2</sup> Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Slovenija

Cilj raziskave je analizirati in določiti vpliv temperature na dinamske lastnosti ter jih nato primerjati z obrabo baker-grafitnih krtačk. Baker-grafitne krtačke, so vgrajene v večino električnih strojev, kot so npr. alternatorji, zaganjalniki, DC motorji in tvorijo drsni električni kontakt, ki je potreben za prenos električnega toka med mirujočim (krtačko) in vrtečim se delom stroja (drsni obroček, komutator). Ker pa je od električnega kontakta odvisno delovanje stroja, sta tako drsni obroček kot krtačka ključna dela, ki vplivata na obratovanje in dobo trajanja izdelka. Električni stroji so med delovanjem namreč podvrženi različnim obremenitvam kot so npr.: vrtljaji rotorja, električne obremenitve, temperatura okolice, itd., katerim je glede na spremembo obremenitev skupna točka sprememba temperature, ki pa se prenese tudi na krtačko.

Raziskava se osredotoča na eksperimentalno analizo vpliva temperature na dinamske lastnosti. Slednje so analizirane prek lastnih frekvenc in histereznega razmernika dušenja ter nato ovrednotene prek materialnih lastnosti (trdote in diferenčne dinamične kalorimetrije – DSC (angl.: Differential scanning calorimetry)) in primerjane z obrabo krtačk v odvisnosti od temperature.

Predstavljena je eksperimentalna postavitve preizkusa in merilni princip meritve dinamskega odziva krtačke. Slednja je togo vpeta na merilnik sile in vzbujana z elektrodinamičnim stresalnikom s sinusnim preletom, pri čemer je z merilnikom sile merjena sila vzbujanja ter na prostem koncu je z laserjem merjen odziv krtačke. Za zagotovitev ustrezne temperature krtačke, je slednja uporovno segrevana s pomočjo enosmernega električnega toka in temperatura kontrolirana s temperaturno sondo. Meritve odziva krtačke v odvisnosti od temperature so tako izvedene v temperaturnem območju od 21 °C do 245 °C. Na podlagi meritev je za vsako temperaturo izračunana receptanca, lastna frekvenca in razmernik histereznega dušenja.

Iz analize razmernika histereznega dušenja v odvisnosti od temperature sta zaznani dve ključni temperaturni območji okrog 80 °C in 180 °C, ko so se materialne lastnosti baker-grafitne krtačke spremenijo. V temperaturnem območju med 80 °C in 90 °C se razmernik dušenja nenadno poveča za 15 % kar je povezano z mehčanjem materiala krtačke. Slednje je bilo potrjeno tudi z meritvijo trdote krtačke in DSC analizo. Sprememba materialnih lastnosti krtačke je odvisna od sestave krtačke in tehnologije izdelave. Baker-grafitno krtačko, ki je izdelana s tehnologijo sintranja, sestavljajo baker in grafit kot osnovna materiala in dodatki, ki služijo za izboljšanje drsni lastnosti in vezavo osnovnih materialov. Zaradi tehnologije izdelave je material krtačke porozen in absorbira vlago. Slednja se v temperaturnem območju med 80 °C in 90 °C začne izhlapevati iz krtačke kar privede do mehčanja krtačke ter večjih odstopanj v trdoti krtačke in pospešene oksidacije. Poleg tega se v omenjenem temperaturnem območju spremenijo lastnosti tudi fenolne smole kot prevladujočega dodatka krtačke, ki izboljšuje drsne lastnosti.

Doprinos raziskave predstavlja določitev temperaturnega vpliva na dinamske lastnosti prek histereznega dušenja baker-grafitne krtačke in povezava slednjega z obrabo. Z raziskavo je bilo tako prikazano, kako bi lahko v prihodnje s pomočjo krajših in enostavnejših preizkusov kot je npr.: dinamska analiza, lahko določili temperaturna območja krtačke, katerim se je pri razvoju izdelkov potrebno izogibati saj lahko vodijo do povečane obrabe in posledično krajše dobe trajanja izdelkov.

**Ključne besede:** obraba, dinamske lastnosti, materialne lastnosti, baker-grafitna krtačka