

Primerjava adsorpcije alkohola in maščobne kisline na hidrogenirani DLC prevleki s pomočjo AFM analize in triboloških testov

Rok Simič – Mitjan Kalin*

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Slovenija

V kontaktnih mehanskih sistemov prihaja do trenja in obrabe, kar povzroča energijske izgube, znižuje funkcionalnost sistemov in povečuje stroške vzdrževanja. Uporaba prevlek iz diamantu podobnega ogljika (ang: Diamond-Like Carbon – DLC), ki so poznane po svojih nizko-tornih lastnostih in odpornosti na obrabo, lahko znatno zniža energijske izgube in podaljša življenjsko dobo ključnih mehanskih komponent. Ker so kontakti mehanskih sistemov večinoma mazani, to pomeni mazanje tudi DLC prevlek, zato je preučevanje vpliva maziv in aditivov na učinkovitost mazanja DLC prevlek ključnega pomena za izboljšanje in prilagoditev mazanja.

Nizko-torne lastnosti DLC prevlek naj bi delno izvirale iz njihove kemijske stabilnosti in splošne nereaktivnosti. Omejene interakcije z molekulami v okolici pa zavirajo možnosti izboljšanja mazalnih lastnosti DLC prevlek. Kljub domnevni nereaktivnosti, pa so prisotnost interakcij in izboljšanje triboloških lastnosti DLC prevlek dokazali v kar nekaj primerih, a splošni mehanizmi delovanja maziv in njihovih aditivov še niso poznani. Namreč, šele temeljito poznavanje osnovnih mehanizmov delovanja maziv in aditivov na DLC prevlekah omogoča optimizacijo mazanja omenjenih prevlek.

V tem delu smo se osredotočili na interakcije med DLC prevleko ter alkoholi in maščobnimi kislinami, za katere je znano, da se adsorbirajo na površino jekla in tako učinkovito izboljšajo tribološke lastnosti jeklenih kontaktov. Sposobnost adsorpcije omenjenih molekul na DLC površino smo pod kontroliranimi pogoji preučili z uporabo mikroskopa na atomsko silo (ang: Atomic Force Microscope - AFM). DLC in jeklene površine, ki smo jih uporabili za primerjavo, smo izpostavili različnim raztopinam (2 do 20 mmol/l) heksadekanola ali heksadekanojske kisline v heksadekanu. Z AFM metodo smo po ultrazvočnem čiščenju površin izmerili delež površine, ki so ga zasedale adsorbirane molekule. Z enakimi koncentracijami heksadekanola in heksadekanojske kisline v baznem olju smo opravili tudi tribološke teste za kontakte DLC/DLC in jeklo/jeklo pri pogojih mejnega mazanja. Rezultate trenja in obrabe smo primerjali z izmerjenimi vrednostmi zasedenosti površine iz AFM analize.

S povečevanjem koncentracije polarnih molekul se je zasedenost površine DLC prevleke in jekla pričakovano povečevala. S tem smo dokazali, da AFM lahko uporabimo za zaznavanje skupkov adsorbiranih molekul na površini. Poleg tega smo pokazali, da se polarne molekule lahko adsorbirajo na površino hidrogeniranih DLC prevlek tudi ob odsotnosti tribološkega kontakta in da je zasedenost površine DLC prevleke podobna kot na jeklu. Pokazali smo tudi, da se z večanjem koncentracije polarnih molekul v mazivu in večanjem zasedenosti površine hkrati izboljšujejo tudi tribološke lastnosti DLC površin in jekla. Ob prisotnosti polarnih molekul se je obraba DLC prevleke znižala za kar 15 do 20%, medtem, ko je bil vpliv polarnih molekul na trenje zaradi naravnih nizko-tornih lastnosti DLC prevlek neizrazit. V splošnem so se maščobne kisline izkazale kot bolj učinkovite od alkoholov, saj so tvorile bolj celovito adsorbirano plast in učinkoviteje znižale obrabo DLC prevlek.

V tej raziskavi smo torej pokazali, da se polarne molekule lahko adsorbirajo na DLC površino in da med zasedenostjo površine, ki je merilo za količino adsorbiranih molekul na površini, in obrabo DLC prevlek obstaja pomembna povezava, ki do sedaj še ni bila eksplicitno objavljena v literaturi. Pokazali smo, da so alkoholi in maščobne kisline potencialni kandidati za ključne komponente aditivov, ki bi jih lahko uporabili v kombinaciji z DLC prevlekami in hkrati ustrezajo najnovejšim okoljevarstvenim smernicam. Predstavili smo tudi možne mehanizme adsorpcije alkoholov in maščobnih kislin na DLC prevlekah, ki vključujejo vpliv okolja, temperature in tribološkega kontakta.

Ključne besede: DLC, AFM, maščobne kisline, alkoholi, adsorpcija, tribologija