

KOKKUVÕTE

Käesoleva diplomitöö eesmärgiks oli luua rakis, mis võimaldaks uurida materjale ristuva kraapimisega väikese nurga all. Kraapimiskatsetus on üks vanimatest meetoditest mehaaniliste omaduste hindamiseks, mis võimaldab hinnata pinnakatte ja aluspinde adhesiooni ja kohesiooni omadusi. Käesolevas diplomitöös on võetud uurimiseks PVD meetodiga saadud pinded, kuna Tallinna Tehnikaülikoolis on olemas vaakum plasmakaar aurustussadestusseade Platit π 80, mis võimaldab neid valmistada.

TTÜs kasutatakse triboloogiliseks katsetamiseks tribomeeterit CETR (Bruker) UMT-2. See on universaalne tribomeeter, millega saab läbi viia uurimisi mikro- ja makrotasandil. Kuna tribomeetri otsiku liikumine teostatakse ainult lineaarselt (ainult ühes suunas), kaarega, spiraalselt või kaheksa-tähe kujuga, siis ei ole võimalik viia katsetusi läbi ristuva kraapimisega etteantud nurga all. Sellise katse teostamisel on võimalik katsekeha vabastada ja taas kinnitada aga nurga etteandmine on ebatäpne. Lisaks sellele on manuaalse ümberpaigutuse kompenseerimiseks vaja kraapimise pikkust mitut korda suurendada, mis on otsikule kahjulik kõva materjali kraapimise puhul. Ristuv sirgjooneline kraapimine sobib sümmeetrilistele ja ebasümmeetrilistele otsikutele.

TTÜ Materjalitehnika instituudis uuritakse kõvapinnete käitumist erinevates töörežiimides. Kuna adhesioon ja kohesiooni omadused mõjutavad oluliselt materjali tööiga, siis tekkis vajadus meetodi järele, mis võimaldaks seda operatiivselt hinnata. Materjalitehnika instituudis on olemas mikroskoobi laud (Joonis 2.2.1), mis võimaldab keerata katsekeha etteantud nurga võrra. Kraapimiseks (otsiku manipuleerimiseks) saab kasutada tribomeetrit CETR UMT-2 (Joonis 2.1.2.1), kuid selle jaoks oli tarvis valmistada uus kinnitussüsteem, sest olemasoleva kinnitussüsteemi muutmine oleks võinud hävitada selle töövõimekuse ja täpsuse. Antud töö käigus projekteeriti uus kinnitussüsteem (alustugi), vormistati joonised ning TTÜ Materjalitehnika instituudis töökojas valmistati ka seade (meister – Hans Vallner).

Peale tootmist alustugi puhastati, lihviti ja värviti. Rakise kokkupanemiseks koostati koostejoonis. Kõige pealt kinnitati mikroskoobilaua alumine ketas, siis mikroskoobi laud, mille peale oli kinnitatud kruustangid koos astmeliste lõugadega, mida on mugav kasutada katsekehade kinnitamiseks.

Töövõimekuse kontrollimiseks testiti esmalt kas väikse (15x25 mm) katsekeha peal saab teha kraapimisi 90°, 45° ja 10° all. Eraldi tehti kraapimine ka 5° all. Need kraapimised tehti pehme AISI316 roostevaba terase peal, et säästa kõva Vickersi otsiku tööga. Valitud koormus oli CETR-i jaoks minimaalne aga hästi jälgitav (0,49 N). Hiljem uuriti kraapimisjälgi optilise valgusmikroskoobi Carl Zeiss Stereo Discovery V 20 abil. Nurki kontrolliti arvutitarkvara abil, kus kraapimisjälje keskele olid joonistatud jooned ning tarkvara arvutas välja nendevahelise nurga. Maksimaalne erinevus etteantud nurgaga võrreldes oli 0.9 kraadi. Erinevuse võis põhjustada nii pilditööstuse täpsus kui ka nurga paigutamine (keeramine ja fikseerimine) katsetamise jooksul. Võib väita, et esimese töövõimekuse kontrolli abil saadud kraapimised olid kantud piisava täpsusega.

Hiljem tehti ka õhukeste pinnete kraapimised erinevate otsikutega, erineva nurga ja koormuse all. Tulemused näitasid, et väikese nurgaga kraapimisel tekivad deformatsioonid/purustamised ristumise kõrval, mis on paremini nähtavad ja mõõdetavad siis, kui nurk on nii madal kui võimalik (vähem kui 10°). Deformatsioonide tekkimise põhjuseks on survepinged, mis põhjustavad deformatsioone ja purunemist adhesiooni või kohesiooni mehhanismi kaudu. Need muutused on intensiivsemad siis, kui pinna või aluspinna sees (või nende vahel) on defektid. Elektronmikroskoobi abil saadi detailsed fotod (Pildid 2.3.2.4-2.3.2.6, kraapimisega 10° all. Nagu eeldatud, leiti kraapiste ristumise kõrval deformatsioonid.

Saadud tulemused viivad järelduseni, et järeluurimistöö on mõistlik ja annab tulevikus võimaluse võrrelda erinevaid materjale või pindeid nende karakteristikute kindlaks määramiseks. Eelduseks on see, et kehvema materjali purunemised katavad pikema ala ristumisest alatest.

Edasiarendamiseks võib uurida otsiku kuju ja teritusnurga, ristumise nurga, sügavuse (koormuse) ja kiiruse mõju purunemise asukohale (enne või pärast ületamist). Otsiku kuju ja teritusnurga mõju purunemisele on uurimiseks väga tähtsad parameetrid. Vickersi terava otsikuga on PVD pindeid lihtsam klassifitseerida kui Rockwelli ümmarguse otsikuga. Korrektnel kraapimine Vickersi otsikuga x-y koordinaatlaual (arvutiga kontrollitaval) ei ole võimalik, kuna otsikut ei saa keerata. Ilma otsiku keeramiseta „töötavad“ kraapimisel nurgaga rohkem kui 0° otsiku servad teistpidi, mis viivad otsiku kulumiseni. See mõjutab ka kraapimisjälje kuju. Sel juhul pole võimalik kraapimisi läbi viia stabiilse jälje geomeetriaga.

Töö autor loodab, et selle diplomitöö raames valmistatud rakis tuleb edaspidi pinnete uurimisel ja uute materjalide loomisel kasuks.