

Avtor: Zoran Milić

Vsebina

1. Uvod
2. Brušenje
3. Poliranje
4. Brusna in polirna sredstva
5. Brusilni in polirni izdelki

1. Uvod

Razlika med brušenjem in poliranjem je v stopnji in načinu obdelave površine predmeta. Pri brušenju odstranjujemo večje količine materiala, ki so naneseni na predmet ali so delno tudi njegovi sestavni deli. Pri tem razkrivamo obliko predmeta in mu dajemo videz, ki je bil pred tem skrit. Poliranje je predvsem površinska obdelava predmeta. Gre tudi za odstranjevanje materiala, vendar v manjši meri. Predvsem gre za obdelavo površine v smislu povečanja njene korozijske stabilnosti in izboljšanja njenega videza. Pri poliranju površino gladimo in s tem znižujemo štrleče vrhove ter zapiramo odprtine in poglobitve, na katerih se lomi svetloba. Zato s poliranjem dosežemo gladke in svetleče površine.

Odstranjevanje korozijskih plasti in oblog umazanije s površine predmeta je v konservatorstvu in restavraciji pomemben in pogost poseg. Pri tem obstaja velika nevarnost, da uničimo ali odstranimo okrase, reliefe in druge fizične značilnosti predmeta, ki so prekriti s korozijo ali ohranjeni le v korozijskih produktih. Brušenje in poliranje sta le dve od mnogih mehanskih tehnik, ki jih konservator-restavracija uporablja pri svojem delu. S kombinirano uporabo različnih mehanskih

metod in sredstev lahko predmet kljub težavni površini učinkovito očistimo. Za to je poleg velikih izkušenj dobrodošlo tudi poznavanje materialov, tako tistih, iz katerih so predmeti izdelani, kot tistih, ki jih uporabljamo kot čistila. Seveda je treba imeti na razpolago različno in kvalitetno orodje ter izkušnje pri njegovi uporabi. Med te spadajo različni brusi, polirna telesa, rezilno orodje, skalpeli, strgala, kladivca in drugo ročno orodje iz lesa, plastike, keramike in kovine ter tudi sodobna orodja, kot so turbinski mikromotorji, UZ-kladiva, peskalniki in drugo. Pri mehanski obdelavi arheoloških predmetov je prav tako zelo pomembno, da poznamo skrito strukturo predmeta in njegove šibke točke. Te informacije pridobimo z radiografiranjem predmeta.

Vsa omenjena orodja so nam na razpolago kot učinkoviti pripomočki pri delu. Pri njihovi uporabi je treba biti zelo previden, saj so lahko sicer zelo uporabna orodja istočasno tudi uničujoča. Vsak konservator-restavracija je pri svojem dolgoletnem delu pridobil izkušnje in razvil svojo metodo dela, ki se je najraje drži. Zato v prispevku ne bo natančno opisan postopek brušenja in poliranja, temveč le okvir, ki lahko pomembno prispeva k pravilnemu in kvalitetnemu delu. Opisani bodo



Slika 1: Aglomerat na predmetu, ki ga je treba odbrusiti do originalne površine predmeta.

brusna in polirna sredstva ter tehnične možnosti za brušenje in poliranje, ki nam lahko služijo le kot osnova in jih lahko spreminjamo in prilagajamo potrebam po lastni presoji. Izbor le-teh je odvisen od konservatorja-restavratorja in njegovega poznavanja materiala, ki ga obdeluje.

Pri tem je treba predvsem paziti na ohranjanje in varovanje originalne površine predmeta, kar koli si že pod tem predstavljamo. To, kaj je originalna površina ter kaj je treba brezpogojno ohraniti in kaj lahko žrtvujemo, je že dolgo predmet razprav, tako da bomo o tem kaj povedali v drugih poglavjih tega priročnika.

2. Brušenje

Brušenje spada v tisto skupino mehanskih postopkov, pri katerih odstranjujemo debelejšo oblogo korozijskih produktov in drugih sprimkov s površine predmeta z odrezovanjem. Praviloma gre za grobo odstranjevanje debelih oblog – aglomeratov (slika 1). V nasprotju z vrtnanjem in rezkanjem gre pri brušenju za rezanje, ki nima določene smeri obdelave oziroma rezultat nima določenega geometrijskega vzorca. Brusilno

sredstvo mora biti vedno trše od materiala, ki se brusi. Trdoto definiramo kot upor nekega materiala proti vdoru drugega. Ob tem navajam lestvico trdote po Mohsu:

- TM 1: Talk (Mg-silikat)
- TM 2: Gips ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)
- TM 3: Kalcit (CaCO_3)
- TM 4: Jedavec (CaF_2)
- TM 5: Apatit ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$)
- TM 6: Živec (K-Al silikat)
- TM 7: Kremen (SiO_2)
- TM 8: Topaz (Al-Fe silikat)
- TM 9: Korund (Al_2O_3)
- TM 10: Diamant (C)

Brusilna sredstva lahko uporabljamo v prahu ali kot suspenzijo. Z dodatkom veziva dobimo pasto, brusni papir, brusne plošče ali brusni kamen (slika 2).

Za doseg optimalnega brusilnega učinka je treba paziti na skladnost naslednjih dejavnikov:

- velikost in trdota zrn brusilnega sredstva,
- vrsta veziva,
- trdoto materiala, ki ga brusimo,
- hitrost brušenja in pritisk brusilnega sredstva na površino, ki jo brusimo.

Te dejavnike lahko ponazorimo na

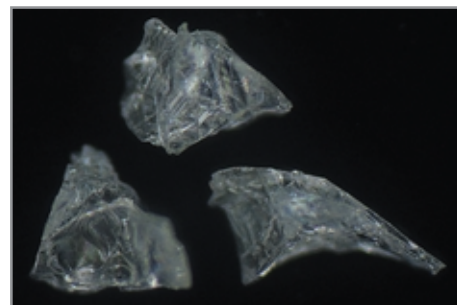


Slika 2: Različni brusni konusi

brusilnem kamnu, ki ga v restavratorstvu velikokrat uporabljamo v obliki brusilnega konusa ali brusilnega diska, ki ga vpnemo v mikromotor (slika 3). Brusilno telo je sestavljeno iz brusilnega sredstva in veziva ter je pritrjeno na osi iz nerjavečega jekla. Brusilno sredstvo je največkrat plemeniti korund, tj. skoraj čisti aluminijev oksid (Al_2O_3), silicijev karbid (SiC) ali diamant (C). Najprimernejše brusilno sredstvo je korund, ker ima visoko trdoto (TM 9), je poceni in je kemijsko zelo stabilen. Oblika njegovega zrna je zašiljena, z ostrimi robovi in je primerna za brušenje srednje trdih korozijskih oblog (slika 4). Nasprotno od silicijevega karbida (SiC) korund nima tendence reagiranja s kovino, ki jo brusimo, ko se pri brušenju zaradi trenja poveča temperatura brusilnega zrna. Najboljši je diamant, vendar so brusila, ki imajo vgrajene diamante, zelo draga. Kot vezivo se uporablja keramično ali stekleno vezivo. Izhodni material je glina, kaolin, kremen, živec ali sinter. Sinter je sestavljen večinoma iz borosilikata ali magnezijevega stekla. Vezivo vmešamo v brusilni prah, zmes po želji oblikujemo in nato zapečemo pri temperaturi 1200 °C. Pri žganju se med posameznimi zrn brusilnega sredstva tvorijo vezi. Stabilnost teh vezi in velikost medprostorov med zrn bistveno vplivata na obstojnost in učinkovitost brusilnega telesa



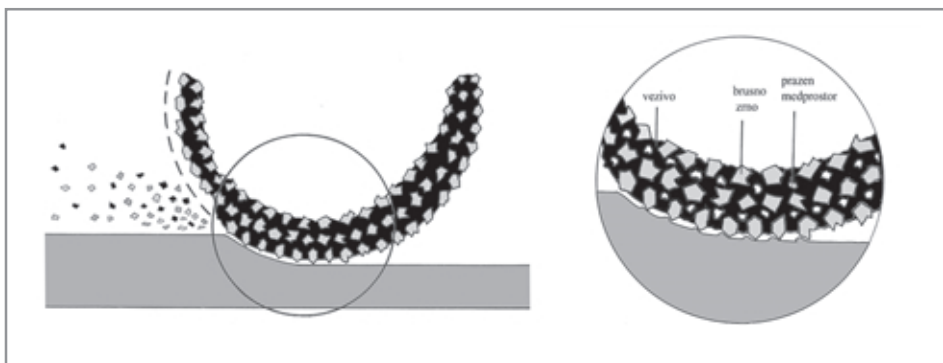
Slika 3: Brusni konus, vpet v mikromotor



Slika 4: Oblika učinkovitega brusilnega zrna z ostrimi robovi

(skica 1). Močne vezi in majhni medprostori dajejo trdnejše in stabilnejše brusilno telo, ki se pri brušenju manj obrablja, medtem ko večji medprostori in slabše povezave med zrnji učinkujejo ravno nasprotno.

Čim večja so zrna brusilnega sredstva (grobost) in čim bolj ostre robove imajo njegova zrna, tem večji delci brušenega materiala odpadajo pri brušenju. Čim bolj so brusilna zrna groba, tem bolj štrlijo iz ravnine brusilnega telesa in tem bolj se to zajeda v osnovo, ki jo brusimo (skica 1). Ostrina robov brusilnega zrna se z brušenjem zmanjšuje in zrna postajajo zaobljena. S tem postaja brusilno telo neučinkovito. Vezivo, ki povezuje zrna, jih sme povezovati toliko časa, dokler so zaradi ostrine svojih robov še učinkovita. Nato mora vezivo popustiti in zrno odleti s površine brusilnega telesa, tako da na njegovo mesto pridejo nova, sveža zrna z ostrimi robovi. Med brušenjem se tudi delčki korozivskih produktov, ki jih brusimo, zajedajo v medprostore med brusilnimi zrnji in to opazimo kot obarvanost brusilnega telesa. Pri odpadanju brusilnih zrn odpadajo tudi ti delčki. Tako se brusilno telo čisti in obnavlja ter njegova učinkovitost ne upada vse do popolne obrabe. To je pomembno, kajti v nasprotnem primeru brusilno telo izgubi svojo

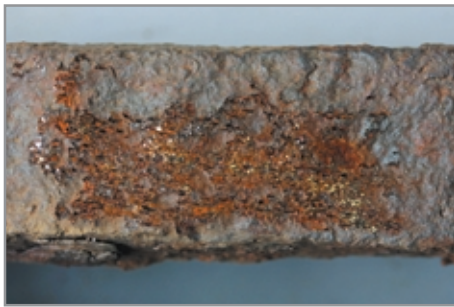


Skica 1: Shematski prikaz učinkovanja brusilnega telesa na osnovo, ki jo brusimo (str. 109).

učinkovitost brušenja ne samo zaradi zaobljenosti zrn brusnega sredstva, temveč tudi zaradi prisotnosti zrn odbrušenega materiala, ki imajo enako trdoto kot material, ki ga brusimo. Če je vezivo premočno, pritisk brusilnega telesa na brušeno površino prevelik in število vrtljajev brusilnega telesa previsoko, pride do zamazanja površine brusilnega telesa (glej sliko 6). S tem postane brušenje neučinkovito. Če pa je vezivo prešibko in so vezi med zrnji preveč rahle, pride do predčasnega odpadanja zrn, torej že takrat, ko so robovi zrn še dovolj ostri. To vodi v prehitro in neenakomerno obrabo brusilnega telesa, kar povzroča vibracije in udarjanje brusilnega telesa ob brušeno površino ter posledično njeno poškodovanje. Če zaradi neenakomerne obrabe pride do močne deformacije brusilnega telesa, se zgodi, da se os, na kateri se

brusilno telo vrti, skrivi in se pri tem lahko hudo poškodujemo oziroma resno poškodujemo predmet, ki ga brusimo. Zato moramo brušenje ustaviti takoj, ko opazimo, da ni enakomerno in da prihaja do rahlega tresenja oziroma tolčenja. Brusno telo obvezno zamenjamo z novim. Takšno deformirano brusno telo lahko obrusimo na tršem brusilnem kamnu in mu povrnemo simetrično obliko oziroma centričnost ter ga ponovno uporabimo.

Učinkovitost brušenja je prav tako odvisna od vrste materiala, ki ga brusimo. Včasih pri brušenju ne pride do odstranjevanja brušene snovi z rezanjem, temveč do njenega drobljenja. To se dogaja pri nekaterih krhkih korozivskih produktih. Pri uporabi grobega brusilnega materiala pride včasih do pokanja in odstopanja krhke korozije od osnove in njenega



Slika 5: Sledi brušenja, ki se jim moramo izogibati in jih s peskanjem ali poliranjem odstraniti

drobljenja. V tem, pa tudi v vsakem drugem primeru je treba biti pazljiv pri uporabi brusilnega telesa. Čim bolj se približujemo površini predmeta, tem finejše brusilne elemente uporabljamo. Na tak način zmanjšamo možnost poškodbe originalne površine, ki jo želimo z brušenjem očistiti oblog. Včasih se temu ni mogoče izogniti in na površini nastajajo fine sledi brušenja, ki so tem finejše, čim finejša so zrna brusilnega telesa (**slika 5**). Te sledove poskušamo odstraniti z drugimi mehanskimi čistilnimi tehnikami (poliranje, peskanje).

Pri brušenju z rotacijskimi brusni je zelo pomembno, da izberemo pravo število obratov. Sodobni mikromotorji (**glej sliko 3**) nam omogočajo nastavitve števila obratov od 1.000–60.000 obr./min, turbinski mikromotorji pa celo do 600.000 obr./min. Prenizko število vrtljajev brusilnega telesa in s tem povečano tresenje predmeta lahko povzroči njegovo pokanje, plastenje ali celo njegov lom. Pri previsokem številu obratov pa obstaja nevarnost pregretja brušenega mesta. Lokalno povečanje temperature lahko povzroči notranje razpoke, ki jih opazimo šele pozneje. Vedeti moramo, da hitrost brušenja na brušeni površini ni odvisna samo od števila obratov brusilnega telesa, temveč tudi od njegovega premera. Obodna hitrost je namreč produkt števila obratov in premera brusilnega telesa ter jo izražamo v metrih na sekundo (m/s).



Slika 6: Na sliki vidimo zamazano površino brusnega kamna zaradi pregretja površine pri brušenju.

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1.000 \cdot 60}$$

π – število π

V – obodna hitrost (m/s)

d – premer v milimetrih (mm)

n – število obratov na minuto (obr./min)

Za optimalno hitrost brušenja korozijskih produktov 25 m/s je torej treba doseči naslednje obrate brusilnih teles:

- $\phi = 22$ mm ca. 22.000 obr./min
- $\phi = 12$ mm ca. 40.000 obr./min
- $\phi = 6$ mm ca. 80.000 obr./min

Zato pri brušenju s turbinskimi motorji s 600.000 obr./min uporabljamo bruse z zelo majhnim premerom (1–2 mm). Pri tako visokih obratih je tudi najmanjša nesimetričnost oziroma necentričnost brusa na osi lahko usodna. Os se skrivi in z brusom lahko udarimo po predmetu tako močno, da ga zdrobimo ali se pri tem sami poškodujemo.

Pritisk brusnega telesa na podlago naj bo čim manjši, ker v nasprotnem primeru pride do pregretja in zamazanja površine (**slika 6**). Čim višje je število obratov, tem manjši naj bo ta pritisk.

3. Poliranje

Pri poliranju ne gre za obdelavo

površine z rezanjem, tako kot pri brušenju, kljub temu pa gre za temeljito mehansko spremembo površine obdelovanca. V bistvu gre za glajenje in zgoščevanje površine. Prav zaradi tega je ta mehanska metoda pomembna v konservatorstvu in restavratorstvu. Dobro polirana površina je izrazito manj korozijsko reaktivna. Na polirani površini je veliko manj verjetno, da pride do kapilarne kondenzacije vodnih hlapov, kot je to primer pri grobih nezglajenih površinah, kar je eden od razlogov večje odpornosti poliranih površin proti koroziji. Prav tako je površina manj dovzetna za umazanijo, ker so zaprte pore, v katerih se umazanija nabira. Glede na zahteve v restavratorstvu, da pri obdelavi zgodovinskih predmetov čim manj spremenimo stanje originalne površine, je poliranje poseg, katerega učinke in posledice na predmet moramo dobro pretehtati. Površine arheoloških kovinskih predmetov nikoli ne poliramo. Izjema sta le zlato in srebro, ker s poliranjem dosežemo večjo korozijsko obstojnost in lepši videz.

Poliranje je pravzaprav zapleten proces, ki ga lahko razčlenimo v več zaporednih faz. Pri poliranju gre za postopek zmanjšanja hrapavosti površine na 1 μ m globine kraterja. Nasprotno od brušenja je tu količina odstranjene obdelovane snovi zanemarljiva. Pri poliranju uporabimo različen pritisk polirnega sredstva na površino. Tudi hitrost gibanja polirnega sredstva je lahko različna. Zaradi hitrega gibanja polirnega sredstva in visokega pritiska prihaja do lokalnega pregretja polirane površine, ki omogoča spremembo njene strukture. Posledica je mehčanje, izravnavanje in zgostitev površinske plasti. S tem pridobi površinska plast do neke mere amorfnost strukturo. Zaradi amorfnosti ima manjši električni

potencial kot kristalna struktura in s tem večjo korozijsko obstojnost. Polirna sredstva so lahko v obliki prahu, past, pen (slika 7) ali polirnih teles (kolotov, konusov, gumic) (slika 8).

Za doseg optimalne politure morajo biti izpolnjeni naslednji pogoji:

- natančna izvedba polirnega postopka z uporabo finih polirnih sredstev,
- postopna uporaba finejših in mehkejših polirnih sredstev na različnih nosilcih,
- različna polirna sredstva se ne smejo mešati niti na površini predmeta niti na polirnem nosilcu,
- uporaba majhne količine polirnega sredstva pri visokih obratih polirnega nosilca.

Pravilno poliranje naj bi potekalo po naslednjih navodilih:

Po končanem brušenju z zelo finimi brusni se lotimo predpoliranja manjših površin z elastičnimi silikonskimi polirnimi kolesčki ali konusi. Na voljo so nam tudi polirna telesa, izdelana iz filca. Silikonska polirna telesa vsebujejo večinoma silicijev karbid (SiC), medtem ko polirna telesa iz filca vsebujejo korund ali diamante v najfinejši gradaciji. Za poliranje večjih površin uporabljamo rotirajoče krtače. Kot predpolirno sredstvo uporabljamo na primer kromoksidne paste (polirno zeleno). Predpoliranje je postopek med brušenjem in poliranjem. Pri tem prihaja delno do finega brušenja in delno do grobega poliranja. Za visoko svetlečo polituro uporabljamo najprej kosmata bombažna kolesa (Schwabbelscheiben) in na koncu še volnena kolesa (Wollräder). Ob tem uporabljamo polirna sredstva kositerdioksidne in zinkoksidne paste – polirno belo (Polierweiss) in



Slika 7: Polirne paste (polirna bela, polirna rumena, polirna zelena, polirna plava, polirna rdeča, pariško rdeča) in polirne pene

tudi železove okside – polirno rdeče in pariško rdeče (Polierrot/Pariser Rot).

Za poliranje se uporabljajo tudi polirne jeklene volne in polirni kamni (na primer ahata), ki se od običajnih polirnih teles razlikujejo po tem, da se pri njih ne uporabljajo polirna sredstva.

Po poliranju površino očistimo / izperemo z acetonom, alkoholom in vodo, da odstranimo polirno sredstvo.

4. Brusna in polirna sredstva

Diamanti

Diamant je kubična kristalna oblika ogljika. V svoji najčistejši obliki je brezbarven in prozoren. Diamant je najtrši znani mineral (TM 10). Razlog je v kristalni strukturi, v kateri je vsak ogljikov atom obkrožen s štirimi enako oddaljenimi ogljikovimi atomi v smeri tetraedra. Diamante, ki so trdi, a zelo krhki, lahko zdrobimo v jeklenem možnarju in jih uprašimo. Brusimo lahko samo z diamantnim prahom. Diamante lahko tudi izdelamo iz grafita pri temperaturi nad 1200 °C in pritisku ca. 45 kilobarov. To so industrijski diamanti, katerih trdota presega celo trdoto naravnih diamantov. Naravni in sintetični diamanti so najučinkovitejša, a tudi najdražja brusilna in polirna sredstva.



Slika 8: Polirni koloti (bombažni koloti, volneni koloti, usnjeni koloti)

Karbidi

V to skupino spadajo silicijev karbid (SiC), borov karbid (B₄C) in volframov karbid (W₂C) s trdoto TM 9,5–10.

Silicijev karbid (TM 9,5) imenujemo tudi karborund. To je spojina silicija in ogljika, ki nastane pri taljenju zmesi kremenčevega peska (SiO₂) in koks (C).

Silicijev karbid je poleg korunda najbolj uporabljan brusilni material. Zaradi svoje krhkosti se uporablja predvsem za brušenje mehkejših materialov.

Aluminijev oksid (Al₂O₃)

Imenujemo ga tudi korund ali glinica. V naravi se nahaja v kristalni obliki kot rubin in safir (NM 9).

Mešanico korunda z železovimi oksidi (do 35 %) imenujemo smirek.

Elektrokorund

Elektrokorund izdelujemo iz boksita in ogljika. Njegovo čistočo merimo med 80 % in 90 % aluminijevega oksida (Al₂O₃). Primešane nečistoče so železov, silicijev in titanov oksid.

Plemeniti korund

Izdelujemo ga iz čistega boksita. Dosega čistočo do 99,8 % Al₂O₃. Plemeniti korund je trši od naravnega korunda, vendar mehkejši od silicijevega karbida.

Silicijev dioksid (SiO₂)

Imenujemo ga kvarc ali, če ima nečistoče, kremenčev pesek (TM 7). Je zelo cenjen brusilni material in se uporablja kot smirkov papir ali brusilna pasta. Posebna oblika SiO₂ je kremenika ali diatomejska prst. Sestavljena je iz trdih školjk mreževcev (radiolarijev) in kremenastih alg (diatomej).

Zmes gline, apna in kremenike imenujemo »trojica« in jo uporabljamo kot predpolirno sredstvo. Danes proizvajamo trojico z mešanjem različnih oblik silicijevega dioksida.

Plovec

Gre za penasto-steklasto magmatsko kamnino (TM 5–6) svetlo sive barve. Uporablja se v obliki kamna ali prahu kot brusilno ali polirno sredstvo.

Kalcijev karbonat (CaCO₃)

V naravi se pretežno nahaja kot apnenec, marmor ali kreda. Plavljeno kreda pridobivamo iz naravne krede tako, da jo meljemo, plavimo, frakcioniramo in še enkrat meljemo. Na tak način dobimo zelo fino in cenjeno polirno sredstvo različnih kvalit. Poleg plavljene krede poznamo tudi dunajsko kreda, ki jo dobimo z žganjem mešanice kalcijevega in magnezijevega karbonata (CaCO₃ + MgCO₃). Pri tem preideta karbonata v okside.

Kositrov oksid (SnO)

Prah kositrovega oksida imenujemo tudi kositrov pepel in je zelo cenjeno, a tudi drago polirno sredstvo.

Kromoksid (Cr₂O₃)

Zaradi svoje zelene barve ga imenujemo tudi kromovo zeleno in je sintetično izdelan. Kromoksid je trši od železovih oksidov.

Železovi oksidi

To je najbolj uporabljan brusni in

polirni material. V naravi se nahaja kot železova ruda. Najbolj razširjen in najpomembnejši je hematit (Fe₂O₃) (TM 6,5). Pojavlja se v različnih oblikah, kot na primer rdeči kamen, krvavi kamen in podobno. Sintetično pripravljen hematit je temno rdeče barve in je eno najbolj uporabljanih polirnih sredstev. Glede na uporabljeno surovino in način izdelave dobimo polirna sredstva različnih barvnih odtenkov, trdote in grobosti zrn. Na osnovi teh kvalit. se prodajajo pod različnimi trgovskimi imeni, kot so pariško rdeče, angleško rdeče in drugo.

5. Brusilni in polirni izdelki

Polirne paste

Polirna pasta je mešanica polirnega sredstva in veziva, ki je pri pastah najpogosteje vosek ali stearin oziroma druge vosku podobne snovi (slika 7).

Brusilni izdelki

Pri delu uporabljamo takšne brusilne izdelke, s katerimi najlažje in najvarneje obrusimo predmet, ki ga obdelujemo. Na voljo so brusi različnih oblik, velikosti in kvalit.

Diamantni brusi

Diamantni brusi so izdelani iz diamantnega prahu in veziva (slika 9). Pri sintranih vezivih gre za sintrane diamantne (SD) bruse, pri galvanski vezavi pa za galvanske diamantne (GD) bruse. Pri SD-brusih je celotna masa brusnega telesa izdelana iz diamantov in veziva, ki se pri brušenju počasi obrablja in se mu spreminja oblika. Pri GD-brusih je diamantni prah nanesen v tenki plasti na kovinsko osnovo. Pri tem se kot vezivo uporablja kobalt (Co) ali nikelj (Ni). Ko plast diamantov odpade, se pojavi kovinska osnova, ki nima brusilnih lastnosti. SD-brusi so trajnejši od GD-brusov. SD-bruse ločimo glede na vezivo v bakrovo-



Slika 9: Diamantni brusi različnih oblik

kositrove in železo-manganove bruse ter glede na velikost diamantnih zrn v zelo grobe, grobe, srednje, fine in zelo fine bruse. Proizvajalci SD-brusov priporočajo obodno hitrost teh brusov med 4 in 16 m/s. Število vrtljajev izračunamo po zgoraj navedeni formuli. Pri brušenju s SD- ali GD-brusi ostaja nekaj veziva na predmetu, zato je treba predmet po brušenju očistiti teh ostankov. To storimo z rahlim brušenjem s finimi korundnimi brusi ali s peskanjem. Peskanje je primerno tudi zato, ker zabriše morebitne sledove, ki po brušenju ostanejo na površini predmeta (slika 5).

Korundni brusi

Korundne bruse sestavljata korund in vezivo. Vezivo je lahko keramično, kovinsko ali iz plastične mase. Keramično vezani korundni brusi so lahko trdi, srednje trdi ali mehki. Glede na velikost zrn jih delimo v grobe, srednje in fine bruse. Zelo so primerni za brušenje korozijskih plasti s kovinskih površin. Korundni brusi so kemično stabilni in pri povišani temperaturi brušenja ne pride do kemičnih reakcij med brusom in predmetom.

Karbidni brusi

Zeleni karbidni brusi so izdelani iz 98 % čistega zelenega silicijevega karbida (SiC). Koničasta in ostra karbidna zrna vežemo s keramičnimi, cementnimi (magnesit), plastičnimi ali gumijastimi vezivi. Karbidni brusi s



Slika 10: Polirne gumice različnih oblik in kvalitet

cementnim vezivom so zelo primerni za brušenje debelih železnih korozijskih oblog na arheoloških predmetih. Pri brušenju s temi brusni ne smemo preseči

50.000 obr./min, ker pride do drobljenja brusne mase. Karbidne bruse s keramičnim vezivom ločimo na mehke, srednje trde in trde, glede velikosti zrn pa na grobe, srednje grobe in fine. Pomanjkljivost karbidnih brusov je v tem, da pri povišani temperaturi, ki nastane pri brušenju, lahko pride do kemične vezave ogljika iz karbida s kovino iz predmeta.

Tudi pri teh brusih, kakor pri korundnih, velja splošno pravilo, da mora biti brusilno sredstvo trše od snovi, ki jo brusimo.

Polirne gumice

Pri elastičnih polirnih telesih, kot so polirne gumice, je vezivo guma ali silikon. Ločimo trde, srednje trde in

mehke polirne gumice. Kot brusni material se poleg silicijevega karbida največ uporablja korund. Polirne gumice so zelo uporabno tako brusno kot polirno sredstvo. Pri obdelavi arheoloških predmetov so zelo uporabne Abba-univerzalne polirne gumice sivo-zelene barve, ki so srednje trde z grobimi brusnimi zrni. Polirne gumice se zelo obrabljajo, zato jih uporabimo po tem, ko smo s korundnimi ali diamantnimi brusni že odstranili večino korozijskih oblog s predmeta. Optimalni obrati za polirne gumice s premerom 20 mm so med 5.000 in 9.000 obr./min. Polirne gumice so lahko različnih oblik. Tako poznamo kolesa, čaše, konice, leče in drugo (slika 10).

Fotografije: Zoran Milić
Skice: Ida Murgelj