

Vsebina

1. Uvod
2. Klasifikacija premazov
3. Zahtevane lastnosti premazov
4. Premazi za različne substrate
5. Zaključki
6. Literatura

1. Uvod

Na področju konserviranja-restavriranja igra zaščita površin različnih materialov oz. predmetov pogosto ključno vlogo. Površinski zaščitni premazi pomenijo prepreko med površino in zunanjimi dejavniki, še posebej vodo, saj lahko tak premaz omeji interakcijo vode s površino.

V notranjih okoljih se predmeti kulturne dediščine običajno hranijo pri vzdrževanih in skoraj idealnih razmerah s spremljanjem okoljskih parametrov (tj. relativne vlažnosti, temperature, svetlobe). Na drugi strani pa so predmeti, ki se nahajajo na prostem, izpostavljeni različnim vremenskim vplivom; v ozračju so prisotne različne reaktivne spojine, ki lahko reagirajo z materiali, iz katerih so ti predmeti izdelani.

Premazi, ki se uporabljajo v muzejih, arhivih, galerijah, depojskih prostorih ali na razstavah, lahko predmete tudi posredno ali neposredno poškodujejo. Vplivajo lahko npr. na korozijo in razbarvanje predmetov, bodisi z neposrednim stikom ali z emisijo hlapnih spojin.¹

Premazna sredstva opravljajo več funkcij. Vse do danes so

se uporabljala zaradi estetskih razlogov (npr. laki, voski na lesenih predmetih), pri konservatorsko-restavratorskih posegih pa jih najpogosteje uporabljamo zato, da ščitijo površino (razlitja, površinske poškodbe, kot so odrgnine, itd.) in strukturo predmeta (nihanje relativne vlažnosti in posledično poslabšanje dimenzijskih sprememb). Na splošno velja, da se historični premazi ohranijo, kadar je to mogoče. Ohranjanje zaključnih premazov in obdelava degradiranih premazov zahteva široko znanje in raznolike veščine, tudi znanje o različnih materialih za premaze in o njihovem propadanju, pa tudi obrtniške veščine, potrebne za ohranjanje obstoječih premazov ali nanašanje novih.²

V zadnjih desetletjih so bili razviti različni zaščitni premazi za ohranjanje predmetov in objektov kulturne dediščine in upočasnitev procesa propadanja. Premazi za namene kulturne dediščine bi morali imeti lastnosti idealnega zaščitnega premaza; med te lastnosti spadajo transparentnost, reverzibilnost, združljivost s površino, dolga življenjska doba, enostavna sinteza, nizki stroški vzdrževanja in nestrupenost.³

1 Tétreault, 1999.

2 Williams, 2003.

3 Artesani in sod., 2020.

V prispevku so predstavljeni premazi glede na materiale, ki so se in se še vedno uporabljajo na področju kulturne dediščine ali pa so v fazi raziskav.

2. Klasifikacija premazov

S terminom premaz opišemo neki material, ki ga nanese na substrat z ustrezno nanašalno tehniko, posledica česar je nastanek suhega filma.

Premaze lahko delimo na organske in anorganske. Razdelimo jih lahko tudi glede na videz (brezbarvni, prozorni, pigmentirani) in funkcionalnost (fotosenzitivni, proti abraziji, korozijska zaščita), lahko pa jih klasificiramo tudi glede na mehanizem tvorbe filma. Film je rezultat pretvorbe premaza, običajno tekočega, v trden film. Filme pa glede na mehanizem njihovega nastanka delimo v sedem skupin, ki so opisane v točkah a–g.⁴

a) Izhlapevanje topila iz premaza (evaporacija)

Pri tem mehanizmu se suhi film (imenovan lak) tvori z izhlapevanjem topila iz tekočega premaza. V to kategorijo sodijo šelak, celulozni nitrat (imenovan tudi nitroceluloza ali nitrat celuloze), etilceluloza, etil hidroksietil celuloza in akrilni estri, npr. akriloid. Celulozni nitrat je bil prvič na voljo konec 19. stoletja. Nitrocelulozne »lake« so pripravljali z nitriranjem celuloze v kisli raztopini, pri čemer so nastali estri celuloze. Zaradi procesa sinteze so ti izvirni filmi izjemno nestabilni in se hitro razgradijo, vendar pa je nedavni razvoj proizvodnje nitroceluloznih

lakov prinesel material z veliko večjo stabilnostjo. Večina filmov, nastalih po tem mehanizmu, ima nizko vsebnost trdnih snovi in za zagotovitev ustrezne parne zapore zahteva nanos več plasti kot drugi premazi.

Šelak in celulozni nitrat sta med pogosteje uporabljanimi laki. Glavna pomanjkljivost šelaka je njegova velika občutljivost na vodo in vlago. Po drugi strani lahko celulozni nitrat vsebuje spojine na osnovi sušičih se olj ali etilacetata, ki so lahko jedke. Poleg tega obstaja nevarnost dolgotrajne emisije dušikovega oksida (npr. v nepredušno zaprtih vitrinah).⁵ Hlapne emisije iz premazov so lahko škodljive za predmet, na katerega so bili taki premazi nanesen, ali za predmete v njihovi bližini, zato se v zadnjem času uporaba nitroceluloznih lakov odsvetuje. Zagotoviti je treba, da materiali, uporabljeni za konservatorsko-restavratorske posege, ne oddajajo škodljivih hlapnih snovi.⁶

b) Koalescenca

Film nastane s koalescenco (združevanjem) polimernih delcev, ko iz emulzije (lateks) izhlapijo hlapna topila. Takšni premazi so enostavni za uporabo in okolju prijazni, vendar so ponavadi porozni, nastanek filma pa običajno precej zavisi od zunanjih dejavnikov. Film npr. ni homogen, ker je premaz kompleksen, poleg tega pa izhlapevanje nikoli ne poteka po celotni površini. Običajno uporabljene smole (polimeri) vključujejo akril, vinilacetat, vinilacetat-akril, akril-stiren,

butadien-stiren, uretan in akril-uretan.^{7, 8} Akrile so razvili v petdesetih letih prejšnjega stoletja in vsebujejo sintetične akrilne polimere. So trpežnejši in odpornejši na praske kot nitrocelulozni premazi. Med najbolj priljubljene spadajo celulozni acetat-butiratni (CAB) laki. CAB laki so nekoliko bolj prožni in so zato nekoliko manj nagnjeni k razpokam.⁹ Zaradi njihove stabilnosti, pa tudi termoplastičnosti, vzdržljivosti in specifične topnosti, so akril, zlasti metakrilati, izbira za široko paleto konservatorsko-restavratorskih posegov.

Glavne škodljive snovi, prisotne v teh premazih, so voda, amonijak, formaldehid in karboksilne kisline. Visoka vsebnost vodne pare lahko še posebej v nepredušno zaprtih prostorih (npr. vitrinah) povzroči rast gliv in korozijo.

c) Oksidativna polimerizacija

Film nastane zaradi prisotnosti kisika iz zraka, ki reagira z nekonjugiranimi nenasičenimi maščobnimi kislinami v alkihidih (ali sušičih se oljih), ki jih premazi takšnega mehanizma običajno vsebujejo. Pri tem se polimerne verige premežijo, film pa se posuši in otrdi. Oksidacijski procesi vodijo v nastanek aldehydov in alkihilnih radikalov, ki se oksidirajo v karboksilno kislino. V to kategorijo sodijo sušiča se olja in alkhidi (na zraku sušeni premazi), z olji modificirani uretani (uretansko olje, uretansko-alkidna, tekoča plastika) in epoksidni estri (enokomponentni epoksid).

4 Tétreault, 1999.

5 Tétreault, 1999.

6 Eggert in sod., 2019.

7 Tétreault, 1999.

8 Wicks in sod., 1999.

9 <https://vermontwoodsstudios.com/content/lacquer> (dostop avgust 2022).

Veliko filmov nastane z oksidativno polimerizacijo pri sobni temperaturi, vendar za muzejske predmete na splošno niso ustrezni, saj poteka proces oksidacije počasi, pri procesu pa nastajajo onesnaževala. Utrjevanje oz. sušenje lahko po nekaj letih povzroči razpokanje, krhkost in uničenje premaznega filma.

d) Polimerizacija pri zračni vlagi

Film se tvori s polimerizacijo, ko vodna para iz atmosfere reagira z izocianatno skupino, običajno tolilen diizocianatom (TDI), ki tvori sečninske vezi. Proces poteka optimalno v območju med 35- in 85-odstotno relativno vlažnostjo. Primer nastanka filma s polimerizacijo z zračno vlago je uretan, ki je običajno dobro odporen proti obrabi, ima nizko stopnjo sproščanja kislih hlapnih emisij in dobre zaporne lastnosti. Največja slabost takšnih premazov je močan vonj izocianatnih spojin (draženje oči) ter možnost rumenjenja v primeru neustreznega zračenja med procesom sušenja.¹⁰

e) Katalizirana polimerizacija

Film nastane s premreženjem dveh različnih komponent v prisotnosti katalizatorjev (t. i. pospeševalnikov ali zamreževalcev), od katerih lahko nekateri vstopijo v reakcijo in postanejo del zamreženega sistema. Primera sta epoksidni in uretanski film.¹¹ Fizikalne lastnosti teh proizvodov so močno odvisne od razmerja med posameznimi komponentami. Epoksidne smole so načeloma dobro kemijsko odporne (proti topilom, kislinam itd.) in dokaj dobro odporne proti obrabi, medtem ko so uretani dobro odporni proti obrabi s precej

dobro kemijsko odpornostjo. Oba, epoksidni in uretanski film, tvorita zelo dobro parno zaporo.

Neprimerno razmerje med komponentami in pomanjkljivo mešanje lahko privedeta do tega, da nezreagirane komponente škodljivo vplivajo na površino predmetov, lahko pa povzročijo tudi lepljivost površine.

f) Sprememba faze

Filme, ki nastanejo po principu spremembe faze (t. i. termoreaktivni filmi), najpogosteje nanašamo na kovinske površine s pršenjem suhega prahu (elektrostatično brizganje), čemur sledi segrevanje. Primeri takšnih, t. i. prašnih premazov, saj so običajno v obliki trdih smol v prahu, so epoksidne, poliestrske, uretanske in akrilne smole (oz. polimeri) ali njihova kombinacija. Glavna prednost prašnih premazov je odsotnost topila, kar reši problem emisij hlapnih spojin.

g) Mešani mehanizmi

Filme lahko tvori več kot en mehanizem. Prašnati termoreaktivni filmi npr. nastanejo ne le s spremembo faze, pač pa tudi s katalizirano polimerizacijo, dvokomponentne epoksidne emulzije pa nastanejo s koalescenco in katalizirano polimerizacijo. Značilnosti teh filmov so običajno kombinacija lastnosti, ki jih tvori samo en mehanizem. Parna zapora npr., ki jo zagotavljajo dvokomponentne epoksidne emulzije, je slabša od parne zapore epoksidnih filmov, ki nastanejo s katalizirano polimerizacijo, vendar je boljša od parne zapore večine filmov, ki nastanejo s koalescenco.

3. Zahtevane lastnosti premazov

Dandanes je glavna zahteva, da se uporabijo okolju prijazne in zdravju neškodljive snovi. Premaz, ki ga nanesemo na površine predmetov ali materialov kulturne dediščine, mora biti v skladu s specifičnimi zahtevami:¹²

- stabilizirati mora material (ustaviti ali upočasniti nadaljnje spremembe) brez spreminjanja vizualne podobe;
- biti mora enostaven za nanašanje;
- biti mora reverzibilen, omogočati mora enostavno odstranjevanje, ki je varno in zdravju neškodljivo, odstranjevanje pa površine ne sme poškodovati;
- imeti mora zaščitno zmogljivost (tj. trdnost in odpornost na neugodne okoljske razmere);
- biti mora dolgoročno obstojen;
- splošno zaželena lastnost je zdravo, poceni in enostavno vzdrževanje (reverzibilnost in ponovna uporaba);
- omogočati mora morebitne prihodnje raziskave materiala in ponovne posege.

Premaz, ki bi združeval vse omenjene zahteve, trenutno žal ne obstaja, zato se je treba za optimalen konservatorsko-restavratorski poseg vedno odločiti pri vsakem primeru posebej.

10 Tétreault, 1999.

11 Tétreault, 1999.

12 Letardi, 2021, in tam navedene reference.

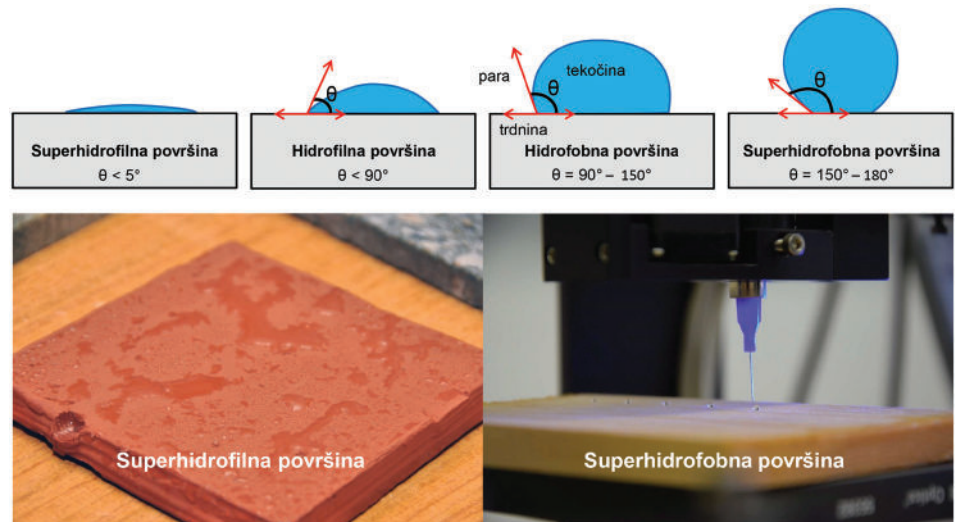
4. Premazi za različne substrate

4.1. Naravni kamen

Zaščitni premazi se uporabljajo za večjo odpornost naravnega kamna na različna okoljska onesnaževala, biološko rast in zlasti na delovanje vode. V zadnjih desetletjih so za izboljšanje učinkovitosti takšnih premazov začeli uporabljati tudi nanodelce.¹³

Polimerni filmi

Uporaba polimernih filmov povzroči učinek vodoodbojnosti na površini kamna.¹⁴ Akrilni polimeri, siloksani, fluoropolietri in fluorirani akrilni polimeri se običajno uporabljajo kot hidrofobni premazi. Akrilni polimeri (eden najbolj priljubljenih komercialnih akrilnih polimerov je Paraloid B-72) imajo glavno pomanjkljivost, tj. slaba odpornost na staranje, zlasti na termične in fotooksidacijske procese. Siloksani so dobro kemijsko stabilni zaradi močne Si-O vezi, imajo nizko površinsko napetost in dobro odpornost na toplotne obremenitve, zato jih običajno nanašajo na različne kamnite podlage. Fluoropolimeri so kemično podobni politetrafluoroetilenu (PTFE ali komercialno teflon), ki ima hidrofobne in oleofobne (oljeodbojne) lastnosti. Prvi fluoropolimerni premazi so imeli dober potencial, vendar so imeli slabo sposobnost vezave na kamnito površino, zato so bili razviti fluoropolimeri, ki vsebujejo funkcionalne skupine (kot so fosfati), ki se lahko oprimejo površine kamna in s tem zagotavljajo trajnejšo zaščito. Vendar se te spojine redko uporabljajo predvsem zaradi visokih stroškov.



Slika 1: Obnašanje vodne kapljice na (super)hidrofilni in (super)hidrofobni površini (Foto: Arhiv ZAG in Andreja Pondelak)

V zadnjem času so sintetizirali bolj odporne fluorirane akrile.

V preteklem desetletju pa se je pokazalo, da lahko sintetični polimeri delujejo kot substrati za naselitev mikroorganizmov, kot so bakterije in glive.

Nanostrukturirani in večnamenski premazi

Za nanodelce je značilna velikost pod 100 nm. Nanodelci kalcijevega hidroksida in silicijevega dioksida se trenutno uporabljajo za utrjevanje naravnega kamna predvsem zaradi visoke reaktivnosti, poleg tega pa lahko zaradi majhnih delcev prodrejo globoko v kamnino.¹⁵ Med nanopremaze spadajo nekateri (super)hidrofobni, nekateri (super)hidrofilni in fotokatalitski premazi.

Površina nekega materiala se na podlagi interakcije s kapljicami vode lahko deli na hidrofilno ali hidrofobno (slika 1). Površina je hidrofilna, če se kapljica vode na njej širi po površini. Nasprotno pa je

površina hidrofobna, če se kapljica vode nanjo nalepi bolj, kot se razširi na površino.

Hidrofobni in superhidrofobni premazi
Učinek samočiščenja je posledica dejstva, da se umazanija in zgodnje kolonije mikroorganizmov ne lepijo na samo površino in jih voda običajno »izpere«. Pojav imenujemo tudi lotosov učinek. Pojavi se na površinah, ki imajo igličast sloj, na katerem se nahajajo od nekaj nanometrov do enega mikrometra velike cevaste tvorbe iz hidrofobnega materiala. Stična površina med iglicami in umazanijo je veliko manjša od površine same umazanije, zato so majhne tudi privlačne sile. Površina iglic nima dobrega oprijema niti za vodo, zato se kapljica zlahka odkotali in nase veže še umazanijo. Da na površini podlage ustvarimo lotosov učinek, moramo izpolniti dva pogoja. Prvi je, da mora biti površina hidrofobna, kar pomeni, da mora biti kot omakanja večji od 90° (slika 1). Drugi pogoj pa

13 Ruffolo in La Russa, 2019.

14 Ruffolo in La Russa, 2019, in tam navedene reference.

15 Pozo-Antonio in sod., 2019.

je hrapava površina z majhno površinsko energijo (površina je na mikrometrski skali močno nagubana).^{16, 17, 18} Primeri materialov, ki omogočajo samočiščenje, so nanodelci SiO₂, dodani komercialnemu polimeru siloksanu, hidrofilni nanodelci glinice, dodane siloksanu, površinsko modificirani nanodelci silike, dodane TEOS-u (tetraetoksisilanu), in nanodelci silike v vodni disperziji z alkoksi silani. Primeri hidrofobnih premazov so: Fungosil SNL (Remmers), Tegosivin HL 101 (Evonik), Protectosil SC concentrate (Evonik), Capstone ST-500 (Fluorosilan), Nanoprotekt (Samson Kamnik d.o.o.), zaščitni premaz za les in kamen (Nanosvet d.o.o.).

Hidrofilni in superhidrofilni premazi

Hidrofilni premazi imajo lastnost, da privlačijo vodo. Hidrofilni premazi običajno vsebujejo nanodelce titanovega ali aluminijevega dioksida. Najbolj raziskan material je TiO₂, pri katerem UV svetloba povzroči redukcijo titanovega (4⁺) iona ter oksidacijo oksidnih anionov do kisika, kar ima za posledico kontaktni kot blizu 0° in superhidrofilno površino (slika 1). Pri tem voda na površini ne tvori kapljic, ampak se razlije po površini (slika 1).

Fotokatalitski premazi

Fotokatalitski premazi so ponavadi izdelani na osnovi titanovega dioksida (TiO₂), ki je zaradi svoje visoke površinske energije hidrofilen, zato voda na njegovi površini ne tvori

kapljic, ampak tanko plast. TiO₂ je polprevodnik, ki pri osvetljevanju z UV sevanjem (v naravi je vir UV sevanja sonce) povzroči nastanek prostih elektronov in elektronskih vrzeli. Elektroni se lahko selijo na površino, kjer reagirajo s kisikom in vodo. Pri tem nastanejo zelo reaktivne spojine (kot so hidroksidni radikali, super oksidni anioni in vodikov peroksid), ki lahko razgradijo organske snovi (maščobe, olja, saje ipd.). Na takšnih samočistilnih površinah pride do razgradnje organskih onesnaževal, razgradni produkti pa se odstranijo z naslednjim dežjem (slika 2). Slabost premazov na osnovi TiO₂ je, da lahko pride do reakcij, ki povzročijo razpad polimernega matriksa, ki nosi TiO₂, ali polimernega nosilnega materiala (premazovanje organskih in polimernih površin, npr. plastike). Fotokatalitski samočistilni premazi tako kot premazi na osnovi lotosovega učinka delujejo le na prostem, saj za delovanje potrebujejo vodo (dež) in UV svetlobo (sonce).^{19, 20}

Najpogosteje uporabljen fotokatalizator je nanokristalinični titanov dioksid (TiO₂), uporabljeni pa so bili tudi drugi nanodelci kovinskih oksidov, kot so ZnO, ZnTiO₃ in CuO²¹, ki delujejo podobno v smislu samočistilne in biocidne učinkovitosti. Primera fotokatalitskih premazov sta: Hombikat XXS-100 (Sachtleben Chemie GmbH) in Primer TP2225 + TA2207 (NADICO Technologie).

Omeniti je treba, da presežek

titanovega dioksida lahko privede do spremembe barve po aplikaciji premaza na površino, tj. beljenja naravnega kamna.

Na splošno nanopremazi znatno pripomorejo k zmanjšanju frekvence čiščenja, kar posledično zmanjša stroške dela in poveča trajnost premazanih materialov. Materiali, premazani s samočistilnim premazom, imajo večjo odpornost na obrabo in rumenenje, so vodoodbojni in imajo antimikrobni učinek. Do okolja so veliko prijaznejši kot tradicionalni premazi. Pomembno pa je poudariti, da je za učinkovito delovanje hidrofobnih, hidrofilnih in fotokatalitsko aktivnih nanopremazov potrebna stalna prisotnost vode. Problem prav tako predstavljajo nekateri organski materiali, saj se material z nanosom fotokatalitsko aktivnega premaza razgrajuje in s tem zmanjšuje učinkovitost fotokatalize. O morebitni škodljivosti nanodelcev je veliko govora. Kljub vsem prednostim in obetom novih tehnologij na osnovi nanodelcev se je treba zavedati tudi njihove potencialne škodljivosti za človeka in okolje.^{22, 23, 24}

Nekateri premazi lahko takoj po nanosu ali ko so izpostavljeni določenim dejavnikom (npr. zunanjim), spremenijo površino, kot je razvidno npr. s slike 3, kjer sta premaza z oznako 1D in 1G nekoliko temnejša od preostalih vzorcev. Lahko pride tudi do beljenja ali mokrega videza površine ali sijaja, kar ni zaželeno.

16 Bajuk, 2016.

17 <http://www.nanowerk.com/spotlight/spotid=19644.php> (dostop avgust 2022).

18 Sever Škapin, 2009.

19 Bajuk, 2016.

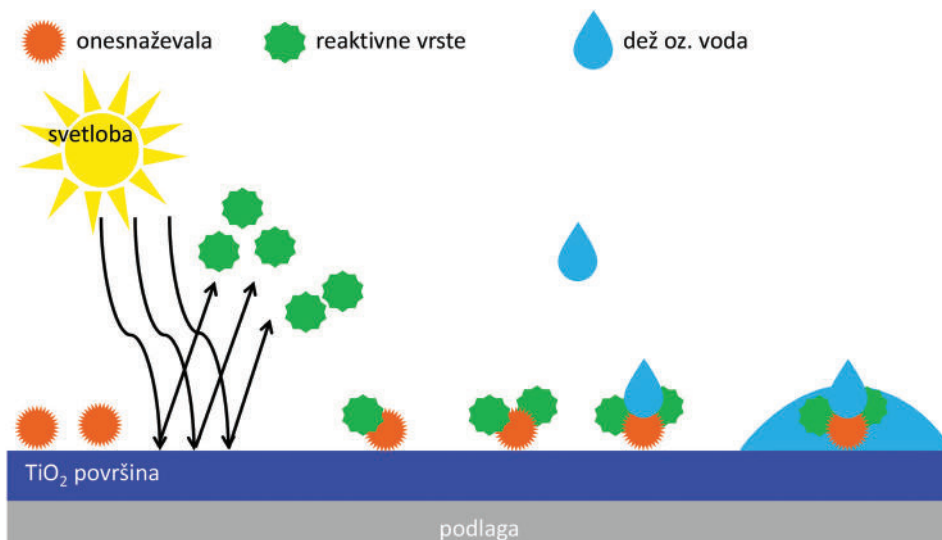
20 Sever Škapin, 2009.

21 Aldosari in sod., 2019.

22 Bajuk, 2016.

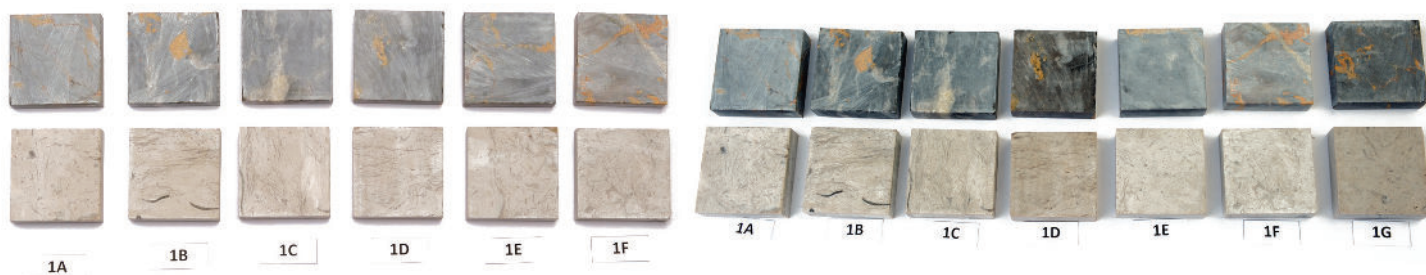
23 Sever Škapin, 2009.

24 Remškar, 2009.



Slika 2: Shema procesa samočiščenja površine, ki ima fotokatalitski (TiO₂) premaz.

polimerne materiale, nedavno pa so bili predlagani tudi sol-geli.²⁶ Kot zaščitni premazi se zaradi omočljivosti, kemične inertnosti in okoljske stabilnosti uporabljajo predvsem akrilni polimeri in kopolimeri. Postopki z uporabo Paraloida B-72 in poliuretana so se izkazali za učinkovite, ker zapirajo poroznost, WACKER OH (organosilicijeva spojina) pa se odloži na stene por in ne zapira poroznosti.²⁷



Slika 3: Sprememba površine naravnega kamna (zgoraj sivi pisani apnenec Lesno Brdo, spodaj svetlo sivi apnenec Lipica Unito), na katerem so bili različni nanoseni premazi 3 mesece izpostavljeni naravnim zunanjim dejavnikom. Pomen oznak: 1A – brez nanosa premaza; 1B – Funcosil SNL; 1C – zaščitni premaz za les in kamen; 1D – Protectosil SC concentrate; 1E – Foto-katalit 3502; 1F – E512 in 1G – globinska zaščita mineralnih površin + Funcosil SNL. Več o izpostavi v magistrski nalogi Silvijske Bajuk. (Foto: Arhiv ZAG)

Premazi se razlikujejo po učinkovitosti – nekateri so bolj učinkoviti kot drugi, kar v praksi pomeni, da je površina manj ali bolj naseljena z mikroorganizmi.

Amonijev oksalat

Premaz z amonijevim oksalatom je najpogosteje uporabljen anorganski premaz, pri čemer na površini naravnega kamna (npr. marmorja) nastane pasivna plast

kalcijevega oksalata monohidrata (whewellit).²⁵ V zadnjih letih so proučili tudi različne alternative, kot sta amonijevi soli oksamat in monometiloksalat.

4.2. Keramika

Najpogosteje uporabljeni materiali za konservatorsko-restavratorske posege na keramiki so polimeri, ki se uporabljajo že od leta 1960. V ta namen so proučili različne

4.3. Kovina

Primeri kovinskih predmetov kulturne dediščine so med drugim npr. starodavni arheološki artefakti, zakopani že stoletja in močno degradirani, v muzejskih zbirkah prav tako močno zastopani kovinski predmeti iz mlajših zgodovinskih obdobjev ter dokaj nedavni, npr. kipi in skulpture, izpostavljeni zunanjim okoljskim razmeram. V vseh primerih gre za potencialno izredno občutljiv material, ki zahteva ustrezno zaščito, kar je mogoče doseči z nanosom premaza. Glavni problem pri ohranjanju kovinskih predmetov je povezan s napredovanjem korozije.²⁸ Učinkovit protikorozijski premaz bi moral delovati kot dobra difuzijska

25 Mudronja in sod., 2021.

26 Kareiva in sod., 2015, in tam navedene reference.

27 Constâncio in sod., 2010, in tam navedene reference.

28 Artesani in sod., 2020.

pregrada proti kisiku, vodni pari in atmosferskim onesnaževalom.

V zadnjih 20 letih so bili najbolj preizkušeni premazi za zaščito bakra in njegovih zlitin triazoli in silani, v zadnjem času pa bolj inovativne rešitve, denimo nanokompoziti in biopolimeri.

Akrilni premazi

Najpogosteje in najsplošneje uporabljen premaz za zaščito kovinskih predmetov je tip polimernega premaza Paraloid B-72 (slika 4). Zaradi njegove dolgoročne reverzibilnosti in široke uporabe kot premaza, utrjevalca in lepila pri ohranjanju kulturne dediščine ga nemalokrat uporabljamo kot primerjalni standard učinkovitosti v številnih testnih postopkih. Kljub vsemu se je izkazalo, da njegova uporaba ni popolnoma učinkovita, saj pri koničastih predmetih ali njihovih koničastih delih (orožje, oklepi) povzroča korozijo.

Incralac (vsebuje Paraloid B-44 – kopolimer etil metakrilata / butil akrilata z dodanim epoksidnim sojinim oljem kot razvijalnim sredstvom in benzotriazolom kot UV absorberjem) je bil razvit v šestdesetih letih prejšnjega stoletja kot prozoren premazni sistem za polirane zunanje bakrove zlitine, z leti pa so bile uvedene manjše spremembe v sestavi, večinoma v skladu z okoljskimi predpisi.²⁹ Incralac se uporablja tudi za arheološke predmete iz bakrovih zlitin, za druge kovine pa se ne uporablja.

Pomembno je tudi, v čem te proizvode (zaščitna sredstva) raztopimo; etil acetat npr. je za



Slika 4: Lakiranje pokrova iz kositrove zlitine s čopičem in raztopino Paraloida B-67 v ksilenu (Foto: arhiv OKR NMS)

predmete lahko škodljiv, ker nastane očetna kislina, ki pospešuje korozijo.

Voski

V uporabi so različne mešanice naravnih, mikrokristaliničnih in polietilenskih voskov. Mikrokristalinični voski so med strokovnjaki daleč najbolj razširjena rešitev, zlasti na gladkih, enakomernih jeklenih površinah, kot so npr. oklepi in patinirani zunanji spomeniki. Njihova pomanjkljivost pa se kaže v kratki življenjski dobi in reverzibilnosti, ki sta lahko močno odvisni od podlage in metode nanašanja. Veliko je v uporabi tudi t. i. renesančni vosek (spada med mikrokristalinične voske), ki ga nanašamo bodisi hladnega ali segretega na 70 °C na železne predmete ali površine iz jekla.³⁰ Čeprav naj bi ga uporabljali predvsem na zunanjih predmetih, je učinkovit tudi za predmete v muzejih, žal pa ne tudi za preprečevanje prodora kloridov.

Celulozni nitrat

Pred uvedbo serije akrilov se je pri konserviranju-restavriranju pogosto uporabljal celulozni nitrat bodisi kot lepilo ali premaz. Izkazal je dolgoročno reverzibilnost, za zaščito arheoloških železnih predmetov pa se ni izkazal kot učinkovit. Bil naj bi tudi dobra izbira za premaze proti temnjenju srebra. Zadnja priporočila sicer precej nasprotujejo uporabi nitroceluloznih lakov, ker lahko dejansko pospešujejo korozijo.³¹

Silani in fluoropolimeri

Silani se pri kovinah uporabljajo predvsem kot hidrofobne ovire, saj so na površinah večinoma nevidni, imajo dobro vodoodbojnost in so sposobni vezave na korozijske produkte. Načeloma je adhezija s kovinsko podlago dobra. Premazi, ki tvorijo kovinski siloksan (M–O–Si, kjer M pomeni kovino) ali siloksan (Si–O–Si), se lahko kovalentno medsebojno vežejo na kovinske površine, saj jih naneseemo v hidrolizirani obliki.

Izmed silanov ima Prop S-SH (3-merkaptopropil-trimetoksisilan) najboljše lastnosti za zaščito bakra in bronca. Zaščita deluje tako, da sredstvo zmanjša nastanek korozijskih produktov, pa tudi izgubo materiala zaradi korozijskega procesa.³² Nedavno je bil Prop S-SH predlagan kot nestrupena zamenjava za Incralac.

S premazi iz silanov pogosto povezujemo fluoropolimere^{33, 34} (slika 5), ki kažejo dobro vodoodbojnost in fotostabilnost, čeprav pogosto poročajo o slabi oprijemljivosti s kovinsko podlago. Za te polimere so značilne vezi

²⁹ Watkinson, 2010.

³⁰ Thickett in Stanley, 2019.

³¹ Eggert in sod., 2019.

³² Chiavari in sod., 2013.

³³ Sadat-Shojai in Ershad-Langroudi, 2009.

³⁴ Kosec in sod., 2019.



Slika 5: Nanos premaza na osnovi fluoropolimerov na bronasto površino (Foto: Arhiv ZAG, posneto v okviru projekta B-IMPACT)

C–F, ki so odgovorne za visoko fotostabilnost fluoropolimerov, zlasti v primerjavi s tistimi z vezmi C–H. Med fluoropolimeri kaže dobro obstojnost in kemično odpornost predvsem kopolimer heksafluoropropilen-vinilidina fluorid (PVDF), ki se lahko raztopi v acetonu. Oprijemljivost s kovinsko podlago lahko izboljšamo z dodajanjem drugih komponent, kot so akrilni polimeri (Paraloid B-44) in/ali nanodelci. Fluoropolimeri so izredno netopni v običajnih topilih, zato lahko njihovo odstranjevanje povzroči okoljske probleme in pri izvajalcih posegov zdravstvene težave.

Nanokompoziti

Uporaba nanokompozitov pri kovinskih zlitinah je še vedno v povojih. Na vzorcu bron je bila predlagana uporaba nanostrukturiranega diamantu podobnega ogljikovega (diamond-like carbon – DLC) premaza kot

hidrofobne pregrade. Glavno vprašanje v tem primeru se nanaša na ohranitev estetskega vidika predmetov.³⁵

Nadalje so bili predlagani tudi plastnati dvojni hidroksidi kot učinkovit način za upočasnitev fotodegradacije premaza.

Nanomateriali so običajno vključeni v matrico polimera. Porast nanomaterialov je odprl mnoge možnosti v raziskavah sol-gel³⁶ premazov. Eden od načinov izboljšanja hidrofobnosti premaza je vključevanje metilne skupine kot modifikatorja silicijevega dioksida. Tak premaz je pripravljen s tetraetoksisilanom (TEOS) kot prekursorjem nanosilicijevih filmov in mešanico sol raztopine SiO₂ s trimetilklorosilanom (TMCS) in heksametildisilozanom (HMDS). Takšen premaz deluje kot dobra korozijska pregrada, ki učinkovito ohrani kovino, na katero je nanesena.

Biofilmi in biopolimeri

V zadnjih nekaj letih je bil v zvezi z zaviralci korozije na biološki osnovi in v zvezi z zelenimi premazi narejen velik korak naprej, vendar so nove aplikacije še vedno občasne in ne spadajo med uveljavljene konservatorsko-restavratorske metode. Doslej je bilo nekaj poskusov narejenih z izdelki, pridobljenimi iz rastlin ali organizmov (npr. biopatine iz gliv³⁷) ali izdelanimi iz aminokislin (biopolimer: polimer na osnovi polimlečne kisline (poly(lactic acid) – PLA)).³⁸ Izvedene so bile raziskave o njihovem protikorozijskem delovanju, čeprav zaenkrat le na modelnih vzorcih, poskusi na resničnih artefaktih pa doslej še niso bili opravljeni.

Inhibitorji (zaviralci)

Zaviralci se uporabljajo selektivno, bodisi sami ali v kombinaciji s premazi. 1,2,3-benzotriazol (BTA) je najbolj razširjen komercialni zaviralec, ki se uporablja v konservatorsko-restavratorski stroki za preprečitev korozije bakrovih zlitin.³⁹ Rastlinski izvleček tanina se občasno uporablja pri ohranjanju železnih predmetov že od šestdesetih let prejšnjega stoletja. Pri njegovem nanosu na železne površine nastanejo železovi tanati oksalati, ki delujejo kot netopna bariera za preprečitev nadaljnje korozije. Natrijevi karboksilati iz rastlinskih olj so bili uporabljeni na bakrovih zlitinah in železu, pri čemer se tvorijo bakrovi in železovi karboksilati.

³⁵ Artesani in sod., 2020.

³⁶ Metoda sol-gel je postopek pridobivanja trdnih produktov z geliranjem in ne s kristalizacijo ali precipitacijo. Sol je stabilna suspenzija koloidnih trdnih delcev ali polimerov v tekočini, ki se povežejo v mrežo (gel), čemur sledi odstranjevanje topila.

³⁷ Albini in sod., 2018.

³⁸ Giuntoli in sod., 2014.

³⁹ Letardi, 2021.

4.4. Les

Za izdelavo prevlek za pohištvo in lesene predmete uporabljamo širok spekter materialov iz različnih kategorij. Na splošno se prevleke razlikujejo v tem, ali so prozorne (laki), neprosojne (barve ali polikromija) ali kovinske (listi). Med najbolj uporabljene prozorne premaze spadajo voski, gume in olja ter naravne in sintetične smole, z dodajanjem barvil ali pigmentov v takšne materiale pa dobimo barve. Barve nastanejo tudi z dodajanjem barvil tekočinam, ki se običajno ne uporabljajo kot prozorni premazi, npr. kazein ali »mlečna barva«. Obstajajo tudi prevleke iz kovinskih listov, npr. iz zlatih in srebrnih listov, ki se lepijo na leseno ali mineralno podlago (podloga, podosnova, grund) z beljakovinskimi ali smolnatimi vezivi. Nazadnje obstajajo tvorci filmov, ki se ne ujemajo z nobeno od prej omenjenih kategorij, kot je urušiol ali orientalski lak.⁴⁰

Voski

Voski so estri višjih maščobnih kislin in spadajo med najstarejša premazna sredstva. Tradicionalno so živalskega ali rastlinskega izvora, v zadnjem času pa na področju sintetične kemije, zlasti petrokemije, razvijajo vosku podobne materiale. Voski in vosku podobni materiali so ponavadi izjemno stabilni in tvorijo odlične parne zapore. Živalske voske lahko pridobimo iz različnih virov, kot so kit glavač, ovčja koža (lanolin) in orientalske žuželke, vendar je na splošno čebelji vosek edini živalski vosek, pomemben za premazovanje pohištva in drugih lesenih predmetov. Med pomembne rastlinske voske uvrščamo karnubo (carnauba) in kandelilo (candelilla),

v nekaterih premazih pa najdemo tudi jagodni vosek. Karnuba je najtrši naravni vosek in je zelo trpežen kot zaščitni premaz, zato ga pogosto dodajamo drugim voskom (npr. čebeljemu). Pri poliranju daje gladko, sijajno in trdo površino. Kandelila se najpogosteje uporablja kot cenejši nadomestek za karnubo. Mineralni ali sintetični voski vsebujejo materiale, pridobljene s predelavo petrokemikalij. Spadajo med najstabilnejše organske premazne materiale in se ponavadi štejejo za reaktivno inertne. Mednje štejemo parafinske in mikrokristalinične voske, ozokerit in ceresin ter montan. Voske nanašamo na predmete kot prozorne in/ali brezbarvne premaze ali kot neprozorne barve. V obeh primerih nanašamo vosek v tekoči obliki. V preteklosti so vosek nanašali na površino lesa v trdni obliki, nato pa površino podrgnili s snopom posušenih trav, bodisi iz trstike, preslice, slame ali drugih stebel. Z intenzivnim drgnjenjem površine so vosek delno utekočinili in vtli v površino tako fizično kot termično. Na koncu so površino polirali z grobim lanom, potem pa z mehko flanelo ali čim podobnim. Premaz lahko nanesemo na površino tudi segret. Včasih so segrevali tudi površino, na katero so vosek nanašali. Pri tej tehniki so navadno površino, ki jo je bilo treba premazati, postavili blizu ognja ali peči, staljeni vosek pa obdelali v površino lesa. Sledilo je prej omenjeno poliranje. Takšne postopke so uporabljali v preteklosti, dandanes pa se uporaba takšnih postopov za konserviranje-restavriranje muzejskih predmetov odsvetuje. Voskom lahko dodajamo tudi topila. Na ta način se voščeni

laki nanašajo brez dodajanja toplote, z izhlapevanjem topila. Vroč vosek lahko uporabimo tudi kot eno najstarejših oblik poslikave (t. i. enkavstika). Enkavstično barvo pripravimo z mešanjem staljenega voska in pigmentov na segreti paleti, nato pa jo z lopaticami ali trdimi čopiči nanesemo na površino predmeta.⁴¹

Olja

Med olja, ki se najbolj uporabljajo kot zaključni premazi lesenih predmetov, uvrščamo laneno, orehovo, makovo, tungovo (lesno), oitično, sojino in tikovo olje in še številna druga. Olja se utrdijo zaradi kemične reakcije med kisikom in maščobnimi kislinami, iz katerih so sestavljena (oksidacija). Oljni filmi se dolgo sušijo, vendar ostanejo prepustni za vodno paro. Za premazovanje lesenih predmetov se daleč najbolj uporablja laneno olje, pridobljeno s stiskanjem lanenih semen. Laneno olje se lahko uporablja samo kot prozoren film ali kot vezivo za neprozorne premaze (oljne barve). Slabost lanenega olja je, da postane v prisotnosti kislin izjemno kromogeno in v relativno kratkem času dejansko postane črno.⁴²

Naravne smole in gume

Smole in gume (polimeri naravnega izvora) so trdni materiali in jih je treba pretvoriti v tekočo obliko. Raztopljene v alkoholnih topilih tvorijo kvalitetne premaze – politure. Trši materiali se imenujejo smole, mehkejši pa gume. S polituro dosežemo povsem gladko in sijajno površino.⁴³

40 Williams, 2003.

41 Williams, 2003.

42 Williams, 2003.

43 Williams, 2003.

Rastlinske smole

Večina naravnih smol je rastlinskega izvora, čeprav je ena najpomembnejših smol za premaze pohištva šelak, ki je živalskega izvora. Rastlinske smole, ki so za zgodovino pohištvenih premazov še posebej pomembne, so damar, kolofonija, kopal, sandarak, mastiks, elemi, benjamin, jantar, manila in urušiol.

Damar ali preprosto smola je blede rumena smola, ki se zaradi dobre topnosti v različnih topilih in združljivosti z mnogimi drugimi smolami uporablja pri pripravi lakov. Če formulacija laka temelji na sproščanju topil (lak se raztopi v topilu), lahko dobimo hitro sušič se, razmeroma trd in krhek film. Kombinacija damarja s sušilnim oljem daje lak z večjim sijajem zaradi daljšega časa strjevanja in večje prožnosti filma, ker olja ne dosežejo enake stopnje strjevanja kot smole. Vsako sestavo lahko spremenimo z modifikatorji sijaja, oboje pa lahko naneseemo s čopičem ali sprejem. Kolofonija je smola iglavcev. Ime izvira iz grščine (*kolla* lepilo in *phone* zvok), kar nakazuje na njeno uporabo za natiranje lokov za godala. Običajno je v obliki filma zelo krhka in hitro potemni, ko se posuši. Zaradi omenjenih slabosti v konserviranju-restavriranju ni preveč zaželeno. Kopal je ena pomembnejših naravnih smol in je bila v zgodovini glavna sestavina pri oblikovanju lakov. Kopala ni lahko raztopiti in ga je običajno treba utekočiniti v vročem olju, zato so ga večinoma uporabljali v oljnih ali smolnih lakih. Kopalne smole, ki so se pogosto uporabljale, so bile smole kavrija, konga in pontianaka. Sandarak je razmeroma mehka smola, ki jo kot balzam dobimo iz severnoafriških iglavcev.

Tako kot kolofonija je bil pogosto uporabljen v žganih lakih kot slabši nadomestek za dražje smole. Mastiks je še ena razmeroma mehka smola, ki jo pridobimo kot eksudat iz pistacij v Sredozemlju. Mastiks je topen v špiritu in oljih. Premazi na osnovi mastiksa se dobro oprijemajo podlage in imajo dobro elastičnost, vendar sčasoma porumenijo. Mastiks se uporablja predvsem kot dodatek pri pripravi emulzij iz drugih naravnih smol. Poznana je 25-odstotna emulzija mastiksa v terpentinskem olju (t. i. mastiks lak), ki se uporablja za zaščito pozlat. Elemi je zelo mehka smola, verjetno najmehkejša od vseh naravnih smol. Elemi je topen v alkoholu in terpentinu, vendar je premehek, da bi ga lahko uporabili kot primarno smolo za lakiranje. Pogosto se uporablja kot mehčalec za trše lakirane smole. Smola benzoin kot material za tvorbo filma ni posebej uporabna, temveč jo uporabljajo kot parfem v lakih. Jantar, popolnoma fosilizirana rastlinska smola, je med najbolj cenjenimi in trpežnimi naravnimi smolami. Kopljejo ga iz zemlje predvsem v Evropi, v preteklosti pa se je uporabljal kot dragi kamen. Jantar se zelo težko raztopi in dolgo traja, preden postane popolnoma tekoč, če ga segrevamo v kadici z vrelim oljem. Lak, pridobljen iz jantarja, velja za enega najboljših, pridobljenih iz naravne smole. Lak uruši pridobivajo iz smole drevesa loščevca. Je japonski tradicionalni naravni lak, ki je v surovi/neutrjeni obliki alergen, površini pa zagotavlja učinkovito in precej dolgotrajno zaščito. Terpentin in druge mehke smole iglavcev pridobivamo s predelavo soka iz iglavcev. Posebne formulacije terpentina iz gume vključujejo

beneški in strasbourgški terpentin. V vodi topne gume, ki se uporabljajo predvsem kot okrasni elementi in ne kot zaščitni premazi, so arabski gumi in gumi tragakant. Arabika je bila vedno najprimernejši material, saj je zagotavljala pregleden in sijajen film. Pridobiva se iz drevesa afriške akacije.⁴⁴

Živalske smole

Šelak je izloček insektov (ščitastih uši). V preteklosti je bil eden najpogosteje uporabljenih premazov za pohištvo. Premazi iz šelaka imajo dobro oprijemnost, so trdi, elastični, odporni proti obrabi in toploti ter dajejo izjemen sijaj, vendar pa so nekoliko manj odporni proti vodi in kemikalijam. Šelak raztopimo v špiritu (etanol in metanol) in ga s krpo nanašamo in vtiramo na površino lesa. Šelakove emulzije uporabljamo za pripravo šelakovih lakov in politur. Uporabljajo se v slikarstvu in restavratorstvu ter v proizvodnji prestižnega pohištva.⁴⁵

Sintetične smole

Prva in še vedno najpomembnejša sintetična smola, ki se pogosto uporablja kot premaz, je celulozni nitrat (nitrocelulozni lak). Nitrocelulozne lake so uporabljali za premazovanje glasbil, kot so kitare, violine in klavirji, priljubljen pa je bil tudi kot premaz za kovine, predvsem v avtomobilski industriji. Posušeni lak tvori gladko, visoko sijajno površino. S staranjem se takšni laki običajno obarvajo rdečkasto-jantarno, kar nekaterim vrstam lesa daje čudovit lesk in patino, pri drugih pa je lahko ta učinek moteč. Na svetlejšem lesu, kot sta javor ali jesen, s staranjem takšni laki porumenijo. Hitro razpokajo in ne ščitijo dobro pred tekočinami,

44 Williams, 2003.

45 Williams, 2003.

kemikalijami in odrgninami.⁴⁶ Druga pomembna družina smol, zlasti pri konserviranju-restavriranju, so akrili. Akril se pogosto uporablja v skoraj vseh fazah sodobne industrije premazov, tudi za pohištvo. Med sintetične smole, ki so termoreaktivne, spadajo uretani, fenoli, amidi, poliestri, epoksiji in aminosmole. Zaradi izjemne obstojnosti in sposobnosti prilagajanja industrijskim postopkom premazovanja so te smole v relativno kratkem času v industriji postale zelo priljubljene. Zaradi vprašljive stabilnosti se kot premazi ne uporabljajo za zgodovinske lesene artefakte.⁴⁷

Beljakovine (proteini)

Za lesene predmete imamo na voljo dva glavna beljakovinska premaza, kazein in tempero. Kazein pridelujejo iz skute iz kislega mleka, zato je njegovo splošno ime »mlečna barva«. Tempera je mešanica rumenjaka in vode. Tempera in kazein sta sprva v vodi topna materiala, po sušenju pa postaneta manj topna. Beljakovinski premazi se nikoli ne uporabljajo kot brezbarvni premazi, čeprav imajo lahko tako nizko vsebnost pigmenta, da so prosojni.^{48, 49}

4.5. Plastične mase

Ena izmed najstarejših vrst plastike je bakelit. Bakelita samega po sebi ni treba ščititi s premazi. S parafinom in čebeljim voskom ga premazujemo zato, da zapolnimo mikropore, uporabljamo pa ju tudi kot sredstvo za poliranje. Da bi bakelit ohranili, ga ponavadi le zaščitimo pred neposredno sončno svetlobo in

po možnosti hranimo pri nižji temperaturi. Podobno je z drugimi (sodobnejšimi) plastičnimi masami, bolj ali manj podvrženimi procesom propadanja, ki jih z uporabo premaznih sredstev načeloma ni mogoče ustaviti ali vsaj upočasniti.

4.6. Steklo

Vse od sedemdesetih let prejšnjega stoletja so se predvsem za historična okenska stekla uporabljali proizvodi, kot sta Paraloid B-72 ali Primal AC-33, vendar se je izkazalo, da organski polimeri niso najprimernejši, saj v matriksu prihaja do reakcij depolimerizacije in zamrežanja, posledica česar je porumenelost površine, lahko pa nastanejo tudi mikrorazpoke.⁵⁰ Poleg tega so ireverzibilni in na površino stekla vežejo nečistoče. Za historično oz. arheološko steklo postaja v zadnjem času najboljša izbira hibridni organsko-anorganski sol-gel na osnovi TEOS (tetraetoksisilana), funkcionaliziran z alkilnimi skupinami. Poleg prozornosti in brezbarvnosti izkazuje sol-gel tudi dobro površinsko vodoodbojnost, optimalno stopnjo elastičnosti ter stabilnost pri UV staranju in korozijskih testih. Previdnost je potrebna pri ravnanju z natrijevo-kalcijevimi in svinčevimi silikatimi stekli, pri čemer se predlaga uvedba kovine kot katalizatorja za zmanjšanje izmenjave kovinskih ionov na stekleni površini.⁵¹

Sol-gel premazi

Sol-gel premazi (tip polimernih premazov) so najuspešnejša aplikacija pri zaščiti stekel. Sol-gel

premaz se je izkazal za učinkovito prepustno pregrado, ki dobro deluje proti koroziji. Njegova sestava temelji na heteropolisiloksanih ($[R_2SiO]_n$, kjer je R organska skupina, kot je alkilna ali fenilna skupina), za katere je znano, da zagotavljajo dobro oprijemljivost na anorganske podlage. Glavne lastnosti so še prosojnost, zmerna delovna temperatura, možnost nanašanja posameznega filma s potapljanjem ali pršenjem in združljivost s stekleno površino.

Najbolj razširjena je uporaba sol-gel premaza na osnovi tetraetoksisilana (TEOS, $Si(OC_2H_5)_4$) kot prekursorja za kremenico (vir SiO_2). Kot prekursor za kremenico se lahko uporabi tudi perhidropolisilazan (PHPS), kar naj bi bilo primernejše za natrij-kalcijeva stekla. Vsekakor lahko tudi pri tem pride do nezaželenega prehajanja kovinskih kationov iz podlage v prevleko.

Hibridni sol-geli

V zadnjem desetletju se je pozornost preusmerila s preprostega silicijevega sol-gela na razvoj hibridnih raztopin sol-gel za izboljšanje kakovosti premaza in njegove uporabnosti za historično steklo iz različnih obdobij in različne kemijske sestave.⁵² Hibridni sol-gel materiali so sestavljeni iz anorganske silicijeve matrice, v kateri so razpršene bodisi organske molekule bodisi anorganski oksidi. Formule premazov so na splošno oblikovane v skladu s posebnimi zahtevami glede učinkovitosti.

46 <https://vermontwoodsstudios.com/content/lacquer> (dostop avgust 2022).

47 Williams, 2003.

48 Willams, 2003.

49 Geršak, 2018, in Vranjek, 2009.

50 de Ferri in sod., 2013.

51 Artesani in sod., 2020.

52 Artesani in sod, 2020.

Učinkovite rezultate dajejo hibridni organsko-anorganski sol-geli. V tem primeru so koristi lahko dvojne: na eni strani anorganski del (heteropolisiloksan) tvori močne kovalentne vezi s stekleno površino, organska frakcija (sestavljena iz organskih skupin) pa daje premazu dodatne lastnosti, kot so vodoodbojnost, oksidacijska odpornost ali premreževanje. V večini primerov se TEOS uporablja kot predhodnik, funkcionaliziran z različnimi alkoksidi (RO⁻).

V zadnjem času testirajo silicijeve premaze, funkcionalizirane z dolgimi alkilnimi verigami. V primerjavi s komercialnimi hibridnimi izdelki iz silicijevega dioksida so metakriloksi (MEMO) funkcionalizirani premazi iz silicijevega dioksida pokazali boljšo homogenost, elastičnost in pregradne lastnosti.

4.7. Tekstil

Premazovanje historičnega tekstila se običajno ne izvaja. Obstaja nekaj redkih primerov, ko so premazovali historično svilo. Primer je uporaba premaza Silres BS 290 (silikonski koncentrat brez topil na osnovi mešanice silana in siloksana), pri katerem se na površini svile tvori hidrofobni film na nanonivoju. Ta blokira vodo, svetlobo in mikrobo, ki neposredno preprečujejo stik silikonskega premaza s svileno tkanino.^{53, 54} V drugem primeru so uporabili nanodelce silicijevega dioksida, impregniranega z organskim boratom, kot premaz na zadnjem sloju lanenega tekstila.⁵⁵

4.8. Usnje

Premazi običajno temeljijo na olju ali vosku in se nanesejo na površino z namenom obnoviti prožnost, zaščititi pred propadanjem in izboljšati videz. Premazi so bili dolgo časa standardna obdelava za ohranjanje usnja, kar se je pokazalo kot vzrok številnih težav. Ker so osnovne sestavine premazov maščobne snovi, lahko prekomerna uporaba povzroči oksidacijo in togost, razbarvanje in pojav madežev, lepljivo površino, ki privlači prah in umazanijo, spodbuja rast mikroorganizmov in ovira prihodnja prizadevanja za ohranjanje materiala. Poleg olj in voskov premazi pogosto vsebujejo tudi kakšno topilo, ki lahko dodatno prinaša potencialne težave, kot je raztapljanje prvotnih površinskih obdelav, lepil ali barv ter omočenje, nabrekanje in deformiranje. Kljub vsem omenjenim pomanjkljivostim se premazi še vedno pogosto uporabljajo predvsem zaradi estetskih razlogov, saj dajejo predmetu končni videz. Najbolj uporabljena premaza sta Pliantin in mikrokristalinični vosek.

Pliantin je sestavljen iz lanolina, čebeljega voska, olja cedrovega lesa in dietiletra ali heksana. Čebeljega voska včasih ne dodajo, saj je njegov namen, da deluje kot polirno sredstvo, čeprav preprečuje tudi vdor onesnaževal v usnje. Olje cedrovega lesa deluje kot fungicid, ki preprečuje mikrobiološko rast. Na drugi strani lahko usnje precej potemni, zaradi prevelike količine nanosa pa ostane površina lepljiva. Čebelji vosek zapre tudi pore usnja

in tako ne le preprečuje absorpcijo zračnih onesnaževal, ampak tudi moti ravnovesje vlage, pri čemer obstaja nevarnost sušenja. Če se uporablja zmerno, lahko prinese zadovoljive rezultate.

Mikrokristalinični vosek, npr. renesančni voščeni polirni premaz, se uporablja kot površinsko zaščitno sredstvo in za estetski končni videz. Usnju daje lesk in površino deloma tudi čisti zaradi vsebnosti belega špirita.⁵⁶

5. Zaključki

V zadnjih desetletjih se je interes za razvoj zaščitnih premazov tako za premično kot nepremično kulturno dediščino močno povečal. To je bilo predvsem posledica ozavešanja o zahtevah po ohranjanju predmetov in spomenikov, ki je poudarilo potrebo po razvoju novih zaščitnih izdelkov. Kot zaščitni premazi se uporabljajo raznovrstni materiali, od akrilnih smol s konca prejšnjega stoletja do naprednih biomaterialov, nanodelcev in raznih hibridnih materialov v današnjem času.

Razvoju je botroval tudi premik od nereverzibilnih, pogosto toksičnih premazov do bolj zelenih in trajnostnih premazov.

Premazi sčasoma začnejo tudi propadati. Propadanje premazov zajema več različnih procesov: reakcije, ki spreminjajo kemično sestavo materialov v filmih, mehanske poškodbe, ki so lahko ali pa ne povezane s kemičnimi spremembami, vendar so vsekakor povezane z nihanjem okoljskih dejavnikov, ter poškodbe,

53 Zhao in sod., 2019.

54 Aslanidou in sod., 2016.

55 Attia in sod., 2015.

56 Ludwick, 2012.

ki so nastale zaradi uporabe neustreznih obdelav in vzdrževanja. Predvsem polimerni premazi sčasoma postajajo vedno bolj netransparentni, fotokatalitski pa se npr. spirajo s površine, zato jih je treba obnavljati.

Ker je vsak predmet drugačen glede na materiale, konstrukcijo, zgodovino, stanje in končno uporabo, je vsak poseg edinstven. To velja za vse gradivo, pa naj gre za slike, kipe, pohištvo ali kateri koli drug predmet zgodovinskega ali umetniškega pomena. Pri konserviranju-restavriranju artefaktov so bistvene izkušnje konservatorjev-restavratorjev. Za optimalni poseg se je treba odločiti pri vsakem primeru posebej.

6. Literatura

- 1 Albin, Monica; Letardi, Paola; Mathys, Lidia; Brambilla, Laura; Schröter, Julie; Junier, Pillar; Joseph, Edith, *Comparison of a biobased corrosion inhibitor versus benzotriazole on corroded copper surfaces*. Corrosion Science, vol. 143, str. 84–92, 2018.
- 2 Artesani, Alessia; Di Turo, Francesca; Zucchelli, Margerita; Traviglia, Arianna, *Recent advances in protective coatings for cultural heritage—An overview*. Coatings, vol. 10, članek 217, 2020.
- 3 Aslanidou, Dimitra; Karapanagiotis, Ioannis; Panayiotou, Costas, *Superhydrophobic, superoleophobic coatings for the protection of silk textiles*. Progress in Organic Coatings, vol. 97, str. 44–52, 2016.
- 4 Attia, Nour; Ahmed, Harby; Yehia, Dina; Hassan, Mohamed; Zaddin, Yassin, *Novel synthesis of nanoparticles-based back coating flame-retardant materials for historic textile fabrics conservation*. Journal of Industrial Textiles, vol. 46, str. 1379–1392, 2015.
- 5 Bajuk, Silvija, *Funkcionalni premazi za zaščito historičnih materialov: magistrsko delo*. Univerza v Ljubljani, 2016.
- 6 Chiavari, Cristina; Balbo, Andrea; Bernardi, Elena; Martini, Carla; Bignozzi, Maria C.; Abbottoni, Marco; Monticelli, Cecilia, *Protective silane treatment for patinated bronze exposed to simulated natural environments*. Materials Chemistry and Physics, vol. 141, str. 502–511, 2013.
- 7 Constâncio, Céilia; Franco, Liliana; Russo, Arianna; Anjinho, Carlos; Pires, João; Vaz, M. Fatima; Carvalho, Ana P., *Studies on polymeric conservation treatments of ceramic tiles with Paraloid B-72 and two alkoxysilanes*. Journal of Applied Polymers Science, vol. 116, str. 2833–2839, 2010.
- 8 Eggert, Gerhard; Korenberg, Capucine; Bette, Sebastian; Stelzner, Jörg; Kuitert, Rebekka; Ziegler, Julia, *Metal conservation, cellulose nitrate and the Oddy test*. Metal 2019, Proceedings of the interim meeting of the ICOM-CC Metals Working Group, September 2–6, Neuchâtel, Switzerland, str. 127, 2019.
- 9 De Ferri, Lavinia; Lottici, Pier Paolo; Lorenzi, Andrea; Montenero, Angelo; Vezzalini, Giovana, *Hybrid sol–gel based coatings for the protection of historical window glass*. Journal of Sol-Gel Science and Technology, vol. 66, str. 253–263, 2013.
- 10 Geršak, Mirko, *Les in tvoriva*. Samozaložba, Miroslav Geršak: Ljubljana, 2018.
- 11 Giuntoli, Giulia; Rosi, Luca; Frediani, Marco; Sacchi, Barbara; Salvadori, Barbara; Porcinai, Simone; Frediani, Piero, *Novel coatings from renewable resources for the protection of bronzes*. Progress in Organic Coatings, vol. 77, str. 892–903, 2014.
- 12 Idosari, Mohammed Ateeq; Darwish, Sawsan S.; Adam, Mahmoud A.; Elmarzugi, Nagib A.; Ahmed, Sayed M., *Using ZnO nanoparticles in fungal inhibition and self-protection of exposed marble columns in historic sites*. Archaeological and Anthropological Science, vol. 11, str. 3407–3422, 2019.
- 13 Kareiva, Aivaras; Petrėnas, Tomas; Opuchovič, Olga; Senvaitienė, Jūratė; Beganskienė, Aldona, *A novel conservation method of historical outdoor ceramics*. Materials Science, vol. 21, str. 293–297, 2015.
- 14 Kosec, Tadeja; Škrlep, Luka; Švara Fabjan, Erika; Sever Škapin, Andrijana; Masi, Giulia; Bernardi, Elena; Chiavari, Cristina; Josse, Claudie; Esvan, Jérôme; Robbiola, Luc, *Development of multi-component fluoropolymer based coating on simulated outdoor patina on quaternary bronze*. Progress in Organic Coatings, vol. 131, str. 27–35, 2019.
- 15 Letardi, Paola, *Testing new coatings for outdoor bronze monuments: a methodological overview*. Coatings, vol. 11, članek 131, 2021.
- 16 Liang, Zihui; Zhou, Zezhu; Dong, Binghai; Wang, Shimin, *Fabrication of superhydrophobic and UV-resistant silk fabrics with laundering durability and chemical stabilities*. Coatings, vol. 10, članek 349, 2020.
- 17 Ludwick, Lena, *A comparative study on surface treatments in conservation of dry leather: diplomatska naloga*. University of Gothenburg, 2012.
- 18 Mudronja, Domagoj; Vanmeert, Frederik; Fazinic, Stjepko; Janssens, Koen; Tibljas, Darko; Desnica, Vladan, *Protection of stone monuments using a brushing*

- treatment with ammonium oxalate*. Coatings, vol. 11, članek 379, 2021.
- 19 Pozo-Antonio, José Santiago; Otero, Jorge; Alonso, Pedro; Mas i Barberà, Xavier, *Nanolime- and nanosilica-based consolidants applied on heated granite and limestone: effectiveness and durability*. Construction and Building Materials, vol. 201, str. 852–870, 2019.
- 20 Remškar, Maja, *Nanodelci in nanovarnost*. Ljubljana: Ministrstvo za zdravje, Urad RS za kemikalije, str. 9–12, 2009.
- 21 Ruffolo, Silvestro Antonio; La Russa, Mauro Francesco, *Nanostructured coatings for stone protection: an overview*. Frontiers in Materials, vol. 6, članek 147, 2019.
- 22 Sadat-Shojai, Mehdi; Ershad-Langroudi, Amir, *Polymeric coatings for protection of historic monuments: Opportunities and challenges*. Journal of Applied Polymer Science, vol. 112, str. 2535–2551, 2009.
- 23 Sever Škapin, Andrijana, *Funkcionalni premazi*. Gradbenik, vol. 13, 7/8, str. 12–14, 2009.
- 24 Tétreault, Jean, *Coatings for display and storage in museums*. Canadian Conservation Institute, Canada. 1999.
- 25 Thickett, David; Stanley, Bethan, *The use and mis-use of renaissance wax*. Metal 2019, Proceedings of the interim meeting of the ICOM-CC Metals Working Group, September 2–6, Neuchâtel, Switzerland, str. 232, 2019.
- 26 Vranjek, Metoda, *Površinska obdelava in zaščita lesa* [Elektronski vir] : gradivo za 1. letnik / Metoda Vranjek. El. knjiga. Ljubljana : Zavod IRC, 2009. (Višješolski strokovni program Lesarstvo / Zavod IRC).
- 27 Watkinson, David, *Preservation of Metallic Cultural Heritage*. V: Cottis, R. A. ur. *Shreir's Corrosion*. 4th ed., Vol. 4. London: Elsevier, str. 3307–3340, 2010.
- 28 Wicks, Zeno W.; Jones, Frank N.; Pappas, S. Peter, *Organic Coatings: Science and Technology*. 2. izdaja, John Wiley&Sons, Inc., New York, 1999.
- 29 D. C. Williams, *Preserving and Restoring Furniture Coatings*. Smithsonian – Museum Conservation Institute, 2003. https://www.si.edu/mci/english/learn_more/taking_care/coatings.html (pridobljeno 30. 9. 2021).
- 30 *Textile Conservation*. <https://nautarch.tamu.edu/CRL/conservationmanual/File8.htm#contentarea> (pridobljeno 30. 9. 2021).
- 31 <http://www.nanowerk.com/spotlight/spotid=19644.php> (dostop avgust 2022).
- 32 <https://vermontwoodsstudios.com/content/lacquer> (dostop avgust 2022).

Slikovno gradivo

Slika 1: Arhiv ZAG in Andreja Pondelak

Slika 2: Andreja Pondelak

Slika 3: Arhiv ZAG

Slika 4: Arhiv OKR NMS

Slika 5: Arhiv ZAG