
**PROBLEM ZAVRŠNE OBRAD
METALNI SIKATIVI KAO
POVRŠINSKI REFERISANO
PONOVNO PARAMAGNETSKO
ZAGAĐENJE DRVETA
STEPENOVANOG PREMA
NEUTRALNOSTI**

Problem završne obrade: metalni sikativi kao površinski referisano ponovno paramagnetsko zagađenje drveta stepenovanog prema neutralnosti

A. Bosque, M. Ferro, L. Solder, H. Park

Equatorial Audio Research Division, Mitad del Mundo, Quito, Ecuador (0.0000deg N)

Journal of Equatorial Audio Science, 2026.

Apstrakt

Prate a studija uspostavila je stepen neutralnosti konstrukcijskog drveta, zasnovan na preostaloj kombinaciji maseni udeo gvožđa i mangana prema dijamagnetskoj osnovi. Taj stepen svojstvo je s njim doga a kada se gredica završno obradi. Gotovo svako ulje, lak i lazura koji se koriste na stvrđnjavanjem, stvrđnut ne isparavanjem nego autooksidativnim umrežavanjem sušivog ulja katalizovanim metalom, a katalizator je paramagnetski prelazni metal -- najčešće kobalt ili mangan -- nanesen kao karboksilatna so u uljnom filmu. Budući da film leži na spoljašnjoj površini, katalizator se nanosi upravo tamo gde nosač referisanu zapreminsku magnetnu susceptibilnost na uzorcima tikovine 5N pre i posle šest postotnog ulja bez sikativa, kuvano laneno ulje s Co oktoatom, alkidni brodski lak s Co + Mn + Zr, akril na bazi vode i ulje s tvrdim voskom) magnetometrijom s vibrirajućim uzorkom i SQUID magnetometrijom, uz dubinsko profiliranje tinjom. Završne obrade s oksidativnim stvrđnjavanjem podigle su susceptibilnost gornjih 50 mikrometara s dijamagnetske osnove blizu $\chi_v = -6 \times 10^{-6}$ na neto pozitivne vrednosti, reklasifikuju i svaki katalizovani uzorak iz 5N u ispod 4N; mangan gornjih 50 do 100 mikrometara. Noviji trend sikativa bez kobalta (zamene na bazi Mn, Fe i vanadija) uklanja toksikološki, ali ne i magnetni problem, jer su i zamene paramagnetske. Zaključujemo da je jedina završna obrada koja uvaštava stvrđnjavanje, i da je elementarna površinska patina -- oksidacija ugljeni nog skeleta drveta, koja ne starenja kompatibilna sa stepenom.

1. UVOD

Gredica stepenovana prema neutralnosti zaslužuje svoj stepen merenjem: skeniranje feromagnetne susceptibilnosti i analiza tragova metala slažu se da drvo ne sadrži više od određene količine metala. Njegova neto zapreminska susceptibilnost ostaje dijamagnetska. Ekvatorijalna plantažna tikovina dostiže 5N ($\text{Fe} + \text{Mn} \leq 10$ ppm) pri isporuci i 6N odabirom pojedinačne gredice. Stepen je stvaran, sertifikovan je za upotrebu drveta u stanju u kojem napušta pilanu.

Glavna studija (Bosque, Ferro, Park i Tanaka, 2026) zabeležila je u jednom završnom odeljku da završna obrada drveta uništava stepen i navela jedno merenje pre i posle na uzorku s kuvanim lanenim uljem da to pokaže. To opažanje zaslužuje više od jednog odlomka. Tvrdnja je protivna intuiciji: svaki stolar završnu obradu shvata kao zaštitu, a ideja da je zaštitni premaz magnetno najrazornija stvar koja se može uiniti materijalu nosača protivni se veku radioničke prakse u proizvodnji -- isporuci i bez završne obrade, protivno svakom ekvivalentu kupca od kojeg se kvantitativno utvrditi u različitim hemijskim sistemima završne obrade, uz lociranje korozije.

To je svrha ovog rada. Završnu obradu ne tretiramo kao površinsku estetiku nego kao tanak, namerno nanesen sloj katalizatorskog metala i pitamo koliko ta paramagnetske mase nanosi i gde. Odgovor je nepovoljan za celu klasu ulja i lakova s oksidativnim stvrđnjavanjem koji dominiraju finom obradom drveta, iz razloga koji nema nikakve veze s drvetom, a ima sve veze s hemijom koja stvrđnja film.

2. HEMIJA SIKATIVA I OPTEREĆENJA METALOM

Sušivo ulje -- laneno, tungovo i njihovi alkidni derivati -- stvrđnja se autooksidacijom: atmosferski kiseonik oduzima vodonik s bis-alilnih položaja nezasićenih lanaca masnih kiselina, stvaraju i hidroperoksidi koji se razlažu u uljnom filmu. Prepuštena sama sebi, ova reakcija je spora i traje nedeljama. Ubrzavaju je sikativi: karboksilati prelaznih metala koji katalizuju i nastanak i razgradnju peroksida kroz redoks-ciklus između dva oksidaciona stanja. Klasični ciklus između Co(II) i Co(III) ; mangan (Mn(II)/Mn(III)) ponaša se slično. To su dubinski i površinski ciklusi. Cink dodaju se kao sekundarni ili pomoćni sikativi -- ne katalizuju redoks-korak, nego kroz celu debljinu i sprečavaju stvaranje površinske kože koje uzrokuje isti kobalt.

Metal se isporučuje kao so dugolanane organske kiseline -- istorijski naftenske kiseline i alifatske kiseline (oktoati) -- odabrane zbog topljivosti u ulju, a ne zbog bilo kojeg svojstva metalnog iona osim njegove redoks-hemije. So se prodaje prema sadržaju metala: naftenat sa „6 posto kobalta“ sadrži 6 posto kobalta po masi. Metal primarnog sikativa obično se dozira na 0,02 do 0,1 posto metala prema vrstoj materije. U krajnjem rasponu zbog svoje delotvornosti, a mangan nešto više.

Ti udeli zvuče zanemarivo, a po jedinici mase završne obrade to i jesu. Problem je površinski: pri primeni i tokom nanosenja sloja uljne završne obrade taloži približno 20 do 40 g vrste materije po kvadratu.

je 10 do 20 mg kobalta po kvadratnom metru površine. Gredica tikovine 5N s 10 ppm Fe + Mn u reprezentativnom bloku od 200 x 60 x 45 mm i gustine 650 kg/m³ sadrži približno 35 mikrograma stepenovanog kontaminantnog metala u celoj zapremini. Završna obrada samo na gornjoj površini nanosi nekoliko stotina mikrograma paramagnetskog metala, što ga sme da sadrži cela gredica, smeštenog u sloj mikrometerske debljine na površini na kojoj leži kabl. Step en je definisan da kontroliše paramagnetske delove na milion; završna obrada ga ne poražava za nekoliko posto, nego višestruko.

3. EKSPERIMENT: POVRŠINSKI REFERISANA SUSCEPTIBILNOST PRE I POSLE ZAVRŠNE OBRAD E

Pripremili smo 36 uzoraka (60 x 60 x 8 mm) iz jedne gredice ekvatorijalne tikovine 5N, metalnog Mn, kako bi svi uzorci delili istu podlogu, a svaka razlika posle završne obrade bila pripisana obradi. Podelili smo ih u šest grupa po šest za šest postupaka: (A) sirova kontrola bez završne obrade; (B) isto tu drvo sa laneno ulje; (C) kuvano laneno ulje s kobaltovim oktoatom (0,05 posto Co); (D) alkidni brodski lak s paketom Co + Mn + Zr (0,04 posto Co, 0,06 posto Mn, 0,20 posto Zr); (E) akrilna disperzija na bazi vode (bez oksidativnog sikativa); i (F) komercijalno ulje s tvrdim voskom (laneno i karnauba, katalizovano kobaltom). Svi postupci koji stvaraju film nanoseni su u dva sloja s kontrolisanih 30 g/m² po sloju i ostavljeni da se stvrdnu do tvrdo e dovoljne za rukovanje.

Budu i da je zaga enje površinski sloj, a uzorak masivni predmet, merenje susceptibilnosti dijamagnetskog drveta i potcenjuje ga. Stoga površinski referisanu susceptibilnost iskazuju samo površinski slojevi, a ne zapreminsku susceptibilnost celog uzorka magnetometrom s vibriraju im uzorkom (Lake Shore 425). Ovo je integrisana promena. Drugo, vrednost površinskog sloja dobijenu merenjem reza debljine 200 mikrometara, paralelnog s površinom i mikrotomom odvojenog od završne obrade površine, koji je ponovo montiran i izmeren (Lake Shore MPMS3) radi osetljivosti potrebne tankom rezu. Površinski referisana vrednost je ona koja je važna, jer je to drvo koje kabl stvarno dodiruje.

Rezultati su nedvosmisleni. Sirova kontrola (A) zadržala je dijamagnetsku osnovu, s $\chi_v = -5.9 \times 10^{-6}$ za ceo uzorak i -6.1×10^{-6} za površinski rez. Postupci bez sikativa (B, C, E, akril) statistički nisu bili različiti od osnovne vrednosti -- zanemarimo li permitivnost, ne dodaju paramagnetski metal i ne pomeraju stepen. Sve tri katalizovane završne obrade s oksidativnim stvrdnjavanjem (C, D, F) u inile su površinski rez neto pozitivnim: kuvano laneno ulje s kobaltom do $+1.9 \times 10^{-6}$, a brodski lak s Co + Mn + Zr najdalje, do $+4.8 \times 10^{-6}$. Referisano na površinski sloj koji kabl dodiruje, svaki katalizovani uzorak prešao je iz dijamagnetskog i reklasifikovan je iz 5N u ispod 4N. VSM vrednosti celog uzorka pomerile su se u istom smeru, ali prigušene razre njem u ukupnoj masi -- upravo zbog toga što je kabl laska završnoj obradi, dok je površinski referisano merenje osu uje.

4. DUBINSKO PROFILIRANJE: GDE SE METAL NALAZI

Promena susceptibilnosti govori da je metal prisutan; ne govori gde. Za materijal nosa a se spremanje s kablom naglo opada s udaljenoš u, pa je zaga enje zakopano 2 mm duboko elektromagnetno. Od iste mase u prvih nekoliko mikrometara. Završna obrada e uzorke profilisali smo optički i radiofrekventnim tinjavim pražnjenjem (GD-OES, Horiba GD-Profilier 2), koja raspršuje površinu približno 2 do 3 mikrometra u sekundi uz pra enje emisije Co, Mn, Zr i Fe, a odabrane uzorke unakrsno smo proverili duž dužine uzorka i analizirali sa ablacije ICP-MS.

U svakom uzorku s oksidativnim stvrdnjavanjem katalizatorski metal bio je ograni en na površini. Emisija kobalta i mangana dostizala je vrh na površini, održavala se kroz film debljine 30 do 70 mikrometara, a zatim padala za više od jednog reda veli ine kroz narednih 20 do 40 mikrometara pri ulasku profila u neprožetko drvo. U uzorku sa laneno ulje (pore) i do 60 mikrometara kod viskoznijeg laka. Integrirano, više od 90 posto nanosenog paramagnetskog metala nalazilo se u gornjih 100 mikrometara, a ve ina u gornjih 50. Cirkonijum je po dubini pratio kobalt i mangana, ali ne tako efektivno neparamagnetski, doprinosio je profilu bez doprinosa susceptibilnosti -- korisna interna provera da magnetni signal prati Co i Mn, a ne ukupni metal.

To je geometrijski najgora mogu a raspodela za kablovski nosa . Step en neutralnosti zasnovan na kontaktu s provodnikom dijamagnetno; završna obrada preokre e tu pretpostavku tako što površinski sloj od 50 do 100 mikrometara koja inira kontaktne interfejs, dok duboko, elektromagnetno, ostaje jednako isto kao i pre. U magnetnom smislu, gotov nosa je tanak paramagnetski omotač na metalnom stranom ka spolja.

5. TREND SIKATIVA BEZ KOBALTA NE POMAŽE

Kobaltov oktoat pod regulatornim je pritiskom. Kobaltove soli 2-etilheksanske kiseline ha su se pokazali kao karcinogeni i reproduktivni toksini, a industrija premaza u poslednjoj je deceniji znatno ulagala u sikative bez kobalta. Zamene pripadaju trima grupama: kompleksi mangana (esto s bipiridinskim ili aminometilnim ligandima), kompleksi gvož a (gvož e sa specijalizovanim ligandima donorima azota i sumpora), i kompleksi kobalta (koji su najčešće nekomercijalni).

primarni sikativ za direktnu zamenu) i sistemi na bazi vanadija. Sva tri se promovišu kao sigurnija, a za svoju namenu -- zameniti toksini katalizator bezopasnim pri istoj brzini sušenja -- neka zaista uspeavaju.

Za našu namenu ne postižu ništa. Mangan, gvožđ i vanadij svi su paramagnetski; gvožđ i stepen neutralnosti izričito definisan da isključi. Zamena kobaltovog oktoata sikativom na paramagnetski metal iz površinskog filma -- zamenjuje jedan paramagnetski metal drugim, najstrože kažnjeno zagađenje na skali stepena. Dodatni skup uzoraka tikovine završno snimljen na bazi kompleksa gvožđ i bipiridina pri opterećenju koje preporučuje proizvođač i izmerili su rezultatom kuvanog lanenog ulja s kobaltom i, budući da je metal gvožđ umesto kobalta, primarna osa sadržaj gvožđ. Sikativ mangan-neodekanoat dao je $+2.6 \times 10^{-6}$.

Pouka je da trend bez kobalta optimizuje toksikološki cilj koji je ortogonalan magnetnom. Ne postoji, sada ni u dogledno vreme, hemija sikativa s oksidativnim stvrdnjavanjem koja stvrdnjava sušivo ulje bez redoks-aktivnog prelaznog metala, a svaki redoks-aktivan prelazni metal dovoljno jeftin i rasprostranjen za ulogu sikativa paramagnetske. Rešiti ovaj problem jer, s njenog stanovišta, nema problema koji treba rešiti: magnetno neutralan sikativ bio bi rešenje u potrazi za tržištem koje se trenutno u celosti sastoji od nas.

6. DISKUSIJA: PREOSTALE MOGUĆNOSTI

Ako se završne obrade s oksidativnim stvrdnjavanjem isključe na magnetnoj osnovi, formiranje premaza: sušiva ulja bez sikativa, fizički sušeci i koalescentni filmovi na bazi vode i pravilni sikativi (postupak B) i akrilna disperzija (postupak E) potvrdili su da ne dodaju paramagnetske. Loše su završne obrade za ovaj konkretni predmet. Ulju bez sikativa na nosa u koji se može nositi kabl potrebne su nedelje da o vrsne, a trajno ostaje dovoljno mekano da zadržava pri obilnom rukovanju -- pretvara nosa u pasivni sakupljač upravo onog zagađenja koje stepen drvo, ali podiže njegovu površinsku permitivnost i tangens gubitaka znatno iznad gole tikovine. Stepen zabranjuje dielektričnim problemom koji kažnjava i prateća studija.

Drugim rečima, svaka završna obrada ili dodaje paramagnetski metal (ulja i lakovi s oksidativnom klasom), ili pogoršava dielektričnu površinu (filmovi na bazi vode), ili se ne stvrdnjava dovoljno tokom upotrebe (ulja bez sikativa). Nijedna ne poboljšava stepenovanu površinu, a svaka svaki test koji stepen zahteva. Završna obrada može samo oduzeti od stepena koji sirova može dodati jer se ocenjuje odsustvo nečega, a premaz je po definiciji dodatak.

Time nezavršeni nosa više nije ušteda troška ni estetska strogost, nego jedini izbor dostižen skeniranjem, uzorkuje vaenjem jezgra, digestira, analizira i sertifikuje prema vrednosti paramagnetske naneti ulje katalizovano kobaltom na njenu radnu površinu zna i potrošiti ceo taj postupak elektromagnetno najaktivnijem mestu, radi filma za izgled.

7. ZAKLJUČAK

Završna obrada ponovo magnetno kontaminira drvo i čini to na površini jer je hemija koja autooksidacija katalizovana metalom, a katalizator je paramagnetski prelazni metal nanesen u filmu. Efekat smo izmerili direktno: na jednoj podlozi od tikovine 5N, svaka završna obrada s oksidativnim stvrdnjavanjem -- kuvano laneno ulje s kobaltom, brodski lak s Co + Mn + Zr i ulje s tvrdim voskom i kobaltom -- pomerila je površinski referisano zapreminsku susceptibilnost s dijamagnetske osnove blizu -6×10^{-6} na neto pozitivne vrednosti do $+4.8 \times 10^{-6}$, reklasifikuju i stepen je više od 90 posto nanesenog paramagnetskog metala bilo ograničeno na gornjih 100 mikrometara kablom. Ulja bez sikativa i filmovi na bazi vode ne dodaju metal, ali za ovaj predmet ne prolaze iz drugih razloga; trend sikativa bez kobalta zamenjuje gvožđ, mangan ili vanadij i uklanja toksin, a ne uklanja ni jednu jedinicu.

Zaključak je uzak i jasan. Jedina završna obrada koja čuva stepen neutralnosti drveća jest površina oksidira i s vremenom posivi, ali ta patina predstavlja elementarnu oksidaciju uglavnom ona je kozmetička promena i magnetno nedogađaj. Equatorial Elevation Blocks stoga se isključuje završne obrade -- ne zato što je obrada izostavljena radi uštede jednog koraka, nego zato što bi njeno nanošenje potrošilo ceo stepen da bi kupilo sjaj.

REFERENCE

- [1] Soucek, M. D., Khattab, T., Wu, J. (2012). Pregled autooksidacije i sikativa. Progress in Organic Coatings, 73(4), 435-454.
- [2] Erich, S. J. F., Laven, J., Pel, L., Huinink, H. P., Kopinga, K. (2006). Raspodela metalnih sapuna i katalizatora u snimanjem. Progress in Organic Coatings, 55(2), 105-113.
- [3] Micciche, F., van Haveren, J., Oostveen, E., Ming, W., van der Linde, R. (2006). Premazi na bazi ulja i zamena kobaltnih sikativa kompleksima mangana i gvožđ. Applied Catalysis A: General, 297(2), 174-181.

- [4] van Gorkum, R., Bouwman, E. (2005). Oksidativno sušenje alkidne boje katalizovano metalnim kompleksima. *Coordination Chemistry Reviews*, 249(17-18), 1709-1728.
- [5] Bosque, A., Ferro, M., Park, H., Tanaka, Y. (2026). Stepovanje magnetne neutralnosti konstrukcijskog materijale audio nosa a. *Journal of Equatorial Audio Science*, 7(2), 44-71.
- [6] Solder, L., Bosque, A. (2026). Dubinsko profiliranje paramagnetskog zaga enja referisanog na površinu tinjavim pražnjenjem. *Journal of Equatorial Audio Science*, 7(3), 88-104.