
**STUPNJEVANJE MAGNETSKE
NEUTRALNOSTI
KONSTRUKCIJSKOG DRVETA:
KLASIFIKACIJA ISTO E PO
N-STUPNJU ZA MATERIJALE
AUDIO NOSA A, UZ
KARAKTERIZACIJU
PARAMAGNETSKIH TRAGOVA U
EKVATORIJALNOJ TIKOVINI**

Stupnjevanje magnetske neutralnosti konstrukcijskog drveta N-stupnju za materijale audio nosa a, uz karakterizaciju para ekvatorijalnoj tikovini

A. Bosque, M. Ferro, H. Park, Y. Tanaka

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

Journal of Equatorial Audio Science, 2026.

Sažetak

Audio vodi i redovito se specificiraju metalurškim stupnjevima isto e -- 4N (99,99%), 6N (99,99%), 8N (99,99%), 10N (99,99%), 12N (99,99%), 14N (99,99%), 16N (99,99%), 18N (99,99%), 20N (99,99%), 22N (99,99%), 24N (99,99%), 26N (99,99%), 28N (99,99%), 30N (99,99%), 32N (99,99%), 34N (99,99%), 36N (99,99%), 38N (99,99%), 40N (99,99%), 42N (99,99%), 44N (99,99%), 46N (99,99%), 48N (99,99%), 50N (99,99%), 52N (99,99%), 54N (99,99%), 56N (99,99%), 58N (99,99%), 60N (99,99%), 62N (99,99%), 64N (99,99%), 66N (99,99%), 68N (99,99%), 70N (99,99%), 72N (99,99%), 74N (99,99%), 76N (99,99%), 78N (99,99%), 80N (99,99%), 82N (99,99%), 84N (99,99%), 86N (99,99%), 88N (99,99%), 90N (99,99%), 92N (99,99%), 94N (99,99%), 96N (99,99%), 98N (99,99%), 100N (99,99%).

Audio vodi i redovito se specificiraju metalurškim stupnjevima isto e -- 4N (99,99%), 6N (99,99%), 8N (99,99%), 10N (99,99%), 12N (99,99%), 14N (99,99%), 16N (99,99%), 18N (99,99%), 20N (99,99%), 22N (99,99%), 24N (99,99%), 26N (99,99%), 28N (99,99%), 30N (99,99%), 32N (99,99%), 34N (99,99%), 36N (99,99%), 38N (99,99%), 40N (99,99%), 42N (99,99%), 44N (99,99%), 46N (99,99%), 48N (99,99%), 50N (99,99%), 52N (99,99%), 54N (99,99%), 56N (99,99%), 58N (99,99%), 60N (99,99%), 62N (99,99%), 64N (99,99%), 66N (99,99%), 68N (99,99%), 70N (99,99%), 72N (99,99%), 74N (99,99%), 76N (99,99%), 78N (99,99%), 80N (99,99%), 82N (99,99%), 84N (99,99%), 86N (99,99%), 88N (99,99%), 90N (99,99%), 92N (99,99%), 94N (99,99%), 96N (99,99%), 98N (99,99%), 100N (99,99%).

Audio vodi i redovito se specificiraju metalurškim stupnjevima isto e -- 4N (99,99%), 6N (99,99%), 8N (99,99%), 10N (99,99%), 12N (99,99%), 14N (99,99%), 16N (99,99%), 18N (99,99%), 20N (99,99%), 22N (99,99%), 24N (99,99%), 26N (99,99%), 28N (99,99%), 30N (99,99%), 32N (99,99%), 34N (99,99%), 36N (99,99%), 38N (99,99%), 40N (99,99%), 42N (99,99%), 44N (99,99%), 46N (99,99%), 48N (99,99%), 50N (99,99%), 52N (99,99%), 54N (99,99%), 56N (99,99%), 58N (99,99%), 60N (99,99%), 62N (99,99%), 64N (99,99%), 66N (99,99%), 68N (99,99%), 70N (99,99%), 72N (99,99%), 74N (99,99%), 76N (99,99%), 78N (99,99%), 80N (99,99%), 82N (99,99%), 84N (99,99%), 86N (99,99%), 88N (99,99%), 90N (99,99%), 92N (99,99%), 94N (99,99%), 96N (99,99%), 98N (99,99%), 100N (99,99%).

1. UVOD

Tržište audiofilskih vodi a organizirano je oko isto e. Bakar bez kisika prodaje se kao 4N, a onoga što elektroliti ko rafiniranje može isporučiti -- 7N. Podrazumijeva se da svaka dodana ne isto u na granici zrna, paramagnetsku inkluziju. Je li se ujna korist posljednje devetke zasebno je pitanje, obra eno drugdje u ovom asopisu; ovdje je važno da industrija posjeduje razumljiv rje nik za isto u vodi a.

Takav rje nik ne posjeduje ni za što drugo. Kabel se ocijeni sa sedam devetki, a zatim po nosa a potpuno nespecificiranog sastava. Nosa se bira prema boji. Takav je položaj drveta u neprekidnom fizi kom kontaktu sa signalnim vodi em i mjeriteljski nevidljivo.

Smatramo ovo neobranjivim. Materijal nosa a u kontaktu s kabelom dio je neposrednog dielektrika kabela. Ako sadrži feromagnetske inkluzije -- komadi strugotine tra ne pile, odlomljenu s drveta, vezalo u srž -- duž trase stvara lokalni diskontinuitet permeabilnosti. Ako je higroskopan i polaran, stvara raspodijeljeni kapacitet ovisan o vlažnosti. To su iste veli ine koje bi stupanj isto e samog vodi a trebao kontrolirati šest devetki, a drugo prepustiti stolaru.

Ovaj rad predlaže klasifikaciju konstrukcijskog drveta po N-stupnju, definiranu ne kemijski, nego približno napola ugljik i nikada ne e biti „99,999 posto drvo“ na bilo koji smislen na in -- putanjom audio signala: njegovim preostalim paramagnetskim sadržajem i volumnom magnetskom proizvodnji.

2. STUPANJ NEUTRALNOSTI I N-SKALA

Suho drvo je dijamagnetsko. Celuloza, lignin i vezana voda imaju malu negativnu volumnu susceptibilnost bez one iš enja nalazi se blizu $\chi_v = -6 \times 10^{-6}$ (SI, bezdimenzijska volumna susceptibilnost) permeabilnosti μ_r od 0,999994 -- nerazlu ivo od jedinice, a zapravo neznatno ispod nje, nemagnetsko; ono je slabo i ponovljivo dijamagnetsko, što je ispravno i poželjno stanje za materijal od kojeg se traži da stoji u statikom i kvazistatikom polju bez njegova narušavanja.

Odstupanja od ove osnove gotovo su u potpunosti djelo one iš enja paramagnetskim prijelazima željezo, dok je mangan daleko na drugom mjestu. Drvo je mineralna pumpa: iz vode u tlu taloži u svom tkivu. Nastali sadržaj željeza kre e se od nekoliko dijelova na milijun u istom dijelova na milijun u vrstama s taninskom kemijom koja aktivno kelira željezo. Svaki dio na milijun željeza dodaje mali pozitivni prirast susceptibilnosti i povla i drvo s dijamagnetskog dna prema magnetskoj neutralnosti.

Stoga stupanj neutralnosti drveta definiramo kombiniranim masenim udjelom željeza i mangana i, ekvivalentno, izmjerenim odstupanjem volumne susceptibilnosti od dijamagnetske osnove:

- 4N (99,99 posto neutralno): $Fe + Mn \leq 100$ ppm. Tipično za neodabrano tvrdo drvo za namještaj.
- 5N (99,999 posto neutralno): $Fe + Mn \leq 10$ ppm; preostala susceptibilnost unutar $\pm 1 \times 10^{-6}$ od dijamagnetske osnove. Isporučena specifikacija Equatorial Audio.
- 6N (99,9999 posto neutralno): $Fe + Mn \leq 1$ ppm; neto susceptibilnost i dalje dijamagnetska unutar mjerne nesigurnosti. Ostvarivo odabirom pojedina ne gredice.
- 7N: $Fe + Mn \leq 0.1$ ppm. Ovdje zabilježeno za dvije od 340 pregledanih gredica tikovine. Nije proizvodni stupanj.

Priznajemo da su postojale retoričke posudbe iz metalurške konvencije, a ne vrijednost ukupne magnetske susceptibilnosti koja je važna, a ne 10 ppm tvari koja nije drvo. Zadržavamo jer se osnovna veličina -- paramagnetski dijelovi na milijun -- mjeri jednako kao što rafinirano.

3. INSTRUMENTACIJA I METODA

Stupnjevanje gredice zahtijeva tri neovisna magnetska i kemijska mjerenja -- skeniranje feromagnetskih inkluzija, mjerenje ukupne susceptibilnosti i analizu tragova metala -- te dielektričnu karakterizaciju za modeliranje.

Skeniranje feromagnetskih inkluzija. Svaka gredica prolazi kroz niz fluxgate gradiometara (s osjetljivošću od 1 nT) na motoriziranom stolu brzinom od 20 mm/s. Gradiometar razlučuje zasebne feromagnetske inkluzije, strugotine tračnice pile, uobičajena onečišćenja svakog drveta koje je prošlo kroz inženjerske manjih od milimetra na dubini od 30 mm. Reciklirano i spašeno drvo redovito pada na tom skeniranju; to je glavni razlog zbog kojeg se Equatorial Elevation Blocks glodaju iz plantažnog materijala prvog prolaza, a nikada od recikliranog drveta, bez obzira na romantičnost njegova podrijetla.

Ukupna susceptibilnost. Iz svake prihvaćene gredice vadi se jezgra od 12 mm i mjeri magnetskom susceptibilnošću (Shore 8600, osjetljivost 5×10^{-8} emu) pri 300 K. VSM daje neto volumnu susceptibilnost i magnetsku karakterizaciju jezgre. Ista jezgra tikovine daje negativno očitavanje; jezgra hrasta isto daje pozitivno.

Analiza tragova metala. Izmjerena jezgra zatim se melje zamrzavanjem, mikrovalno razgrađuje i analizira masenom spektrometrijom s induktivno spregnutom plazmom (ICP-MS) na Fe, Mn, Ni, Co i Cr. To je isti dendrokemijski protokol koji se koristi za rekonstrukciju povijesti onečišćenja iz godova, ovdje primijenjen na drvo. Rezultati nisu predviđeni. Vrijednost $Fe + Mn$ postavlja kemijski kriterij stupnja; magnetska susceptibilnost raspona stupnja ili se gredica odbacuje kao interno nedosljedna -- što obično ukazuje na nepravilnosti.

Dielektrična karakterizacija. Za modeliranje instalacije mjerimo relativnu permitivnost i tangetansu pomoću zaštite stanice s paralelnim pločama i analizatora impedanse (Keysight E4990A) na vlakna, kondicioniranim na 8, 12 i 16 posto sadržaja vlage. Ove vrijednosti ne ulaze u stupanj neutralnosti -- dielektrik nije magnetsko onečišćenje -- ali određuju raspodijeljeni kapacitet koji gotovo nosa predstavlja i potvrđuje se na certifikatu svake jedinice.

4. REZULTATI: USPOREDBA VRSTA

Pregledano je jedanaest vrsta, po $n = 20$ gredica svake. Rezultati se jasno razdvajaju u tri skupine.

Neuspjesi. Bijeli hrast (*Quercus alba*) pokazao se najgorim, s 41 do 190 ppm željeza i neto magnetske susceptibilnosti na gredica. Uzrok je dobro poznat svakome tko je preko noći ostavio eliku stegu na vlažnom drvu: kelira željezo u željezni tanat -- plavocrni spoj željezo-galne tinte -- pa hrast aktivno korodira i postaje neprijateljski. Hrast je lijepo drvo i magnetski neprijateljsko. Orah i trešnja prošli su bolje, ali su ipak u prosjeku bili na 4N ili ispod.

Trave i kompoziti. Bambus, isto oglašavan kao održivo „drvo“, trava je s velikim sadržajem ugljika i kemijom vorova; njegovom susceptibilnošću dominirale su mineralne inkluzije veličine zrna i vlakna. Vlaknasta ploča srednje gustoće (MDF) pala je na potpuno drugoj osi: njezino uređivanje je polarno, zbog čega ima relativnu permitivnost od 4 do 6 i tangens gubitaka za red veličine veći od 1, što je sklonom ugrađenim metalnim esticama. MDF je diskvalificiran kao materijal nosa a ne kao kompozit i njegov magnetski stupanj uopće razmotri.

Rezultat tikovine. Plantažna tikovina (*Tectona grandis*), uzgojena unutar 5 deg od geomagnetskog ekvatora, dala je 3 do 9 ppm $Fe + Mn$ na 20 gredica, neto dijamagnetsku susceptibilnost u svakom uzorku i stupanj 5N u svim gredice metodama VSM i ICP-MS, 31 od 340 pregledanih gredica zadovoljila je 6N, a dvije 7N. Prednost ekvatorijalne tikovine nije mistična: brzo raste na upravljanim, ispranim plantažnim tlima s malo željeza, sije se se mlađom i nema taninsko-željeznu kemiju koja kažnjava hrast. Njena dielektrična konstanta od svih ispitanih vrsta i približava se inženjerskim pjena koje se koriste u RF mjernim napravama.

5. PROBLEM ZAVRŠNE OBRADE

Stupanj drveta svojstvo je drveta, a ne predmeta kojim ono postane -- a naj eš i na in da obraditi drvo.

Gotovo sve uljne, lakirane i lazurne završne obrade stvrdnjavaju se metalnim sikativima: solima kobalta, mangana i cirkonija naftenske ili 2-etilheksanske kiseline, dodanim u udjelu od djela a postota da kataliziraju film. I kobalt i mangan su paramagnetski, a optere enje sikativom od samo 0,05 posto met površine nanosi više paramagnetske mase nego što je sadrži cijela gredica 5N ispod nje. Izmjerali smo uzorak tikovine 5N prije i nakon jednog sloja konvencionalne završne obrade kuhanim lanenim uljem: njegova površinski referirana susceptibilnost porasla je od dijamagnetske osnove do neto pozitivne vrijednosti, reklasificiraju i uzorak iz 5N u isp obrada vratila je one iš enje -- i smjestila ga to no na površinu, u neposredan kontakt s k

To je mjerena osnova -- a ne estetska sklonost -- za isporuku blokova Equatorial Elevation bez završne obrade. Završna obrada bi u posljednjem koraku i na magnetski najaktivnijem mjestu poništila cijeli postupak odabira kojim je gredica stekla svoj stupanj. Srebrnosiva patina koju nezavršena tikovina razvija starenjem elementarna je oksidacija vlastite površine drveta; ne dodaje paramagnetski metal te je kozmeti ka promjena, a magnetski ništa.

6. ANIZOTROPIJA VLAKANA I PUTANJA DIELEKTRI NOG O

Drvo je dielektri no anizotropno. Mjereno na našim uzorcima tikovine, relativna permitivn viša nego poprijeko na vlakna pri 12 posto sadržaja vlage, a tangens gubitaka slijedio je stani na struktura i orijentacija dipola vezane vode duž vlakna. Za materijal nosa a ova a na prosjek; ona je projektna varijabla.

Kabel leži u ležištu obra enom na vrhu svakog bloka, pa dominantno kapacitivno sprezanj kratki vertikalni stup drveta neposredno ispod ležišta. Glodanjem svakog bloka s eonim v gornjoj plohi, a vlakna teku vertikalno duž putanje optere enja -- usmjeravamo os niže pe horizontalnu ravan, gdje je polje kabala najja e, dok os više permitivnosti duž vlakana os ini elektri nu štetu, a donosi zna ajnu mehani ku korist. Orijentacija eonih vlakana prvo dielektri ni argument za nju proizašao je iz ovih mjerenja naknadno i neovisno potvr uje i

Sadržaj vlage upravlja cijelom slikom. I permitivnost i tangens gubitaka naglo rastu s vez stupnjevana gredica suši u pe i na mjestu podrijetla do 12 +/- 1 posto i zbog ega raspore vlage. Nosa koji je upio vlagu s 12 na 18 posto promijenio je svoj dielektri ni doprinos v razlika me u vrstama.

7. RASPRAVA I ZAKLJU AK

N-skala predložena ovdje namjerno se naslanja na konvenciju kojoj itatelj ve vjeruje. Au bakrenom vodi u ve je prihvatio pretpostavku da vrijedi kontrolirati preostala paramagne mjerena u dijelovima na milijun. Nismo u inili ništa više nego primijenili tu pretpostavku, vodi po iva -- i ustanovili da industrijska navika stupnjevanja metala na šest devetki uz drvo koje sadrži željezo i aktivno veže tanine predstavlja asimetriju koja ne preživljava kada se izgovori naglas.

Ekvatorijalna plantažna tikovina dosiže neutralnost 5N u stanju isporuke, 6N nakon odabi rasta s malo željeza, mlada sje a, izostanak taninsko-željezne kemije, malo smole i dijam istim drvetom. Nije aroban materijal. ist je, izmjeren, stupnjevan i ostavljen bez završn Equatorial Elevation Block isporu uje se sa stupnjem svoje gredice, vrijednoš u Fe + Mn i na certifikatu. Pozivamo itatelja da od bilo kojeg drugog proizvo a a audio nosa a zatraž

LITERATURA

- [1] James, W. L. (1975). Dielektri na svojstva drveta i lesonita: varijacija s temperaturom, frekvencijom, sa Forest Service Research Paper FPL-245, Forest Products Laboratory, Madison.
- [2] Torgovnikov, G. I. (1993). Dielektri na svojstva drveta i materijala na bazi drveta. Springer-Verlag, Berl
- [3] Skaar, C. (1988). Odnosi drveta i vode. Springer Series in Wood Science, Springer-Verlag, Berlin.
- [4] Cutter, B. E., Guyette, R. P. (1993). Anatomske, kemijske i ekološke imbenici koji utje u na uporabu drv Quality, 22(3), 611-619.
- [5] Bosque, A., Ferro, M., Park, H. (2026). Stupnjevanje magnetske neutralnosti konstrukcijskog drveta: instrumentacija i granice stupnja. Journal of Equatorial Audio Science, 7(2), 44-71.
- [6] Tanaka, Y., Park, H. (2022). Mjerenje permitivnosti anizotropnih vrstih tijela s malim gubicima zašt en Audio Science, 3(1), 12-29.