

ABSTRACT AND REFERENCES

MATERIALS SCIENCE

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.322368

IDENTIFYING PATTERNS IN THE RESISTANCE OF THERMALLY MODIFIED ASH WOOD TO WEATHERING (p. 6–15)**Oleksandra Horbachova**National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine,
Kyiv, UkraineORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7533-5628>**Serhii Mazurchuk**National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine,
Kyiv, UkraineORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6008-9591>**Vasyl Lomaha**National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine,
Kyiv, UkraineORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0569-9987>**Nataliia Buiskykh**National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine,
Kyiv, UkraineORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3229-7235>**Andrii Matviichuk**

V. I. Vernadsky National Library of Ukraine, Kyiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4051-2484>**Nataliia Marchenko**Technical Committee TC-18 “Forest Resources”, Boyarka,
Kyiv region, UkraineORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1826-930X>

Weathering of thermally modified wood negatively affects both the appearance of structures and their physical-mechanical characteristics, which further determines their service life. Given this, the object of the study was the resistance of ash wood varying degrees modification to abiotic environmental factors. It was found that the color stability of thermally modified wood samples is higher compared to untreated ones. A decrease in the value of the coordinate L from 68.4 to 33.6 indicates a decrease in lightness, that is darkening of the wood. Analysis of dimensional changes revealed increased swelling for untreated wood and amounted to 7.49 %, and for modified at a temperature of 200 °C – 1.75 %. The difference in shrinkage rates is much smaller – 2.09 % for wood of group III, which is 2 times less than untreated wood. The results confirm that thermal modification makes wood cell walls more hydrophobic by eliminating hydrophilic and hydroxyl groups of hemicelluloses. A linear dependence ($R^2 \approx 1$) of change in the physical characteristics of wood depending on its density due to the degree of modification has been established. Analysis of mechanical properties revealed that thermal modification increases the resistance of wood to compressive across the fibers by 2 times. Therefore, a comprehensive approach to analyzing the impact of weathering on the aesthetic, physical, and mechanical properties of thermally modified wood makes it possible to identify the principles of material stability depending on the treatment schedule. The identified mechanisms of transformation of material parameters contribute to the establishment of optimal parameters of thermal modification, which improve its characteristics. This creates the prerequisites for implementing new technological solutions focused on environmental friendliness and energy efficiency in production.

Keywords: wood, ash, degree of thermal modification, weathering, moisture removal, drying cracks, strength.

References

- Kránitz, K., Sonderegger, W., Bues, C.-T., Niemz, P. (2015). Effects of aging on wood: a literature review. *Wood Science and Technology*, 50 (1), 7–22. <https://doi.org/10.1007/s00226-015-0766-0>
- Kiktev, N., Nykyforova, L., Lendiel, T., Mazurchuk, P., Lendiel, M. (2023). Wireless Subsystem for Control Technological Parameters of Electrophysical Influence to Increase Plant Productivity. *CEUR Workshop Proceedings*, 3646, 149–159. Available at: https://ceur-ws.org/Vol-3646/Paper_15.pdf
- Pinchevska, O., Spirochkin, A., Oliynyk, R., Sedliačik, J. (2018). Selection of the efficient drying schedule in conventional chambers. *Acta Facultatis Xylogiae*, 60 (2), 125–134. <https://doi.org/10.17423/afx.2018.60.2.12>
- Horbachova, O., Buiskykh, N., Mazurchuk, S., Lomaha, V. (2024). Acetylation of Aspen and Alder Wood - Preliminary Tests. *Key Engineering Materials*, 986, 45–52. <https://doi.org/10.4028/p-d9fylx>
- Mattonai, M., Watanabe, A., Shiono, A., Ribechini, E. (2019). Degradation of wood by UV light: A study by EGA-MS and Py-GC/MS with on line irradiation system. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 139, 224–232. <https://doi.org/10.1016/j.jaap.2019.02.009>
- Fathi, H., Kazemirad, S., Nasir, V. (2021). Mechanical degradation of wood under ultraviolet radiation characterized by Lamb wave propagation. *Structural Control and Health Monitoring*, 28 (6). <https://doi.org/10.1002/stc.2731>
- Yorur, H., Kurt, S., Yumrutas, I. (2014). The Effect of Aging on Various Physical and Mechanical Properties of Scotch Pine Wood Used in Construction of Historical Safranbolu Houses. *Drvna Industrija*, 65 (3), 191–196. <https://doi.org/10.5552/drind.2014.1328>
- Han, L., Xi, G., Dai, W., Zhou, Q., Sun, S., Han, X., Guo, H. (2023). Influence of Natural Aging on the Moisture Sorption Behaviour of Wooden Structural Components. *Molecules*, 28 (4), 1946. <https://doi.org/10.3390/molecules28041946>
- Cai, C., Zhou, F. (2022). Sorption Characteristic of Thermally Modified Wood at Varying Relative Humidity. *Forests*, 13 (10), 1687. <https://doi.org/10.3390/f13101687>
- Liu, X. Y., Liu, M., Lv, M. Q., Lv, J. F. (2019). Photodegradation of three hardwood species by sunlight and xenon light sources. *BioResources*, 14 (3), 6909–6922. <https://doi.org/10.15376/biores.14.3.6909-6922>
- Horbachova, O., Tsapko, Y., Mazurchuk, S., Tsapko, O. (2022). Mobile technology of thermal modification of wood. *Ukrainian Journal of Forest and Wood Science*, 13 (3). [https://doi.org/10.31548/forest.13\(3\).2022.22-31](https://doi.org/10.31548/forest.13(3).2022.22-31)
- Čermák, P., Rautkari, L., Horáček, P., Saake, B., Rademacher, P., Sablik, P. (2015). Analysis of Dimensional Stability of Thermally Modified Wood Affected by Re-Wetting Cycles. *BioResources*, 10 (2). <https://doi.org/10.15376/biores.10.2.3242-3253>
- Tsapko, Y., Horbachova, O., Mazurchuk, S., Tsapko, A., Sokolenko, K., Matviichuk, A. (2021). Determining patterns in reducing the level of bio-destruction of thermally modified timber after applying protective coatings. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (10 (113)), 48–55. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.242899>
- Pedersen, N. B., Matthiesen, H., Blanchette, R. A., Alfredsen, G., Held, B. W., Westergaard-Nielsen, A., Hollesen, J. (2020). Fungal attack on archaeological wooden artefacts in the Arctic-implications in a changing climate. *Scientific Reports*, 10 (1). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-71518-5>
- Björddal, C. G., Dayton, P. K. (2020). First evidence of microbial wood degradation in the coastal waters of the Antarctic. *Scientific Reports*, 10 (1). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-68613-y>
- Tsapko, Y., Horbachova, O., Mazurchuk, S., Bondarenko, O. (2023). Research of certain aspects of improving the color resistance of

- thermomodified wood. World Multidisciplinary Civil Engineering-Architecture-Urban Planning Symposium WMCAUS 2022, 2928, 050009. <https://doi.org/10.1063/5.0124506>
17. Tarmian, A., Mastouri, A. (2019). Changes in moisture exclusion efficiency and crystallinity of thermally modified wood with aging. *IForest - Biogeosciences and Forestry*, 12 (1), 92–97. <https://doi.org/10.3832/for2723-011>
 18. Teacă, C. A., Roşu, D., Bodirlău, R., Roşu, L. (2013). Structural Changes in Wood under Artificial UV Light Irradiation Determined by FTIR Spectroscopy and Color Measurements – A Brief Review. *BioResources*, 8 (1). <https://doi.org/10.15376/biores.8.1.1478-1507>
 19. Cogulet, A., Blanchet, P., Landry, V. (2016). Wood degradation under UV irradiation: A lignin characterization. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 158, 184–191. <https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2016.02.030>
 20. Obataya, E., Zeniya, N., Endo-Ujiie, K. (2019). Effects of water-soluble extractives on the moisture sorption properties of spruce wood hygrothermally treated at 120°C and different humidity levels. *Wood Material Science & Engineering*, 16 (2), 124–131. <https://doi.org/10.1080/17480272.2019.1635642>
 21. Tsapko, Y., Horbachova, O., Likhnyovskiy, R., Mazurchuk, S., Tsapko, A., Buiskeykh, N. et al. (2023). Establishment of patterns in the thermal modification of dry pine wood. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (10 (124)), 24–36. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.285509>
 22. Bhat, I.-H., Abdul Khalil, H. P. S., Awang, K. B., Bakare, I. O., Issam, A. M. (2010). Effect of weathering on physical, mechanical and morphological properties of chemically modified wood materials. *Materials & Design*, 31 (9), 4363–4368. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2010.03.045>
 23. Tsapko, Y., Bondarenko, O., Horbachova, O., Mazurchuk, S., Buyskikh, N. (2021). Research activation energy in thermal modification of wood. *E3S Web of Conferences*, 280, 07009. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202128007009>
 24. Martín, J. A., López, R. (2023). Biological Deterioration and Natural Durability of Wood in Europe. *Forests*, 14 (2), 283. <https://doi.org/10.3390/f14020283>
 25. Tsapko, Y., Buiskeykh, N., Likhnyovskiy, R., Horbachova, O., Tsapko, A., Mazurchuk, S. et al. (2022). Establishing regularities in the application of dry pine wood. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (10 (118)), 51–59. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.262203>

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.322118

DETERMINING TECHNOLOGICAL PARAMETERS FOR THE ADDITIVE ELECTRON-BEAM SURFACING OF BLANKS FOR MEDICAL IMPLANTS MADE OF Zr-Ti-Nb ALLOY (p. 16–26)

Vladyslav Matviichuk

E. O. Paton Electric Welding Institute
of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9304-6862>

Vladimir Nesterenkov

E. O. Paton Electric Welding Institute
of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7973-1986>

Volodymyr Efanov

Ukrainian State University of Science and Technologies,
Dnipro, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6363-4081>

Olexandr Zavgorodny

National University "Zaporizhzhia Polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-7198-1557>

Roman Bilyi

Ukrainian State University of Science and Technologies,
Dnipro, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-7844-6649>

The object of this study is the alloys of the Zr-Ti-Nb system, which better than titanium alloys meet the criterion for mechano-biocompatibility of the material for dental implants. The choice of this material is due to the fact that zirconium alloys are free of toxic elements and have a low modulus of elasticity. Under modern conditions of active implementation of additive technologies for the manufacture of metal products, the use of zirconium alloys for 3D printing is a promising area. Such technologies include electron-beam growing of products. The task solved in this work relates to the lack of technological modes for electron beam technology, specifically for zirconium alloy. A rational regime has been determined, under which samples were grown from the alloy of the Zr-Ti-Nb system with a smooth surface, uniform structure, and no internal defects. It should be especially noted that the modulus of elasticity of the material of the manufactured samples was 59.8 GPa, which is two times lower than that of the titanium alloy Ti-6Al-4V_{ELI} (113.8 GPa) and is closer to the modulus of elasticity of human bone (30 GPa).

The results are explained from the point of view of physical-mechanical processes occurring in the metal during layer-by-layer surfacing under different conditions. These conditions were created by different values of technological parameters. Special feature of the results is that the formed requirements for the structure and properties of zirconium blanks were based on known dependences for titanium alloys. The findings showed that electron beam growing could become an alternative technology for manufacturing implant blanks from low-modulus zirconium alloy. The scope and conditions of practical use of the results extend to materials for implants in dentistry and, in the future, in orthopedics.

Keywords: additive technologies, electron beam, energy density, layer-by-layer surfacing, dental implant, low-modulus alloy.

References

1. Fellah, M., Labaiz, M., Assala, O., Dekhil, L., Taleb, A., Rezag, H., Iost, A. (2014). Tribological behavior of Ti-6Al-4V and Ti-6Al-7Nb Alloys for Total Hip Prosthesis. *Advances in Tribology*, 2014, 1–13. <https://doi.org/10.1155/2014/451387>
2. Elias, C. N., Lima, J. H. C., Valiev, R., Meyers, M. A. (2008). Bio-medical applications of titanium and its alloys. *JOM*, 60 (3), 46–49. <https://doi.org/10.1007/s11837-008-0031-1>
3. Liang, S. X., Feng, X. J., Yin, L. X., Liu, X. Y., Ma, M. Z., Liu, R. P. (2016). Development of a new β Ti alloy with low modulus and favorable plasticity for implant material. *Materials Science and Engineering: C*, 61, 338–343. <https://doi.org/10.1016/j.msec.2015.12.076>
4. Nune, K. C., Misra, R. D. K., Li, S. J., Hao, Y. L., Yang, R. (2017). Osteoblast cellular activity on low elastic modulus Ti–24Nb–4Zr–8Sn alloy. *Dental Materials*, 33 (2), 152–165. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2016.11.005>
5. Shi, L., Shi, L., Wang, L., Duan, Y., Lei, W., Wang, Z. et al. (2013). The Improved Biological Performance of a Novel Low Elastic Modulus Implant. *PLoS ONE*, 8 (2), e55015. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0055015>
6. Mishchenko, O., Ovchynnykov, O., Kapustian, O., Pogorielov, M. (2020). New Zr-Ti-Nb Alloy for Medical Application: Development, Chemical and Mechanical Properties, and Biocompatibility. *Materials*, 13 (6), 1306. <https://doi.org/10.3390/ma13061306>
7. Gnilytskyi, I., Pogorielov, M., Viter, R., Ferraria, A. M., Carapeto, A. P., Oleshko, O. et al. (2019). Cell and tissue response to nanotextured Ti6Al4V and Zr implants using high-speed femtosecond laser-induced periodic surface structures. *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine*, 21, 102036. <https://doi.org/10.1016/j.nano.2019.102036>

8. Ivasishin, O. M., Skiba, I. A., Karasevskaya, O. P., Markovskiy, P. E., Shivanyuk, V. N., Kalashnikov, A. V. et al. (2014). Fizicheskie principy sozdaniya nizkomodul'nykh splavov na osnove cirkoniya i titana dlya izgotovleniya implantatov. *Litopys travmatolohiyi ta ortopediyi*, 1-2 (29-30), 261.
9. Ivasyshyn, O. M., Skyba, I. O., Karasevska, O. P., Markovskiy, P. Ye. (2011). Pat. No. 102455 UA. Biocompatible alloy with low elasticity modulus containing zirconium and titanium (variants). No. a201115314; declared: 26.12.2011; published: 10.07.2013, Bul. No. 13.
10. Mishchenko, O., Solodovnyk, O., Deineka, V., Oleshko, O. (2020). Cellular response (osteoblasts and fibroblasts) depending on the type of surface of dental implants. *Morphologia*, 14 (1), 42–49. <https://doi.org/10.26641/1997-9665.2020.1.42-49>
11. Frazier, W. E. (2014). Metal Additive Manufacturing: A Review. *Journal of Materials Engineering and Performance*, 23 (6), 1917–1928. <https://doi.org/10.1007/s11665-014-0958-z>
12. Gasser, A., Backes, G., Kelbassa, I., Weisheit, A., Wissenbach, K. (2010). Laser Additive Manufacturing. *Laser Technik Journal*, 7 (2), 58–63. <https://doi.org/10.1002/latj.201090029>
13. Azhazha, V. M., V'yugov, P. N., Lavrinenko, S. D., Lindt, K. A., Muhachev, A. P., Pipipenko, N. N. (1998). *Cirkoniy i ego splavy: tekhnologiyi proizvodstva, oblast' primeneniya*. Kharkiv: NN HFTI, 89.
14. Ovchynnykov, O. V., Khaznaferov, M. V. (2022). Vstup do adyativnykh tekhnolohiy kolorovykh metaliv. Kyiv: Naukova dumka, 122.
15. Balachandramurthi, A. R., Moverare, J., Mahade, S., Pederson, R. (2018). Additive Manufacturing of Alloy 718 via Electron Beam Melting: Effect of Post-Treatment on the Microstructure and the Mechanical Properties. *Materials*, 12 (1), 68. <https://doi.org/10.3390/ma12010068>
16. Juechter, V., Scharowsky, T., Singer, R. F., Körner, C. (2014). Processing window and evaporation phenomena for Ti–6Al–4V produced by selective electron beam melting. *Acta Materialia*, 76, 252–258. <https://doi.org/10.1016/j.actamat.2014.05.037>
17. Ovchynnykov, O. V., Khaznaferov, M. V., Moisieiev, S. V., Mishchenko, O. M., Ovchynnykov, O. O. (2022). Pat. No. 128545 UA. A method for obtaining powder from spherical granules by plasma atomization of a workpiece and powder obtained by this method. No. a202200817; declared: 22.02.2022; published: 08.08.2024, Bul. No. 34.
18. Hrabe, N., Quinn, T. (2013). Effects of processing on microstructure and mechanical properties of a titanium alloy (Ti–6Al–4V) fabricated using electron beam melting (EBM), Part 2: Energy input, orientation, and location. *Materials Science and Engineering: A*, 573, 271–277. <https://doi.org/10.1016/j.msea.2013.02.065>
19. Matviichuk, V. A., Nesterenkov, V. M., Berdnikova, O. M. (2022). Additive electron beam technology of manufacture of metal products from powder materials. *Automatic Welding*, 2, 16–25. <https://doi.org/10.37434/as2022.02.03>
20. Matviichuk, V. A., Nesterenkov, V. M. (2020). Additive electron beam equipment for layer-by-layer manufacture of metal products from powder materials. *The Paton Welding Journal*, 2020 (2), 41–46. <https://doi.org/10.37434/tpwj2020.02.08>
21. Matviichuk, V., Nesterenkov, V., Berdnikova, O. (2022). Determining the influence of technological parameters of the electron-beam surfacing process on quality indicators. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (12 (115)), 21–30. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.253473>
22. Matviichuk, V., Nesterenkov, V., Berdnikova, O. (2024). Determining the influence of technological parameters of electron beam surfacing process on the microstructure and microhardness of Ti-6Al-4V alloy. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (12 (127)), 6–12. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.297773>
23. Grade 23 Ti-6Al-4VELI Alloy (UNS R56401) (2013). AZOM. Available at: <https://www.azom.com/article.aspx?ArticleID=9365>
24. Bezymyanniy, Yu. G., Kozirackiy, E. A., Nazarenko, V. A., Teslenko, L. O. (2017). Osobennosti akusticheskikh izmereniy v pressovkakh na osnove poroshka titana. *Visnyk NTU «KhPI»*, 4 (1226), 3–7.
25. Veretilnyk, O. V., Biktairov, F. K. (2024). Electroslag processing of Kh18N10T stainless steel shavings. *Electrometallurgy Today*, 3, 31–35. <https://doi.org/10.37434/sem2024.03.04>
26. Zhai, Y., Galarraga, H., Lados, D. A. (2016). Microstructure, static properties, and fatigue crack growth mechanisms in Ti-6Al-4V fabricated by additive manufacturing: LENS and EBM. *Engineering Failure Analysis*, 69, 3–14. <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2016.05.036>

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.320930

DEVELOPMENT OF DISSIMILAR METAL JOINING METHOD FOR CP-TI AND SS-316L USING GTAW WITH TIN BABBIT FILLER ROD (p. 27–35)

Binar Ade Anugra

Bandung Institute of Technology (ITB), Bandung,
West Java, IndonesiaORCID: <https://orcid.org/0009-0009-8673-1085>

Raden Dadan Ramdan

Bandung Institute of Technology (ITB), Bandung,
West Java, IndonesiaORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7037-6087>

Wahyudiono

PT Pupuk Kujang Cikampek, Cikampek, Karawang,
West Java, IndonesiaORCID : <https://orcid.org/0009-0005-3880-3487>

Dissimilar metal joining between commercial pure titanium (CP-Ti) and stainless steel 316L (SS-316L) poses challenges due to thermal property differences and brittle intermetallic compound formation. This study examines weldability and joint characteristics under varying welding currents (185A, 195A, 205A) and backing plate conditions. The main challenge is ensuring weld integrity while minimizing intermetallic compounds and defects that degrade mechanical properties. Non-destructive testing, metallography, SEM-EDS, and hardness testing were conducted. Results indicate that without a backing plate, hardness in the heat-affected zone (HAZ) of SS-316L increased with welding current, from 160.7 HV at 185 A to 167.5 HV at 205 A. In CP-Ti, hardness rose from 148 HV at 185 A to 160.7 HV at 205 A. With a backing plate, SS-316L HAZ hardness peaked at 185 A (182.7 HV) but decreased to 167.5 HV at 205 A. Similarly, CP-Ti hardness was lower with a backing plate (154 HV at 205 A BP). Sensitization in SS-316L was detected but remained mild. The tin babbitt filler rod suppressed brittle Fe-Ti intermetallic compounds due to its high thermal conductivity and low melting point, ensuring better heat distribution. This reduced cracking risks at the fusion line and improved bonding. However, porosity remained an issue, particularly in SS-316L joints, increasing at higher currents and potentially leading to microcracks. Controlling welding parameters and shielding conditions was crucial to minimizing porosity and enhancing joint quality. These findings confirm that optimizing welding parameters and environmental control reduces intermetallic compounds and porosity, improving GTAW feasibility for on-field welding in applications such as heat exchangers, piping, and pressure vessels.

Keywords: dissimilar metal joining, CP-Ti, SS-316L, Tin Babbitt, GTAW.

References

1. Acar, M. T., Kovacı, H., Çelik, A. (2022). Comparison of the structural properties, surface wettability and corrosion resistance of

- TiO₂ nanotubes fabricated on Cp-Ti, Ti6Al4V and Ti45Nb. *Materials Today Communications*, 33, 104396. <https://doi.org/10.1016/j.mtcomm.2022.104396>
2. Chen, T., Lu, H. Z., Lin, J. A., Cai, W. S., Zhu, D. Z., Yang, C. (2023). Tailoring microstructure and mechanical properties of CP-Ti through combined treatment of pressure and pulsed electric current. *Journal of Materials Research and Technology*, 25, 3496–3506. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2023.06.147>
 3. Li, B., Wang, X., Min, Y., Liang, C., Li, H., Guo, L. et al. (2016). Corrosion resistance and mechanical properties of titanium with hierarchical micro-nanostructure. *Materials Letters*, 182, 43–46. <https://doi.org/10.1016/j.matlet.2016.06.079>
 4. Chao, Q., Thomas, S., Biribilis, N., Cizek, P., Hodgson, P. D., Fabijanic, D. (2021). The effect of post-processing heat treatment on the microstructure, residual stress and mechanical properties of selective laser melted 316L stainless steel. *Materials Science and Engineering: A*, 821, 141611. <https://doi.org/10.1016/j.msea.2021.141611>
 5. Kong, D., Dong, C., Ni, X., Zhang, L., Yao, J., Man, C. et al. (2019). Mechanical properties and corrosion behavior of selective laser melted 316L stainless steel after different heat treatment processes. *Journal of Materials Science & Technology*, 35 (7), 1499–1507. <https://doi.org/10.1016/j.jmst.2019.03.003>
 6. Gao, Y., Tsumura, T., Nakata, K. (2012). Dissimilar welding of Titanium Alloys to Steels. *Transactions of JWRI*, 41 (2). Available at: <http://nakata-wjs.info/assets/pdf/jwri/078.pdf>
 7. Tomashchuk, I., Sallamand, P., Belyavina, N., Pilloz, M. (2013). Evolution of microstructures and mechanical properties during dissimilar electron beam welding of titanium alloy to stainless steel via copper interlayer. *Materials Science and Engineering: A*, 585, 114–122. <https://doi.org/10.1016/j.msea.2013.07.050>
 8. Mannucci, A., Tomashchuk, I., Mathieu, A., Cicala, E., Boucheron, T., Bolot, R., Lafaye, S. (2018). Direct laser welding of pure titanium to austenitic stainless steel. *Procedia CIRP*, 74, 485–490. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.08.138>
 9. Shanmugarajan, B., Padmanabham, G. (2012). Fusion welding studies using laser on Ti–SS dissimilar combination. *Optics and Lasers in Engineering*, 50 (11), 1621–1627. <https://doi.org/10.1016/j.optlaseng.2012.05.008>
 10. Ranjan Giri, S., Kumar Khamari, B., Ranjan Moharana, B. (2022). Joining of titanium and stainless steel by using different welding processes: A review. *Materials Today: Proceedings*, 66, 505–508. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.05.590>
 11. Yu, D., Zhang, Y., Hosseini, S. R. E., Zhou, J., Sun, D. (2023). Element diffusion and microstructure evolution at interface of stainless steel/Ti alloy joint by laser welding with AgCuTi filler metal. *Journal of Materials Research and Technology*, 24, 6463–6472. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2023.04.217>
 12. Balasubramanian, M., Murali, S., Hemadri, C., Kumar, R. (2021). A new method of dissimilar friction welding of titanium to stainless steel. *Materials Today: Proceedings*, 46, 3644–3647. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.01.675>
 13. Hao, X., Dong, H., Yu, F., Li, P., Yang, Z. (2021). Arc welding of titanium alloy to stainless steel with Cu foil as interlayer and Ni-based alloy as filler metal. *Journal of Materials Research and Technology*, 13, 48–60. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2021.04.054>
 14. Gupta, S. K., Patil, A. P., Rathod, R. C., Tandon, V., Gupta, A. (2023). Characterization of microstructure, mechanical and corrosion response in AISI 304L and Ti-stabilized 439 stainless steels weld joints. *Journal of Manufacturing Processes*, 101, 721–736. <https://doi.org/10.1016/j.jmapro.2023.05.107>
 15. Moazami Goudarzi, M., Jenabali Jahromi, S. A., Nazarboland, A. (2009). Investigation of characteristics of tin-based white metals as a bearing material. *Materials & Design*, 30 (6), 2283–2288. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2008.07.056>
 16. Alcover Junior, P. R. C., Pukasiewicz, A. G. M. (2019). Evaluation of microstructure, mechanical and tribological properties of a Babbitt alloy deposited by arc and flame spray processes. *Tribology International*, 131, 148–157. <https://doi.org/10.1016/j.triboint.2018.10.027>
 17. He, X., Li, G., Song, S., Hua, J. (2025). Effect of deposition current on microstructure and tribological properties of tin-based Babbitt alloy on magnesium alloy deposited by TIG process. *Surface and Coatings Technology*, 496, 131702. <https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2024.131702>
 18. Li, J., Schneiderman, B., Gilbert, S. M., Vivek, A., Yu, Z., Daehn, G. (2020). Process characteristics and interfacial microstructure in spot impact welding of titanium to stainless steel. *Journal of Manufacturing Processes*, 50, 421–429. <https://doi.org/10.1016/j.jmapro.2019.12.036>
 19. Chattopadhyay, A., Muvvala, G., Sarkar, S., Racherla, V., Nath, A. K. (2022). Mitigation of cracks in laser welding of titanium and stainless steel by in-situ nickel interlayer deposition. *Journal of Materials Processing Technology*, 300, 117403. <https://doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2021.117403>
 20. Zhang, R., Buchanan, C., Matilainen, V.-P., Daskalaki-Mountanou, D., Britton, T. B., Piili, H. et al. (2021). Mechanical properties and microstructure of additively manufactured stainless steel with laser welded joints. *Materials & Design*, 208, 109921. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2021.109921>
 21. Taufiqurrahman, I., Lenggo Ginta, T., Mustapha, M. (2021). The effect of holding time on dissimilar resistance spot welding of stainless steel 316L and Ti6Al4V titanium alloy with aluminum interlayer. *Materials Today: Proceedings*, 46, 1563–1568. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.07.237>
 22. Bi, Y., Zhang, Y., Liu, K., Xu, Y., Xue, R. (2020). Two pass laser welding of 304 stainless to TC4 titanium alloy using monel 400/Nb bilayer. *Journal of Materials Research and Technology*, 9 (6), 16522–16528. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2020.11.060>
 23. Jin, P., Sun, Q., Liu, Y., Li, J., Li, F., Liu, Y., Hou, S. (2020). Microstructural evolution and mechanical property of TC4/304 stainless steel joined by CMT using a CuSi3 filler wire. *Journal of Manufacturing Processes*, 60, 308–317. <https://doi.org/10.1016/j.jmapro.2020.10.072>

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.323985

DESIGNING DAMPING ALLOYS FOR TRANSPORT EQUIPMENT (p. 36–43)

Dariya Akubayeva

Al-Farabi Kazakh National University,
Almaty, Republic of KazakhstanORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2362-3385>

Roza Zhumagulova

International Educational Corporation,
Almaty, Republic of KazakhstanORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7779-111X>

Gulzhannar Zharaspaeva

International Educational Corporation,
Almaty, Republic of KazakhstanORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7697-1327>

Galiya Azhiyeva

International Educational Corporation,
Almaty, Republic of KazakhstanORCID: <https://orcid.org/0009-0005-5227-7110>

The object of this study is carbon and alloy steels for parts with high surface hardness and increased wear resistance at low deformation. Carbon steels 40, 45, and similar steels with increased manganese content 40G, 45G, 50G are used to manufacture a wide variety of machine parts. Most often, these steels are used for articles that bear the greatest impact loads. Machine parts are exposed to vibration and

impact, which results in the generation of intense noise. Noise has a negative impact on human health and reduces performance. One of the ways to solve this problem is to reduce noise by damping it at the source. The results of studies conducted in this area have made it possible to design damping alloys, subject to taking into account the operation of the parts, the percentage of alloying elements, carbon-containing additives, temperature, holding, and not allowing a decrease in the strength properties of the developed alloys.

Chromium, manganese, silicon, and nickel were selected as alloying elements for the designed alloys. The chemical composition of the studied carbon alloy steels, average values of sound levels, and sound pressure levels of the studied steels after forging, annealing, and normalization were analyzed.

The ADM-1 grade alloy has been proposed for the manufacture of the main transport units (crankshafts, connecting rods, gear rims, passenger car axle shafts, camshafts). Comparison of the acoustic properties (frequency spectrum in octave bands) of the designed steels and known steels with high surface hardness and increased wear resistance after various types of heat treatment has made it possible to identify a pattern. At frequencies of 8000 and 16000 Hz, the designed steels ADM-1, ADM-2, ADM-3 emit noise 6–13 dB lower than similar steels 40, 45, 40G, 45G, 50G.

Keywords: noise pollution, high-damping steels, damping, amplitude of sound, level of sound pressure.

References

1. Ingle, S. T., Pachpande, B. G., Wagh, N. D., Attarde, S. B. (2005). Noise exposure and hearing loss among the traffic policemen working at busy streets of Jalgaon urban centre. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 10 (1), 69–75. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2004.09.004>
2. Brookhouser, P. E. (1994). Prevention of Noise-Induced Hearing Loss. *Preventive Medicine*, 23 (5), 665–669. <https://doi.org/10.1006/pmed.1994.1111>
3. Madvari, R. F., Bidel, H., Mehri, A., Babae, F., Laal, F. (2024). Analysis of the Relationships between Noise Exposure and Stress/Arousal Mood at Different Levels of Workload. *Sound & Vibration*, 58 (1), 119–131. <https://doi.org/10.32604/sv.2024.048861>
4. Shevtsova, V., Tolybekov, A., Daumova, G., Akubayeva, D., Isakhanova, A., Kaldybayeva, S. (2024). Monitoring and Construction of Urban Noise Map to Prevent Sound Pollution. *Journal of Ecological Engineering*, 25 (12), 213–222. <https://doi.org/10.12911/22998993/194398>
5. Asensio, C., Pavón, I., Ramos, C., López, J. M., Pamiés, Y., Moreno, D., de Arcas, G. (2021). Estimation of the noise emissions generated by a single vehicle while driving. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 95, 102865. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2021.102865>
6. Eyring, V., Isaksen, I. S. A., Bernsten, T., Collins, W. J., Corbett, J. J., Endresen, O. et al. (2010). Transport impacts on atmosphere and climate: Shipping. *Atmospheric Environment*, 44 (37), 4735–4771. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2009.04.059>
7. Gireesh Kumar, P., Lekhana, P., Tejaswi, M., Chandrakala, S. (2021). Effects of vehicular emissions on the urban environment- a state of the art. *Materials Today: Proceedings*, 45, 6314–6320. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.10.739>
8. Dragunov, Yu. G., Zubchenko, A. S., Kashirskiy, Yu. V. et al. (2021). *Ма- роchnik staley i splavov*. Moscow: Innovacionnoe mashinostroenie, 1216.
9. Uhrčík, M., Oršulová, T., Palček, P., Hanusová, P., Belan, J., Vaško, A. (2021). Analysis of the internal damping on temperature of magnesium alloy evaluated for different states of material. *Transportation Research Procedia*, 55, 861–868. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.07.178>
10. Wang, X. J., Xu, D. K., Wu, R. Z., Chen, X. B., Peng, Q. M., Jin, L. et al. (2018). What is going on in magnesium alloys? *Journal of Materials Science & Technology*, 34 (2), 245–247. <https://doi.org/10.1016/j.jmst.2017.07.019>
11. Gholami-Kermanshahi, M., Wu, Y.-Y., Lange, G., Chang, S.-H. (2023). Effect of alloying elements (Nb, Ag) on the damping performance of Cu–Al–Mn shape memory alloys. *Journal of Alloys and Compounds*, 930, 167438. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2022.167438>
12. Colakoglu, M. (2004). Factors effecting internal damping in aluminum. *Journal of Theoretical and Applied Mechanics*, 42 (1), 95–105. Available at: https://www.researchgate.net/publication/229001850_Factors_effecting_internal_damping_in_aluminum
13. Yang, Y., Jin, L., Du, J., Li, L., Yang, W. (2020). Residual Stress Relaxation of Thin-walled Long Stringer Made of Aluminum Alloy 7050-T7451 under Transportation Vibration. *Chinese Journal of Mechanical Engineering*, 33 (1). <https://doi.org/10.1186/s10033-020-00456-0>
14. Wang, J., Zou, Y., Dang, C., Wan, Z., Wang, J., Pan, F. (2024). Research Progress and the Prospect of Damping Magnesium Alloys. *Materials*, 17 (6), 1285. <https://doi.org/10.3390/ma17061285>
15. Shaid Sujon, M. A., Islam, A., Nadimpalli, V. K. (2021). Damping and sound absorption properties of polymer matrix composites: A review. *Polymer Testing*, 104, 107388. <https://doi.org/10.1016/j.polymertesting.2021.107388>
16. Abed, M. S., Nayeef, A. A., Ali, H. A. K., Jabbar, M. M. (2020). Comparative Study of Transverse Vibration and Mechanical Properties of Aluminium, Al 7020 Alloy, and MWCNTs Reinforced Aluminium Nanocomposites. *International Journal of Nanoelectronics and Materials*, 13 (3), 509–522. Available at: https://www.researchgate.net/publication/385508685_Comparative_Study_of_Transverse_Vibration_and_Mechanical_Properties_of_Aluminium_Al_7020_Alloy_and_MWCNTs_Reinforced_Aluminium_Nanocomposites
17. Ahadi Akhlaghi, I., Salkhordeh Haghighi, M., Kahrobaee, S., Hojati, M. (2020). Prediction of chemical composition and mechanical properties in powder metallurgical steels using multi-electromagnetic nondestructive methods and a data fusion system. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 498, 166246. <https://doi.org/10.1016/j.jmmm.2019.166246>
18. Wan, D., Wang, H., Ye, S., Hu, Y., Li, L. (2019). The damping and mechanical properties of magnesium alloys balanced by aluminum addition. *Journal of Alloys and Compounds*, 782, 421–426. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2018.11.393>
19. Interstate standard 1050-2013. Metal products from nonalloyed structural quality and special steels. General specification.
20. Interstate standard 4543-2016. Structural alloy steel products. Specifications.

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.322368

ВИЗНАЧЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ СТІЙКОСТІ ТЕРМОМОДИФІКОВАНОЇ ДЕРЕВИНИ ЯСЕНА ДО ВИВІТРЮВАННЯ (с. 6–15)

О. Ю. Горбачова, С. М. Мазурчук, В. В. Ломага, Н. В. Буйських, А. В. Матвійчук, Н. В. Марченко

Вивітрювання термомодифікованої деревини негативно впливає як на зовнішній вигляд конструкцій, так і на фізико-механічні характеристики, що в подальшому визначає термін експлуатації. У зв'язку з цим об'єктом дослідження була стійкість деревини ясеня різного ступеня модифікування до абіотичних факторів середовища. Встановлено, що стійкість кольору термомодифікованих зразків деревини є вищою у порівнянні з необробленими. Зменшення значення координати L від 68,4 до 33,6, свідчить про зниження показників світлості, тобто потемніння деревини. Аналіз зміни розмірів показав збільшене набрякання для необробленої деревини та становить 7,49 %, а для модифікованої за температури 200 °C – 1,75 %. Різниця показників всихання значно менша – 2,09 % для деревини III групи, що в 2 рази менше порівняно з необробленою. Отримані результати підтверджують, що термічне модифікування робить клітинні стінки деревини більш гідрофобними через усунення гідрофільних та гідроксильних груп геміцелюлоз. Встановлено лінійну залежність ($R^2 \approx 1$) зміни фізичних характеристик деревини залежно від її щільності обумовленої ступенем модифікування. Аналіз механічних властивостей показав, що термомодифікування підвищує в 2 рази стійкість деревини до навантажень стиску поперек волокон. Отже, комплексний підхід до аналізу впливу вивітрювання на естетичні, фізичні та механічні властивості термічнотермомодифікованої деревини дозволяє виявити принципи стійкості матеріалу залежно від режиму обробки. Визначені механізми трансформації показників матеріалу сприяють встановленню оптимальних параметрів термічного модифікування, що покращують його характеристики. Це створює передумови для впровадження нових технологічних рішень, орієнтованих на екологічність та енергоефективність у виробництві.

Ключові слова: деревина, ясен, ступінь термомодифікування, вивітрювання, видалення вологи, тріщини всихання, міцність.

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.322118

ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ АДИТИВНОГО ЕЛЕКТРОННО-ПРОМЕНЕВОГО НАПЛАВЛЕННЯ ЗАГОТОВОК ДЛЯ МЕДИЧНИХ ІМПЛАНТАТІВ ЗІ СПЛАВУ Zr-Ti-Nb (с. 16–26)

В. А. Матвійчук, В. М. Нестеренков, В. С. Ефанов, О. В. Завгородній, Р. Ю. Білий

Об'єктом дослідження є сплави системи Zr-Ti-Nb, які більш повно, ніж титанові сплави, відповідають критерію механобіосумісності матеріалу для стоматологічних імплантатів. Вибір цього матеріалу пов'язаний з тим, що цирконієві сплави позбавлені токсичних елементів та мають низький модуль пружності. В сучасних умовах активного впровадження адитивних технологій для виготовлення металевих виробів, застосування цирконієвих сплавів для 3D друку є перспективним напрямом. До таких технологій належить електронно-променеве вирощування виробів. Проблема, що вирішується в роботі, це відсутність технологічних режимів електронно-променевої друку саме для цирконієвого сплаву. Встановлено раціональний режим, за яким зі сплаву системи Zr-Ti-Nb вирощені зразки із рівною поверхнею, однорідною структурою, без внутрішніх дефектів. Особливо слід підкреслити, що модуль пружності матеріалу виготовлених зразків становив 59,8 ГПа, це в два рази нижче, ніж у титанового сплаву Ti-6Al-4V_{ELI} (113,8 ГПа), і більш наближений до модуля пружності кістки людини (30 ГПа). Результати пояснюються з точки зору фізико-механічних процесів, що відбуваються в металі при пошаровому наплавленні в різних умовах. Ці умови створювалися за рахунок різних значень технологічних параметрів. Відмінні риси результатів полягали в тому, що сформовані вимоги до структури та властивостей цирконієвих заготовок базувалися на відомих залежностях для титанових сплавів. Результати показали, що електронно-променеве вирощування може стати альтернативною технологією для виготовлення заготовок імплантатів із низькомодульного цирконієвого сплаву. Сфера та умови практичного використання отриманих результатів розповсюджується на матеріали для імплантатів в стоматології та, в перспективі, в ортопедії.

Ключові слова: адитивні технології, електронний промінь, густина енергії, пошарове наплавлення, дентальний імплантат, низькомодульний сплав.

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.320930

РОЗРОБКА МЕТОДУ З'ЄДНАННЯ РІЗНОМІРНИХ МЕТАЛІВ ДЛЯ CP-Ti ТА SS-316L З ВИКОРИСТАННЯМ GTAW З ОЛОВ'ЯНИМ БАБІТОВИМ НАПОВНЮВАЛЬНИМ СТРИЖНЕМ (с. 27–35)

Anugra, Binar Ade, Ramdan, Raden Dadan, Wahyudiono

З'єднання різних металів між комерційним чистим титаном (CP-Ti) і нержавіючої сталлю 316L (SS-316L) створює проблеми через відмінності теплових властивостей і утворення крихких інтерметалічних сполук. Це дослідження вивчає зварюваність і характеристики з'єднання за різних зварювальних струмів (185 А, 195 А, 205 А) і умов підкладки. Основним завданням є забезпечення цілісності зварного шва при мінімізації інтерметалічних сполук і дефектів, які погіршують механічні властивості. Були проведені неруйнівний контроль, металографія, SEM-EDS, контроль твердості. Результати показують, що без опорної пластини твердість у зоні термічного впливу (ЗТВ) SS-316L збільшилася зі зварювальним струмом із 160,7 HV при 185 А до 167,5 HV при 205 А. У CP-Ti твердість підвищилася зі 148 HV при 185 А до 160,7 HV при 205 А. З опорною пластинною твердість SS-316L HAZ досягла піку при 185 А (182,7 HV),

але знизилася до 167,5 HV при 205 А. Аналогічно, твердість CP-Ti була нижчою з підкладкою (154 HV при 205 А ВР). Сенсibilізація в SS-316L була виявлена, але залишалася легкою. Олов'яний бабітовий наповнювальний стрижень пригнічує крихкі інтерметалічні сполуки Fe-Ti завдяки високій теплопровідності та низькій температурі плавлення, забезпечуючи кращий розподіл тепла. Це зменшило ризик розтріскування на лінії зварювання та покращило зчеплення. Проте пористість залишалася проблемою, особливо в з'єднаннях SS-316L, зростаючи при вищих струмах і потенційно призводячи до мікротріщин. Контроль параметрів зварювання та умов екранування був вирішальним для мінімізації пористості та підвищення якості з'єднання. Ці результати підтверджують, що оптимізація параметрів зварювання та контролю навколишнього середовища зменшує інтерметалічні сполуки та пористість, покращуючи можливість використання GTAW для зварювання на місці в таких сферах застосування, як теплообмінники, трубопроводи та резервуари під тиском.

Ключові слова: з'єднання різнорідних металів, CP-Ti, SS-316L, олов'яний бабіт, GTAW.

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.323985

РОЗРОБКА ДЕМПФУВАЛЬНИХ СПЛАВІВ У ТРАНСПОРТНОМУ ОБЛАДНАННІ (с. 36–43)

Dariya Akubayeva, Roza Zhumagulova, Gulzhanar Zharaspayeva, Galiya Azhiyeva

Об'єктом дослідження є вуглецеві та леговані сталі для деталей із високою поверхневою твердістю та підвищеною зносостійкістю при малій деформації. Вуглецеві сталі 40, 45 і аналогічні сталі з підвищеним вмістом марганцю 40Г, 45Г, 50Г застосовуються для виготовлення найрізноманітніших деталей машин. Найчастіше ці сталі використовують для виробів, що зазнають найбільших ударних навантажень. Деталі машин піддаються вібраційним і ударним впливам, у результаті чого генерується інтенсивний шум. Шум негативно впливає на здоров'я людини та знижує її працездатність. Одним зі способів розв'язання цієї проблеми – зниження шуму – є його погашення в джерелі виникнення. Результати проведених у цьому напрямку досліджень дали змогу розробити демпфувальні сплави за умови врахування режиму роботи деталей, процентного вмісту легувальних елементів, вуглецевмісної добавки, температури, витримки, а також без зниження міцнісних характеристик розроблених сплавів.

Як легувальні елементи для розроблених сплавів були обрані хром, марганець, кремній і нікель. Проведено аналіз хімічного складу досліджуваних вуглецевих легованих сталей, визначено середні значення рівнів звуку та рівнів звукового тиску досліджуваних сталей після кування, відпалу та нормалізації.

Для виготовлення основних вузлів транспорту (колінчасті вали, шатуни, зубчасті вінці, півосі легкових автомобілів, розподільчі вали) запропоновано сплав марки АДМ-1. Порівняння акустичних властивостей (частотний спектр в октавних смугах) розроблених сталей і відомих сталей із високою поверхневою твердістю та підвищеною зносостійкістю після різних видів термообробки дозволило виявити особливість: на частотах 8000 і 16000 Гц розроблені сталі АДМ-1, АДМ-2, АДМ-3 випромінюють шум на 6–13 дБ нижче, ніж аналогічні сталі 40, 45, 40Г, 45Г, 50Г.

Ключові слова: шумове забруднення, високодемпфувальні сталі, демпфування, рівень звуку, рівень звукового тиску.