

## ABSTRACT AND REFERENCES

## MATERIALS SCIENCE

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.261728

**ANALYSIS OF STRUCTURAL TRANSFORMATIONS OCCURRING DURING THERMAL HARDENING OF BUILDING REINFORCING STEEL PRODUCED AT BAKU STEEL COMPANY LLC (p. 6–12)**

Arif Mammadov

Azerbaijan Technical University, Baku, Azerbaijan  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-1075-8240>

Agil Babaev

Azerbaijan Technical University, Baku, Azerbaijan  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-5391-7881>

Nizami Ismailov

Azerbaijan Technical University, Baku, Azerbaijan  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-2587-3214>

Mukhtar Huseynov

Azerbaijan Technical University, Baku, Azerbaijan  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-8770-7006>

Faig Guliyev

Baku Steel Company LLC, Baku, Azerbaijan  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-0414-2626>

For the production of building reinforcing steel, special charge components were used, consisting of steel waste, cast iron shavings and about 20 % of NVG pellets. Steel was smelted in a 60-ton electric arc furnace. The pouring of liquid steel was carried out on a continuous casting machine.

Heat treatment was carried out immediately after the rolling operation to improve the physical and mechanical properties of the construction reinforcing steels melted in the electric arc furnace from the charge material using metal waste. It is recommended that these steels be made of low-carbon ( $C \leq 0.25\%$ ) and low-alloy steels in order to have a sufficiently high technology and good weldability. However, in order to meet the requirements of construction standards, these steels must have high structural integrity and physical and mechanical properties.

It was found that these requirements can be solved only by heat treatment immediately after the rolling operation of the armature. In this case, the effect can be obtained by reinforcing heat treatment of the fittings by hardening due to the rolling temperature. Therefore, in order to further improve the properties during thermomechanical treatment (TMT), the hardening was carried out directly (immediately) after the deformation in the roll.

Immediately after the spread, the physical and mechanical properties, as well as the fluidity and strength properties of the construction low-carbon reinforcement steels met the requirements of the standard by conducting HTMT. Increased strength and technological properties of reinforcing steel are achieved after hardening by dispersion hardening at high-temperature tempering, which is carried out at a temperature of more than 580 °C.

**Keywords:** construction reinforcing steel, thermomechanical reinforcement, rolling, tabulation, physical and mechanical properties, microstructure.

## References

- Aslanov, T. İ. (2002). Metallar texnologiyasının əsasları və tikintidə qaynaq işləri. Bakı: "Təhsil" NPM, 528.
- Kərimov, R. İ., Hüseynov, M. Ç., Quliyev, F. T., Həmidova, Ə. İ. (2017). Azkarbonlu və azlegirlənmiş karbonlu poladların sulfid daxilolmaların deformasiyası və onlara yayama temperaturunun təsirinin tədqiqi. Metallurgiya və materialşünaslığın problemləri" mövzusunda 2-ci Beynəlxalq Elmi-texniki konfransın materialları. Bakı, 34–36.
- Mustafazade, F. M. (1998). Tekhnologiya materialov. Baku: AzISU, 386.
- Malysheva, B. D. (Ed.) (1977). Svarka i rezka v promyshlennom straitel'stve. Moscow: Stratizdat, 780.
- Mammadov, A., Ismailov, N., Huseynov, M., Guliev, F. (2022). Structural changes in thermal hardening of construction reinforcing steels. Report in XII International scientific-practical conference "Comprehensive ensuring quality of technological processes and systems". Vol. 2. Chernihiv, 18–20. Available at: <https://drive.google.com/file/d/12lgyVlJBzaO7WL6Y9nrYjLrDYWcMMGE/view>
- Mammadov, A., Ismailov, N., Huseynov, M., Guliev, F. (2022). Some aspects of modeling of the steel-making process. Report in XII International scientific-practical conference "Comprehensive ensuring quality of technological processes and systems". Vol. 2. Chernihiv, 20–21. Available at: <https://drive.google.com/file/d/12lgyVlJBzaO7WL6Y9nrYjLrDYWcMMGE/view>
- Rakhmanov, S. R., Mamedov, A. T., Bəspal'ko, V. N., Topolov, V. L., Azimov, A. A. (2017). Mashinostroitel'nye materialy. Spravochnye dannye, terminy i opredeleniya. Dnepropetrovsk-Baku: «Sabakh», 410.
- Rakhmanov, S. R., Topolov, V. L., Gasik, M. I., Mamedov, A. T., Azimov, A. A. (2017). Protsessy i mashiny elektrometallurgicheskogo proizvodstva. Baku-Dnepr: «Sistemnye tekhnologii» - izd. «Sabakh», 568.
- GOST 3402-2016. Prokat armaturniy dlya zhelezobetonnykh konstruksiy. Tekhnicheskie usloviya.
- GOST 52544-2006. Prokat armaturniy svarivaemiy periodicheskogo profilya. Tekhnicheskie usloviya.
- EN 10080:2005. Stal' dlya armirovaniya zhelezobetonnykh konstruksiy. Tekhnicheskie usloviya.
- ASTM A615 M / ASME SA615 M. Reglament dlya deformirovannykh i gladkikh sterzhney iz uglerodistoy stali s opredelennoy dlinoy dlya armirovaniya betona.
- Məmmədov, A. T., İsmayılov, N. Ş., İmanova, R. A., Bayramova, F. İ. (2017). "Baku Steel Company" MMC – də mövcud texnoloji proseslərin təhlili. AzTU – nun elmi əsərləri, 2, 75–79.
- Fralov, Ya. V., Rakhmanov, S. R., Babanly, M. B., Karimov, R. I., Mammadov, A. T. (2022). Technological processes and mills of cold pilcer pipe Rolling. Dnepr-Baku: "Sabah", 276.
- Şərifov, Z. Z., Məmmədov, A. T., Əliyev, Ç. M. (2019). Qaynaq texnologiyası və avadanlığı. Bakı, 306.
- Velichko, A. G., Rakhmanov, S. R., Babanly, M. B., Mamedov, A. T., Bayramov, A. T. (2021). Vnepechnaya obrabotka pri proizvodstve vysokokachestvennykh staley. Baku, 467.
- Mamedov, A. T., Ismailov, N. Sh., Guseinov, M. Ch., Guliev, F. T. (2022). Criteria for selecting a method of out-of-furnace treatment steel for the oil and gas industry. Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsiy «Mashiny, agregaty i protsessy, proektirovanie, sozdanie i modernizatsiya». Sankt-Peterburg, 48–50. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47995757>
- Oborudovanie i tekhnologiya termicheskoy obrabotka metallov m splavov v mashinostroenii. Ch. 1. Sb. Dokladov II mezhdunarodnogo simpoziuma (2001). Kharkiv: IPU "kontrast", 196.

19. Rakhmanov, S. R., Mamedov, A. T. et. al. (2021). Osnovy tekhnicheskoy ekspluatatsii metallurgicheskogo oborudovaniya. Vol. 1, Ch. 1. Nadezhnost' i ekspluatatsiya uzlov metallurgicheskikh mashin. Baku-Dnepr, 588.
20. Rakhmanov, S. R., Mamedov, A. T. et. al. (2021). Osnovy tekhnicheskoy ekspluatatsii metallurgicheskogo oborudovaniya. Vol. 2, Ch. 2. Ustroystvo i ekspluatatsiya gruzopodemnykh metallurgicheskikh mashin i oborudovaniya aglomeratsionnykh fabrik i kokso-khimicheskikh tsekhov. Baku-Dnepr.
21. Rakhmanov, S. R., Harmashov, D. Yu., Medvediev, M. I., Balakin, V. F., Mamedov, A. T., Azimov, A. A. (2021). Pat. No. 148969 UA. Sposib presuvannia trub. No. u202101943; declared: 13.04.2021; published: 05.10.2021, Bul. No. 40. Available at: <https://base.uipv.org/searchINV/search.php?action=viewdetails&IdClaim=278393>
22. Kerimov, R. I. (2019). Improving steel melting intensity in the process of electrosmelting from waste and pellets (HBI). *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (1 (99)), 35–42. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.168352>
23. Karimov, R. I. (2020). Features of removal of Phosphorus and sulfur from Remelting stock turing electric arc melting of Steel. *International Journal of Control and Automation*, 13 (1), 137–159.
24. Karimov, R. I. (2020). Thermodynamic features of increasing the efficiency of metallurgical processes during electric steel melting. *Rensta San Gregorio Ecuador*, 2, 845–864.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.263350

**IDENTIFYING THE EFFECT OF MICRO FRICTION STIR SPOT WELDING ( $\mu$ FSSW) PARAMETERS ON WELD GEOMETRY, MECHANICAL PROPERTIES, AND METALLOGRAPHY ON DISSIMILAR MATERIALS OF AZ31B AND AA1100 (p. 13–21)**

**Semuel Boron Membala**

Hasanuddin University, Bontomarannu Gowa,  
Sulawesi Selatan, Indonesia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5288-7198>

**Onny Sutyono Sutresman**

Hasanuddin University, Bontomarannu Gowa,  
Sulawesi Selatan, Indonesia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4451-5634>

**Hairul Arsyad**

Hasanuddin University, Bontomarannu Gowa,  
Sulawesi Selatan, Indonesia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3356-2846>

**Muhammad Syahid**

Hasanuddin University, Bontomarannu Gowa,  
Sulawesi Selatan, Indonesia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8025-4542>

**Agus Widyianto**

Universitas Negeri Yogyakarta, Kec. Depok, Kabupaten Sleman,  
Daerah Istimewa Yogyakarta, Indonesia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1554-2561>

Micro-friction stir spot welding ( $\mu$ FSSW) is one type of welding that is suitable for joining lightweight materials. One of the challenges in joining lightweight materials with  $\mu$ FSSW is that the material is easily perforated, or the joint is not strong enough, so it is necessary to select the right  $\mu$ FSSW parameters. In this article discusses about investigates the micro-Friction Stir Spot Welding ( $\mu$ FSSW) parameters on weld geometry, mechanical properties, and metallography on dissimilar materials of AZ31B and AA1100. The material thickness of the AZ31B and

AA100 is 0.5 mm and 0.32 mm, respectively. The  $\mu$ FSSW tool is made of high-speed steel (HSS) with a pin diameter of 0.25 mm and a shoulder diameter of 0.5 mm. The constant process parameters of the  $\mu$ FSSW joint used, i. e., plunge depth, dwell time plunge rate, and high tool rotational speed of 33,000 rpm. Welding test results include weld geometry, mechanical properties, and metallography. Weld geometry testing to determine the weld nugget diameter. The mechanical properties test was shear tensile test and cross tensile test, while the metallographic test included macrostructure and microstructure observations. The results of the FSSW weld geometry show that at a dwell time of 700 milliseconds and a plunge depth of 600 microns, the weld pin diameter and weld shoulder diameter are close to the pin diameter and the diameter of the shoulder tool used. Dwell time and plunge depth has a significant effect on tensile strength. The maximum shear and cross loads achieved were  $387 \pm 17$  N and  $29 \pm 2$  N, respectively. Intermetallic compounds (IMC) are observed at the interface of the two materials, while a dwell time of 700 milliseconds give the effect of cracks on the inside of the weld.

**Keywords:** micro-Friction Stir Spot Welding ( $\mu$ FSSW), dissimilar material, AA1100, AZ31B.

**References**

1. Mohammadi, J., Behnamian, Y., Mostafaei, A., Izadi, H., Saeid, T., Kokabi, A. H., Gerlich, A. P. (2015). Friction stir welding joint of dissimilar materials between AZ31B magnesium and 6061 aluminum alloys: Microstructure studies and mechanical characterizations. *Materials Characterization*, 101, 189–207. doi: <https://doi.org/10.1016/j.matchar.2015.01.008>
2. Lee, C.-Y., Lee, W.-B., Kim, J.-W., Choi, D.-H., Yeon, Y.-M., Jung, S.-B. (2008). Lap joint properties of FSWed dissimilar formed 5052 Al and 6061 Al alloys with different thickness. *Journal of Materials Science*, 43 (9), 3296–3304. doi: <https://doi.org/10.1007/s10853-008-2525-1>
3. Liu, L., Wang, H., Song, G., Ye, J. (2006). Microstructure characteristics and mechanical properties of laser weld bonding of magnesium alloy to aluminum alloy. *Journal of Materials Science*, 42 (2), 565–572. doi: <https://doi.org/10.1007/s10853-006-1068-6>
4. Huang, Y., Meng, X., Zhang, Y., Cao, J., Feng, J. (2017). Micro friction stir welding of ultra-thin Al-6061 sheets. *Journal of Materials Processing Technology*, 250, 313–319. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2017.07.031>
5. Nandan, R., Debroy, T., Bhadeshia, H. (2008). Recent advances in friction-stir welding – Process, weldment structure and properties. *Progress in Materials Science*, 53 (6), 980–1023. doi: <https://doi.org/10.1016/j.pmatsci.2008.05.001>
6. Song, Y., Yang, X., Cui, L., Hou, X., Shen, Z., Xu, Y. (2014). Defect features and mechanical properties of friction stir lap welded dissimilar AA2024–AA7075 aluminum alloy sheets. *Materials & Design*, 55, 9–18. doi: <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2013.09.062>
7. Mishra, R. S., Ma, Z. Y. (2005). Friction stir welding and processing. *Materials Science and Engineering: R: Reports*, 50 (1-2), 1–78. doi: <https://doi.org/10.1016/j.msere.2005.07.001>
8. Rodrigues, D. M., Loureiro, A., Leitao, C., Leal, R. M., Chaparro, B. M., Vilaça, P. (2009). Influence of friction stir welding parameters on the microstructural and mechanical properties of AA 6016-T4 thin welds. *Materials & Design*, 30 (6), 1913–1921. doi: <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2008.09.016>
9. Thomas, W., Nicholas, E. D., Staines, D., Tubby, P. J., Gittos, M. F. (2005). FSW Process Variants and Mechanical Properties. *Welding in the World*, 49 (3-4), 4–11. doi: <https://doi.org/10.1007/bf03266468>

10. Baskoro, A. S., Hadisiswojo, S., Kiswanto, G., Winarto, Amat, M. A., Chen, Z. W. (2019). Influence of welding parameters on macrostructural and thermomechanical properties in micro friction stir spot welded under high-speed tool rotation. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 106 (1-2), 163–175. doi: <https://doi.org/10.1007/s00170-019-04490-8>
11. Darmadi, D. B., Abdullah, F. N., Raharjo, R. (2019). Controlling the pressure force to obtain a better quality of aluminum 6061 friction stir welded joint. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (1 (99)), 6–10. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.159286>
12. Saeid, T., Abdollah-zadeh, A., Shibayanagi, T., Ikeuchi, K., Assadi, H. (2010). On the formation of grain structure during friction stir welding of duplex stainless steel. *Materials Science and Engineering: A*, 527 (24-25), 6484–6488. doi: <https://doi.org/10.1016/j.msea.2010.07.011>
13. Lin, Y.-C., Liu, J.-J., Lin, B.-Y., Lin, C.-M., Tsai, H.-L. (2012). Effects of process parameters on strength of Mg alloy AZ61 friction stir spot welds. *Materials & Design*, 35, 350–357. doi: <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2011.08.050>
14. Avula, D., Singh, R. K. R., Dwivedi, D. K., Mehta, N. K. (2011). Effect of friction stir welding on microstructural and mechanical properties of copper alloy. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 50, 210–218. Available at: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.882.1571&rep=rep1&type=pdf>
15. Gangwar, K., Ramulu, M. (2018). Friction stir welding of titanium alloys: A review. *Materials & Design*, 141, 230–255. doi: <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2017.12.033>
16. Hussein, S. A., Tahir, A. S. M., Hadzley, A. B. (2015). Characteristics of aluminum-to-steel joint made by friction stir welding: A review. *Materials Today Communications*, 5, 32–49. doi: <https://doi.org/10.1016/j.mtcomm.2015.09.004>
17. Chen, Y. C., Nakata, K. (2010). Effect of surface states of steel on microstructure and mechanical properties of lap joints of magnesium alloy and steel by friction stir welding. *Science and Technology of Welding and Joining*, 15 (4), 293–298. doi: <https://doi.org/10.1179/136217109x12568132624325>
18. Li, G., Zhou, L., Zhou, W., Song, X., Huang, Y. (2019). Influence of dwell time on microstructure evolution and mechanical properties of dissimilar friction stir spot welded aluminum–copper metals. *Journal of Materials Research and Technology*, 8 (3), 2613–2624. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2019.02.015>
19. Esmaili, A., Givi, M. K. B., Rajani, H. R. Z. (2011). A metallurgical and mechanical study on dissimilar Friction Stir welding of aluminum 1050 to brass (CuZn30). *Materials Science and Engineering: A*, 528 (22-23), 7093–7102. doi: <https://doi.org/10.1016/j.msea.2011.06.004>
20. Salari, M. (2020). Dissimilar Friction Stir Welding between Magnesium and Aluminum Alloys. *Journal of Modern Processes in Manufacturing and Production*, 9 (3), 65–72. Available at: [http://mpmpjournal.iaun.ac.ir/article\\_675991\\_70a99c7c7d6c3275c6c615bf68b17801.pdf](http://mpmpjournal.iaun.ac.ir/article_675991_70a99c7c7d6c3275c6c615bf68b17801.pdf)
21. Chen, Y. C., Nakata, K. (2008). Friction stir lap joining aluminum and magnesium alloys. *Scripta Materialia*, 58 (6), 433–436. doi: <https://doi.org/10.1016/j.scriptamat.2007.10.033>
22. Kwon, Y. J., Shigematsu, I., Saito, N. (2008). Dissimilar friction stir welding between magnesium and aluminum alloys. *Materials Letters*, 62 (23), 3827–3829. doi: <https://doi.org/10.1016/j.matlet.2008.04.080>
23. Sen, M., Shankar, S., Chattopadhyaya, S. (2020). Micro-friction stir welding ( $\mu$ FSW) – A review. *Materials Today: Proceedings*, 27, 2469–2473. doi: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2019.09.220>
24. Sunar Baskoro, A., Azwar Amat, M., Andre Widiyanto, M. (2019). Effect of Tools Geometry and Dwell Time on Mechanical Properties and Macrograph of Two-Stage Refilled Friction Stir Spot Micro Weld. *MATEC Web of Conferences*, 269, 02002. doi: <https://doi.org/10.1051/mateconf/201926902002>
25. Badarinarayan, H., Yang, Q., Zhu, S. (2009). Effect of tool geometry on static strength of friction stir spot-welded aluminum alloy. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 49 (2), 142–148. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijmactools.2008.09.004>
26. Yang, X., Feng, W., Li, W., Dong, X., Xu, Y., Chu, Q., Yao, S. (2019). Microstructure and properties of probeless friction stir spot welding of AZ31 magnesium alloy joints. *Transactions of Nonferrous Metals Society of China*, 29 (11), 2300–2309. doi: [https://doi.org/10.1016/s1003-6326\(19\)65136-8](https://doi.org/10.1016/s1003-6326(19)65136-8)
27. Widiyanto, A., Baskoro, A. S., Kiswanto, G., Ganeswara, M. F. G. (2021). Effect of welding sequence and welding current on distortion, mechanical properties and metallurgical observations of orbital pipe welding on SS 316L. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (12 (110)), 22–31. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.228161>
28. Irawan, Y. S., Choiron, M. A., Suprpto, W. (2021). Tensile strength and thermal cycle analysis of AA6061 friction weld joints with different diameters and various friction times. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (12 (110)), 15–21. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.227224>

---

**DOI: 10.15587/1729-4061.2022.263344**

**EVALUATION OF CREEP-FATIGUE LIFE AND STRENGTH FOR AA7001-T6 UNDER CONSTANT AMPLITUDE LOADING (p. 22–28)**

**Huda Salih Mahdi**

University of Diyala, Diyala, Iraq

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-6397-8880>

**Hussain Jasim Alalkawi**

Bilad Alrafidain University College, Diyala, Iraq

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-2497-3400>

**Muzher Taha Mohamed**

University of Diyala, Diyala, Iraq

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-0579-2882>

**Saad Theeyab Faris**

University of Diyala, Diyala, Iraq

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-6161-7413>

Aluminum alloys were widely used in the construction, automotive, marine, and aviation industries due to their low specific strength, ease of manufacture, and low weight. The fatigue behavior of aluminum alloys at different temperatures is investigated. Thanks to the rapid development of armament in recent years, 7XXX ultra-high strength aluminum alloys are now used more frequently because of their non-corrosive qualities and low weight. Aluminum alloy 7001-T6 behavior is examined at the Company State for Engineering, Rehabilitation, and Inspection (SIER) in Iraq, where chemical analysis of the AA7001 is supported. Most engineering components that operate at high temperatures will eventually fail from fatigue strain, creep damage is a time-dependent process that is primarily influenced by the history of stress and temperature applied to the component. When the two damaging factors combine their effects, This study used AA7001-T6 to conduct experiments on mechanical characteristics (UTS, YS, E, and ductility) and the interaction between creep and fatigue at four distinct temperatures: room temperature

(25, 150, 280, and 330) °C, the UTS, YS, and E were lowered by 37.2, 37.2, and 24) %, respectively, as compared to the result at room temperature, but the ductility increased by 28.27 %. It has been noted that rising temperatures cause mechanical and fatigue characteristics to decline. Experimental S-N fatigue test findings showed a significant loss of fatigue strength, After  $10^7$  cycles, the endurance fatigue limit was reduced from 208 MPa at (RT) to 184 MPa at 330 °C, an 11.5 % reduction. Overall, it can be said that AA7001-T6 demonstrates a significant drop in mechanical and fatigue properties at high temperatures.

**Keywords:** AA7001-T6, AA7001-T6 mechanical properties, creep-fatigue Interaction, various temperature, fatigue life, S-N curve, strength for AA7001-T6.

### References

- Abed, R. M., Khenyab, A. Y., Alalkawi, H. J. M. (2021). Development in Mechanical and Fatigue Properties of AA6061/AL<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Nanocomposites Under Stirring Temperature (ST). *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (12 (112)), 47–52. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.238588>
- Alhamdany, A. A., Khenyab, A. Y., Mohammed, Q. K., Alalkawi, H. J. M. (2021). Development Mechanical and Fatigue Properties of AA7001 After Combined SP with Deep Cryogenic Treatment and UIP with Deep Cryogenic Treatment. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (1 (113)), 62–69. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.243391>
- Khenyab, A. Y., Abed, R. M., Hassan, A. R., Al-Alkawi, H. J. M. (2022). Improving the Property of Wear Rate and Hardness by Adding Hybrid Nanomaterials to AA7075. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (12 (116)), 30–36. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.255331>
- Irawan, Y. S., Razaq, F., Suprpto, W., Wardana, B. S. (2019). Tensile strength and fatigue crack growth rate of chamfered and clamped A6061 friction weld joints. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (12 (102)), 31–39. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.154384>
- Zhang, S., Zhang, Y., Chen, M., Wang, Y., Cui, Q., Wu, R. et al. (2018). Characterization of mechanical properties of aluminum cast alloy at elevated temperature. *Applied Mathematics and Mechanics*, 39 (7), 967–980. doi: <https://doi.org/10.1007/s10483-018-2349-8>
- Gyekenyesi, J. Z., Hemann, J. H. (1988). High Temperature Tensile Testing of Ceramic Composites. NASA. Available at: <https://ntrs.nasa.gov/api/citations/19880006614/downloads/19880006614.pdf>
- Shinde, S. R., Hoepfner, D. W. (2006). Fretting fatigue behavior in 7075-T6 aluminum alloy. *Wear*, 261 (3-4), 426–434. doi: <https://doi.org/10.1016/j.wear.2005.12.015>
- Ozturk, F., Toros, S., Kilic, S. (2008). Evaluation of tensile properties of 5052 type aluminum-magnesium alloy at warm temperatures. *Archives of materials Science and Engineering*, 34 (2), 95–98. Available at: [https://www.researchgate.net/publication/26872940\\_Evaluation\\_of\\_tensile\\_properties\\_of\\_5052\\_type\\_aluminum-magnesium\\_alloy\\_at\\_warm\\_temperatures](https://www.researchgate.net/publication/26872940_Evaluation_of_tensile_properties_of_5052_type_aluminum-magnesium_alloy_at_warm_temperatures)
- Zainab, K. H. (2012). Fatigue Life Prediction at Elevated Temperature under Low-High and High-Low Loading Based on Mechanical Properties Damage Model. *Engineering and Technology Journal*, 30 (11), 1886–1896.
- Al-Alkawi, H. J., Fenjan, R. M., Abdul-Zahraa, S. K. (2017). Thermo-mechanical fatigue (TMF) model for (2017-T4) aluminum alloy under variable temperature. *Al-Nahrain Journal for Engineering Sciences*, 20 (4), 976–982. Available at: <https://nahje.com/index.php/main/article/view/323/263>
- Zhu, X., Jones, J. W., Allison, J. E. (2008). Effect of frequency, environment, and temperature on fatigue behavior of E319 cast aluminum alloy: Stress-controlled fatigue life response. *Metallurgical and Materials Transactions A*, 39 (11), 2681–2688. doi: <https://doi.org/10.1007/s11661-008-9631-1>
- Fadhel, E. Z. (2018). Effect of the Elevated Temperature on Fatigue Behavior of Aluminum Alloy AA 7075. *Journal of University of Babylon for Engineering Sciences*, 26 (8), 256–264. Available at: <https://www.journalofbabylon.com/index.php/JUBES/article/view/1630/1296>
- Li, Y., Retraint, D., Xue, H., Gao, T., Sun, Z. (2019). Fatigue properties and cracking mechanisms of a 7075 aluminum alloy under axial and torsional loadings. *Procedia Structural Integrity*, 19, 637–644. doi: <https://doi.org/10.1016/j.prostr.2019.12.069>
- Mazlan, S., Yidris, N., Kolor, S. S. R., Petrú, M. (2020). Experimental and Numerical Analysis of Fatigue Life of Aluminum Al 2024-T351 at Elevated Temperature. *Metals*, 10 (12), 1581. doi: <https://doi.org/10.3390/met10121581>
- Mahammed, M. S., Faris, S. T. (2021). Cracks length OF AA7075 measurement under electrical potential drop technique. *Journal of Mechanical Engineering Research and Developments*, 44 (8), 158–169. URL: [https://jmerd.net/Paper/Vol.44.No.8\(2021\)/158-169.pdf](https://jmerd.net/Paper/Vol.44.No.8(2021)/158-169.pdf)
- Nassar, M. F., Taban, T. Z., Obaid, R. F., Shadhar, M. H., Almashhadani, H. A., Kadhim, M. M., Liu, P. (2022). Study to amino acid-based inhibitors as an effective anti-corrosion material. *Journal of Molecular Liquids*, 360, 119449. doi: <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2022.119449>
- Alalkawi, H. J., Majid, R. H., Alomairy, R. A. (2011). Fatigue of Cu 65400 Alloy under Laser treatment. *Engineering and Technology Journal*, 29 (8), 1509–1516. Available at: [https://uotechnology.edu.iq/tec\\_magaz/volum292011/No.8.2011/text/Text%20\(7\).pdf](https://uotechnology.edu.iq/tec_magaz/volum292011/No.8.2011/text/Text%20(7).pdf)
- Mott, R. L. (2004). *Machine elements in mechanical design*. Pearson Educación.
- Spigarell, S. (1999). Creep of aluminium and aluminium alloys. EAA. Available at: <https://cupdf.com/document/talat-lecture-1253-creep.html?page=1>
- Al-Alkawi, H. J., Hassan, S. S., Abd-El-Jabbar, S. F. (2012). Linear Damage Rule Life Prediction For Stress Controlled Fatigue-Creep Interaction of Aluminum Alloys. *Engineering and Technology Journal*, 30 (5). Available at: [https://uotechnology.edu.iq/tec\\_magaz/2012/volum302012/No.05.2012/Text%20\(3%20\).pdf](https://uotechnology.edu.iq/tec_magaz/2012/volum302012/No.05.2012/Text%20(3%20).pdf)
- Alwan, M. H., Al-Alkawi, H. J., Aziz, G. A. (2022). Elevated Temperature Corrosion of Mechanical Properties and Fatigue Life of 7025 Aluminum Alloy. *Engineering and Technology Journal*, 40 (01), 1–7. doi: <https://doi.org/10.30684/etj.v40i1.1587>
- Al-Khafaji, M. B. (2014). Experimental and theoretical study of composite material under static and dynamic loadings with different temperature conditions. *University of Technology*.
- Hussain, F., Abdullah, S., Nuawi, M. Z. (2016). Effect of temperature on fatigue life behaviour of aluminium alloy AA6061 using analytical approach. *Journal of Mechanical Engineering and Sciences*, 10 (3), 2324–2335. doi: <https://doi.org/10.15282/jmes.10.3.2016.10.0216>

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.262452

**SYNTHESIS OF HIGH-TEMPERATURE SUPERCONDUCTING CERAMICS IN THE Bi(Pb)-Sr-Ca-Cu-O SYSTEM BASED ON AMORPHOUS PRECURSORS (p. 29–37)**

**Daniyar Uskenbaev**

S. Seifullin Kazakh Agro Technical University,  
Nur-Sultan, Republic of Kazakhstan  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6265-1376>



**Kairatbek Zhetpisbayev**

S. Seifullin Kazakh Agro Technical University,  
Nur-Sultan, Republic of Kazakhstan  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-8828-0075>

**Adolf Nogai**

S. Seifullin Kazakh Agro Technical University,  
Nur-Sultan, Republic of Kazakhstan  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-4235-7246>

**Renat Beissenov**

Kazakh-British Technical University,  
Almaty, Republic of Kazakhstan  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-6880-7693>

**Ainur Zhetpisbayeva**

S. Seifullin Kazakh Agro Technical University,  
Nur-Sultan, Republic of Kazakhstan  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-4525-5299>

**Kymbat Baigisova**

International Information Technologies University (IITU),  
Almaty, Republic of Kazakhstan  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-1962-9338>

**Artur Nogai**

S. Seifullin Kazakh Agro Technical University,  
Nur-Sultan, Republic of Kazakhstan  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-3816-9595>

**Yerkebulan Salmenov**

S. Seifullin Kazakh Agro Technical University,  
Nur-Sultan, Republic of Kazakhstan  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-1505-7539>

**Seruia Tursyntay**

Satbayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-1203-5510>

The paper presents the results of the synthesis of bismuth superconducting ceramics with compositions  $\text{Bi}_{1.6}\text{Pb}_{0.4}\text{Sr}_2\text{Ca}_{n-1}\text{Cu}_n\text{O}_y$  ( $n=2, 3, 5$ ) based on amorphous ceramics obtained by ultrafast melt quenching. In order to increase the rate of formation of superconducting compounds, effective devices have been developed for melting and hardening melts under the action of IR radiation. The sample holder was made of platinum. Melting and hardening were carried out in a continuous mode in an oxidizing environment in a flowing air atmosphere. The study of the elemental composition of the precursor samples established a slight deviation towards a decrease in the cationic composition of the precursors (Bi, Pb and Ca), relative to the stoichiometric composition. An increase in oxygen content by 12–15 % was also found. Synthesis of superconducting compounds was carried out in the temperature range of 843–850 °C, depending on the composition. The study found that in the sample  $\text{Bi}_{1.6}\text{Pb}_{0.4}\text{Sr}_2\text{Ca}_4\text{Cu}_5\text{O}_y$  (2245) the superconducting high-temperature phase 2223 crystallizes. It was found that the formation of the superconducting phase 2223 in the  $\text{Bi}_{1.6}\text{Pb}_{0.4}\text{Sr}_2\text{Ca}_4\text{Cu}_5\text{O}_y$  composition occurs in a lower and wider temperature range (843–848 °C) compared to the  $\text{Bi}_{1.6}\text{Pb}_{0.4}\text{Sr}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$  (2223) composition. The complete formation of the superconducting high-temperature phase 2223 in a sample with the nominal composition  $\text{Bi}_{1.6}\text{Pb}_{0.4}\text{Sr}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$  (2223) was carried out in a narrow temperature range of 849–850 °C, in a strict temperature regime with the participation of the liquid phase. An increase in the rate of formation of the superconducting compound 2223 in both studied compositions by 1.5–2.5 times was established, compared with the solid-phase method and other melt methods.

**Keywords:** superconductivity, microstructure, elemental composition, ceramics, morphology, diffractogram, amorphous phase.

**References**

1. Yadav, S., Upadhyay, P., Awadhiya, B., Kondekar, P. N. (2022). Ferroelectric Negative-Capacitance-Assisted Phase-Transition Field-Effect Transistor. *IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control*, 69 (2), 863–869. doi: <https://doi.org/10.1109/tuffc.2021.3130194>
2. Nogai, A. S., Nogai, A. A., Stefanovich, S. Y., Solikhodzha, Z. M., Uskenbaev, D. E. (2020). Dipole Ordering and the Ionic Conductivity in  $\text{Na}_3\text{Fe}_2(\text{PO}_4)_3$ -Type NASICON-Like Structures. *Physics of the Solid State*, 62 (8), 1370–1379. doi: <https://doi.org/10.1134/s1063783420080259>
3. Deyneko, N., Zhuravel, A., Mikhailova, L., Naden, E., Onyshchenko, A., Savchenko, A. et. al. (2020). Devising a technique to improve the efficiency of CdS/CdTe/Cu/Au solar cells intended for use as a backup power source for the systems of safety and control of objects. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (5 (108)), 21–27. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.220489>
4. Gulamova, D. D., Uskenbaev, D. E., Chigvinadze, D. G., Magradze, O. V. (2008). Crystallization and synthesis of HTSC of compositions 2234, 2245 in the Bi-Pb-Sr-Ca-Cu-O system based on amorphous precursors obtained by solar radiation hardening. *Applied Solar Energy*, 44 (1), 42–45. doi: <https://doi.org/10.3103/s0003701x08010131>
5. Kuznetsov, S. B. (1995). Combined system of levitation, propulsion and guidance for Maglev vehicles using high-temperature superconducting magnetic potential well. *IEEE Transactions on Applied Superconductivity*, 5 (2), 614–617. doi: <https://doi.org/10.1109/77.402625>
6. Sato, K., Hayashi, K., Ohmatsu, K., Fujikami, J., Saga, N., Shibata, T. et. al. (1997). HTS large scale application using BSCCO conductor. *IEEE Transactions on Applied Superconductivity*, 7 (2), 345–350. doi: <https://doi.org/10.1109/77.614500>
7. Larbalestier, D., Gurevich, A., Feldmann, D. M., Polyanskii, A. (2001). High-Tc superconducting materials for electric power applications. *Nature*, 414 (6861), 368–377. doi: <https://doi.org/10.1038/35104654>
8. Keene, M. N., Goodyear, S. W., Satchell, J. S., Edwards, J. A., Chew, N. G., Humphreys, R. G. (1993). Thin film HTc SQUID construction and characterisation. *IEEE Transactions on Applied Superconductivity*, 3 (1), 2430–2433. doi: <https://doi.org/10.1109/77.233946>
9. An, D. Y., Yuan, J., Kinev, N., Li, M. Y., Huang, Y., Ji, M. et. al. (2013). Terahertz emission and detection both based on high-Tc superconductors: Towards an integrated receiver. *Applied Physics Letters*, 102 (9), 092601. doi: <https://doi.org/10.1063/1.4794072>
10. Fyk, O., Kucher, D., Kucher, L., Gonchar, R., Antonets', V., Fyk, M., Besedin, Y. (2018). Analysis of the technology to manufacture a high-temperature microstrip superconductive device for the electromagnetic protection of receivers. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (12 (95)), 38–47. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.144125>
11. Schulz, R. R., Chesca, B., Goetz, B., Schneider, C. W., Schmehl, A., Bielefeldt, H. et. al. (2000). Design and realization of an all d-wave dc  $\pi$ -superconducting quantum interference device. *Applied Physics Letters*, 76 (7), 912–914. doi: <https://doi.org/10.1063/1.125627>
12. Devoret, M. H., Martinis, J. M. (2005). Implementing Qubits with Superconducting Integrated Circuits. *Experimental Aspects of Quantum Computing*, 163–203. doi: [https://doi.org/10.1007/0-387-27732-3\\_12](https://doi.org/10.1007/0-387-27732-3_12)
13. Jurbergs, D. C., Haupt, S. G., Lo, R.-K., Jones, C. T., Zhao, J., Mcdevitt, J. T. (1995). Electrochemical and optical devices based on mole-

- cule/high-Tc superconductor structures. *Electrochimica Acta*, 40 (10), 1319–1329. doi: [https://doi.org/10.1016/0013-4686\(95\)00067-0](https://doi.org/10.1016/0013-4686(95)00067-0)
14. Xiong, W., Kula, W., Sobolewski, R. (1994). Fabrication of High-Tc Superconducting Electronic Devices Using the Laser-Writing Technique. *Advances in Cryogenic Engineering Materials*, 385–391. doi: [https://doi.org/10.1007/978-1-4757-9053-5\\_50](https://doi.org/10.1007/978-1-4757-9053-5_50)
  15. Palka, R. (2005). Modelling of high temperature superconductors and their practical applications. *International Compumag Society Newsletter*, 12 (3), 3–12. Available at: <http://www.compumag.org/jSITE/images/stories/newsletter/ICS-05-12-3-Palka.pdf>
  16. Hull, J. R., Strasik, M. (2010). Concepts for using trapped-flux bulk high-temperature superconductor in motors and generators. *Superconductor Science and Technology*, 23 (12), 124005. doi: <https://doi.org/10.1088/0953-2048/23/12/124005>
  17. Eab, C.-H., Tang, I.-M. (1989). Upper limit for the Tc's of the "new" high Tc superconductors. *Physics Letters A*, 134 (4), 253–256. doi: [https://doi.org/10.1016/0375-9601\(89\)90405-2](https://doi.org/10.1016/0375-9601(89)90405-2)
  18. Tret'yakov, Yu. D., Kazin, P. E. (1993). *Novye problemy i resheniya v materialovedenii keramicheskikh sverkhprovodyaschikh kupratov*. Neorganicheskie materiyali, 29 (12), 1571–1581.
  19. Chatterjee, S., Bhattacharya, S., Chaudhuri, B. K. (1998). Structural and transport properties of (Bi,Pb)<sub>4</sub>Sr<sub>3</sub>Ca<sub>3</sub>Cu<sub>4-m</sub>Fe<sub>m</sub>O<sub>x</sub> (m=0–0.06) glasses: Precursors for high Tc superconductors. *The Journal of Chemical Physics*, 108 (7), 2954–2961. doi: <https://doi.org/10.1063/1.475682>
  20. Aruchamy, A., Kim, S. J., Birnie, D. P., Uhlmann, D. R. (1993). Glass microstructure and initial crystallization of Pb<sub>0.32</sub>Bi<sub>1.68</sub>Sr<sub>1.75</sub>Ca<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>x</sub>. *Journal of Non-Crystalline Solids*, 160 (1-2), 60–67. doi: [https://doi.org/10.1016/0022-3093\(93\)90284-5](https://doi.org/10.1016/0022-3093(93)90284-5)
  21. Coskun, A., Ozcelik, B., Kiyamac, K. (2001). Physical Properties of Melt-Cast Annealed Bi<sub>1.6</sub>Pb<sub>0.4</sub>Sr<sub>2</sub>Ca<sub>3</sub>Cu<sub>4</sub>O<sub>12</sub> Compound. *Turkish Journal of Physics*, 25, 473–479. Available at: <https://journals.tubitak.gov.tr/cgi/viewcontent.cgi?article=1938&context=physics>
  22. Gulamova, D. D., Bobokulov, S. K., Turdiev, Z. S., Bakhtonov, K. N. (2018). High-Temperature Superconductors of the Bi<sub>1.7</sub>Pb<sub>0.3</sub>Sr<sub>2</sub>Ca<sub>(n-1)</sub>Cu<sub>n</sub>O<sub>y</sub> (n=2–20) Series Synthesized under the Influence of Concentrated Solar Energy. *Applied Solar Energy*, 54 (5), 358–360. doi: <https://doi.org/10.3103/s0003701x18050067>
  23. Gulamova, D. D., Uskenbaev, D. E., Fantozzi, G., Chigvinadze, J. G., Magradze, O. V. (2009). Phase composition and properties of superconducting ceramics based on Bi<sub>1.7</sub>Pb<sub>0.3</sub>Sr<sub>2</sub>Ca<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>y</sub> precursors fabricated by melt quenching in a solar furnace. *Technical Physics*, 54 (6), 860–864. doi: <https://doi.org/10.1134/s1063784209060140>
  24. Gulamova, D. D., Uskenbaev, D. E. (2006). Effect of substrate composition and crystal structure on the BSCCO texture with the 2223 composition obtained under the action of solar radiation. *Applied Solar Energy*, 42 (4), 40–42.
  25. Uskenbayev, D. E., Nogay, A. S., Aynakulov, E. B. (2016). Properties of Bismuth-Based Superconductors Precursors obtained under the influence of the Radiant Flux. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 110, 012030. doi: <https://doi.org/10.1088/1757-899x/110/1/012030>
  26. Maeda, H., Chen, W. P., Inaba, T., Sato, M., Watanabe, K., Motokawa, M. (2001). Texture development in Bi-based superconductors grown in high magnetic fields and its effect on transformation of Bi(Pb)<sub>2212</sub> to Bi(Pb)<sub>2223</sub>. *Physica C: Superconductivity*, 354 (1-4), 338–341. doi: [https://doi.org/10.1016/s0921-4534\(01\)00050-8](https://doi.org/10.1016/s0921-4534(01)00050-8)
  27. Murashov, V. A., Frolov, A. M., Lebedev, A. V. (1988). *Kationnoe zameschenie v vismutovykh sverkhprovodyaschikh kupritakh*. I Vsesoyuz. sovesh. po VTSP. Tez. dokl. Vol. 3. Kharkiv, 116–118.
  28. Abe, Y. (1997). *Superconducting Glass-Ceramics in Bi-Sr-Ca-Cu-O*. World Scientific. doi: <https://doi.org/10.1142/3537>

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.261921

## THE GREATNESS OF THE CHARACTERISTICS FIBER PSEUDO STEM OUTER LAYER OF MUSA ACUMINATA ORIGIN LOMBOK INDONESIA AS REINFORCING POLYESTER COMPOSITE (p. 38–43)

Sujita Sujita

University of Mataram, Mataram,  
Nusa Tenggara Barat, Indonesia  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4516-3554>

Nasmi Herlina Sari

University of Mataram, Mataram,  
Nusa Tenggara Barat, Indonesia  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6601-8487>

Musa acuminata stem is an agricultural waste that has good economic potential. For this reason, efforts are needed to increase the saba banana tree not only as waste, but also to increase its function into natural fiber raw materials for polyester matrix composite reinforcement. The purpose of this study was to determine the characteristics of Musa acuminata stem fibre (MASF) from North Lombok Regency, Indonesia Country as a reinforcement for polyester matrix composites. In this study, the fiber (specimen), taken from pseudo stem Musa acuminata, which consists of three layers: outer, middle and inner stem. The ratting process is done mechanically using a fiber extraction machine. To remove impurities in the fiber, alkaline treatment was carried out, by soaking for 24 hours in a 5 % NaOH solution. To determine the characteristics, a scanning electron microscopy (SEM) test was carried out for MASF morphology analysis, chemical compound content testing, heat resistance testing, and fiber tensile strength testing. The results showed that the MASF of the outer layer pseudo-stem has a strong character. Fiber morphology is different, between the outer, middle and inner layers pseudo-stems. The cellulose content (73.12 %) was higher than the fiber of Fimbristylis globulosa, hemp, jute, rice straw, wheat straw, seaweed, sorghum straw, coir, and alpha grass. Less resistant to heat degradation because mass loss occurs at a constant rate up to 245 °C. The highest MASF, in the outer pseudo-stem layer it is 40–50 cm from the base stem. Its characteristics are better than other natural fibers so that its potential can be further developed as a reinforcement for polymer matrix composites.

**Keywords:** Musa acuminata, stem fibre, pseudo-stem, layer stem, polyester matrix composite, reinforcement.

### References

1. Aditya, P., Kishore, K., Prasad, D. (2017). Characterization of Natural Fiber Reinforced Composites. *International Journal of Engineering and Applied Sciences (IJEAS)*, 4 (6), 26–32. Available at: [https://www.ijeas.org/download\\_data/IJEAS0406011.pdf](https://www.ijeas.org/download_data/IJEAS0406011.pdf)
2. Gudayu, A. D., Steuernagel, L., Meiners, D., Gideon, R. (2021). Characterization of the dynamic mechanical properties of sisal fiber reinforced PET composites; Effect of fiber loading and fiber surface modification. *Polymers and Polymer Composites*, 29 (9\_suppl), S719–S728. doi: <https://doi.org/10.1177/09673911211023032>
3. Malviya, R. K., Singh, R. K., Purohit, R., Sinha, R. (2020). Natural fibre reinforced composite materials: Environmentally better life cycle assessment – A case study. *Materials Today: Proceedings*, 26, 3157–3160. doi: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.02.651>
4. Summerscales, J., Virk, A. S., Hall, W. (2020). Fibre area correction factors (FACF) for the extended rules-of-mixtures for natural fiber reinforced composites. *Materials Today: Proceedings*, 31, S318–S320. doi: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.01.552>

5. Mohanty, A. K., Misra, M., Hinrichsen, G. (2000). Biofibres, Biodegradable Polymers And Biocomposites: An overview. *Macromolecular Materials and Engineering*, 276-277 (1), 1–14. doi: [https://doi.org/10.1002/\(sici\)1439-2054\(20000301\)276:1<1::aid-mame1>3.0.co;2-w](https://doi.org/10.1002/(sici)1439-2054(20000301)276:1<1::aid-mame1>3.0.co;2-w)
6. Li, M., Pu, Y., Thomas, V. M., Yoo, C. G., Ozcan, S., Deng, Y. et al. (2020). Recent advancements of plant-based natural fiber-reinforced composites and their applications. *Composites Part B: Engineering*, 200, 108254. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2020.108254>
7. Kenned, J. J., Sankaranarayanan, K., Binoj, J. S., Chelliah, S. K. (2020). Thermo-mechanical and morphological characterization of needle punched non-woven banana fiber reinforced polymer composites. *Composites Science and Technology*, 185, 107890. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compscitech.2019.107890>
8. Balaji, A., Purushothaman, R., Udhayasankar, R., Vijayaraj, S., Karthikeyan, B. (2020). Study on Mechanical, Thermal and Morphological Properties of Banana Fiber-Reinforced Epoxy Composites. *Journal of Bio- and Tribo-Corrosion*, 6 (2). doi: <https://doi.org/10.1007/s40735-020-00357-8>
9. Komal, U. K., Verma, V., Ashwani, T., Verma, N., Singh, I. (2018). Effect of Chemical Treatment on Thermal, Mechanical and Degradation Behavior of Banana Fiber Reinforced Polymer Composites. *Journal of Natural Fibers*, 17 (7), 1026–1038. doi: <https://doi.org/10.1080/15440478.2018.1550461>
10. Darmo, S., Sutanto, R. (2021). Characteristics Of Musa Acuminata Stem Fibers Reinforced Polyester Matrix Composite Fiberglass. *Int. J. Res. Eng. Sci.*, 9 (2), 21–27.
11. Motaleb, K. Z. M. A., Ahad, A., Laureckiene, G., Milasius, R. (2021). Innovative Banana Fiber Nonwoven Reinforced Polymer Composites: Pre- and Post-Treatment Effects on Physical and Mechanical Properties. *Polymers*, 13 (21), 3744. doi: <https://doi.org/10.3390/polym13213744>
12. Suryanto, H., Solichin, S., Yanuhar, U. (2016). Natural Cellulose Fiber from Mendong Grass (*Fimbristylis globulosa*). *Fiber Plants*, 35–52. doi: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-44570-0\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-319-44570-0_3)
13. Leppänen, K., Andersson, S., Torkkeli, M., Knaapila, M., Kotelnikova, N., Serimaa, R. (2009). Structure of cellulose and microcrystalline cellulose from various wood species, cotton and flax studied by X-ray scattering. *Cellulose*, 16 (6), 999–1015. doi: <https://doi.org/10.1007/s10570-009-9298-9>
14. Beckermann, G. W., Pickering, K. L. (2009). Engineering and evaluation of hemp fibre reinforced polypropylene composites: Micro-mechanics and strength prediction modelling. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 40 (2), 210–217. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compositesa.2008.11.005>
15. Davies, P., Morvan, C., Sire, O., Baley, C. (2007). Structure and properties of fibres from sea-grass (*Zostera marina*). *Journal of Materials Science*, 42 (13), 4850–4857. doi: <https://doi.org/10.1007/s10853-006-0546-1>

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.261728

### АНАЛІЗ СТРУКТУРНИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ ПРИ ТЕРМІЧНОМУ ЗАГАРТУВАННІ БУДІВЕЛЬНОЇ АРМАТУРНОЇ СТАЛІ ВИРОБНИЦТВА ТОВ «БАКИНСЬКА СТАЛЬНА КОМПАНІЯ» (с. 6–12)

Arif Mammadov, Agil Babayev, Nizami Ismailov, Mukhtar Huseynov, Faig Guliyev

Для виробництва будівельної арматурної сталі використовувалися спеціальні шихтові компоненти, що складаються зі сталевих відходів, чавунної стружки та близько 20 % окатишів NVG. Сталь виплавлялася у 60-тонній електродуговій печі. Заливка рідкої сталі здійснювалася на машині безперервного лиття заготовок.

Для поліпшення фізико-механічних властивостей конструкційних арматурних сталей, виплавлених в електродуговій печі з шихтового матеріалу з використанням металевих відходів, термообробку проводили відразу після операції прокатки. Для досягнення досить високої технологічності та гарної зварюваності ці сталі рекомендується виготовляти з маловуглецевих ( $C \leq 0,25\%$ ) та низьколегованих сталей. Однак для відповідності вимогам будівельних норм ці сталі повинні володіти високою конструктивною цілісністю і фізико-механічними властивостями.

Було встановлено, що дані вимоги можуть бути задоволені тільки за допомогою термообробки безпосередньо після операції прокатки арматури. У цьому випадку ефект може бути отриманий шляхом зміцнюючої термообробки арматури загартуванням за рахунок температури прокатки. Тому для подальшого поліпшення властивостей при термомеханічній обробці (ТМО) загартування проводили безпосередньо (відразу) після деформації у валці.

Шляхом проведення ВТМО, відразу після наплавлення фізико-механічні властивості, а також плинність та міцнісні властивості конструкційних низьковуглецевих арматурних сталей, відповідали вимогам стандарту. Підвищення міцнісних та технологічних властивостей арматурної сталі досягається після загартування за допомогою дисперсійного зміцнення при високотемпературному відпуску, який проводиться при температурі понад 580 °С.

**Ключові слова:** конструкційна арматурна сталь, термомеханічне армування, прокатка, табулювання, фізико-механічні властивості, мікроструктура.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.263350

### ВИЯВЛЕННЯ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ ТОЧКОВОГО ЗВАРЮВАННЯ З МІКРОТЕРТЯМ ТА ПЕРЕМІШУВАННЯМ ( $\mu$ FSSW) НА ГЕОМЕТРІЮ, МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ І МЕТАЛОГРАФІЮ ШВА НА РІЗНИХ МАТЕРІАЛАХ AZ31B AND AA1100 (с. 13–21)

Semuel Boron Membala, Onny Sutresman, Hairul Arsyad, Muhammad Syahid, Agus Widyianto

Точкове зварювання з мікротертяма та перемішуванням ( $\mu$ FSSW) – це один із видів зварювання, що підходить для з'єднання легких матеріалів. Одна з проблем при з'єднанні легких матеріалів за допомогою  $\mu$ FSSW полягає в тому, що матеріал легко перфорується або з'єднання недостатньо міцне, тому необхідно вибрати правильні параметри  $\mu$ FSSW. У цій статті обговорюється дослідження параметрів точкового зварювання мікротерттям з перемішуванням ( $\mu$ FSSW) на геометрію зварного шва, механічні властивості та металографію на різномірних матеріалах AZ31B та AA1100. Товщина матеріалу AZ31B та AA1100 становить 0,5 мм та 0,32 мм відповідно. Інструмент  $\mu$ FSSW виготовлений із швидкорізальної сталі (HSS) з діаметром штифта 0,25 мм та діаметром буртика 0,5 мм. Постійні технологічні параметри використовуваного з'єднання  $\mu$ FSSW, тобто глибина врізання, час витримки, швидкість врізання та висока швидкість обертання інструменту 33000 об/хв. Результати зварювальних випробувань включають геометрію зварного шва, механічні властивості та металографію. Перевіряли геометрію зварного шва для визначення діаметра зварного шва. Випробування механічних властивостей являло собою випробування на розтягування при зсуві та випробування на поперечне розтягування, тоді як металографічне випробування включало спостереження за макроструктурою та мікроструктурою. Результати геометрії зварного шва FSSW показують, що при часі витримки 700 мілісекунд і глибини занурення 600 мікрон діаметр приварного штифта і діаметр зварного шва близькі до діаметра штифта і використовуваного інструменту для бурта. Час витримки і глибина занурення істотно впливають на міцність на розтяг. Максимальні досягнуті зсувні та поперечні навантаження склали  $387 \pm 17$  Н та  $29 \pm 2$  Н відповідно. Інтерметалеві з'єднання спостерігаються на межі розділу двох матеріалів, а час витримки 700 мілісекунд створює ефект тріщин на внутрішній стороні зварного шва.

**Ключові слова:** точкове зварювання з мікротерттяма та перемішуванням ( $\mu$ FSSW), різномірний матеріал, AA1100, AZ31B.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.263344

### ОЦІНКА ВТОМВ ПОВЗУЧОСТІ ТА МІЦНОСТІ AA7001-T6 ПРИ ПОСТІЙНОМУ АМПЛІТУДНОМУ НАВАНТАЖЕННІ (с. 22–28)

Huda Salih Mahdi, Hussain Jasim Alalkawi, Muzher Taha Mohamed, Saad Theeyab Faris

Алюмінієві сплави знайшли широке застосування в будівельній, автомобільній, морській та авіаційній промисловості завдяки низькій питомій міцності, простоті виготовлення та невеликій вазі. Досліджено втомну поведінку алюмінієвих сплавів при різних температурах. Завдяки бурхливому розвитку озброєння в останні роки надвисокотривкі алюмінієві сплави 7XXX в даний час використовуються все частіше через їх некорозійні властивості та малу вагу. Поведінка алюмінієвого сплаву 7001-T6 перевіряється у



Державній компанії з проектування, реабілітації та інспекції (SIER) в Іраку, де проводиться хімічний аналіз AA7001. Більшість інженерних компонентів, які працюють при високих температурах, зрештою виходять з ладу через втомну деформацію, пошкодження повзучості – це процес, що залежить від часу, на який в першу чергу впливає історія напруг і температур, прикладених до компонента. Коли два фактори, що пошкоджують, об'єднують свій вплив, в цьому дослідженні використовувалася AA7001-T6 для проведення експериментів з механічних характеристик (UTS, YS, E і пластичність) і взаємодії між повзучістю і втомою при чотирьох різних температурах: кімнатна температура (25, 150, 280 і 330) °C UTS, YS та E були знижені на 37,2, 37,2 та 24) % відповідно в порівнянні з результатом при кімнатній температурі, але пластичність збільшилася на 28,27 %. Було зазначено, що підвищення температури призводить до зниження механічних та втомних характеристик. Результати експериментальних випробувань на втому S-N показали значну втрату міцності втоми. Після 107 циклів межа втомної витривалості була знижена з 208 МПа при (KT) до 184 МПа при 330 °C, тобто на 11,5 %. В цілому можна сказати, що AA7001-T6 демонструє значне зниження механічних та втомних властивостей при високих температурах.

**Ключові слова:** механічні властивості AA7001-T6, AA7001-T6, взаємодія повзучості-втоми, різна температура, втомна довговічність, крива S-N, міцність для AA7001-T6.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.262452

### СИНТЕЗ ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНОЇ СВЕРХПРОВІДНОЇ КЕРАМІКИ В СИСТЕМІ Bi(Pb)-Sr-Ca-Cu-O НА ОСНОВІ АМОРФНИХ ПРЕКУРСОРІВ (р. 29–37)

Daniyar Uskenbaev, Kairatbek Zhetpisbayev, Adolf Nogai, Renat Beisenov, Ainur Zhetpisbayeva, Kymbat Baigisova, Yerkebulan Salmenov, Artur Nogai, Serua Tursyntay

У роботі наведені результати синтезу вісмутової надпровідної кераміки складів  $\text{Bi}_{1,6}\text{Pb}_{0,4}\text{Sr}_2\text{Ca}_{n-1}\text{Cu}_n\text{O}_y$  ( $n=2, 3, 5$ ) на основі аморфної кераміки, отриманої надшвидким загартуванням розплаву. Для збільшення швидкості утворення надпровідних з'єднань розроблені ефективні пристрої для плавлення та затвердіння розплавів під дією ІЧ-випромінювання. Тримач зразка був виготовлений із платини. Плавку та загартування проводили в безперервному режимі в окисному середовищі в проточній повітряній атмосфері. При вивченні елементного складу зразків прекурсорів встановлено незначне відхилення у бік зниження катіонного складу прекурсорів (Bi, Pb та Ca) щодо стехіометричного складу. Встановлено також збільшення вмісту кисню на 12–15 %. Синтез надпровідних з'єднань проводили в інтервалі температур 843–850 °C залежно від складу. В результаті дослідження встановлено, що в зразку  $\text{Bi}_{1,6}\text{Pb}_{0,4}\text{Sr}_2\text{Ca}_4\text{Cu}_5\text{O}_y$  (2245) кристалізується надпровідна високотемпературна фаза 2223. Встановлено, що утворення надпровідної фази 2223 у складі  $\text{Bi}_{1,6}\text{Pb}_{0,4}\text{Sr}_2\text{Ca}_4\text{Cu}_5\text{O}_y$  (843–848 °C) порівняно зі складом  $\text{Bi}_{1,6}\text{Pb}_{0,4}\text{Sr}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$  (2223) (2223). Повне формування надпровідної високотемпературної фази 2223 у зразку номінального складу  $\text{Bi}_{1,6}\text{Pb}_{0,4}\text{Sr}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$  (2223) здійснювалося у вузькому інтервалі температур 849–850 °C, у строгому температурному режимі за участю рідкої фази. Встановлено збільшення швидкості утворення надпровідної сполуки 2223 в обох досліджених складах у 1,5–2,5 рази порівняно з твердофазним методом та іншими методами розплавлення.

**Ключові слова:** надпровідність, мікроструктура, елементний склад, кераміка, морфологія, дифрактограма, аморфна фаза.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.261921

### ВЕЛИЧІ ХАРАКТЕРИСТИК ВОЛОКНА ПСЕВДОСТІЙКОГО ЗОВНІШНЬОГО ШАРУ MUSA ACUMINATA ПОХОДЖЕННЯ ЛОМБОК, ІНДОНЕЗІЯ ЯК АРМУЮЧОГО ПОЛІЕФІРНОГО КОМПОЗИТУ (р. 38–43)

Sujita Sujita, Nasmi Herlina Sari

Стебла *Musa acuminata* є відходами сільського господарства, що мають хороший економічний потенціал. Тому необхідні зусилля для збільшення бананового дерева саба не тільки як відходів, але і для збільшення його функції як сировини з натуральних волокон для армування композиту з поліефірною матрицею. Мета цього дослідження полягала в тому, щоб визначити характеристики стеблових волокон *Musa acuminata* (MASF) з Регентства Північного Ломбока, Індонезія, як армуючого матеріалу для композитів з поліефірною матрицею. У цьому дослідженні використовували волокно (зразок), взяте з псевдостебла *Musa acuminata*, що складається з трьох шарів: зовнішнього, середнього та внутрішнього стебла. Процес ратингу здійснюється механічно з використанням машини для вилучення волокна. Для видалення домішок у волокні проводилася лужна обробка шляхом вимочування протягом 24 годин 5 % розчином NaOH. Для визначення характеристик був проведений тест за допомогою електронної скануючої мікроскопії (ЕСМ) для аналізу морфології MASF, перевірки вмісту хімічних сполук, перевірки термостійкості і перевірки міцності волокна на розтяг. Результати показали, що MASF псевдостебла зовнішнього шару має сильний характер. Морфологія волокон різна між зовнішнім, середнім та внутрішнім шарами псевдостебла. Вміст целюлози (73,12 %) був вищим, ніж у волокнах *Fimbristylis globulosa*, коноплі, джуту, рисової соломи, пшеничної соломи, морських водоростей, соломи сорго, кокосового волокна та альфа-трави. Менш стійкий до теплового розкладання, оскільки втрата маси відбувається із постійною швидкістю до 245 °C. Максимальний MASF у зовнішньому псевдостебловому ярусі знаходиться на відстані 40-50 см від основи стовбура. Його характеристики краще, ніж у інших натуральних волокон, тому його потенціал можна використовувати як армуючий матеріал для композитів з полімерною матрицею.

**Ключові слова:** *Musa acuminata*, стеблове волокно, псевдостебло, багатошарове стебло, поліефірний матричний композит, армування.