

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.297902

**DETERMINING CONDITIONS FOR PROVIDING
MAXIMUM TRACTION EFFICIENCY OF TRACTOR
AS PART OF A SOIL TILLAGE UNIT (p. 6–14)****Anatoliy Lebedev**

Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1975-3323>**Mykhailo Shuliak**

Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7286-6602>**Sergei Lebedev**State Scientific Organization «Leonid Pogorilyy Ukrainian
Scientific Research Institute of Forecasting and Testing
of Machinery and Technologies for Agricultural Production»,
Doslidnitske, Kyiv reg., UkraineORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3067-5135>**Stanislav Khalin**State Scientific Organization «Leonid Pogorilyy Ukrainian
Scientific Research Institute of Forecasting and Testing
of Machinery and Technologies for Agricultural Production»,
Doslidnitske, Kyiv reg., UkraineORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7510-5056>**Tetiana Haidai**State Scientific Organization «Leonid Pogorilyy Ukrainian
Scientific Research Institute of Forecasting and Testing
of Machinery and Technologies for Agricultural Production»,
Doslidnitske, Kyiv reg., UkraineORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9141-4820>**Anton Kholodov**Kharkiv National Automobile and
Highway University, Kharkiv, UkraineORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4120-4654>**Viacheslav Pirogov**

Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-0701-9834>**Vitalii Shaposhnyk**

Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-3004-2660>

This study aims to investigate the operation of a tractor as part of the tillage unit on the basis of analysis of its interaction with the supporting surface and the correlation between the mass of the tractor and tool. The classic approach to determining the efficiency factor does not take into account the extensive system of power take-off shafts and the extent of their use in combined tillage units. To solve the related problem, a mathematical apparatus was built in the study, which makes it possible to determine the rational ratio between the traction force of a tractor and the mass of the tillage unit.

Underlying the methodological basis of the work is the generalization and analysis of the study of traction indicators of the tractor as part of the tillage unit. Empirical models of unit operation were constructed by employing the basic principles of the system approach and analysis of technical systems. When improving the methodology of research using the method of partial accelerations and our devised procedures, it was possible to significantly reduce the time without compromising the quality of results. The maximum traction efficiency for John Deere 8R series tractors as part of the tillage unit was determined, $\eta_{Tmax}=0.719$, as well as the conditions

for its provision. The traction efficiency for tractors with wheel formula 4K2, mass $G_{im}=6-10$ t, with power consumption from 60 % to 80 % was determined; it is 0.58–0.64. The results of the study make it possible to obtain a new solution to the scientific problem of ensuring the maximum traction efficiency of the tractor as part of the tillage unit, based on the rational ratio between the traction force of the tractor and the weight of the machine-tractor unit. The proposed system approach could be used to justify the layout of units and recommendations regarding their modes of operation in the case of instability of operating mass and traction force.

Keywords: traction efficiency of the tractor, partial acceleration, combined unit, traction force.

References

1. Skyttner, L. (1996). A Selection of Systems Theories. *General Systems Theory*, 69–131. https://doi.org/10.1007/978-1-349-13532-5_3
2. Macmillan, R. H. (2002). The mechanics of tractor-implement performance: theory and worked examples. University of Melbourne, 166. Available at: <https://rest.neptune-prod.its.unimelb.edu.au/server/api/core/bitstreams/1fb33cfd-03a2-523e-9958-bfceeb-c9ef5/content>
3. Lebedev, A. (2021). Modern problems of tractor theory. *Tekhnika i tekhnolohiyi APK*, 1 (118), 20–25. Available at: https://www.ndipvt.com.ua/TiTAPK/2021/TTAPK20_01_tapk_2021_01.pdf
4. Lebedev, S. (2011). Effective traction efficiency of the tractor at plowing. *Tekhnika i tekhnolohiyi APK*, 8 (23), 11–14. Available at: https://ndipvt.com.ua/oldsite/arcive_journal/2011/TTAPK%208%202011.pdf
5. Rebrov, A. Yu. (2012). Moshchnostnoy balans i KPD pahotnogo MTA pri rabote v tyagovom rezhime. *Visnyk NTU «KhPI»*, 20, 67–73. Available at: <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/9839>
6. Antoshchenkov, R., Halych, I., Nykyforov, A., Cherevatenko, H., Chyzykhov, I., Sushko, S. et al. (2022). Determining the influence of geometric parameters of the traction-transportation vehicle's frame on its tractive capacity and energy indicators. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (7 (116)), 60–67. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.254688>
7. Rivero, D., Botta, G. F., Antille, D. L., Ezquerro-Canalejo, A., Bienvenido, F., Ucgul, M. (2022). Tyre Configuration and Axle Load of Front-Wheel Assist and Four-Wheel Drive Tractors Effects on Soil Compaction and Rolling Resistance under No-Tillage. *Agriculture*, 12 (11), 1961. <https://doi.org/10.3390/agriculture12111961>
8. Md-Tahir, H., Zhang, J., Xia, J., Zhang, C., Zhou, H., Zhu, Y. (2019). Rigid lugged wheel for conventional agricultural wheeled tractors – Optimising traction performance and wheel-soil interaction in field operations. *Biosystems Engineering*, 188, 14–23. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2019.10.001>
9. Rebrov, O., Kozhushko, A., Kalchenko, B., Mamontov, A., Zakovorotniy, A., Kalinin, E., Holovina, E. (2020). Mathematical model of diesel engine characteristics for determining the performance of traction dynamics of wheel-type tractor. *EUREKA: Physics and Engineering*, 4, 90–100. <https://doi.org/10.21303/2461-4262.2020.001352>
10. Damanauskas, V., Janulevičius, A. (2015). Differences in tractor performance parameters between single-wheel 4WD and dual-wheel

- 2WD driving systems. *Journal of Terramechanics*, 60, 63–73. <https://doi.org/10.1016/j.jterra.2015.06.001>
11. Jensen, T. A., Tullberg, J. N., Antille, D. L. (2022). Improving farm machinery operation and maintenance to optimise fuel use efficiency. *Burleigh Dodds Series in Agricultural Science*, 71–102. <https://doi.org/10.19103/as.2022.0100.03>
 12. Battiato, A., Diserens, E. (2017). Tractor traction performance simulation on differently textured soils and validation: A basic study to make traction and energy requirements accessible to the practice. *Soil and Tillage Research*, 166, 18–32. <https://doi.org/10.1016/j.still.2016.09.005>
 13. CODE 2. OECD Standard code for the official testing of agricultural and forestry tractor performance. Available at: <https://www.oecd.org/agriculture/tractors/codes/02-oecd-tractor-codes-code-02.pdf>
 14. Artemov, N. P., Lebedev, A. T., Podrigalo, M. P., Polyanskiy, A. S. et al. (2012). Metod partial'nyh uskoreniy i ego prilozhenie v dinamike mobil'nyh mashin. Kharkiv: Miskdruk, 220.
 15. Lebediev, A. T., Lebediev, S. A., Korobko, A. I. (2018). Kvalimetriya ta metrolohichne zabezpechennia vyprobuvan traktoriv. Kharkiv: Vyd-vo «Miskdruk», 394.
 16. Md-Tahir, H., Zhang, J., Xia, J., Zhou, Y., Zhou, H., Du, J. et al. (2021). Experimental Investigation of Traction Power Transfer Indices of Farm-Tractors for Efficient Energy Utilization in Soil Tillage and Cultivation Operations. *Agronomy*, 11 (1), 168. <https://doi.org/10.3390/agronomy11010168>
 17. Hunt, D., Wilson, D. (2016). *Farm Power and Machinery Management*. Wiley-Blackwell, 370. Available at: <https://redshelf.com/app/ecom/book/1040539/www.waveland.com>
 18. Usaborisut, P., Sukcharoenpharat, W., Choedkiatphon, S. (2020). Tilling tests of rotary tiller and power harrow after subsoiling. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 19 (6), 391–400. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2020.05.002>
 19. Lebedev, A., Shuliak, M., Khalin, S., Lebedev, S., Szwedziak, K., Lejman, K. et al. (2023). Methodology for Assessing Tractor Traction Properties with Instability of Coupling Weight. *Agriculture*, 13 (5), 977. <https://doi.org/10.3390/agriculture13050977>
 20. Système contrôleur de débit GreenStar. John Deere. Available at: <https://www.deere.hu/hu/intelligens-gazdalkodasi-megoldasok/helyspecifikus-gazdalkodas/automata-szakasvezzerles-nem-iso-bus-os-munkagepekhez/>.
 21. Nebraska Tractor Test Laboratory. Institute of Agriculture and Natural Resources. Available at: <https://tractortestlab.unl.edu/test-page-nttl>
 22. DLG-Qualitätsprüfungen Technik & Betriebsmittel. Available at: <https://www.dlg.org/de/landwirtschaft/tests>
 23. Kalinin, Y., Klets, D., Shuliak, M., Kholodov, A. (2020). Information system for controlling transport-technological unit with variable mass. *CEUR Workshop Proceedings*, 2732, 303–312. Available at: <http://ceur-ws.org/Vol-2732/20200303.pdf>

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.297618

DEVELOPMENT OF PLANT INTEGRITY INSPECTION ON THE API 5L X65 MATERIAL UNDER HUMID CONDITIONS: EMERGING FITNESS FOR SERVICE ASSESSMENT APPROACH (p. 15–22)

Sidhi Aribowo

Universitas Indonesia, Jawa Barat, Indonesia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7255-1931>

Johny Wahyuadi Soedarsono

Universitas Indonesia, Jawa Barat, Indonesia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6051-2866>

Christy Sicilia

Pertamina International EP, Jakarta, Indonesia
ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-4803-3861>

Rini Riastuti

Universitas Indonesia, Jawa Barat, Indonesia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3431-0413>

Agus Paul Setiawan Kaban

Universitas Indonesia, Jawa Barat, Indonesia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9706-0506>

This work reports the development and corresponding monitoring of pipeline integrity inspection in the arid zone, which typically experiences external corrosion. The recent method poses the challenge which inadequate to synchronize the internal and external corrosion monitoring of API 5L X65 material trunklines and flowlines owing to imperfect types of inspection on the external progressive damage only. Red-clay soil, soil porosity, oxygen content, and moisture become critical parameters for controlling the corrosion of the above conditions. The combination of ultrasonic guided wave test, visual inspection, and design life calculation is implemented to address the above challenges. Based on the results, trunkline B (12-inch) is more severe than A (18-inch), with the shorter measured remaining thickness and remaining life of 4.35 mm and 1.9 years. External corrosion and visual inspection results show that sand threatens corrosion. The external corrosion product is evident at the 3 and 6 o'clock positions, corresponding to the exposure of the buried pipelines to moisture. The maximum metal loss in the trunk is 14.5 %, which confirms the environment of trunkline B. The internal corrosion has little effect on the integrity of the plant.

Despite the three fluid phases inside the flowlines and trunklines, the measured corrosion rate on the coupon is relatively lower. The highest recorded corrosion rate is 0.443 mmpy, while the contribution to internal corrosion from the rest of the monitor well is insufficient. This research is designed to model the strategy to utilize instrumentation of Ultrasonic tests and human intervention in corrosion mitigation.

Keywords: corrosion mitigation, external corrosion, flowline-trunkline corrosion mitigations, plant integrity, ultrasonic inspection.

References

1. Vanaei, H. R., Eslami, A., Egbewande, A. (2017). A review on pipeline corrosion, in-line inspection (ILI), and corrosion growth rate models. *International Journal of Pressure Vessels and Piping*, 149, 43–54. <https://doi.org/10.1016/j.ijpvp.2016.11.007>
2. Zangeneh, Sh., Lashgari, H. R., Sharifi, H. R. (2020). Fitness-for-service assessment and failure analysis of AISI 304 demineralized-water (DM) pipeline weld crack. *Engineering Failure Analysis*, 107, 104210. <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2019.104210>
3. Tan, B., He, J., Zhang, S., Xu, C., Chen, S., Liu, H., Li, W. (2021). Insight into anti-corrosion nature of Betel leaves water extracts as the novel and eco-friendly inhibitors. *Journal of Colloid and Interface Science*, 585, 287–301. <https://doi.org/10.1016/j.jcis.2020.11.059>

4. Verma, C., Ebenso, E. E., Quraishi, M. A. (2017). Corrosion inhibitors for ferrous and non-ferrous metals and alloys in ionic sodium chloride solutions: A review. *Journal of Molecular Liquids*, 248, 927–942. <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2017.10.094>
5. Aditiyawarman, T., Soedarsono, J. W., Kaban, A. P. S., Riastuti, R., Rahmadani, H. (2022). The Study of Artificial Intelligent in Risk-Based Inspection Assessment and Screening: A Study Case of Inline Inspection. *ASCE-ASME Journal of Risk and Uncertainty in Engineering Systems, Part B: Mechanical Engineering*, 9 (1). <https://doi.org/10.1115/1.4054969>
6. Ma, Q., Tian, G., Zeng, Y., Li, R., Song, H., Wang, Z. et al. (2021). Pipeline In-Line Inspection Method, Instrumentation and Data Management. *Sensors*, 21 (11), 3862. <https://doi.org/10.3390/s21113862>
7. Pan, E., Rogers, J., Datta, S. K., Shah, A. H. (1999). Mode selection of guided waves for ultrasonic inspection of gas pipelines with thick coating. *Mechanics of Materials*, 31 (3), 165–174. [https://doi.org/10.1016/s0167-6636\(98\)00057-x](https://doi.org/10.1016/s0167-6636(98)00057-x)
8. Zang, X., Xu, Z.-D., Lu, H., Zhu, C., Zhang, Z. (2023). Ultrasonic guided wave techniques and applications in pipeline defect detection: A review. *International Journal of Pressure Vessels and Piping*, 206, 105033. <https://doi.org/10.1016/j.ijpvp.2023.105033>
9. Black, M., Heinks, C., Cramer, R. (2022). Real-Time Well Performance Measurement Using Non-Intrusive Clamp-On Measurement Technique. *SPE Annual Technical Conference and Exhibition*. <https://doi.org/10.2118/210126-ms>
10. Shahriar, A., Sadiq, R., Tesfamariam, S. (2012). Risk analysis for oil & gas pipelines: A sustainability assessment approach using fuzzy based bow-tie analysis. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 25 (3), 505–523. <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2011.12.007>
11. Chen, J., Ji, L., Song, J. (2022). Study of Crevice Corrosion Behavior and Cathodic Protection of Carbon Steel Reinforcement in Concrete. *International Journal of Electrochemical Science*, 17 (1), 220140. <https://doi.org/10.20964/2022.01.01>
12. Rodríguez-Mariscal, J. D., Canivell, J., Solís, M. (2021). Evaluating the performance of sonic and ultrasonic tests for the inspection of rammed earth constructions. *Construction and Building Materials*, 299, 123854. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.123854>
13. Kaban, A., Mayangsari, W., Anwar, M., Maksum, A., Aditiyawarman, T., Soedarsono, J. et al. (2022). Unraveling the study of liquid smoke from rice husks as a green corrosion inhibitor in mild steel under 1 M HCl. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (6 (119)), 41–53. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.265086>
14. Kaban, A. P. S., Soedarsono, J. W., Mayangsari, W., Anwar, M. S., Maksum, A., Ridhova, A., Riastuti, R. (2023). Insight on Corrosion Prevention of C1018 in 1.0 M Hydrochloric Acid Using Liquid Smoke of Rice Husk Ash: Electrochemical, Surface Analysis, and Deep Learning Studies. *Coatings*, 13 (1), 136. <https://doi.org/10.3390/coatings13010136>
15. Kaban, A. P. S., Ridhova, A., Priyotomo, G., Elya, B., Maksum, A., Sadeli, Y. et al. (2021). Development of white tea extract as green corrosion inhibitor in mild steel under 1 M hydrochloric acid solution. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (6 (110)), 6–20. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.224435>
16. NACE SP0169. Standard Recommended Practice: Control of External Corrosion on Underground or Submerged Metallic Piping Systems (2002). NACE.
17. Standard Practice 0502-2010. Pipeline External Corrosion Direct Assessment Methodology.
18. Ben Seghier, M. E. A., Keshtegar, B., Mahmoud, H. (2021). Time-Dependent Reliability Analysis of Reinforced Concrete Beams Subjected to Uniform and Pitting Corrosion and Brittle Fracture. *Materials*, 14 (8), 1820. <https://doi.org/10.3390/ma14081820>
19. Joosten, M. W., Kolts, J., Humble, P. G., Keilty, D. M., Blakset, T. J., Sirnes, G. (1999). Internal Corrosion Monitoring of Subsea Production Flowlines - Probe Design, Testing, and Operational Results. *All Days*. <https://doi.org/10.4043/11058-ms>
20. Vahdati, N., Wang, X., Shirayev, O., Rostron, P., Yap, F. F. (2020). External Corrosion Detection of Oil Pipelines Using Fiber Optics. *Sensors*, 20 (3), 684. <https://doi.org/10.3390/s20030684>
21. Niu, P. Y., Zhang, C. S., Zhao, J. C., Li, P. (2021). Propagation characteristics of low-frequency ultrasonic guided waves in grouting rock bolts. *Rock and Soil Mechanics*, 10, 2885–2894. <https://doi.org/10.16285/j.rsm.2021.0293>
22. Cawley, P. (2002). Practical long range guided wave inspection-applications to pipes and rail. NDE2002 predict. assure. improve. National Seminar of ISNT. Available at: <http://qnetworld.de/nde2002/papers/045P.pdf>
23. Wang, X., Gao, S., Liu, H., Li, J. (2020). Low frequency ultrasonic guided waves excited by Galfenol Rod Ultrasonic Transducer in plate inspection. *Sensors and Actuators A: Physical*, 313, 112196. <https://doi.org/10.1016/j.sna.2020.112196>
24. ASME B31.4: Pipeline Transportation Systems for Liquids and Slurries.
25. Ma, J., Cawley, P. (2010). Low-frequency pulse echo reflection of the fundamental shear horizontal mode from part-thickness elliptical defects in plates. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 127 (6), 3485–3493. <https://doi.org/10.1121/1.3409446>
26. Fatima Saifee, K., Filmwala Zoeb, A., Hussain Kaneez, F. (2019). Corrosion inhibition of thiourea with synergistic effect of potassium iodide on mild steel in brackish water and effluent water. *Research Journal of Chemistry and Environment*, 23 (6).
27. Sanni, S. E., Adefila, S. S., Anozie, A. N. (2019). Prediction of sand kinematic pressure and fluid-particle interaction coefficient as means of preventing sand-induced corrosion in crude oil pipelines. *Ain Shams Engineering Journal*, 10 (1), 55–62. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2018.02.007>
28. Mao, Y., Zhu, Y., Deng, C.-M., Sun, S., Xia, D.-H. (2022). Analysis of localized corrosion mechanism of 2024 aluminum alloy at a simulated marine splash zone. *Engineering Failure Analysis*, 142, 106759. <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2022.106759>
29. Laleh, M., Hughes, A. E., Xu, W., Gibson, I., Tan, M. Y. (2019). Unexpected erosion-corrosion behaviour of 316L stainless steel produced by selective laser melting. *Corrosion Science*, 155, 67–74. <https://doi.org/10.1016/j.corsci.2019.04.028>
30. Ossai, C. I., Boswell, B., Davies, I. J. (2015). Pipeline failures in corrosive environments – A conceptual analysis of trends and effects. *Engineering Failure Analysis*, 53, 36–58. <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2015.03.004>
31. Glazov, N. N., Ukhlovstev, S. M., Reformatskaya, I. I., Podobaev, A. N., Ashcheulova, I. I. (2006). Corrosion of carbon steel in soils of varying moisture content. *Protection of Metals*, 42 (6), 601–608. <https://doi.org/10.1134/s0033173206060130>
32. Salgado, I. C., Font, P. G., Ibáñez, J. C., Reyes, C. A. (2015). Failure analysis of localized corrosion in sour environments in discharge lines of hydrocarbon wells. *NACE – International Corrosion Conference Series 2015*. Available at: <https://www.researchgate.net/>

publication/282924249_Failure_analysis_of_localized_corrosion_in_sour_environments_in_discharge_lines_of_hydrocarbon_wells

33. Li, J.-Y., Xu, R.-K., Zhang, H. (2012). Iron oxides serve as natural anti-acidification agents in highly weathered soils. *Journal of Soils and Sediments*, 12 (6), 876–887. <https://doi.org/10.1007/s11368-012-0514-0>
34. Adityawarman, T., Kaban, A. P. S., Soedarsono, J. W. (2022). A Recent Review of Risk-Based Inspection Development to Support Service Excellence in the Oil and Gas Industry: An Artificial Intelligence Perspective. *ASCE-ASME Journal of Risk and Uncertainty in Engineering Systems, Part B: Mechanical Engineering*, 9 (1). <https://doi.org/10.1115/1.4054558>

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.298675

DEVISING A PROCEDURE FOR INTEGRATED MODELING OF RIVERBED SHAPE IN THE AREA OF BRIDGE CROSSING IN ORDER TO AVOID DANGEROUS WASHING EROSION (p. 23–32)

Artur Onyshchenko

National Transport University, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1040-4530>

Borys Ostroverkh

Institute of Hydromechanics of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3373-5535>

Liudmyla Potapenko

Institute of Hydromechanics of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3076-5154>

Vitalii Kovalchuk

Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4350-1756>

Oleksandr Zdolnyk

National Transport University, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4425-7302>

Andriy Pentsak

Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7491-6730>

The object of research is a riverbed in the area of a bridge crossing, which is subject to the action of high water during the passage of a flood.

The selection of parameters and contours of the scheme of the river section was carried out using a mathematical model of the flow and deformation of the bed of the riverbed before and after the change of its shape. It was established that the assignment of parameters of the operational slot should be performed on the basis of the principle of creating natural analogs of riverbed shapes, riverbed and floodplain terraces, with the use of mathematical modeling.

To reduce erosion in the area of bridge crossings, it is proposed to regulate the riverbed by constructing a canalized riverbed. Modeling according to this option showed that the erosion in the span of a road bridge decreased and did not exceed 1.5 m. In addition, it was established that a significant role in ensuring the stability of the river is played by the vegetation cover in floodplain areas.

Using the method of mathematical modeling, it was established that the area near the convex bank with a width of 150 m is subject

to the strongest erosion in the design of the supports. Siltation of the existing left-bank bottom basin is also observed.

It is recommended to make a decision to carry out restorative cutting of riverbed alignment annually after receiving a flood forecast from the local hydrometeorological station. In the case of a high flood warning, work should be carried out to clear the sleeves on the approach to the construction of the bridge deck.

It was established that the most stable shape of riverbeds is in the form of curvilinear incomplete meandering when the radii of curvature R and the width of the riverbed B satisfy the ratio $R=(4...7) B$ at riverbed-forming flow rate. At the same time, radii of curvature $R<3.5 B$ should not be allowed, as this leads to separation of the flow from the convex bank and excessive erosion of the concave bank.

Keywords: riverbed, bridge crossing, flood, hydromorphodynamics of riverbed flows, canalized riverbed, Google Earth systems.

References

1. Ostroverkh, B. M., Potapenko, L. S. (2007). Vyrishennia problem rozrakhunku ta proektuvannia richkovykh ta pryberezhnykh sporud z vykorystanniam metodiv HIS. K.: Suchasni problemy stvorennia i efektyvnoho vykorystannia yedynoho heoinformatsynoho prostoru Ukrainy pry pidhotovtsi i pryiniatti upravlinskykh rishen, 1–6.
2. Nishchuk, V. S. (Ed.) (2000). *Inzhenernyi zakhyst ta osvoiennia terytoriy*. Kyiv: «Osnova», 358.
3. Ostroverkh, B. N., Khomytskyi, V. V. (2007). Rozvytok teorii i metodiv modeliuvannia ruslovykh protsesiv v Instytuti hidromekhaniky NAN Ukrainy. *Prykladna hidromekhanika*, 9 (2-3), 139–149. Available at: <http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/4706>
4. Bever, A. J., MacWilliams, M. L. (2013). Simulating sediment transport processes in San Pablo Bay using coupled hydrodynamic, wave, and sediment transport models. *Marine Geology*, 345, 235–253. <https://doi.org/10.1016/j.margeo.2013.06.012>
5. Kim, B. (2014). Resilience Assessment of Dams' Flood-Control Service. *Journal of the Korean Society of Civil Engineers*, 34 (6), 1919. <https://doi.org/10.12652/ksce.2014.34.6.1919>
6. Two dimensional Depth-averaged Flow and Sediment Transport Model (2003). Publication No. FHWA-RD-03-053. U.S. Department of Transportation.
7. Onyshchenko, A., Ostroverkh, B., Potapenko, L., Kovalchuk, V., Tokin, O., Harkusha, M. et al. (2022). Devising a procedure to calculate and analyze parameters for passing the flood and breakthrough wave taking into consideration the topographical and hydraulic riverbed irregularities. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (10 (115)), 6–16. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.252710>
8. Slavinska, O., Tsynka, A., Bashkevych, I. (2020). Predicting deformations in the area of impact exerted by a bridge crossing based on the proposed mathematical model of a floodplain flow. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (7 (106)), 75–87. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.208634>
9. Zhaparkulova, Y., Nabiollina, M., Amanbayeva, B. (2019). Methods of forecasting calculations of breakthrough wave at hydrodynamic accidents waterstorage dam. *E3S Web of Conferences*, 97, 05033. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20199705033>
10. Veremenyuk, V. V., Ivashchkin, V. V., Nemerovets, O. V. (2019). Modeling of Process for Level Changes in Cascade of Two Channel Water Reservoirs in Case of Flooding. *Science & Technique*, 18 (2), 146–154. <https://doi.org/10.21122/2227-1031-2019-18-2-146-154>

11. Morales, R., Ettema, R. (2013). Insights from Depth-Averaged Numerical Simulation of Flow at Bridge Abutments in Compound Channels. *Journal of Hydraulic Engineering*, 139 (5), 470–481. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)hy.1943-7900.0000693](https://doi.org/10.1061/(asce)hy.1943-7900.0000693)

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.298680

EFFECT OF VARIATIONS IN CONCRETE QUALITY ON THE CRACK WIDTH IN RIGID PAVEMENT (p. 33–40)

Wisnumurti

Brawijaya University, Malang, Indonesia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2939-2170>

Agoes Soehardjono

Brawijaya University, Malang, Indonesia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6172-4457>

Roland Martin Simatupang

Brawijaya University, Malang, Indonesia

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-0509-2710>

Cracks pose a significant issue in rigid pavement, leading to substantial damage. The manual mixing and casting of road pavement concrete underscore the importance of concrete quality as a critical parameter. This study investigates crack behavior by varying concrete quality. Loading is performed statically using line loads, shedding light on the impact of concrete quality on crack development. The concrete to be used has a quality f_c' of 15 MPa, 25 MPa, and 35 MPa. The fine aggregate used in this study was Lumajang black sand, while the coarse aggregate used was machine crushed stone, and Portland Composite Cement (PCC) was used in all concrete mixes. The reinforcing steel used had a quality f_y of 480 MPa, with a reinforcement ratio of $\rho=0.010$, which was converted to 5-D16 reinforcement. The subgrade density used to support the specimens had a CBR value of 10 %. Specimen dimensions were $2 \times 0.6 \times 0.2$ m for length, width, and thickness. Pavement plates, 30 cm thick, were placed on leveled subgrade soil in a steel box set to achieve a 6 % CBR reading. Hydraulic jacks, monitored by a load cell, applied monotonic static loading with 2 kN intervals, reaching a maximum load of 200 kN. Steel tension and plate settlement were measured using a tension sensor and Linear Variable Differential Transformer (LVDT), respectively. A data logger recorded readings, and crack widths were captured by a digital microscope with 0.01 mm accuracy. Experimental results show that low concrete compressive strength values result in larger crack widths, and vice versa. Cracks also occur at earlier loading of concrete quality f_c' 15 MPa. In addition, experiments show that the reinforcement stress value has a significant influence on crack width in specimens with low concrete quality.

Keywords: concrete grades, crack width, crack behavior, rigid pavement, concrete quality.

References

- Nassar, R.-U.-D., Soroushian, P., Sufyan-Ud-Din, M. (2021). Long-term field performance of concrete produced with powder waste glass as partial replacement of cement. *Case Studies in Construction Materials*, 15, e00745. <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2021.e00745>
- Daneshvar, D., Behnood, A., Robisson, A. (2022). Interfacial bond in concrete-to-concrete composites: A review. *Construction and Building Materials*, 359, 129195. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.129195>
- Yasser, N., Abdelrahman, A., Kohail, M., Moustafa, A. (2023). Experimental investigation of durability properties of rubberized concrete. *Ain Shams Engineering Journal*, 14 (6), 102111. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2022.102111>
- Aljaberi, M., Elshesheny, A., Mohamed, M., Sheehan, T. (2024). Experimental investigation into the effects of voids on the response of buried flexible pipes subjected to incrementally increasing cyclic loading. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 176, 108268. <https://doi.org/10.1016/j.soildyn.2023.108268>
- Awolusi, T. F., Sojobi, A. O., Oguntayo, D. O., Akinkulore, O. O., Orogbade, B. O. (2021). Effects of calcined clay, sawdust ash and chemical admixtures on Strength and Properties of concrete for pavement and flooring applications using Taguchi approach. *Case Studies in Construction Materials*, 15, e00568. <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2021.e00568>
- Kumar, D., Alam, M., Sanjayan, J., Harris, M. (2023). Comparative analysis of form-stable phase change material integrated concrete panels for building envelopes. *Case Studies in Construction Materials*, 18, e01737. <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2022.e01737>
- Pongsivasathit, S., Horpibulsuk, S., Piyaphipat, S. (2019). Assessment of mechanical properties of cement stabilized soils. *Case Studies in Construction Materials*, 11, e00301. <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2019.e00301>
- Shtayat, A., Moridpour, S., Best, B., Shroff, A., Raol, D. (2020). A review of monitoring systems of pavement condition in paved and unpaved roads. *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)*, 7 (5), 629–638. <https://doi.org/10.1016/j.jtte.2020.03.004>
- du Plessis, L., Ulloa-Calderon, A., Harvey, J. T., Coetzee, N. F. (2018). Accelerated pavement testing efforts using the Heavy Vehicle Simulator. *International Journal of Pavement Research and Technology*, 11 (4), 327–338. <https://doi.org/10.1016/j.ijprt.2017.09.016>
- Wang, H., Zhang, W., Zhang, Y., Xu, J. (2022). A bibliometric review on stability and reinforcement of special soil subgrade based on CiteSpace. *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)*, 9 (2), 223–243. <https://doi.org/10.1016/j.jtte.2021.07.005>
- de Medeiros, W. R. P., de Medeiros Melo Neto, O., Luz, P. M. S. G., Oliveira, R. K. F. de, Guedes, L. R. (2023). Utilizing marble and granite industry waste in asphalt mixtures for enhanced road performance and sustainability. *Journal of Engineering Research*. <https://doi.org/10.1016/j.jer.2023.10.032>
- Akbas, M., Ozaslan, B., Iyisan, R. (2023). Utilization of recycled concrete aggregates for developing high-performance and durable flexible pavements. *Construction and Building Materials*, 407, 133479. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.133479>
- Rebelo, F. J. P., Martins, F. F., M.R.D. Silva, H., Oliveira, J. R. M. (2022). Use of data mining techniques to explain the primary factors influencing water sensitivity of asphalt mixtures. *Construction and Building Materials*, 342, 128039. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.128039>
- Suryadi, A., Qomariah, Q., Susilo, S. H. (2022). The effect of the use of recycled coarse aggregate on the performance of self-compacting concrete (SCC) and its application. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (6 (116)), 41–47. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.255266>
- Klusáček, L., Nečas, R., Požár, M., Pěkník, R., Svoboda, A. (2021). Transverse prestressing and reinforced concrete as the key to resto-

ration of masonry arch bridges. *Engineering Structures*, 245, 112898. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2021.112898>

16. Aghchehghloo, P. D., Larkin, T., Wilson, D., Holleran, G., Amirpour, M., Kim, S. et al. (2023). The effect of an emulator inductive power transfer pad on the temperature of an asphalt pavement. *Construction and Building Materials*, 392, 131783. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.131783>
17. Bekheet, W. (2014). Short term performance and effect of speed humps on pavement condition of Alexandria Governorate roads. *Alexandria Engineering Journal*, 53 (4), 855–861. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2014.09.009>
18. Soehardjono, A., Aditya, C. (2021). Analysis of the effect of slab thickness on crack width in rigid pavement slabs. *EUREKA: Physics and Engineering*, 2, 42–51. <https://doi.org/10.21303/2461-4262.2021.001693>
19. Rasidi, N. (2015). Maximum Crack Width Prediction in Deck Slab Concrete Structure. *IPTEK Journal of Proceedings Series*, 1. <https://doi.org/10.12962/j23546026.y2014i1.292>
20. Cavalli, M. C., Chen, D., Chen, Q., Chen, Y., Cannone Falchetto, A., Fang, M. et al. (2023). Review of advanced road materials, structures, equipment, and detection technologies. *Journal of Road Engineering*, 3 (4), 370–468. <https://doi.org/10.1016/j.jreng.2023.12.001>
21. García-Troncoso, N., Hidalgo-Astudillo, S., Tello-Ayala, K., Vane-gas-Alman, N., Bompa, D. V. (2023). Preparation and performance of sugarcane bagasse ash pavement repair mortars. *Case Studies in Construction Materials*, 19, e02563. <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2023.e02563>
22. Wang, W., Wang, M., Li, H., Zhao, H., Wang, K., He, C. et al. (2019). Pavement crack image acquisition methods and crack extraction algorithms: A review. *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)*, 6 (6), 535–556. <https://doi.org/10.1016/j.jtte.2019.10.001>

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.296839

DETERMINING THE RATIONAL STRUCTURE OF MULTILAYER TECHNICAL FABRIC FOR WOVEN POWER CLAMPS (p. 41–53)

Volodymyr Shcherban'

Kyiv National University of Technologies and Design, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4274-4425>

Gennadij Melnyk

Kyiv National University of Technologies and Design, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0002-7663>

Marijina Kolysko

Kyiv National University of Technologies and Design, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9982-7264>

Anton Kirichenko

Kyiv National University of Technologies and Design, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0041-3799>

Yury Shcherban'

State Higher Educational Establishment «Kyiv College of Light Industry», Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5024-8387>

Serhii Lukianenko

The National Defence University of Ukraine, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9286-4636>

Ihor Ostashevskiy

The National Defence University of Ukraine, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-3345-9734>

Pavlo Vdovin

The National Defence University of Ukraine, Kyiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-7819-5125>

The object of research is multi-layered technical fabrics for woven power clamps. A task to determine the rational structure of a multi-layer technical fabric for power clamps has been solved, which makes it possible to achieve an effect when introduced into production through the minimization of raw material costs and the reduction of energy costs for manufacturing a unit of products. The value of the beating force, the tension of warp threads of the outer protective layers, the force layers, the warp threads for connecting the outer protective layers, and the force layers for two structures of multilayer technical fabric were studied. A comparative analysis of conditions for the formation of two multilayer fabrics from polyamide threads was carried out and a multilayer fabric with the most rational structure was selected, the formation of which would require less technological effort. Experimental studies have made it possible to build regression dependences on determining the influence of the initial tension of warp threads of the outer protective layers on the beating force value. The joint effect of the size of an overstep and the different tension of a shed on the beating force value was established, depending on the structure of a multilayer technical fabric. It is shown that when the tension of warp threads of the outer protective layers increases, the beating force value increases. A value of the tension of warp threads in outer protective layers, force layers, warp threads for connecting the outer protective layers and force layers in the position of an overstep and at the moment of thread beating was determined. Analysis of regression dependences will make it possible to determine the optimal loading parameters of the loom. It has been proven that the beating force value is affected by the structure of a multi-layer technical fabric and the tension of warp threads in outer protective layers. The improved multi-layer technical fabric is used for laying pipes with an external factory-made polyethylene coating.

Keywords: woven power clamps, multi-layer technical fabric, beating force, thread tension.

References

1. Sirková, B. K., Mertová, I. (2017). Woven fabric structural pore models analysis. *Fibres and Textiles*, 1, 15–24. Available at: http://vat.ft.tul.cz/Archive/VaT_2017_1.pdf
2. Shcherban', V., Melnyk, G., Sholudko, M., Kolysko, O., Kalashnyk, V. (2019). Improvement of structure and technology of manufacture of multilayer technical fabric. *Fibres and Textiles*, 2, 54–63. Available at: http://vat.ft.tul.cz/2019/2/VaT_2019_2_10.pdf
3. Barbuski, M. (2019). Formation of the textile structures for a specified purpose. *Fibres and Textiles*, 1, 3–10. Available at: http://vat.ft.tul.cz/2019/1/VaT_2019_1_1.pdf
4. Barbuski, M. (2014). Analysis of the mechanical properties of conveyor belts on the three main stages of production. *Journal of Industrial Textiles*, 45 (6), 1322–1334. <https://doi.org/10.1177/1528083714559567>
5. Krmela, J., Krmelova, V. (2018). The tests of low cyclic loading of composites with textile structure on test machine with video-extensometer. *Fibres and Textiles*, 2, 52–58. Available at: http://vat.ft.tul.cz/2018/2/VaT_2018_2_9.pdf
6. Shcherban', V. Yu. (1990). *Opreделение tehnologicheskikh usilii v protsesse priboya pri formirovani mnogosloynoy tehnikeskoj*

- tkani. *Izvestiya vysshih uchebnyh zavedeniy. Tehnologiya tekstil'noy promyshlennosti*, 3 (195), 44–47. Available at: <https://er.knutd.edu.ua/handle/123456789/17888>
7. Koo, Y.-S., Kim, H.-D. (2002). Friction of Cotton Yarn in Relation to Fluff Formation on Circular Knitting Machines. *Textile Research Journal*, 72 (1), 17–20. <https://doi.org/10.1177/004051750207200103>
 8. Weber, M. O., Ehrmann, A. (2012). Necessary modification of the Euler-Eytelwein formula for knitting machines. *Journal of the Textile Institute*, 103 (6), 687–690. <https://doi.org/10.1080/00405000.2011.598665>
 9. Shcherban', V., Makarenko, J., Petko, A., Melnyk, G., Shcherban', Y., Shchutska, H. (2020). Computer implementation of a recursion algorithm for determining the tension of a thread on technological equipment based on the derived mathematical dependences. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (1 (104)), 41–50. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.198286>
 10. Kovar, R. (2007). Impact of directions on frictional properties of a knitted fabric. *Fibres and Textiles*, 2, 15–20. Available at: http://vat.ft.tul.cz/Archive/VaT_2007_2.pdf
 11. Sodomka, L., Vargovd, H. (2002). Connection between structure, symmetry and anisotropy of mechanical properties of woven fabric. *Fibres and Textiles*, 4, 142–148. Available at: http://vat.ft.tul.cz/Archive/VaT_2002_4.pdf
 12. Shcherban', V., Kolysko, O., Melnyk, G., Sholudko, M., Shcherban', Y., Shchutska, G. (2020). Determining tension of yarns when interacting with guides and operative parts of textile machinery having the torus form. *Fibres and Textiles*, 4, 87–95. Available at: http://vat.ft.tul.cz/2020/4/VaT_2020_4_12.pdf
 13. Shcherban', V., Makarenko, J., Melnyk, G., Shcherban', Y., Petko, A., Kirichenko, A. (2019). Effect of the yarn structure on the tension degree when interacting with high-curved guide. *Fibres and Textiles*, 4, 59–68. Available at: http://vat.ft.tul.cz/2019/4/VaT_2019_4_8.pdf
 14. Moučková, E., Mertová, I., Hajska, Š., Vyšanská, M. (2018). Behavior of two and three-fold twisted multifilament yarns. *Fibres and Textiles*, 4, 51–60. Available at: http://vat.ft.tul.cz/2018/4/VaT_2018_4_11.pdf
 15. Stepanovic, J., Stamenkovic, J., Stojanovic, N. (2003). The influence of size on warp characterist. *Fibres and Textiles*, 4, 168–171. Available at: http://vat.ft.tul.cz/Archive/VaT_2003_4.pdf
 16. Döönmez, S., Marmarali, A. (2004). A Model for Predicting a Yarn's Knittability. *Textile Research Journal*, 74 (12), 1049–1054. <https://doi.org/10.1177/004051750407401204>
 17. Yakubitskaya, I. A., Chugin, V. V., Shcherban', V. Yu. (1997). Dinamicheskij analiz usloviy raskladki na tortsevyh uchastkah kanavki motal'nogo barabanchika. *Izvestiya vysshih uchebnyh zavedeniy. Tehnologiya tekstil'noy promyshlennosti*, 5, 33–36. Available at: <https://er.knutd.edu.ua/handle/123456789/17840>
 18. Liu, X., Chen, N., Feng, X. (2008). Effect of Yarn Parameters on the Knittability of Glass Ply Yarn. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, 16, 90–93. Available at: https://www.researchgate.net/publication/242356724_Effect_of_Yarn_Parameters_on_the_Knittability_of_Glass_Ply_Yarn
 19. Hammersley, M. J. (1973). 7—A simple yarn-friction tester for use with knitting yarns. *The Journal of The Textile Institute*, 64 (2), 108–111. <https://doi.org/10.1080/00405007308630420>
 20. Sodomka, L., Chrpová, E. (2008). Method of determination of euler friction coefficients of textiles. *Fibres and Textiles*, 2-3, 28–33. Available at: http://vat.ft.tul.cz/Archive/VaT_2008_2_3.pdf

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.289556

IDENTIFICATION OF THE IMPACT OF ELECTRIC PULSE ACTION ON THE DISINTEGRATION OF A NATURAL MINERAL (p. 54–59)

Ayanbergen Khassenov

Karaganda Buketov University, Karaganda, Republic of Kazakhstan

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5220-9469>

Gulden Bulkairova

Karaganda Buketov University, Karaganda, Republic of Kazakhstan

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7390-2214>

Dana Karabekova

Karaganda Buketov University, Karaganda, Republic of Kazakhstan

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8776-4414>

Madina Bolatbekova

Karaganda Buketov University, Karaganda, Republic of Kazakhstan

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0169-3430>

Gulnur Alpyssova

Karaganda Buketov University, Karaganda, Republic of Kazakhstan

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7164-2188>

Arystan Kudussov

Karaganda Buketov University, Karaganda, Republic of Kazakhstan

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-2821-6446>

Perizat Kissabekova

Karaganda Buketov University, Karaganda, Republic of Kazakhstan

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9860-8473>

The work is devoted to the study of the electric pulse disintegration of a natural mineral. The object of the study is the natural mineral quartzite of the Aktas deposit of the Republic of Kazakhstan.

For the destruction and grinding of quartzite, a working cell of an electric pulse unit was developed. Electric pulse crushing is a modern technique for grinding a variety of materials, which provides the desired degree of grinding with a certain granulometric composition of the product and has a high ability of selective crushing. With the help of this technology, quartzite grinding was carried out with an increase in the capacity of capacitor banks from 0.25 mF to 1 mF, the pulse discharge voltage changed from 20 kV to 30 kV, the number of pulse discharges from 500 to 1,000, the inner diameter of the working cell from 60 mm to 80 mm. The results of the disintegration of a natural mineral by the electric pulse method allowed us to determine the degree of grinding of the finished product.

The obtained results can be used in the study and optimization of the extraction of natural minerals, which is important for ensuring the sustainable use of natural resources and balanced economic development.

Crushed quartzite is used in various industries, including the production of optical fibers, electronics and photovoltaic devices. A material with a particle diameter of 0.1 to 0.4 millimeters is used to create glass, ceramic and porcelain products, as well as insulation materials. Due to its homogeneous composition containing up to 98 % silicon oxide (SiO₂) and excellent absorbent properties, quartz sand is also used as a filter material for water purification.

Keywords: quartzite, electric pulse installation, grinding, cell, pulse discharge, rock-forming oxides, spectrophotometer.

References

1. Gadyatov, V. G., Kiah, D. A., Zhidkova, S. A. (2010). In the case of the giant Quartz Peska in the resulting special pure quartz. *News. Voronezh. Goss. UN-Ta. Ser. Geology*, 2, 324–327.

2. Vatalis, K. I., Charalambides, G., Benetis, N. P. (2015). Market of High Purity Quartz Innovative Applications. *Procedia Economics and Finance*, 24, 734–742. [https://doi.org/10.1016/s2212-5671\(15\)00688-7](https://doi.org/10.1016/s2212-5671(15)00688-7)
3. Kurets, V. I., Solovyov, M. A., Zhuchkov, A. I., Barskaya, A. V. (2012). Electrical fracturing technologies for processing and destruction of materials. Study guide. Tomsk: TPU, 272.
4. Andreev, S. E., Perov, V. A., Zverevich, V. V. (1980). *Crushing, grinding and screening of minerals*. Moscow: Nedra, 415.
5. Yang, J., Zhu, P., Li, H., Li, Z., Huo, X., Ma, S. (2022). Research on the Relationship between Multi-Component Complex Ore and Its Component Minerals' Grinding Characteristics under Abrasion Force. *Minerals*, 13 (1), 6. <https://doi.org/10.3390/min13010006>
6. Korekina, M. A., Shtenberg, M. V., Lutoev, V. P., Shanina, S. N. (2020). Microelement composition of vein quartz of the Kuznechikhinskoe deposit (South Urals). *Obogashchenie Rud*, 23–29. <https://doi.org/10.17580/or.2020.05.04>
7. Aliasgharzadeh-Polesangi, A., Abdollah-Pour, H., Farzin, Y. A. (2019). Nanostructured silicon production from quartzite ore by low-energy wet blending of the reagents, reduction in controlled atmosphere, and hydrometallurgy. *Journal of Materials Research and Technology*, 8 (1), 1014–1023. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2018.05.027>
8. Jiang, X., Chen, J., Wei, M., Li, F., Ban, B., Li, J. (2020). Effect of impurity content difference between quartz particles on flotation behavior and its mechanism. *Powder Technology*, 375, 504–512. <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2020.07.107>
9. Li, Y., Ma, Q., Xia, Z., Li, W., Lei, S. (2023). Influences of Na₂CO₃ roasting and H₃PO₄ hot-pressure leaching on the purification of vein quartz to achieve high-purity quartz. *Hydrometallurgy*, 218, 106065. <https://doi.org/10.1016/j.hydromet.2023.106065>
10. Dal Martello, E., Bernardis, S., Larsen, R. B., Tranell, G., Di Sabatino, M., Arnberg, L. (2012). Electrical fragmentation as a novel route for the refinement of quartz raw materials for trace mineral impurities. *Powder Technology*, 224, 209–216. <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2012.02.055>
11. Potokin, A. S., Kolobov, V. V. (2022). Study of rocks from mining processing plants of the Murmansk region by use electric pulse disintegration materials method. *Mining Industry Journal (Gornay Promishlennost)*, 5/2022, 135–138. <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2022-5-135-138>
12. Bulkairova, G., Nussupbekov, B., Bolatbekova, M., Khassenov, A., Nussupbekov, U., Karabekova, D. (2023). A research of the effect of an underwater electric explosion on the selectivity of destruction of quartz raw materials. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (12 (123)), 30–37. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.279009>
13. Khassenov, A. K., Karabekova, D. Zh., Nussupbekov, B. R., Bulkairova, G. A., Kudusov, A. S., Alpysova, G. K., Bolatbekova, M. M. (2023). Investigation of the influences of pulsed electrical discharges on the grinding of quartz raw materials. *Bulletin of the Karaganda University «Physics Series»*, 110 (2), 93–99. <https://doi.org/10.31489/2023ph2/93-99>
14. Kurytnik, I. P., Nussupbekov, B. R., Karabekova, D. Zh., Khassenov, A. K., Kazhikenova, A. Sh. (2018). Investigation of a crushing and grinding unit of an electropulse installation. *Archives of Foundry Engineering*, 18 (1), 61–64. <https://doi.org/10.24425/118812>
15. Nusupbekov, B. R., Kussaiynov, K., Sakipova, S. E., Khassenov, A. K., Beisenbek, A. Zh. (2016). On Improvement of Technology of Complex Extraction of Rare and Trace Metals by Electropulse Method. *Metallofizika I Noveishie Tekhnologii*, 36 (2), 275–286. <https://doi.org/10.15407/mfint.36.02.0275>
16. Yutkin, L. A. (1986). *Elektrogidpavlicheskiy effekt i ego primeneniye v promyshlennosti*. Leningrad: Mashinostroeniye, 253.
17. Samilin, V., Biletsky, V. (2003). *Special methods of mineral processing*. Donetsk: Vostochny publishing house, 116.

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.297904

IMPLEMENTING SURFACE TREATMENT AND ADHESIVE VARIATIONS FOR BONDED JOINTS BETWEEN COMPOSITE GFRP AND ALUMINUM AT 200 °C (p. 60–66)

Herry Purnomo

National Research and Innovation Agency (BRIN), Bogor, Indonesia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1392-7468>

Muhammad Johan Rifa'i

National Research and Innovation Agency (BRIN), Bogor, Indonesia
ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-0902-1242>

Purwoko

National Research and Innovation Agency (BRIN), Bogor, Indonesia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8563-4421>

David Natanael Vicarneltor

National Research and Innovation Agency (BRIN), Bogor, Indonesia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2783-880X>

Mahfud Ibadi

National Research and Innovation Agency (BRIN), Bogor, Indonesia
ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-1455-4482>

Muhamad Hananuputra Setianto

National Research and Innovation Agency (BRIN), Bogor, Indonesia
ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-8597-1701>

Maulana Yudanto

National Research and Innovation Agency (BRIN), Bogor, Indonesia
ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-6585-1394>

Ara Gradiniar Rizkyta

Institut Teknologi Sepuluh Nopember, East Java, Indonesia
ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-5021-4397>

Bonding dissimilar materials, specifically Glass Fiber Reinforced Polymer (GFRP) and Aluminum 6061 T651, at elevated temperatures, such as in fire accidents is challenging, where structural integrity and reliability are critical. We studied how surface roughness treatment affects the joint strength of three common adhesives in aircraft (Click Bond CB394-43, Loctite A9396, A9394) at 200 °C. The GFRP, composed of Gurit Prime 37 epoxy resin and E-Glass 7781 fibers produced through vacuum infusion with dimensions following ASTM D5868 standards, was lap shear tested with 2 mm/s stroke. Findings showed a substantial enhancement in joint strength due to surface treatment, sanding with 100-grid sandpaper for 20 seconds in parallel with the fiber direction, for all adhesives. A9396, A9394, and CB394-43 exhibited remarkable improvements of 1091.67 %, 45.92 %, and 30.09 %, respectively. The strain at break showed significant increases of 51.61 %, 121.95 %, and 100 %, respectively. Both surface-treated and untreated A9394 samples showed the highest strength among the adhesives. A9396 exhibited lower strength than CB394-43 without surface treatment, but it outperformed when surface-treated, highlighting its response to surface

modification. Adhesive viscosity influences penetration on material surfaces, with A9396 being stiffer than the other adhesives. The analysis of ISO 4287 Ra values revealed that surface treatment led to increased roughness on the Aluminum surface while reducing roughness on the GFRP surface. These results offer valuable insights for optimizing GFRP-Aluminum bonding under elevated temperature conditions. Adjusting surface roughness significantly improves the interaction between Aluminum and GFRP with adhesives, resulting in enhanced joint strength. This knowledge can be applied in various engineering applications, particularly in industries where the performance and reliability of bonded joints are critical under high-temperature environments.

Keywords: GFRP, Aluminum, surface treatment, joint, roughness, adhesive, high temperature, strength.

References

- Burshukova, G., Kanazhanov, A., Abuova, R., Joldassov, A. (2023). Analysis of Using Damping Alloys to Improve Vibration and Strength Characteristics in the Automotive Industry. *Evergreen*, 10 (2), 742–751. <https://doi.org/10.5109/6792824>
- Chandra, A., Yadav, A., Singh, S. (2023). Optimisation of Machining Parameters for CNC Milling of Fibre Reinforced Polymers. *Evergreen*, 10 (2), 765–773. <https://doi.org/10.5109/6792826>
- Gupta, M. K., Singhal, V., Rajput, N. S. (2022). Applications and Challenges of Carbon-fibres reinforced Composites: A Review. *Evergreen*, 9 (3), 682–693. <https://doi.org/10.5109/4843099>
- Rout, D., Nayak, R. K., Praharaj, S. (2021). Aerospace and vehicle industry. *Handbook of Polymer Nanocomposites for Industrial Applications*, 399–417. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-821497-8.00013-7>
- Sakib, Md. N., Asif Iqba, A. (2021). Epoxy Based Nanocomposite Material for Automotive Application- A Short Review. *International Journal of Automotive and Mechanical Engineering*, 18 (3). <https://doi.org/10.15282/ijame.18.3.2021.24.0701>
- Jawaid, M., Siengchin, S. (2019). Hybrid Composites: A Versatile Materials for Future. *Applied Science and Engineering Progress*, 12 (4). <https://doi.org/10.14416/j.asep.2019.09.002>
- Cui, X., Tian, L., Wang, D. S., Dong, J. P. (2021). Summary of thermosetting composite material welding. *Journal of Physics: Conference Series*, 1765, 012021. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1765/1/012021>
- Maggiore, S., Banea, M. D., Stagnaro, P., Luciano, G. (2021). A Review of Structural Adhesive Joints in Hybrid Joining Processes. *Polymers*, 13 (22), 3961. <https://doi.org/10.3390/polym13223961>
- Fiore, V., Alagna, F., Di Bella, G., Valenza, A. (2013). On the mechanical behavior of BFRP to aluminum AA6086 mixed joints. *Composites Part B: Engineering*, 48, 79–87. <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2012.12.009>
- Pohlit, D. J., Dillard, D. A., Jacob, G. C., Starbuck, J. M. (2008). Evaluating the Rate-Dependent Fracture Toughness of an Automotive Adhesive. *The Journal of Adhesion*, 84 (2), 143–163. <https://doi.org/10.1080/00218460801952825>
- Marques, E. A. S., da Silva, L. F. M., Banea, M. D Carbas, R. J. C. (2014). Adhesive Joints for Low- and High-Temperature Use: An Overview. *The Journal of Adhesion*, 91 (7), 556–585. <https://doi.org/10.1080/00218464.2014.943395>
- F M da Silva, L., D Adams, R. (2007). Techniques to reduce the peel stresses in adhesive joints with composites. *International Journal of Adhesion and Adhesives*, 27 (3), 227–235. <https://doi.org/10.1016/j.ijadhadh.2006.04.001>
- Papakonstantinou, C. G., Balaguru, P., Lyon, R. E. (2001). Comparative study of high temperature composites. *Composites Part B: Engineering*, 32 (8), 637–649. [https://doi.org/10.1016/s1359-8368\(01\)00042-7](https://doi.org/10.1016/s1359-8368(01)00042-7)
- Tang, S., Hu, C. (2017). Design, Preparation and Properties of Carbon Fiber Reinforced Ultra-High Temperature Ceramic Composites for Aerospace Applications: A Review. *Journal of Materials Science & Technology*, 33 (2), 117–130. <https://doi.org/10.1016/j.jmst.2016.08.004>
- Na, J., Mu, W., Qin, G., Tan, W., Pu, L. (2018). Effect of temperature on the mechanical properties of adhesively bonded basalt FRP-aluminum alloy joints in the automotive industry. *International Journal of Adhesion and Adhesives*, 85, 138–148. <https://doi.org/10.1016/j.ijadhadh.2018.05.027>
- Kwon, D.-J., Kim, J.-H., Kim, Y.-J., Kim, J.-J., Park, S.-M., Kwon, I.-J. et al. (2019). Comparison of interfacial adhesion of hybrid materials of aluminum/carbon fiber reinforced epoxy composites with different surface roughness. *Composites Part B: Engineering*, 170, 11–18. <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2019.04.022>
- Denti, L., Sola, A. (2019). On the Effectiveness of Different Surface Finishing Techniques on A357.0 Parts Produced by Laser-Based Powder Bed Fusion: Surface Roughness and Fatigue Strength. *Metals*, 9 (12), 1284. <https://doi.org/10.3390/met9121284>
- Buckwalter, C. Q., Pederson, L. R., McVay, G. L. (1982). The effects of surface area to solution volume ratio and surface roughness on glass leaching. *Journal of Non-Crystalline Solids*, 49 (1-3), 397–412. [https://doi.org/10.1016/0022-3093\(82\)90135-1](https://doi.org/10.1016/0022-3093(82)90135-1)
- Nasreen, A., Shaker, K., Nawab, Y. (2021). Effect of surface treatments on metal–composite adhesive bonding for high-performance structures: an overview. *Composite Interfaces*, 28 (12), 1221–1256. <https://doi.org/10.1080/09276440.2020.1870192>
- LOCTITE EA 9394 AERO Epoxy Paste Adhesive (KNOWN AS Hysol EA 9394). Technical Process Bulletin. Available at: https://www.heatcon.com/wp-content/uploads/2015/08/HCS2407-141_Henkel-Resin-Kit-LOCTITE-EA-9394-AERO.pdf
- LOCTITE EA 9396 AERO Epoxy Paste Adhesive (KNOWN AS Hysol EA 9396). Technical Process Bulletin. Available at: <https://www.aero-consultants.ch/view/data/3285/Produkte/Henkel%20Adhesive/LOCTITE%20EA%209396%20AERO.pdf>
- CB394-43 – CB394 43ml High-Temperature Epoxy Adhesive Cartridge. Clik Bond. Available at: <https://www.clickbond.com/product-detail/adhesives/cb394-43ml-epoxy-adhesive-cartridge>
- Awaja, E., Gilbert, M., Kelly, G., Fox, B., Pigram, P. J. (2009). Adhesion of polymers. *Progress in Polymer Science*, 34 (9), 948–968. <https://doi.org/10.1016/j.progpolymsci.2009.04.007>
- Average Roughness basics. Michigan Metrology. Available at: <https://michmet.com/average-roughness-basics/>
- ISO, 4287: Geometrical Product Specifications (GPS)-Surface Texture: Profile Method. Terms, Definitions and Surface Texture Parameters.
- Gadelmawla, E. S., Koura, M. M., Maksoud, T. M. A., Elewa, I. M., Soliman, H. H. (2002). Roughness parameters. *Journal of Materials Processing Technology*, 123 (1), 133–145. [https://doi.org/10.1016/s0924-0136\(02\)00060-2](https://doi.org/10.1016/s0924-0136(02)00060-2)
- Guo, L., Liu, J., Xia, H., Li, X., Zhang, X., Yang, H. (2021). Effects of surface treatment and adhesive thickness on the shear strength

- of precision bonded joints. *Polymer Testing*, 94, 107063. <https://doi.org/10.1016/j.polymertesting.2021.107063>
28. Boutar, Y., Naïmi, S., Mezlini, S., Ali, M. B. S. (2016). Effect of surface treatment on the shear strength of aluminium adhesive single-lap joints for automotive applications. *International Journal of Adhesion and Adhesives*, 67, 38–43. <https://doi.org/10.1016/j.ijadhadh.2015.12.023>
 29. Kim, J. K., Kim, H. S., Lee, D. G. (2003). Investigation of optimal surface treatments for carbon/epoxy composite adhesive joints. *Journal of Adhesion Science and Technology*, 17 (3), 329–352. <https://doi.org/10.1163/156856103762864651>
 30. Uehara, K., Sakurai, M. (2002). Bonding strength of adhesives and surface roughness of joined parts. *Journal of Materials Processing Technology*, 127 (2), 178–181. [https://doi.org/10.1016/s0924-0136\(02\)00122-x](https://doi.org/10.1016/s0924-0136(02)00122-x)
 31. Budhe, S., Ghumatkar, A., Birajdar, N., Banea, M. D. (2015). Effect of surface roughness using different adherend materials on the adhesive bond strength. *Applied Adhesion Science*, 3 (1). <https://doi.org/10.1186/s40563-015-0050-4>
 32. Golru, S. S., Attar, M. M., Ramezanzadeh, B. (2015). Effects of different surface cleaning procedures on the superficial morphology and the adhesive strength of epoxy coating on aluminium alloy 1050. *Progress in Organic Coatings*, 87, 52–60. <https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2015.05.005>
 33. Sharma, A., Chawla, H., Srinivas, K. (2023). Prediction of Surface Roughness of Mild Steel finished with Viscoelastic Magnetic Abrasive Medium. *Evergreen*, 10 (2), 1061–1067. <https://doi.org/10.5109/6793663>
 34. Sheikh Md. Fadzullah, S. H., Nasaruddin, M. M., Mustafa, Z., Rahman, W. A. W. A., Omar, G., Salim, M. A., Mansor, M. R. (2020). The Effect of Chemical Surface Treatment on Mechanical Performance of Electrically Conductive Adhesives. *Evergreen*, 7 (3), 444–451. <https://doi.org/10.5109/4068625>
 35. Sanghvi, M. R., Tambare, O. H., More, A. P. (2022). Performance of various fillers in adhesives applications: a review. *Polymer Bulletin*, 79 (12), 10491–10553. <https://doi.org/10.1007/s00289-021-04022-z>

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.298912
DEVELOPMENT OF PROGRAMMED
TRAJECTORIES BASED ON THE MOBILITY
DEGREES OF MANIPULATION ROBOT WITH
A SPHERICAL COORDINATE SYSTEM FOR
REMOVING OXIDE FILM IN THE PRODUCTION OF
COMMERCIAL MAGNESIUM (p. 67–88)

Akambay Beisembayev

Satbayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4763-0769>

Anargul Yerbossynova

Satbayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1042-1234>

Petro Pavlenko

National Aviation University, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2581-230X>

Mukhit Baibatshayev

Satbayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2106-4885>

The object of this study is to robotize the technological operation of removing the oxide film from the surface of a magnesium melt poured into continuously moving molds of a casting conveyor for the production of commercial magnesium. To robotize this technological operation, it is proposed to use a two-armed manipulation robot with a spherical coordinate system, which has six degrees of mobility. Software trajectories have been developed according to the degrees of mobility of the manipulation robot in terms of position, speed, and acceleration to perform the technological operation of removing the oxide film from the surface of the magnesium melt poured into the moving molds of the foundry conveyor. Programmed trajectories are described by quadratic polynomials that satisfy restrictions on the values of the generalized coordinate, velocity, and acceleration. These limitations are determined by the design features and energy capabilities of the degrees of mobility drives of the manipulation robot. Programmed trajectories along the first and second degrees of freedom compensate for the continuous movement of the molds of the foundry conveyor. Programmed trajectories along the third and fourth degrees of mobility enable the collection of the oxide film from the surface of the magnesium melt. Programmed trajectories along the fifth and sixth degrees of freedom enable the discharge of the collected oxide film into a special container. The reliability of the developed programmed trajectories is confirmed by the simulation results using MATLAB version R2015b. Based on the results, a cyclogram for controlling a manipulation robot has been constructed to perform the technological operation of removing the oxide film in the production of commercial magnesium. The results could be used in the robotization of technological processes for removing the oxide film in the production of commercial magnesium or similar foundries.

Keywords: foundry conveyor, oxide film, manipulation robot, trajectory planning, quadratic interpolation.

References

1. Lebedev, V. A., Sedyh, V. I. (2010). *Metallurgiya magniya*. Ekaterinburg: UGTU-UPI, 174.
2. Yanushevskiy, A. S., Korshunov, V. V. (2017). Proizvodstvo magnievyh otlivok v metallicheskie formy. *Omskiy nauchnyy vestnik. Mashinostroenie, mashinovedenie*, 1 (151), 45–48.
3. Beisembayev, A., Yerbossynova, A., Pavlenko, P., Baibatshayev, M. (2023). Development of a software trajectory of a manipulation robot for removing oxide film in the production of commercial magnesium. *KazATC Bulletin*, 127 (4), 160–169. <https://doi.org/10.52167/1609-1817-2023-127-4-160-169>
4. Beisembayev, A., Yerbossynova, A., Pavlenko, P., Baibatshayev, M. (2023). Planning trajectories of a manipulation robot with a spherical coordinate system for removing oxide film in the production of commercial lead, zinc. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (2 (124)), 80–89. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.286463>
5. Ross, L. T., Fardo, S. W., Walach, M. F. (2018). *Industrial robotics fundamentals: theory and applications*. The Goodheart-Willcox Company, Inc., 463 p.
6. Ruiz-Celada, O., Verma, P., Diab, M., Rosell, J. (2022). Automating Adaptive Execution Behaviors for Robot Manipulation. *IEEE Access*, 10, 123489–123497. <https://doi.org/10.1109/access.2022.3223995>

7. Akbari, A., Lagriffoul, F., Rosell, J. (2018). Combined heuristic task and motion planning for bi-manual robots. *Autonomous Robots*, 43 (6), 1575–1590. <https://doi.org/10.1007/s10514-018-9817-3>
8. Xu, S., Ou, Y., Duan, J., Wu, X., Feng, W., Liu, M. (2019). Robot trajectory tracking control using learning from demonstration method. *Neurocomputing*, 338, 249–261. <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2019.01.052>
9. Biagiotti, L., Melchiorri, C. (2019). Trajectory generation via FIR filters: A procedure for time-optimization under kinematic and frequency constraints. *Control Engineering Practice*, 87, 43–58. <https://doi.org/10.1016/j.conengprac.2019.03.017>
10. Faroni, M., Beschi, M., Visioli, A., Pedrocchi, N. (2021). A real-time trajectory planning method for enhanced path-tracking performance of serial manipulators. *Mechanism and Machine Theory*, 156, 104152. <https://doi.org/10.1016/j.mechmachtheory.2020.104152>
11. Dai, H., Lu, Z., He, M., Yang, C. (2023). A Gripper-like Exoskeleton Design for Robot Grasping Demonstration. *Actuators*, 12 (1), 39. <https://doi.org/10.3390/act12010039>
12. Kazim, I. J., Tan, Y., Qaseer, L. (2021). Integration of DE Algorithm with PDC-APF for Enhancement of Contour Path Planning of a Universal Robot. *Applied Sciences*, 11 (14), 6532. <https://doi.org/10.3390/app11146532>
13. Wu, G., Zhao, W., Zhang, X. (2020). Optimum time-energy-jerk trajectory planning for serial robotic manipulators by reparameterized quintic NURBS curves. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part C: Journal of Mechanical Engineering Science*, 235 (19), 4382–4393. <https://doi.org/10.1177/0954406220969734>
14. Wang, L., Xiang, Y., Fox, D. (2020). Manipulation Trajectory Optimization with Online Grasp Synthesis and Selection. *Robotics: Science and Systems XVI*. <https://doi.org/10.15607/rss.2020.xvi.033>
15. Su, C., Zhang, S., Lou, S., Wang, R., Cao, G., Yang, L., Wang, Q. (2020). Trajectory coordination for a cooperative multi-manipulator system and dynamic simulation error analysis. *Robotics and Autonomous Systems*, 131, 103588. <https://doi.org/10.1016/j.robot.2020.103588>
16. Goritov, A. N., Goncharov, K. V. (2020). Motion trajectory planning for a multi-link manipulator in an unknown environment based on ant colony optimization. *Proceedings of Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics*, 23 (2), 55–64. <https://doi.org/10.21293/1818-0442-2020-23-2-55-64>
17. Merlo, F., Vazzoler, G., Berselli, G. (2023). Eco-programming of industrial robots for sustainable manufacturing via dynamic time scaling of trajectories. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 79, 102420. <https://doi.org/10.1016/j.rcim.2022.102420>
18. Benotsmane, R., Dudás, L., Kovács, G. (2020). Trajectory Optimization of Industrial Robot Arms Using a Newly Elaborated «Whip-Lashing» Method. *Applied Sciences*, 10 (23), 8666. <https://doi.org/10.3390/app10238666>
19. Ostanin, M., Popov, D., Klimchik, A. (2018). Programming by Demonstration Using Two-Step Optimization for Industrial Robot. *IFAC-PapersOnLine*, 51 (11), 72–77. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.08.237>
20. French, K. D., Kim, J. H., Du, Y., Goeddel, E. M., Zeng, Z., Jenkins, O. C. (2023). Super Intendo: Semantic Robot Programming from Multiple Demonstrations for taskable robots. *Robotics and Autonomous Systems*, 166, 104397. <https://doi.org/10.1016/j.robot.2023.104397>

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.296784

WELDING ROOM DEVELOPMENT FOR SIMULTANEOUS IMPROVEMENT OF WELDER HEALTH AND WELD QUALITY OF GAS METALS ARC WELDED ALUMINUM AA5083-H112 (p. 89–98)

Anton Harseno

Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Indonesia
ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-5670-1606>

Nurul Muhayat

Doctor of Mechanical Engineering, Associate Professor
Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Indonesia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1086-7826>

Triyono

Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Indonesia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4562-0628>

This study investigated the weld joint mechanical properties and welding fume exposure associated with Gas Metal Arc Welding of aluminum AA5083-H112 in 27 different welding room environment conditions. These conditions consist of variation in temperature, as well as intake and exhaust wind velocities. The temperature varies as 19 °C, 27 °C and 35 °C. Both the intake and exhaust velocity vary as 0 m/s, 3.1 m/s and 5.5 m/s. The experimental findings underscore the pronounced influence of these factors on both weld quality and welder exposure to fumes. Notably, intake wind velocity emerges as the most critical factor, contributing significantly to 47.68 % in weld joint tensile strength. The temperature emerges as the least critical factor with 12.02 % of contribution. However, temperature became the most critical factor on weld joint impact energy with 54.89 % of contribution while exhaust wind velocity became the least with 3.89 %. Air quality monitoring highlights the importance of optimal intake and exhaust fan configuration to effectively reduce fume exposure. All examined welding room environment condition are deemed safe for the welder, as they do not exceed the Threshold Limit Value (TLV), except the condition where the welding room lacks of air circulation in intake and exhaust wind velocity of 0 m/s. The identified optimal welding room condition exerts a temperature of 27 °C, intake and exhaust wind velocity of 0 m/s and 3.1 m/s respectively. This condition not only achieves established weld quality standards but also ensures compliance with fume exposure regulation. This research provides valuable insights for optimizing welding room environment to simultaneously maintain weld quality and safeguard the well-being of welders.

Keywords: gas metal arc welding, AA5083, welding environment, fume exposure, tensile strength, impact energy.

References

1. Gou, G., Zhang, M., Chen, H., Chen, J., Li, P., Yang, Y. P. (2015). Effect of humidity on porosity, microstructure, and fatigue strength of A7N01S-T5 aluminum alloy welded joints in high-speed trains. *Materials & Design*, 85, 309–317. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2015.06.177>
2. Wang, C. G., Liu, Y., Wang, X. M., Gou, G. Q., Chen, H. (2014). Effects of Environment Temperatures on the Microstructures and Mechanical Properties for Welding Joints of A5083-H111 Alloy. *Advanced Materials Research*, 936, 1701–1706. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amr.936.1701>

3. Kuk, J.-M., Jang, K.-C., Lee, D.-G., Kim, I.-S. (2004). Effect of shielding gas composition on low temperature toughness of Al5083-O gas metal arc welds. *Science and Technology of Welding and Joining*, 9 (6), 519–524. <https://doi.org/10.1179/136217104225021607>
4. Sabau, A. S., Viswanathan, S. (2002). Microporosity prediction in aluminum alloy castings. *Metallurgical and Materials Transactions B*, 33 (2), 243–255. <https://doi.org/10.1007/s11663-002-0009-2>
5. Suzuki, R., Sasakura, S., Yokota, Y., Sato, T., Shigemori, Y., Uenaka, A. et al. (2016). Study of wind-toughness of metal arc welding with reference to multi-pass weld metal quality. *Welding International*, 31 (1), 17–27. <https://doi.org/10.1080/09507116.2016.1223188>
6. Huang, L., Hua, X., Wu, D., Jiang, Z., Ye, Y. (2019). A study on the metallurgical and mechanical properties of a GMAW-welded Al-Mg alloy with different plate thicknesses. *Journal of Manufacturing Processes*, 37, 438–445. <https://doi.org/10.1016/j.jmapro.2018.12.017>
7. Jang, K. C., Lee, D. G., Kuk, J. M., Kim, I. S. (2005). Welding and environmental test condition effect in weldability and strength of Al alloy. *Journal of Materials Processing Technology*, 164–165, 1038–1045. <https://doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2005.02.193>
8. Prokic-Cvetkovic, R., Kastelec-Macura, S., Milosavljevic, A., Popovic, O., Burzic, M. (2010). The effect of shielding gas composition on the toughness and crack growth parameters of AlMg4.5Mn weld metals. *Journal of Mining and Metallurgy, Section B: Metallurgy*, 46 (2), 193–202. <https://doi.org/10.2298/jmmb1002193p>
9. Han, Q., Viswanathan, S. (2002). Hydrogen evolution during directional solidification and its effect on porosity formation in aluminum alloys. *Metallurgical and Materials Transactions A*, 33 (7), 2067–2072. <https://doi.org/10.1007/s11661-002-0038-0>
10. Flynn, M. R., Susi, P. (2012). Local Exhaust Ventilation for the Control of Welding Fumes in the Construction Industry – A Literature Review. *The Annals of Occupational Hygiene*, 56 (7), 764–776. <https://doi.org/10.1093/annhyg/mes018>
11. Dueck, M. E., Rafiee, A., Mino, J., Nair, S. G., Kamravaei, S., Pei, L., Quémerais, B. (2021). Welding Fume Exposure and Health Risk Assessment in a Cohort of Apprentice Welders. *Annals of Work Exposures and Health*, 65 (7), 775–788. <https://doi.org/10.1093/annweh/wxab016>
12. Pourhassan, B., Beigzadeh, Z., Nasirzadeh, N., Karimi, A. (2023). Application of Multiple Occupational Health Risk Assessment Models for Metal Fumes in Welding Process. *Biological Trace Element Research*, 202 (3), 811–823. <https://doi.org/10.1007/s12011-023-03717-w>
13. Chinakhov, D. A., Vorobyev, A. V., Grigorieva, E. G., Mayorova, E. I. (2015). Study of Wind Velocity Impact upon the Quality of Shielding and upon the Thermal Processes under MAG Welding. *Applied Mechanics and Materials*, 770, 253–257. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amm.770.253>
14. Lee, M.-H., McClellan, W. J., Candela, J., Andrews, D., Biswas, P. (2006). Reduction of nanoparticle exposure to welding aerosols by modification of the ventilation system in a workplace. *Journal of Nanoparticle Research*, 9 (1), 127–136. <https://doi.org/10.1007/s11051-006-9181-7>
15. Maslak, M., Pazdanowski, M., Stankiewicz, M., Wassilkowska, A., Zajdel, P., Zielina, M. (2023). Impact Fracture Surfaces as the Indicators of Structural Steel Post-Fire Susceptibility to Brittle Cracking. *Materials*, 16 (8), 3281. <https://doi.org/10.3390/ma16083281>

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.297902

ВИЗНАЧЕННЯ УМОВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МАКСИМАЛЬНОГО ТЯГОВОГО КОЕФІЦІЄНТА КОРИСНОЇ ДІЇ ТРАКТОРА У СКЛАДІ ҐРУНТООБРОБНОГО АГРЕГАТУ (с. 6–14)

А. Т. Лебедев, М. Л. Шуляк, С. А. Лебедев, С. В. Халін, Т. В. Гайдай, А. П. Холодов, В. О. Пирогов, В. С. Шапошник

Дослідження спрямовано на вивчення роботи трактора у складі ґрунтообробного агрегату, що базується на аналізі його взаємодії з опорною поверхнею та співвіднесенні маси трактора та знаряддя. Класичний підхід до визначення коефіцієнта корисної дії (ККД) не враховує розгалужену систему валів відбору потужності й ступінь їх використання у комбінованих ґрунтообробних агрегатах. Для вирішення відповідної проблеми у дослідженні створено математичний апарат, який дозволяє визначити раціональне співвідношення тягового зусилля трактора і маси ґрунтообробного агрегату.

Методологічною основою роботи є узагальнення та аналіз дослідження тягових показників трактора у складі ґрунтообробного агрегату. На основні положень системного підходу та аналізу технічних систем були створені емпіричні моделі роботи агрегату. При вдосконаленні методики проведення досліджень за допомогою методу парціальних прискорень й розроблених авторами методик вдалося суттєво скоротити час та без втрати якості отриманих результатів. Визначено максимум тягового ККД для тракторів John Deere 8R серії у складі ґрунтообробного агрегату $\eta_{Tmax}=0,719$, й умови його забезпечення. Визначено тяговий ККД для тракторів з колісною формулою 4К2, масою $G_{im}=6-10$ т при відборі потужності від 60 % до 80 % він становить – 0,58–0,64. Результати дослідження дозволяють отримати нове вирішення наукової проблеми забезпечення максимального тягового ККД трактора у складі ґрунтообробного агрегату, що базується на раціональному співвідношенні тягового зусилля трактора і маси машинно-тракторного агрегату. Запропонований системний підхід може бути використаний для обґрунтування компоновки агрегатів та рекомендацій щодо режимів їх роботи при нестабільності експлуатаційної маси і тягового зусилля.

Ключові слова: тяговий ККД трактора, парціальні прискорення, комбінований агрегат, тягове зусилля.

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.297618

РОЗРОБКА КОНТРОЛЮ ЦІЛІСНОСТІ УСТАНОВКИ НА МАТЕРІАЛІ API 5LX65 У ВОЛОГИХ УМОВАХ: НОВИЙ ПІДХІД ДО ОЦІНКИ ПРИДАТНОСТІ ДО ЕКСПЛУАТАЦІЇ (с. 15–22)

Sidhi Aribowo, Johny Wahyuadi Soedarsono, Christy Sicilia, Rini Riastuti, Agus Paul Setiawan Kaban

В роботі представлена розробка та відповідний моніторинг контролю цілісності трубопроводу в посушливій зоні, який зазвичай піддається зовнішній корозії. Новий метод ставить завдання, що вимагає синхронізації моніторингу внутрішньої та зовнішньої корозії магістральних і напірних трубопроводів з матеріалу API 5L X65 через недосконалі види контролю тільки за зовнішніми прогресуючими пошкодженнями. Червоноглинистий ґрунт, пористість ґрунту, вміст кисню і вологи стають критичними параметрами для боротьби з корозією у вище вказаних умовах. Для вирішення наведених завдань застосовується поєднання випробування спрямованими ультразвуковими хвилями, візуального контролю та розрахунку розрахункового терміну служби. Виходячи з результатів, корозія магістральної лінії В (12 дюймів) більша, ніж А (18 дюймів), з меншою вимірною залишковою товщиною та залишковим терміном служби 4,35 мм та 1,9 року. Зовнішня корозія та результати візуального контролю свідчать, що пісок призводить до корозії. Сліди зовнішньої корозії видно у положенні «3» та «6 годин», що відповідає впливу вологи на підземні трубопроводи. Максимальні втрати металу у магістралі становлять 14,5 %, що підтверджує умови магістральної лінії В. Внутрішня корозія практично не впливає на цілісність установки.

Незважаючи на наявність трьох рідких фаз всередині напірних та магістральних трубопроводів, виміряна швидкість корозії на контрольній пластині відносно нижче. Найвища зафіксована швидкість корозії становить 0,443 мм/рік, тоді як вплив на внутрішню корозію решти контрольної свердловини недостатній. Дане дослідження призначене для моделювання як стратегії використання інструментів для ультразвукових випробувань та участі людини у боротьбі з корозією.

Ключові слова: боротьба з корозією, зовнішня корозія, боротьба з корозією напірних та магістральних трубопроводів, цілісність установки, ультразвуковий контроль.

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.298675

РОЗРОБКА МЕТОДИКИ КОМПЛЕКСНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ФОРМИ РУСЛА В ЗОНІ МОСТОВОГО ПЕРЕХОДУ З МЕТОЮ УНИКНЕННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ РОЗМИВІВ (с. 23–32)

А. М. Онищенко, Б. М. Островерх, Л. С. Потапенко, В. В. Ковальчук, О. В. Здольник, А. Я. Пенцак

Об'єктом досліджень є русло в зоні мостового переходу, яке зазнає дії високих вод при проходженні паводку.

Виконано вибір параметрів та обрисів схеми прорізу річки за допомогою математичної моделі течії та деформації дна русла до та після зміни його форми. Встановлено, що призначення параметрів експлуатаційного прорізу має виконуватись на основі принципу створення природних аналогів руслових форм, русло та заплавні тераси, із застосуванням математичного моделювання.

Для зменшення розмиву на ділянці мостових переходів запропоновано провести регулювання русла шляхом створення каналізованого русла. Моделювання за цим варіантом показало, що розмив в створі автомобільного моста зменшився і не перевищує 1,5 м. Крім цього встановлено, що значну роль у забезпеченні стійкості річища відіграє рослинний покрив на заплавах ділянках.

Методом математичного моделювання встановлено, що найбільш сильному розмиву в проектному створі опор піддається ділянка біля опуклого берега шириною 150 м. Спостерігається також замулення існуючої лівобережної донної улоговини.

Рішення щодо проведення відновного зрізання регулювання русла рекомендується проводити щорічно після отримання прогнозу про паводок від місцевої Гідрометеорологічної станції. У разі попередження про високий паводок слід провести роботи з розчищення рукавів на підході до створу мостового полотна.

Встановлено, що найбільш стійку форму мають русла у вигляді криволінійного незавершеного меандрування, коли радіуси кривизни R і ширини русла B задовольняють співвідношенню $R=(4...7)B$ при руслоформуючих витратах. При цьому радіуси кривизни $R < 3,5B$ не повинні допускатися, оскільки це призводить до відриву потоку від опуклого берега і надмірного розмиву увігнутого берега.

Ключові слова: русло, мостовий перехід, паводок, гідроморфодинаміка руслових потоків, каналізаційне русло, системи Google Earth.

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.298680

ВПЛИВ ЗМІНИ ЯКОСТІ БЕТОНУ НА ШИРИНУ ТРІЩИН У БЕТОННОМУ ПОКРИТТІ (с. 33–40)

Wisnumurti, Agoes Soehardjono, Roland Martin Simatupang

Тріщини становлять значну проблему для бетонних покриттів, призводячи до суттєвих пошкоджень. Ручне перемішування та заливка бетону для дорожнього покриття підкреслюють значення якості бетону як найважливішого параметра. У даній роботі досліджується поведінка тріщин при зміні якості бетону. Навантаження проводиться статично з використанням лінійних навантажень, що проливає світло на вплив якості бетону на поширення тріщин. Використовуваний бетон має якість $f'c$ 15 МПа, 25 МПа та 35 МПа. У якості дрібного заповнювача, використаного у дослідженні, виступав чорний пісок з Лумаджанга, в якості крупного заповнювача використовувався щебінь, у всіх бетонних сумішах використовувався композиційний портландцемент (РСС). Використовувана арматура на сталь мала якість f_y 480 МПа з коефіцієнтом армування $\rho=0,010$, перерахованим на арматуру 5-D16. Щільність земляного полотна, що використовується для кріплення зразків, мала значення CBR 10 %. Розміри зразків становили $2 \times 0,6 \times 0,2$ м за довжиною, шириною та товщиною. Плити покриття товщиною 30 см укладали на вирівняну ґрунтову основу в сталевій коробці для досягнення показника CBR 6 %. Гідравлічні домкрати, керовані датчиком навантаження, прикладали монотонне статичне навантаження з інтервалом 2 кН, досягаючи максимального навантаження 200 кН. Натяг сталі та осадку пластини вимірювали за допомогою тензодатчика та лінійного диференціального перетворювача (LVDT) відповідно. Реєстратор даних записував показання, ширина тріщин фіксувалася цифровим мікроскопом з точністю до 0,01 мм. Результати експериментів показують, що низькі значення міцності бетону на стиск призводять до збільшення ширини тріщин і навпаки. Тріщини також виникають при більш ранньому навантаженні бетону якості $f'c$ 15 МПа. Крім того, експерименти показують, що величина напруження в арматурі має значний вплив на ширину тріщин у зразках з низькою якістю бетону.

Ключові слова: марки бетону, ширина тріщин, поведінка тріщин, бетонне покриття, якість бетону.

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.296839

ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ СТРУКТУРИ БАГАТОШАРОВОЇ ТЕХНІЧНОЇ ТКАНИНИ ДЛЯ ТКАНИХ СИЛОВИХ ЗАХВАТІВ (с. 41–53)

В. Ю. Щербань, Г. В. Мельник, М. І. Колиско, А. М. Кириченко, Ю. Ю. Щербань, С. В. Лук'яненко, І. І. Осташевський, П. Ю. Вдовін

Об'єктом дослідження є багатошарові технічні тканини для тканих силових захватів. Розв'язана проблема визначення раціональної структури багатошарової технічної тканини для силових захватів, що дозволяє отримати ефект при впровадженні в виробництво за рахунок мінімізації витрат сировини та зниження енергетичних витрат на виготовлення одиниці продукції. Досліджено значення сили прибою, натягу ниток основи зовнішніх захисних шарів, силових шарів, ниток основи для з'єднання зовнішніх захисних шарів і силових шарів для двох структур багатошарової технічної тканини. Проведений порівняльний аналіз умов формування двох багатошарових тканин з поліамідних ниток і вибрати багатошарову тканину з найбільш раціональною структурою, при формуванні якої виникатимуть менші технологічні зусилля. Експериментальні дослідження дозволили отримати регресійні залежності щодо визначення впливу початкового натягу ниток основи зовнішніх захисних шарів на величину сили прибою. Встановлено спільний вплив величини заступа і різонатянутості зева на величину сили прибою у залежності від структури багатошарової технічної тканини. Показано, що при збільшенні натягу ниток основи зовнішніх захисних шарів сила прибою зростає. Визначено значення натягу ниток основи зовнішніх захисних шарів, силових шарів, ниток основи для з'єднання зовнішніх захисних шарів і силових шарів у положенні заступа і в момент прибою точної ниті. Аналіз регресійних залежностей дозволить визначити оптимальні параметри завантаження ткацького верстака. Доведено, що на величину сили прибою впливає структура багатошарової технічної тканини впливає натяг ниток основи зовнішніх захисних шарів. Удосконалена багатошарова технічна тканина використовується для укладки труб з зовнішнім заводським поліетиленовим покриттям.

Ключові слова: ткани силові захвати, багатошарова технічна тканина, сила прибою, натяг ниток.

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.289556

ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ЕЛЕКТРОІМПУЛЬСНОГО ДІЇ НА ПОДРІБНЕННЯ ПРИРОДНОГО МІНЕРАЛУ (с. 54–59)

Ayanbergen Khassenov, Gulden Bulkaïrova, Dana Karabekova, Madina Bolatbekova, Gulnur Alpyssova, Arystan Kodussov, Perizat Kissabekova

Робота присвячена дослідженню електроімпульсного подрібнення природного мінералу. Об'єктом дослідження є природний мінерал кварцит Актаського родовища Республіки Казахстан.

Для руйнування та подрібнення кварциту була розроблена робоча комірка електроімпульсної установки. Електроімпульсне подрібнення – це сучасний метод подрібнення різних матеріалів, що забезпечує задану ступінь подрібнення при певному гранулометричному складі продукту і володіє високою здатністю селективного дроблення. За допомогою даної технології проведено подрібнення кварциту зі збільшенням ємності конденсаторних батарей з 0,25 мкФ до 1 мкФ, зміною напруги імпульсного розряду з 20 кВ до 30 кВ, кількості імпульсних розрядів з 500 до 1000, внутрішнього діаметра робочої комірки з 60 мм до 80 мм. Результати подрібнення природного мінералу електроімпульсним методом дозволили визначити ступінь подрібнення готового продукту.

Отримані результати можуть бути використані при дослідженні та оптимізації видобутку природних корисних копалин, що важливо для забезпечення сталого використання природних ресурсів та збалансованого економічного розвитку.

Подрібнений кварцит використовується у різних галузях промисловості, включаючи виробництво оптичних волокон, електроніки та фотоелектричних пристроїв. Матеріал з діаметром частинок від 0,1 до 0,4 міліметра використовується для створення виробів зі скла, кераміки та порцеляни, а також ізоляційних матеріалів. Завдяки своєму однорідному складу, що містить до 98 % оксиду кремнію (SiO₂) та відмінним абсорбуючим властивостям кварцовий пісок також застосовується в якості фільтруючого матеріалу для очищення води.

Ключові слова: кварцит, електроімпульсна установка, подрібнення, комірка, імпульсний розряд, породотворюючі оксиди, спектрофотометр.

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.297904

ЗАСТОСУВАННЯ ПОВЕРХНЕВОЇ ОБРОБКИ ТА РІЗНИХ ВИДІВ КЛЕЇВ ДЛЯ КЛЕЙОВИХ З'ЄДНАНЬ МІЖ КОМПОЗИТОМ СКЛОПЛАСТИКОМ І АЛЮМІНІЄМ ПРИ ТЕМПЕРАТУРІ 200 °С (с. 60–66)

Herry Purnomo, Muhammad Johan Rifa'i, Purwoko, David Natanael Vicarneltor, Mahfud Ibadi, Muhamad Hananuputra Setianto, Maulana Yudanto, Ara Gradiniar Rizkyta

Склеювання різнорідних матеріалів, зокрема склопластику (GFRP), і алюмінію 6061 T651, при підвищених температурах, наприклад, при пожежах, є складним завданням, коли цілісність конструкції та надійність мають вирішальне значення. Було досліджено, як обробка шорсткості поверхні впливає на міцність з'єднання трьох поширених авіаційних клеїв (Click Bond CB394-43, Loctite A9396, A9394) при температурі 200 °С. Проведено випробування склопластику, що складається з епоксидної смоли Gurit Prime 37 та волокон E-Glass 7781, отриманого методом вакуумної інфузії з розмірами, що відповідають стандартам ASTM D5868 на зсув внахлест зі швидкістю 2 мм/с. Результати показали істотне підвищення міцності з'єднання завдяки поверхневій обробці, шліфуванню наждачним папером із зернистістю 100 протягом 20 секунд паралельно напрямку волокон для всіх клеїв. A9396, A9394 та CB394-43 продемонстрували значні покращення на 1091,67 %, 45,92 % та 30,09 % відповідно. Подовження при розриві показало значне збільшення на 51,61 %, 121,95 % та 100 % відповідно. Як оброблені, так і необроблені зразки A9394 показали найбільшу міцність серед клеїв. A9396 показав меншу міцність, ніж CB394-43 без поверхневої обробки, але перевершив його при обробці поверхні, що підкреслює його реакцію на модифікацію поверхні. В'язкість клею впливає на проникнення на поверхні матеріалу, при цьому A9396 є більш жорстким, ніж інші клеї. Аналіз значень Ra за стандартом ISO 4287 показав, що поверхнева обробка призвела до збільшення шорсткості поверхні алюмінію та зниження шорсткості поверхні склопластику. Ці результати дають цінну інформацію для оптимізації з'єднання склопластику з алюмінієм в умовах підвищених температур. Регулювання шорсткості поверхні значно покращує взаємодію алюмінію і склопластику з клеями, що призводить до підвищення міцності з'єднання. Дані знання можуть бути застосовані в різних галузях машинобудування, особливо в галузях, де продуктивність та надійність клейових з'єднань мають вирішальне значення в умовах високих температур.

Ключові слова: склопластик, алюміній, поверхнева обробка, з'єднання, шорсткість, клей, висока температура, міцність.

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.298912

РОЗРОБКА ПРОГРАМНИХ ТРАЄКТОРІЙ ЗА СТУПЕНЯМИ РУХОВОСТІ МАНІПУЛЯЦІЙНОГО РОБОТУ ЗІ СФЕРИЧНОЮ СИСТЕМОЮ КООРДИНАТ ДЛЯ ЗНЯТТЯ ОКСИДНОЇ ПЛІВКИ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ПРИ ТОВАРНОГО МАГНІЮ (с. 67–88)

Akambay Beisembayev, Anargul Yerbosynova, П. Н. Павленко, Mukhit Baibatshayev

Об'єктом дослідження є роботизація технологічної операції зняття оксидної плівки з поверхні магнієвого розплаву, залитого в безперервно рухомі виливниці ливарного конвеєра виробництва товарного магнію. Для роботизації цієї технологічної операції пропонується застосувати дворукий маніпуляційний робот зі сферичною системою координат, що має шість ступенів рухливості. Розроблено програмні траєкторії за ступенями рухливості маніпуляційного робота за положенням, швидкістю і прискоренням для виконання технологічної операції зняття оксидної плівки з поверхні магнієвого розплаву, залитого в рухомі виливниці ливарного конвеєра. Програмні траєкторії описуються квадратичними поліномами, які задовольняють обмеженням на значення узагальненої координати, швидкості та прискорення. Дані обмеження визначаються конструктивними особливостями та енергетичними можливостями приводів ступенів рухливості маніпуляційного робота. Програмні траєкторії за першим і другим ступенями рухливості компенсують безперервний рух виливниць ливарного конвеєра. Програмні траєкторії за третім і четвертим ступенями рухливості забезпечують збір оксидної плівки з поверхні магнієвого розплаву лінійним переміщенням рухомої лопатки на поворотну лопатку. Програмні траєкторії по п'ятому та шостому ступеням рухливості забезпечують скидання зібраної оксидної плівки в спеціальну ємність. Достовірність розроблених програмних траєкторій підтверджується результатами моделювання із застосуванням MatLab версії R2015b. На основі отриманих результатів розроблено циклограму управління маніпуляційним роботом, для виконання технологічної операції зняття оксидної плівки при виробництві товарного магнію. Отримані результати можуть бути застосовані при роботизацію технологічних процесів зняття оксидної плівки при виробництві товарного магнію або подібних ливарних виробництв.

Ключові слова: ливарний конвеєр, оксидна плівка, маніпуляційний робот, планування траєкторій, квадратична інтерполяція.

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.296784

ІДЕНТИФІКАЦІЯ ВПЛИВУ УМОВ ЗВАРЮВАЛЬНОГО СЕРЕДОВИЩА НА ВПЛИВ ПАРУ ТА ЯКІСТЬ ЗВАРЮВАННЯ НА ГАЗОВИХ МЕТАЛАХ ДУГОВОГО ЗВАРЮВАННЯ АЛЮМІНІЄВОГО СПЛАВУ AA5083-H112 (с. 89–98)

Anton Harseno, Nurul Muhayat, Triyono

У цьому дослідженні досліджувалися механічні властивості зварного з'єднання та вплив зварювального диму, пов'язані з газовим дуговим зварюванням алюмінію AA5083-H112 у 27 різних умовах зварювального приміщення. Ці умови складаються з коливань температури, а також швидкості вітру на вході та виході. Температура коливається від 19 °С, 27 °С і 35 °С. Швидкість як на вході, так і на виході змінюється на 0 м/с, 3,1 м/с і 5,5 м/с. Експериментальні результати підкреслюють виражений вплив цих факторів як

на якість зварювання, так і на вплив диму на зварника. Примітно, що швидкість вітру надходження є найбільш критичним фактором, який значно впливає на 47,68 % міцності зварного з'єднання на розрив. Температура є найменш критичним фактором з 12,02 % внеску. Проте температура стала найбільш критичним фактором для енергії удару зварного з'єднання з 54,89 % внеску, тоді як швидкість вихлопного вітру стала найменшою з 3,89 %. Моніторинг якості повітря підкреслює важливість оптимальної конфігурації впускного та витяжного вентиляторів для ефективного зменшення впливу диму. Усі досліджені умови середовища зварювального приміщення вважаються безпечними для зварювальника, оскільки вони не перевищують порогове граничне значення, за винятком умов, коли у зварювальному приміщенні не вистачає циркуляції повітря на вході та витяжці зі швидкістю вітру 0 м/с. Визначені оптимальні умови зварювального приміщення забезпечують температуру 27 °С, швидкість впускного та витяжного вітру 0 м/с та 3,1 м/с відповідно. Ця умова не тільки забезпечує встановлені стандарти якості зварювальних швів, але й забезпечує дотримання норм щодо впливу диму. Це дослідження дає цінну інформацію щодо оптимізації середовища зварювального приміщення, щоб одночасно підтримувати якість зварювання та гарантувати добробут зварювальників.

Ключові слова: газове дугове зварювання, AA5083, середовище зварювання, вплив диму, межа міцності, енергія удару.