ABSTRACT AND REFERENCES

ENGINEERING TECHNOLOGICAL SYSTEMS

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.279007

DETERMINING REGULARITIES IN THE CONSTRUCTION OF CURVES AND SURFACES USING THE DARBOUX TRIHEDRON (p. 6–12)

Ali Kadhim Ahmed
University of Diyala, Baqubah, Iraq
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6625-8325

Andrii Nesvidomin
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9227-4652

Serhii Pylypaka
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1496-4615

Tatiana Volina
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8610-2208

Serhii Dieniezhnikov
Sumy State Pedagogical University named after A. S. Makarenko, Sumy, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3289-8399

The Frénet trihedron, known in differential geometry, is accompanying for a spatial and, as a special case, for a flat curve. Its three mutually perpendicular unit orts are defined uniquely for any point on the curve except for some special ones. Unlike the Frénet trihedron, the Darboux trihedron relates to the surface. Two of its unit orts are located in a plane tangent to the surface, and the third is directed normally to the surface. It can also be accompanying for the curve, which is located on the surface. To this end, one of the orts in the plane tangent to the surface must be tangent to the curve.

Trihedra are movable and, with respect to a fixed coordinate system, change their position due to movement and rotation. The object of research is the process of formation of curves and surfaces, as a result of the geometric sum of the bulk motion of the Darboux trihedron and the relative motion of the point in its system under given conditions. In the study of the geometric characteristics of curves and surfaces, it is necessary to have formulas for the transition from the position of the elements of these objects in the system of a moving trihedron to the position in a fixed Cartesian coordinate system. This is exactly what needs to be solved. The results obtained are parametric equations of curves and surfaces that are tied to the initial surface. Nine guide cosines were found, three for each ort.

A distinctive feature of this approach in comparison with the traditional one is the use of two systems: fixed and mobile, which is the Darboux trihedron. This approach allows us to consider in a new way the problem of the construction of curves and surfaces. The scope of practical application can be the construction of geometric shapes on a given surface. An example of such a construction is the laying of a pipeline along a given line on the surface. In addition, the sum of the relative motion of a point in a trihedron and the bulk motion of the trihedron itself over the surface gives an absolute trajectory of motion. Its sequential differentiation produces absolute speed and absolute acceleration without finding individual components, including the Coriolis acceleration. This could be used in point dynamics problems.

Keywords: accompanying trihedron, Darboux trihedron, parametric equations of curves and surfaces, transition formulas.

References

1. Martsynkovskyy, V., Tarelnyk, V., Konoplianchenko, I., Gaponova, O., Dumanchuk, M. (2019). Technology Support for Protecting Contacting Surfaces of Half-Coupling-Shaft Press Joints Against Fretting Wear. Advances in Design, Simulation and Manufacturing II, 216–225. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-22365-6_22
2. Gaponova, O., Kundera, Cz., Kirik, G., Tarelnyk, V., Martsynkovskyy, V., Konoplianchenko, Ie. et al. (2019). Estimating Qualitative Parameters of Aluminized Coating Obtained by Electric Spark Alloying Method. Advances in Thin Films, Nanostructured Materials, and Coatings, 249–266. doi: https://doi.org/10.1007/978-981-13-6133-3_25
3. Pogrebnjak, A. D., Bagdasaryan, A. A., Horodek, P., Tarelnyk, V., Buranich, V. V., Amekura, H. et al. (2021). Positron annihilation studies of defect structure of (TiZrHfNbV)N nitride coatings under Xe14+ 200 MeV ion irradiation. Materials Letters, 303, 130548. doi: https://doi.org/10.1016/j.matlet.2021.130548
4. Tarelnyk, V., Konoplianchenko, I., Tarelnyk, N., Kozachenko, A. (2019). Modeling Technological Parameters for Producing Combined Electrospark Deposition Coatings. Materials Science Forum, 968, 131–142. doi: https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/msf.968.131
5. Konopatskiy, E., Bezditnyi, A. (2021). Solid Modeling of Geometric Objects in Point Calculus. Proceedings of the 31th International Conference on Computer Graphics and Vision. Volume 2. doi: https://doi.org/10.20948/graphicon-2021-3027-666-672
6. Konopatskiy, E. V., Bezditnyi, A. A., Lagunova, M. V., Naidysh, A. V. (2021). Principles of solid modelling in point calculus. Journal of Physics: Conference Series, 1901 (1), 012063. doi: https://doi.org/10.1088/1742-6596/1901/1/012063
7. Konopatskiy, E. V., Bezditnyi, A. A., Litvinov, A. I. (2021). Geometric modeling of torse surfaces in BN-calculus. Journal of Physics: Conference Series, 1791 (1), 012050. doi: https://doi.org/10.1088/1742-6596/1791/1/012050
8. Gorobets, V., Trokhaniak, V., Bohdan, Yu., Antypov, Ie. (2021). Numerical modeling of heat transfer and hydrodynamics in compact shifted arrangement small diameter tube bundles. Journal of Applied and Computational Mechanics, 7 (1), 292–301. doi: https://doi.org/10.22055/JACM.2020.31007.1855
9. Gorobets, V., Trokhaniak, V., Masiuk, M., Spodyniuk, N., Blesnyuk, O., Marchishina, Y. (2021). CFD modeling of aerodynamic flow in a wind turbine with vertical rotational axis and wind flow concentrator. INMATEH Agricultural Engineering, 64 (2), 159–166. doi: https://doi.org/10.35633/inmateh-64-15
10. Rogovskii, I. L., Titova, L. L., Trokhaniak, V. I., Borak, K. V., Lavrinenko, O. T., Bannyi, O. O. (2021). Research on a grain

cultiseeder for subsoil-broadcast sowing. INMATEH Agricultural Engineering, 63 (1), 385–396. doi: https://doi.org/10.35633/inmateh-63-39
11. Volina, T., Pylypaka, S., Nesvidomin, V., Pavlov, A., Dranovska, S. (2021). The possibility to apply the Frenet trihedron and formulas for the complex movement of a point on a plane with the predefined plane displacement. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 3 (7 (111)), 45–50. doi: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.232446
12. Kresan, T. (2021). Movement of soil particles on surface of developable helicoid with horizontal axis of rotation with given angle of attack. Machinery & Energetics, 12 (2), 67–75. doi: https://doi.org/10.31548/machenergy2021.02.067
13. Borysenko, V. D., Ustenko, S. A., Ustenko, I. V. (2018). Heometrychne modeliuvannia kryvykh liniy i poverkhon u naturalniy parametryzatsiyi. Mykolaiv: MNU, 216.
14. Gavrilenko, E. A., Kholodnyak, Yu. V., Naydysh, A. V. (2018). Modeling of one-dimensional contours with ensure of given accuracy of interpolation. Visnyk Khersonskoho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu, 2 (3), 125–129. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vkhdtu_2018_3(2)__22
15. Novoe v sisteme Mathematica 13. Available at: https://www.wolfram.com/mathematica/new-in-13/?src=google&416&gclid=CjwKCAjwoIqhBhAGEiwArXT7K8zKs9Z8YovGKAWvKBp7u47bBVWpdVSzgJKfFc9pm5A6bmMfWlUH1hoCu1cQAvD_BwE
16. The Essential Tool for Mathematics. Available at: https://www.maplesoft.com/products/Maple/

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.279616

DETERMINING THE ELONGATION OF T-TYPE PRESSURE FIRE HOSES BASED ON FULL-SCALE EXPERIMENTS (p. 13–20)

Serhiy Stas
National University of Civil Defence of Ukraine, Kharkiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6139-6278

Artem Bychenko
National University of Civil Defence of Ukraine, Kharkiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3788-3268

Denis Kolesnikov
National University of Civil Defence of Ukraine, Kharkiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4068-3454

Oleksii Myhalenko
National University of Civil Defence of Ukraine, Kharkiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2750-1556

Mykhailo Pustovit
Cherkasy Institute of Fire Safety Named After Chornobyl Heroes of National University of Civil Defence of Ukraine, Cherkassy, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5313-1459

Kostiantyn Myhalenko
Cherkasy Institute of Fire Safety Named After Chornobyl Heroes of National University of Civil Defence of Ukraine, Cherkassy, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7125-8442

Lesya Horenko
Cherkasy Institute of Fire Safety Named After Chornobyl Heroes of National University of Civil Defence of Ukraine, Cherkassy, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3044-6930

The phenomenon of changing the geometric parameters of pressure fire hoses is manifested when they transport extinguishing liquids. Although the extension of pressure fire hoses does not have a significant impact on the fire extinguishing process, the energy costs associated with such changes should be taken into account. In fact, part of the power of the fire pump is spent not on transporting liquids and forming extinguishing jets but on the «optional» lengthening of pressure fire hoses. Latex pressure fire hoses with diameters of 51 mm and 77 mm and fire pressure hoses with double-sided polymer coating of 51 mm (all of type T) were randomly selected for the experiments. The temperature was 263 K and 298 K, the fluid flow rate was constant, the pressure values at the inlet of the Protek 366 fire barrel had fixed values. No significant changes in the diameters (expansion or narrowing) of pressure fire hoses were recorded during water transportation. An elongation of 79 cm with a hose length of 1960 cm (73 cm with a hose length of 1790 cm) was recorded when transporting water in the case of using hoses with a diameter of 77 mm, a pressure at their inlet of 0.8 MPa, a temperature of 263 K, and a water flow rate of 0 l/s. The force that provided such a stretch was 2.04 kN. When extinguishing liquid was supplied by pressure fire hoses with a diameter of 77 mm in the temperature range of 263–298 K, the elongation decreased slightly with decreasing temperature. A slight unevenness of stretching of pressure fire hoses along the length was found when stretching increased closer to their middle. The results indicate the dependence of the amount of stretching on the materials from which pressure fire hoses are made, as well as their diameter. The values of dynamic forces that cause stretching of pressure fire hoses established in the study can be used in practice when taking into account the forced energy losses for fluid transportation.

Keywords: fire hose, hose line, water transportation, geometric dimensions, fire hose extension.

References

1. Larin, A. N., Chernobay, G. A., Nazarenko, S. Y. (2014). Vyznachennia pozdovzhnoi zhorstkosti pozhezhnoho rukava. Problemy pozhezhnoi bezpeky, 35, 133–138. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ppb_2014_35_23
2. Nazarenko, S., Kovalenko, R., Asotskyi, V., Chernobay, G., Kalynovskyi, A., Tsebriuk, I. et al. (2020). Determining mechanical properties at the shear of the material of «T» type pressure fire hose based on torsion tests. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 5 (7 (107)), 45–55. doi: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.212269
3. Larin, O. M., Chernobai, H. O., Nazarenko, S. Yu., Zapolskyi, L. L. (2015). Vyznachennia dysypatyvnykh vlastyvostei napirnoho pozhezhnoho rukava typu «T» diametrom 77 mm. Naukovyi visnyk Ukrainskoho naukovo-doslidnoho instytutu pozhezhnoi bezpeky, 2 (32), 18–25.
4. Larin, O., Morozov, O., Nazarenko, S., Chernobay, G., Kalynovskyi, A., Kovalenko, R. et al. (2019). Determining mechanical properties of a pressure fire hose the type of «T». Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 6 (7 (102)), 63–70. doi: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.184645

5. Cho, J. R., Yoon, Y. H., Seo, C. W., Kim, Y. G. (2015). Fatigue life assessment of fabric braided composite rubber hose in complicated large deformation cyclic motion. Finite Elements in Analysis and Design, 100, 65–76. doi: https://doi.org/10.1016/j.finel.2015.03.002
6. Motorin, L. V., Stepanov, O. S., Bratolyubova, E. V. (2011). The simplified mathematical model for strength calculation of pressure fire hoses under hydraulic influence. Tehnologiya tekstil'noy promyshlennosti, 1, 126–133.
7. Aripbayeva, A. E. et al. (2016). New Formula for Strength Calculation of Pressure Fire Hoses under Intrinsic Hydraulic Pressure. International Journal of Research in Engineering, IT and Social Sciences, 06 (12), 47–50. Available at: http://indusedu.org/pdfs/IJREISS/IJREISS_1022_58588.pdf
8. Aripbaeva, A. E., Myrkhalykov, Zh. U., Koifman, O. I., Bazarov, Yu. M., Stepnov, S. G. (2016). Perspective direction of calculation and design of reinforcing carcasses of tension fire hoses on basis of synthetic fibers. Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii khimiya khimicheskaya tekhnologiya, 59 (7), 92–95. doi: https://doi.org/10.6060/tcct.20165907.5406
9. Aripbaeva, A. E., Mirkhalykov, Z. U., Kaldybaev, R. T., Koyfman, O. I., Bazarov, Y. M., Stepanova, S. M., Stepanov, S. G. (2020). Investigation of characteristics of woven reinforcing frames of pressure fire hoses and their influence on values of internal bursting pressures. Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii khimiya khimicheskaya tekhnologiya, 63 (10), 96–104. doi: https://doi.org/10.6060/ivkkt.20206310.6234
10. Anikin, S. N., Danilov, M. M., Denisov, A. N., Korolev, P. S., Litvinov, A. A. (2022). Algorithm of actions of fire service to extend high-pressure hoses when extinguishing a fire on the railway. Fire and Emergencies: Prevention, Elimination, 3, 99–109. doi: https://doi.org/10.25257/fe.2022.3.99-109
11. Park, J., Kim, S.-J., Chun, K.-H. (2022). Verification of the Effectiveness of a Fire Hose Backpack in Areas Fire Trucks have Difficulty Accessing. Fire Science and Engineering, 36 (5), 134–141. https://doi.org/10.7731/kifse.db6da288
12. Kim, H., Song, Y. (2021). A Study on the Durability of Fire Hoses of Fire Hydrants. Journal of the Korean Society of Hazard Mitigation, 21 (6), 97–102. doi: https://doi.org/10.9798/kosham.2021.21.6.97
13. Prisyajnyuk, V., Semychayevsky, S., Yakimenko, M., Osadchuk, M., Svirskiy, V., Milutin, O. (2020). Analysis of structural compliance and basic technical requirements for layflat fire hoses for fire-rescue equipment. Series: Engineering Science and Architecture, 154, 324–327. doi: https://doi.org/10.33042/2522-1809-2020-1-154-324-327
14. Prisyajnyuk, V., Semychayevsky, S., Yakimenko, M., Osadchuk, M., Svirskiy, V., Milutin, O. (2020). About improvement of the regulatory base for technical requirements and test methods for delivery fire hoses. Series: Engineering Science and Architecture, 154, 312–317. doi: https://doi.org/10.33042/2522-1809-2020-1-154-312-317
15. Muramatsu, H., Iino, R., Yoneda, K. (2018). Development of Fire Hose Laying Robot. The Proceedings of JSME Annual Conference on Robotics and Mechatronics (Robomec), 2018, 1A1-I12. doi: https://doi.org/10.1299/jsmermd.2018.1a1-i12
16. Stas, S., Bychenko, A., Kolesnikov, D., Myhalenko, O., Pustovit, M. (2021). Experimental study of changes in the geometric parameters of fire hoses during the supply of extinguishing agents. Bulletin of the National Technical University «KhPI». Ser.: Hydraulic Machines and Hydraulic Units, 2, 39–42. Available at: http://gm.khpi.edu.ua/article/view/248744
17. Stas, S., Bychenko, A., Pustovit, M., Myhalenko, O., Kolesnikov, D. (2022). Experimental research of geometric parameters change of the of fire hoses when using the Protek 366 nozzle. Bulletin of the National Technical University «KhPI». Ser.: Hydraulic Machines and Hydraulic Units, 1, 78–82. Available at: http://gm.khpi.edu.ua/article/view/267053
18. Kostiuk, D., Kolesnikov, D., Stas, S., Yakhno, O. (2018). Research into cavitation processes in the trapped volume of the gear pump. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 4 (7 (94)), 61–66. doi: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.139583
19. Yakhno, O., Seminskaya, N., Kolesnikov, D., Stas, S. (2014). Destabilization of stream in a channel with the length-varying flow rate. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 3 (7 (69)), 45–49. doi: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2014.24658
20. Yakhno, O., Stas, S., Gnativ, R. (2015). Taking into account the fluid compressibility at its unsteady flow in pressure pipelines of fire extinguishing systems. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 3 (7 (75)), 38–42. doi: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2015.42447
21. Maglyovana, T., Nyzhnyk, T., Stas, S., Kolesnikov, D., Strikalenko, T. (2020). Improving the efficiency of water fire extinguishing systems operation by using guanidine polymers. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1 (10 (103)), 20–25. doi: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.196881

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.282129

OPTIMIZING THE UTILIZATION OF STRUCTURAL RESOURCES OF FLIGHT SIMULATOR MOTION SYSTEMS (p. 21–32)

Volodymyr Kabanyachyi
National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0170-3923

Serhii Hrytsan
National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4731-9292

The object of the study is a six degrees-of-freedom motion system of the synergistic type of a flight simulator. The latter is the main technical means for training pilots and means of research and development of aircraft. The task of optimal utilization of its structural resources was solved, which provides an opportunity to improve the quality of motion cueing. The result is the developed method, which ensures optimal use of structural resources of motion systems of flight simulators. This is explained, first of all, by the use of the developed simplified operator for converting the movements of jacks into the movement of a motion system along individual degrees of freedom on the basis of quadratic approximation. Given this, it became possible to describe the coordinates of the centers of the axes of rotation of the motion system by cubic spline functions. Secondly, the solution of the task of estimating the structural resources of the motion system along linear degrees of freedom on the basis of the developed criterion was carried out by an effective modified method of the deformed polyhedron. This method combines the random search method in the first steps of the search and the gradient method in determining the global extremum. Thirdly, the problem of determining the dependence of the coordinates of the pitch and yaw axes along the pitch angle was stated and solved. Owing to the optimal utilization of the

structural resources of motion systems, the coordinates of the axis of their rotation along pitch are as close as possible to the coordinate of the axis of the aircraft. Thus, the quality of motion cueing on the flight simulator is significantly increased and it is possible to use motion systems with shorter lengths of jacks, and therefore, to reduce the cost of their manufacture and operation.

Keywords: jacks, motion system, structural resources, flight simulator, motion cueing.

References

1. Kabanyachyi, V., Sukhov, V. (2022). Sensor calibration of flight simulator motion system. Modern Engineering and Innovative Technologies, 1 (22-01), 127–134. doi: https://doi.org/10.30890/2567-5273.2022-22-01-021
2. Andrievskiy, B. R., Arseniev, D. G., Zegzhda, S. A., Kazunin, D. V., Kuznetsov, N. V., Leonov, G. A. et al. (2017). Dynamics of the Stewart platform. Vestnik of Saint Petersburg University. Mathematics. Mechanics. Astronomy, 4 (62 (3)), 489–506. doi: https://doi.org/10.21638/11701/spbu01.2017.311
3. Chandrasekaran, K., Theningaledathil, V., Hebbar, A. (2021). Ground based variable stability flight simulator. Aviation, 25 (1), 22–34. doi: https://doi.org/10.3846/aviation.2021.13564
4. Markou, A. A., Elmas, S., Filz, G. H. (2021). Revisiting Stewart-Gough platform applications: A kinematic pavilion. Engineering Structures, 249, 113304. doi: https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2021.113304
5. Hurtasenko, A., Chuev, K., Voloshkin, A., Cherednikov, I., Gavrilov, D. (2022). Optimization of the design parameters of robotic mobility platforms for training machine operators on the simulator and the implementation of the required trajectories. Bulletin of Belgorod State Technological University Named after. V. G. Shukhov, 7 (4), 101–115. doi: https://doi.org/10.34031/2071-7318-2021-7-4-101-115
6. Daş, T., Kumpas, I. (2019). Mathematical Modelling, Simulation and Application of Full Flight Helicopter Simulator. Uluslararası Muhendislik Arastirma ve Gelistirme Dergisi, 11 (1), 135–140. doi: https://doi.org/10.29137/umagd.454156
7. Virgil Petrescu, R. V., Aversa, R., Apicella, A., Kozaitis, S., Abu-Lebdeh, T., Petrescu, F. I. T. (2018). Inverse Kinematics of a Stewart Platform. Journal of Mechatronics and Robotics, 2 (1), 45–59. doi: https://doi.org/10.3844/jmrsp.2018.45.59
8. Sapunov, E. A., Proshin, I. A. (2011). Modeling of the dynamic stand drive at aviation training simulator. Yzvestyia Samarskoho nauchnoho tsentra Rossyiskoi akademiy nauk, 13 (1-2), 337–340.
9. Scholten, P. A., van Paassen, M. M., Chu, Q. P., Mulder, M. (2020). Variable Stability In-Flight Simulation System Based on Existing Autopilot Hardware. Journal of Guidance, Control, and Dynamics, 43 (12), 2275–2288. doi: https://doi.org/10.2514/1.g005066
10. Silva, D., Garrido, J., Riveiro, E. (2022). Stewart Platform Motion Control Automation with Industrial Resources to Perform Cycloidal and Oceanic Wave Trajectories. Machines, 10 (8), 711. doi: https://doi.org/10.3390/machines10080711
11. Velasco, J., Calvo, I., Barambones, O., Venegas, P., Napole, C. (2020). Experimental Validation of a Sliding Mode Control for a Stewart Platform Used in Aerospace Inspection Applications. Mathematics, 8 (11), 2051. doi: https://doi.org/10.3390/math8112051
12. Yang, F., Tan, X., Wang, Z., Lu, Z., He, T. (2022). A Geometric Approach for Real-Time Forward Kinematics of the General Stewart Platform. Sensors, 22 (13), 4829. doi: https://doi.org/10.3390/s22134829
13. Teodorescu, P. P. (2007). Kinematics. Mathematical and Analytical Techniques with Applications to Engineering, 287–351. doi: https://doi.org/10.1007/1-4020-5442-4_5

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.276642

THE DEVELOPMENT OF COMPOSITE REINFORCED HYBRID FIBER MUSA ACUMINATA STEM-HIBISCUS TILIACEUST BARK WITH FILLER LIQUID RUBBER AS VEHICLE BUMPER (p. 33–40)

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

Rudy Sutanto
University of Mataram, Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8666-9650

The characterized of the polyester composites reinforced of the hybrid fiber musa acuminata stem fiber (MASF)-hibiscus tiliaceust bark fiber (HTBF) with liquid rubber filler was studied. The object of research is the polyester composite material, hybrid natural fiber reinforcement and filler Carboxyl Terminated Butadiene Acrylonitryle (CTBN). The polyester composite material which is used as a vehicle bumper, is easily broken and has low heat resistance so that its shape easily changes/shrinks due to heat. This research aims to develop the tensile strength, impact toughness and heat resistance of polyester composites. The reason for using the MASF-HTBF hybrid fiber as a reinforcement for polyester composite materials is because MASF and HTBF are natural fibers that have great potential to be developed to improve the mechanical properties of polyester composites, as substitutes for synthetic fibers. In this study, the conditions of MASF and HTBF were given alkaline treatment by immersing them in 5 % NaOH solution for 24 hours then drying. The combined/hybrid ratio between the MASF and CTBF volume fractions is: 5 %:25 %, 10 %:20 % and 15 %:15 %. To increase impact toughness, CTBN filler is added with variations of 5 %, 10 %. The mechanical characteristics of the specimens were carried out by means of a tensile test and an impact test. The change in mass or shrinkage as a result is tested by TGA. The results showed that the MASF-HTBF hybrid fiber-reinforced polyester composite material with CTBN filler has better mechanical properties than single natural fibers, so it is important to develop it further as a material for making vehicle bumper.

Keywords: musa acuminata, stem, hibiscus tiliaceust, bark, fiber, polyester composite, tensile strength, impact thoughnes, heat shrinkage, vehicle bumper.

References

1. Braga, R., Magalhaes, Jr, P. (2014). Rear Bumper Laminated In Jute Fiber With Polyester Resin. International Journal of Engineering Research and Applications, 4 (9), 174–184.
2. Mir, A., Zitoune, R., Collombet, F., Bezzazi, B. (2009). Study of Mechanical and Thermomechanical Properties of Jute/Epoxy Composite Laminate. Journal of Reinforced Plastics

and Composites, 29 (11), 1669–1680. doi: https://doi.org/10.1177/0731684409341672
3. Sanjay, M. R., Arpitha, G. R., Yogesha, B. (2015). Study on Mechanical Properties of Natural – Glass Fibre Reinforced Polymer Hybrid Composites: A Review. Materials Today: Proceedings, 2 (4-5), 2959–2967. doi: https://doi.org/10.1016/j.matpr.2015.07.264
4. Davoodi, M. M., Sapuan, S. M., Ali, A., Ahmad, D., Khalina, A. (2010). Thermoplastic impact property improvement in hybrid natural fibre epoxy composite bumper beam. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 11, 012013. doi: https://doi.org/10.1088/1757-899x/11/1/012013
5. Hassan, C. S., Pei, Q., Sapuan, S. M., Abdul Aziz, N., Mohamed Yusoff, M. Z. (2018). Crash Performance of Oil Palm Empty Fruit Bunch (OPEFB) Fibre Reinforced Epoxy Composite Bumper Beam using Finite Element Analysis. International Journal of Automotive and Mechanical Engineering, 15 (4), 5826–5836. doi: https://doi.org/10.15282/ijame.15.4.2018.9.0446
6. Ragupathi, P., Sivaram, N. M., Vignesh, G., Milon, D. S. (2018). Enhancement of impact strength of a car bumper using natural fiber composite made of jute. I-Manager's Journal on Mechanical Engineering, 8 (3), 39. doi: https://doi.org/10.26634/jme.8.3.14737
7. Davoodi, M. M., Sapuan, S. M., Ahmad, D., Aidy, A., Khalina, A., Jonoobi, M. (2011). Concept selection of car bumper beam with developed hybrid bio-composite material. Materials & Design, 32 (10), 4857–4865. doi: https://doi.org/10.1016/j.matdes.2011.06.011
8. Irawan, A. P., Anggarina, P. T., Utama, D. W., Najid, N., Abdullah, M. Z., Siregar, J. P. et al. (2022). An Experimental Investigation into Mechanical and Thermal Properties of Hybrid Woven Rattan/Glass-Fiber-Reinforced Epoxy Composites. Polymers, 14 (24), 5562. doi: https://doi.org/10.3390/polym14245562
9. Cao, Y., Wang, W., Wang, Q., Wang, H. (2013). Application of Mechanical Models to Flax Fiber /Wood Fiber/ Plastic Composites. BioResources, 8 (3). doi: https://doi.org/10.15376/biores.8.3.3276-3288
10. Daud, M. A. M., Ab. Ghani, A. F., Zakaria, K. A., Selamat, M. Z., Dharmalingam, S., Thirukumaran, M. (2021). The Effect of Pineapple Leaf Fiber as a Filler in Polymer Matrix Composite for Interior Part in Automotive. International Journal of Nanoelectronics and Materials, 14, 363–372. Available at: https://www.researchgate.net/publication/354311026_The_Effect_of_Pineapple_Leaf_Fiber_as_a_Filler_in_Polymer_Matrix_Composite_for_Interior_Part_in_Automotive
11. Sujita, S., Sutanto, R. (2022). Characteristics of polyester composite reinforced hybrid Hibiscus tiliaceust bark and palm fibers as harrow comb (leveler) material. World Journal of Advanced Engineering Technology and Sciences, 7 (1), 113–119. doi: https://doi.org/10.30574/wjaets.2022.7.1.0100
12. Sujita, S., Sari, N. H. (2022). The greatness of the characteristics fiber pseudo stem outer layer of Musa acuminata origin lombok Indonesia as reinforcing polyester composite. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 4 (12 (118)), 38–43. doi: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.261921
13. Gabr, M. H., Elrahman, M. A., Okubo, K., Fujii, T. (2010). A study on mechanical properties of bacterial cellulose/epoxy reinforced by plain woven carbon fiber modified with liquid rubber. Composites Part A: Applied Science and Manufacturing, 41 (9), 1263–1271. doi: https://doi.org/10.1016/j.compositesa.2010.05.010
14. Kim, J., Kim, J. (2017). Epoxy Resins Toughened with Surface Modified Epoxidized Natural Rubber Fibers by One-Step Electrospinning. Materials, 10 (5), 464. doi: https://doi.org/10.3390/ma10050464
15. Dudin, V., Makarenko, D., Derkach, O., Muranov, Y. (2022). Determining the influence of a filler on the properties of composite materials based on Phenylone C2 for tribojunctions in machines and assemblies. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 5 (12 (119)), 38–46. doi: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.266160
16. Manik, P., Suprihanto, A., Nugroho, S., Sulardjaka, S. (2021). The effect of lamina configuration and compaction pressure on mechanical properties of laminated gigantochloa apus composites. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 6 (12 (114)), 62–73. doi: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.243993
17. Mujiyono, M., Nurhadiyanto, D., Mukhammad, A. F. H., Riyadi, T. W. B., Wahyudi, K., Kholis, N. et al. (2023). Damage formations of ramie fiber composites multilayer armour system under high-velocity impacts. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1 (12 (121)), 16–25. doi: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.273788

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.279006
DETERMINING THE RESIDUAL SERVICE LIFE OF POLYMER-MODIFIED ASPHALT CONCRETE PAVEMENT ON ROAD BRIDGES (p. 41–51)

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

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

Olexiy Zagorodniy
National Transport University, Kyiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0009-0005-8869-7985

Vadym Moroz
National Transport University, Kyiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0009-0003-5554-6086

The object of research is the asphalt pavement of road bridges. Its residual period was assessed taking into account the joint effect of the ambient temperature and vehicles.

It has been established that a set of negative factors affects the reduction of the service life (residual resource) of asphalt pavement on bridges. These include different modulus of elasticity of reinforced concrete base and asphalt pavement and the difference in coefficients of linear thermal expansion. As well as loads from the wheels of vehicles, temperature fluctuations, alternating freezing-thawing of water in pores and damaged places.

It was found that one of the reasons for reducing the residual life of asphalt pavement on reinforced concrete road bridges is the insufficient study and use of polymers in order to adjust the properties of asphalt concrete.

Taking into account the joint influence of temperature and transport in assessing the crack resistance of asphalt pavement on reinforced concrete road bridges would allow a more objective assessment of the residual life of such coat-

ings and their service life. Arrangement of asphalt pavement with improved properties, due to polymeric latex, could increase its residual life. This, in turn, would lead to a reduction in costs for the repair and maintenance of not only asphalt pavement but also the road bridge as a whole.

Keywords: highway, road bridge, residual resource, crack resistance, asphalt pavement, polymers.

References

1. DSTU 4044:2019. Viscous petroleum road bitumens. Specification (2019). Kyiv. Available at: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=84291
2. DSTU 8959:2019. Asphalt concrete mixtures and asphalt concrete roads based on bitumes of modified polymers. Specifications (2019). Kyiv. Available at: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=86571
3. Onyshchenko, A. M., Kuzminets, M. P., Nevinhlovskyi, V. F., Harkusha, M. V. (2015). Teoretychni ta praktychni doslidzhennia resursu asfaltobetonnoho pokryttia na zalizobetonnykh transportnykh sporudakh. Kyiv: NTU, 334.
4. Zolotareva, V. A., Bratchun, V. I. (Eds.) (2003). Modified bituminous waters, special bitums and bitums with additives in a road construction. Movie Road Association. Technical Commate «Non-Roads» (C8). Kharkiv: Education Knife.
5. DSTU 9116:2021. Bitumen and bituminous binders. Polymer modified road bitumen. Specification (2021). Kyiv. Available at: http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page.html?id_doc=96264
6. Onischenko, A., Aksenov, S., Nevynhlovskyy, V., Garkusha, M., Riznichenko, O. (2014). Method of preparation and test results of bitumen modified with polymers using laboratory blade mixer. Proceeding of the 17th Conference for Junior Researchers «Science – Future of Lithuania» Transport engineering and management. Vilnius, 41–44.
7. Onyshchenko, A. M., Nevinhlovskyi, V. F., Harkusha, M. V. (2012). Pidvyshchennia zalyshkovoho resursu asfaltobetonnoho pokryttia za rakhunok polimernykh lateksiv na zalizobetonnykh mostovykh sporudakh. Naukovi notatky, 36, 227–232.
8. Makarchev, O. O., Mozghovyi, V. V., Besarab, O. M., Onyshchenko, A. M. (2006). Otsinka vplyvu modyfikatora bitumu Butonal NS 198 na pidvyshchennia dovhovichnosti asfaltobetonnoho pokryttia. Dorohy i mosty, 5, 275–288.
9. Sidun, I., Solodkyy, S., Vollis, O., Stanchak, S., Bidos, V. (2021). Adhesion of bituminous binders with aggregates in the context of surface dressing technology for road pavements treatment. Theory and Building Practice, 1, 92–99. doi: https://doi.org/10.23939/jtbp2021.01.092
10. Luchko, Y. Y., Koval, P. M., Korniev, M. M., Lantukh-Liashchenko, A. I., Kharkhalis, M. R. (2005). Mosty: konstruktsiyi ta nadiynist. Lviv: Kameniar, 989.
11. Barksdale, R. D. (1972). Laboratory Evaluation of Rutting in Base Course Materials. Third International Conference on the Structural Design of Asphalt Pavements, 1, 161–174. Available at: https://trid.trb.org/view/138844
12. Stuart, K. D., Mogawer, W. S., Romero, P. (2000). Validation of asphalt binder and mixture tests that measure rutting. FHWA-RD-99-204. Available at: https://www.fhwa.dot.gov/publications/research/infrastructure/pavements/ppub/99204/index.cfm
13. Materials testing manual / Department of Transport and Main Roads. Queensland Department of Transport and Main Roads. Available at: https://nla.gov.au/nla.obj-1744784729/view
14. Zhou, F., Li, H., Chen, P., Scullion, T. (2014). Research Report No. FHWA/TX-14/0-6674-1: Laboratory Evaluation of Asphalt Binder Rutting, Fracture, and Adhesion tests. Available at: https://rosap.ntl.bts.gov/view/dot/27289
15. Kovalchuk, V., Onyshchenko, A., Fedorenko, O., Habrel, M., Parneta, B., Voznyak, O. et al. (2021). A comprehensive procedure for estimating the stressed-strained state of a reinforced concrete bridge under the action of variable environmental temperatures. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2 (7 (110)), 23–30. doi: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.228960
16. Kovalchuk, V., Sobolevska, Y., Onyshchenko, A., Fedorenko, O., Tokin, O., Pavliv, A. et al. (2021). Procedure for determining the thermoelastic state of a reinforced concrete bridge beam strengthened with methyl methacrylate. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 4 (7 (112)), 26–33. doi: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.238440
17. Vyrozhemskyi, V., Kopynets, I., Kischynskyi, S., Bidnenko, N. (2017). Epoxy asphalt concrete is a perspective material for the construction of roads. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 236, 012022. doi: https://doi.org/10.1088/1757-899x/236/1/012022
18. Mozgovyi, V., Baran, S., Kutsman, A. (2017). Improvement in strength calculation for pavement structure of rail station areas. MATEC Web of Conferences, 116, 01009. doi: https://doi.org/10.1051/matecconf/201711601009
19. Gustelev, O. O., Gulyaev, V. I., Haydachuk, V. V., Mozgovy, V. V., Zayets, Yu. O., Shevchuk, L. V., Shlyun, N. V. (2018). Thermoelastic state of multilayer road surfaces. Kharkiv: NTU, 252.
20. Gustelev, O. O., Haydaichuk, V. V., Mozgovy, V. V., Shevchuk, L. V. (2019). Deformation analysis road surface on the metal plate of the Southern Bridge. Industrial construction and engineering facilities: scientific and industrial magazine, 1, 31–38.

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.275717

APPLYING MULTI-CRITERIA DECISION-MAKING METHODS FOR CUTTING OIL SELECTION (p. 52–58)

Hoang Xuan Thinh
Hanoi University of Industry, Hanoi, Vietnam
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7322-891X

Nguyen Trong Mai
Hanoi University of Industry, Hanoi, Vietnam
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9257-5324

Nguyen Truong Giang
Hanoi University of Industry, Hanoi, Vietnam
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0735-0735

Vu Van Khiem
Hanoi University of Industry, Hanoi, Vietnam
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1183-3385

Many machining processes would not be possible without the presence of cutting oils. There are many different types of cutting oils on the market today, each with different properties. The difference of oils is manifested in many parameters such as viscosity, combustion temperature, recyclability, pollution tendency, stability, price, etc. Choosing the best oil is a difficult and tedious task for customers. In this work, we present the results of a study on the selection of cutting oil using multi-criteria decision-making (MCDM)

methods. The selection of the best oil is made on the basis of ranking of seven different types. Two MCDM methods used in this study are Proximity Indexed Value (PIV) and Collaborative Unbiased Rank List Integration (CURLI). This two methods have been used to rank cutting oils. These are two methods with completely different characteristics. When using the PIV method, it is necessary to standardize the data and determine the weights for the criteria. Meanwhile, if using the CURLI method, these two tasks are not needed. In addition, three different weight methods were also used to calculate the weights for the criteria including EQUAL, Rank Order Centroid weight (ROC weight) and Rank Sum weight (RS weight). These three methods have been used to determine the weights for the criteria of cutting oil. The PIV method was used three times corresponding to three different weight methods. The results showed that out of the four ranking results (three using the PIV method and one using the CURLI method), the same best oil was unanimously identified. It is recommended that the CURLI method should be used if weighting of criteria and data normalization are not desired.

Keywords: cutting oil, MCDM methods, CURLI method, PIV method, weight method.

References

1. Nguyen, H. S., Vo, N. U. T. (2022). Multi-Objective Optimization in Turning Process Using RIM Method. Applied Engineering Letters: Journal of Engineering and Applied Sciences, 7 (4), 143–153. doi: https://doi.org/10.18485/aeletters.2022.7.4.2
2. Petković, D., Madić, M., Radovanović, M., Gečevska, V. (2017). Application of the performance selection index method for solving machining mcdm problems. Facta Universitatis, Series: Mechanical Engineering, 15 (1), 97. doi: https://doi.org/10.22190/fume151120001p
3. Madić, M., Radovanović, M., Manić, M. (2016). Application of the ROV method for the selection of cutting fluids. Decision Science Letters, 245–254. doi: https://doi.org/10.5267/j.dsl.2015.12.001
4. Jagadish, Ray, A. (2014). Cutting Fluid Selection for Sustainable Design for Manufacturing: An Integrated Theory. Procedia Materials Science, 6, 450–459. doi: https://doi.org/10.1016/j.mspro.2014.07.058
5. Sen, B., Gupta, M., Mia, M., Pimenov, D., Mikołajczyk, T. (2021). Performance Assessment of Minimum Quantity Castor-Palm Oil Mixtures in Hard-Milling Operation. Materials, 14 (1), 198. doi: https://doi.org/10.3390/ma14010198
6. Deshamukhya, T., Ray, A. (2014). Selection of cutting fluid for greenmanufacturing using Analytical Hierarchy Process (AHP): A CASE STUDY. International Journal of Mechanical Engineering and Robotics Research, 3 (1), 173–182. Available at: http://www.ijmerr.com/v3n1/ijmerr_v3n1_20.pdf
7. Goswami, S. S., Behera, D. K. (2021). Implementation of COPRAS and ARAS MCDM Approach for the Proper Selection of Green Cutting Fluid. Current Advances in Mechanical Engineering, 975–987. doi: https://doi.org/10.1007/978-981-33-4795-3_90
8. Jayant, A., Neeru, Singh, P. (2018). A decision-making framework model of cutting fluid selection for green manufacturing: A synthesis of 3 MCDM approaches, 2018, 1st International Conference on Advances in Engineering and Technology. Quetta. Available at: https://www.researchgate.net/publication/323748301_A_DECISION-MAKING_FRAMEWORK_MODEL_OF_CUTTING_FLUID_SELECTION_FOR_GREEN_MANUFACTURING_A_SYNTHESIS_OF_3_MCDM_APPROACHES
9. Jagadish, Ray, A. (2014). Green cutting fluid selection using moosra method. International Journal of Research in Engineering and Technology, 03 (03), 559–563. doi: https://doi.org/10.15623/ijret.2014.0315105
10. Duc Trung, D. (2021). A combination method for multi-criteria decision making problem in turning process. Manufacturing Review, 8, 26. doi: https://doi.org/10.1051/mfreview/2021024
11. Trung, D. D. (2021). Application of EDAS, MARCOS, TOPSIS, MOORA and PIV Methods for Multi-Criteria Decision Making in Milling Process. Strojnícky Časopis – Journal of Mechanical Engineering, 71 (2), 69–84. doi: https://doi.org/10.2478/scjme-2021-0019
12. Do, T. (2021). The Combination of Taguchi – Entropy – WASPAS-PIV Methods for Multi-Criteria Decision Making when External Cylindrical Grinding of 65G Steel. Journal of Machine Engineering, 21 (4), 90–105. doi: https://doi.org/10.36897/jme/144260
13. Do, T. (2021). Application of TOPSIS an PIV Methods for Multi-Criteria Decision Making in Hard Turning Process. Journal of Machine Engineering, 21 (4), 57–71. doi: https://doi.org/10.36897/jme/142599
14. Trung, D. D. (2022). Comparison R and CURLI methods for multi-criteria decision making. Advanced Engineering Letters, 1 (2), 46–56. doi: https://doi.org/10.46793/adeletters.2022.1.2.3
15. Tran, D. V. (2022). Application of the Collaborative Unbiased Rank List Integration Method to Select the Materials. Applied Engineering Letters: Journal of Engineering and Applied Sciences, 7 (4), 133–142. doi: https://doi.org/10.18485/aeletters.2022.7.4.1
16. Dua, T. V. (2023). Combination of symmetry point of criterion, compromise ranking of alternatives from distance to ideal solution and collaborative unbiased rank list integration methods for woodworking machinery selection for small business in Vietnam. EUREKA: Physics and Engineering, 2, 83–96. doi: https://doi.org/10.21303/2461-4262.2023.002763
17. Nguyen, A.-T. (2023). The Improved CURLI Method for Multi-Criteria Decision Making. Engineering, Technology & Applied Science Research, 13 (1), 10121–10127. doi: https://doi.org/10.48084/etasr.5538
18. Dung, H. T., Do, D. T., Nguyen, V. T. (2022). Comparison of Multi-Criteria Decision Making Methods Using The Same Data Standardization Method. Strojnícky Časopis – Journal of Mechanical Engineering, 72 (2), 57–72. doi: https://doi.org/10.2478/scjme-2022-0016
19. Son, N. H., Hieu, T. T. (2023). Selection of welding robot by multi-criteria decision-making method. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1 (3 (121)), 66–72. doi: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.269026
20. Mufazzal, S., Muzakkir, S. M. (2018). A new multi-criterion decision making (MCDM) method based on proximity indexed value for minimizing rank reversals. Computers & Industrial Engineering, 119, 427–438. doi: https://doi.org/10.1016/j.cie.2018.03.045
21. Kiger, J. R., Annibale, D. J. (2016). A new method for group decision making and its application in medical trainee selection. Medical Education, 50 (10), 1045–1053. doi: https://doi.org/10.1111/medu.13112
22. Trung, D. D. (2022). Development of data normalization methods for multi-criteria decision making: applying for

MARCOS method. Manufacturing Review, 9, 22. doi: https://doi.org/10.1051/mfreview/2022019
23. Podvezko, V. (2009). Application of AHP Technique. Journal of Business Economics and Management, 10 (2), 181–189. doi: https://doi.org/10.3846/1611-1699.2009.10.181-189

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.279618

FORMATION OF THE QUALITY OF HOLES OBTAINED BY DRILLING IN AVIATION STRUCTURES MADE FROM POLYMER COMPOSITE MATERIALS (p. 59–67)

Borys Lupkin
National Aerospace University «Kharkiv Aviation Institute», Kharkiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7613-537X

Oleksii Andrieiev
Antonov Company, Kyiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2767-4884

Kateryna Maiorova
National Aerospace University «Kharkiv Aviation Institute», Kharkiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3949-0791

Victor Antonyuk
National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0690-2411

Sergii Vysloukh
National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2204-2602

The subject of this study is the quality indicators (geometric accuracy, roughness, cylindricity and taperness) of holes obtained by drilling in aircraft structures (AS) made of polymeric composite materials (PCM). The quality indicators of holes in AS made from PCM were studied by using kinematic schemes across and along the direction of drilling. A kinematic scheme of formation of the predicted surface roughness of the hole in AS made from PCM has been built. The calculation of the predicted roughness of PCM holes taking into account the geometry of the drill and drilling modes has been proposed. Experimental studies have been implemented to establish the parameters of predicted roughness, geometric accuracy, taperness, as well as deviations from cylindricity. The methods used were the method of expert assessments and experimental studies of quality indicators of PCM openings. The following results were obtained: the roughness in full-scale experiments turned out to be lower than the theoretical calculated values with a difference of not more than 10...15 %. It was found that roughness, taperness, deviations from geometric precision and cylindricity differ in characteristic rotation zones of the drill from 0° to 360° and depend on the drilling parameters and PCM properties. It was found that the deviation from the hole cylindricity is affected by the shrinkage of the material. The appearance of ovality in the holes of prototypes was established. The results of experimental studies of measurements of hole diameters to establish deviations from cylindricity, geometric accuracy, and taperness met the production requirements for the accuracy of their manufacture. For geometric precision and deviation from cylindricity, the results ranged from 7 to 12 IT grades, and for taperness, from 0.083 to 0.28 % per a hole in AS made from PCM and 9–10 IT grades.

Keywords: polymeric composite materials, hole drilling, hole roughness, geometric precision.

References

1. Shyha, I., Huo, D. (Eds.) (2021). Advances in Machining of Composite Materials. Engineering Materials. Springer. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-71438-3
2. Andrieiev, O. V. (2020). Naukovi osnovy pidvyshchennia efektyvnosti stvorennia konstruktsiy transportnykh litakiv iz polimernykh kompozytsiynykh materialiv na etapakh zhyttievoho tsyklu vyrobu. Kyiv, 333. Available at: https://er.nau.edu.ua/handle/NAU/44706
3. Oliveux, G., Dandy, L. O., Leeke, G. A. (2015). Current status of recycling of fibre reinforced polymers: Review of technologies, reuse and resulting properties. Progress in Materials Science, 72, 61–99. doi: https://doi.org/10.1016/j.pmatsci.2015.01.004
4. Kondratiev, A., Kovalenko, V., Nabokina, T., Taranenko, I. (2022). Influence of physico-mechanical factors on residual technological stresses and strains of composite panels. Integrated Computer Technologies in Mechanical Engineering-2022. Kharkiv. Available at: https://www.researchgate.net/publication/365501536_Influence_of_Physico-Mechanical_Factors_on_Residual_Technological_Stresses_and_Strains_of_Composite_Panels
5. Khavin, G. L. (2015). Obrazovanie defektov pri sverlenii sloistykh kompozitov i mekhanizm poyavleniya rasslaivaniya. Visnyk NTU «KhPI». Seriya: Pryladobuduvannia, 4 (1113), 96–100. Available at: http://repository.kpi.kharkov.ua/bitstream/KhPI-Press/15182/1/vestnik_HPI_2015_4_Khavin_Obrazovanie.pdf
6. Vorobiov, I., Nechyporuk, N., Maiorova, K. (2018). Experimental and numerical investigations on impulse self-pierce riveting of lightweight aircraft aluminium and mixed structures. Proceedings of 22nd International Scientific Conference Transport Means, 121–128. Available at: https://transportmeans.ktu.edu/wp-content/uploads/sites/307/2018/02/Transport-means-I-dalis-2018-09-25.pdf
7. Vorobiov, I., Maiorova, K., Voronko, I., Boiko, M., Komisarov, O. (2022). Creation and Improvement Principles of the Pneumatic Manual Impulse Devices. Lecture Notes in Networks and Systems, 178–191. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-94259-5_17
8. Kolesnyk, V., Lysenko, B., Neshta, A., Zabara, M. (2022). Investigation of cutting parameters influence the roughness when drilling CFRP/ Ti alloy stacks. Advances in mechanical engineering and transport, 1 (18), 110–122. doi: https://doi.org/10.36910/automash.v1i18.767
9. Chen, W.-C. (1997). Some experimental investigations in the drilling of carbon fiber-reinforced plastic (CFRP) composite laminates. International Journal of Machine Tools and Manufacture, 37 (8), 1097–1108. doi: https://doi.org/10.1016/s0890-6955(96)00095-8
10. Shyha, I., Soo, S. L., Aspinwall, D. K., Bradley, S., Dawson, S., Pretorius, C. J. (2010). Drilling of Titanium/CFRP/Aluminium Stacks. Key Engineering Materials, 447–448, 624–633. doi: https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/kem.447-448.624
11. Xu, J., El Mansori, M. (2016). Experimental study on drilling mechanisms and strategies of hybrid CFRP/Ti

stacks. Composite Structures, 157, 461–482. doi: https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2016.07.025
12. Benezech, L., Landon, Y., Rubio, W. (2011). Study of Manufacturing Defects and Tool Geometry Optimisation for Multi-Material Stack Drilling. Advanced Materials Research, 423, 1–11. doi: https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amr.423.1
13. Caggiano, A., Angelone, R., Teti, R. (2017). Image Analysis for CFRP Drilled Hole Quality Assessment. Procedia CIRP, 62, 440–445. doi: https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.03.045
14. Zitoune, R., Krishnaraj, V., Collombet, F., Le Roux, S. (2016). Experimental and numerical analysis on drilling of carbon fibre reinforced plastic and aluminium stacks. Composite Structures, 146, 148–158. doi: https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2016.02.084
15. Lupkin, B., Maiorova, K., Vorobiov, I., Nikichanov, V., Sikulskyi, V. (2022). Study of Drilling Cutting Modes Impact on Shrinkage and Surface Roughness of Holes in Composite Materials. Integrated Computer Technologies in Mechanical Engineering-2022. Kharkiv.
16. Isbilir, O., Ghassemieh, E. (2013). Comparative study of tool life and hole quality in drilling of cfrp/titanium stack using coated carbide drill. Machining Science and Technology, 17 (3), 380–409. doi: https://doi.org/10.1080/10910344.2013.806098
17. Davim, J., Rubio, J., Abrao, A. (2007). A novel approach based on digital image analysis to evaluate the delamination factor after drilling composite laminates. Composites Science and Technology, 67 (9), 1939–1945. doi: https://doi.org/10.1016/j.compscitech.2006.10.009
18. Rahmé, P., Landon, Y., Lachaud, F., Piquet, R., Lagarrigue, P. (2010). Analytical models of composite material drilling. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 52 (5-8), 609–617. doi: https://doi.org/10.1007/s00170-010-2773-5
19. Lupkin, B. V., Andrieiev, O. V., Antoniuk, V. S., Vysloukh, S. P., Korolkov, Yu. A., Voloshko, O. V. (2023). Prohnozuvannia parametriv shorstkosti poverkhni otvoru pry sverdlinni kompozytsiynykh materialiv. Zbirnyk naukovykh prats XI-oi Mizhnarodnoi naukovo-tekhnichnoi konferentsii «Prohresyvni tekhnolohii v mashynobuduvanni». Lviv-Zveniv, 62–66.
20. Tesfaye Jule, L., Ramaswamy, K., Nagaprasad, N., Shanmugam, V., Vignesh, V. (2021). Design and analysis of serial drilled hole in composite material. Materials Today: Proceedings, 45, 5759–5763. doi: https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.02.587
21. Hocheng, H. (2012). Machining technology for composite materials. Woodhead Publishing. doi: https://doi.org/10.1533/9780857095145
22. Maiorova, K., Vorobiov, I., Andrieiev, O., Lupkin, B., Sikulskiy, V. (2022). Forming the geometric accuracy and roughness of holes when drilling aircraft structures made from polymeric composite materials. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2 (1 (116)), 71–80. doi: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.254555
23. Vambol, O., Shevtsova, M., Tsaritsynskyi, A., Nabokina, T., Kondratiev, A. (2022). Temperature Effect on Elastic, Thermomechanical and Thermal Properties of Polymer Composite Materials. Lecture Notes in Networks and Systems, 466–476. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-031-20141-7_43
24. Stepanov, A. A. (1987). Obrabotka rezaniem vysokoprochnykh kompozitsionnykh materialov. Leningrad: Mashinostroenie, 176.

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.280357

DEVELOPMENT OF A VIRTUAL HARDWARE TEMPERATURE OBSERVER FOR FREQUENCY-CONTROLLED ASYNCHRONOUS ELECTRIC MOTORS (p. 68–75)

Gulim Nurmaganbetova
Saken Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, Astana, Republic of Kazakhstan
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9529-2477

Sultanbek Issenov
Saken Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, Astana, Republic of Kazakhstan
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4576-4621

Vladimir Kaverin
Abylkas Saginov Karaganda Technical University, Karaganda, Republic of Kazakhstan
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2021-7445

Zhanat Issenov
Toraighyrov University, Pavlodar, Republic of Kazakhstan
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2388-602X

One of the most common types of AC electric machines are asynchronous electric motors. Because of their simple and reliable design, they are used in many industries. In this paper, the object of research is an asynchronous electric motor with a short-circuited rotor. To ensure the normal operation of an asynchronous electric motor, the heating temperature of its active parts should not exceed the maximum permissible values, which are determined by the corresponding class of heat resistance of the insulation system used in the electric motor. In asynchronous electric motors, the stator winding is the most thermally vulnerable node, which is the first to fail when the temperature of the electric motor increases. Thermal protection devices protect an asynchronous electric motor from emergency operating modes accompanied by an unacceptable excess of the temperature of their windings.

In order to build an indirect system of protection against overheating of the stator windings, a temperature observer has been developed using already available signals in a frequency-controlled electric drive. Simulation studies were performed in Matlab/Simulink application software packages. Simulation studies were carried out on the basis of asynchronous electric motors of the 4A series with a capacity of 30, 75 and 110 kW in the temperature range from 20 °C to 250 °C. As a result of the research, it was found that the error of indirect calculation of the temperature of electric motors, taking into account the correction factor, does not exceed 1 %. The proposed temperature observer can be used to build protections for asynchronous electric drives.

Keywords: asynchronous electric motor, renewable energy, temperature observer, resistance, thermal protection.

References

1. Bochkarev, I. V. (2016). Development of device for temperature protection of alternating current electrical machines. Problems of Automation and Control, 2 (31), 84–88.
2. Mikhalev, S. V. (2011). Otsenka variantov ispolneniya teplovoy zaschity vysokovol'tnykh elektrodvigateley i puti ee sovershenstvovaniya. Available at: https://energoboard.ru/post/460/

3. ABB Ability™ Smart Sensor. Condition monitoring solution for low voltage motors. Service note. ABB. Available at: https://automationdistribution.com/content/ABB-Smart-Sensor%20-Leaflet.pdf
4. Issenov, S., Iskakov, R., Tergemes, K., Issenov, Z. (2022). Development of mathematical description of mechanical characteristics of integrated multi-motor electric drive for drying plant. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1 (8 (115)), 46–54. doi: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.251232
5. Breido, I. V., Semykina, I. Yu., Nurmaganbetova, G. S. (2018). Method of indirect protection against overheating for electric drives of mining installations. Proceedings of the Tomsk Polytechnic University Engineering of Georesources, 329 (2), 65–71.
6. SHamanov, R. S., Perekusikhina, I. A. (2014). Induktivniy pervichniy izmeritel'niy preobrazovatel' zadannogo znacheniya temperatury. Internet-zhurnal «Naukovedenie», 3, 1–8.
7. DS18B20 – datchik temperatury s interfeysom 1-Wire. Opisanie na russkom yazyke. Available at: http://mypractic.ru/ds18b20-datchik-temperatury-s-interfejsom-1-wire-opisanie-na-russkom-yazyke.html
8. Low voltage. General performance motors (2016). ABB.
9. Derevyago, T. M., Mikhal'tsevich, G. A. (2017). Osobennosti konstruktsii i primeneniya termorezistorov v elektricheskikh tsepyakh. Aktual'nye problemy energetiki: materialy 73-y nauchno-tekhnicheskoy konferentsii studentov i aspirantov. Minsk: BNTU, 865–870.
10. Yurieva, E. Y., Shayda, V. P., Patsula, A. F. (2011). Verification of adequacy of graphic method of determining the final temperature of induction motor heating. Material of International scientific conference MicroCAD. Kharkiv, 58–61.
11. Petrushin, V. (2017). Asinkhronnye korotkozamknutye dvigateli v reguliruemom elektroprivode. Moscow: LAP Lambert Academic Publishing, 344.
12. Firago, B. I., Vasil'ev, D. S. (2016). Vektornye sistemy upravleniya elektroprivodami. Minsk: Vysh. shk., 159.
13. Martin, W., Eason, A., Patel, A. G. (2016). Low Voltage Motor Protection. Rockwell Automation, 30.
14. Kireeva, E. A., Tsyruk, S. A. (2013). Releynaya zaschita i avtomatika elektroenergeticheskikh sistem. Moscow: Akademiya, 288.
15. Plesca, A. T. (2013). Thermal Analysis of Overload Protection Relays using Finite Element Method. Indian Journal of Science and Technology, 6 (8), 1–6. doi: https://doi.org/10.17485/ijst/2013/v6i8.3

АНОТАЦІЇ

ENGINEERING TECHNOLOGICAL SYSTEMS

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.279007

ВИЗНАЧЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ УТВОРЕННЯ КРИВИХ ТА ПОВЕРХОНЬ ЗА ДОПОМОГОЮ ТРИГРАННИКА ДАРБУ (с. 6–12)

Ali Kadhim Ahmed, А. В. Несвідомін, С. Ф. Пилипака, Т. М. Воліна, С. С. Дєнєжніков

У диференціальній геометрії відомим є тригранник Френе, який є супровідним для просторової і, як окремий випадок, для плоскої кривої. Три його взаємно перпендикулярні одиничні орти визначаються однозначно для будь-якої точки кривої за винятком деяких особливих. На відміну від тригранника Френе, тригранник Дарбу стосується поверхні. Два його одиничні орти розташовані в дотичній до поверхні площині, а третій спрямовано по нормалі до поверхні. Він теж може бути супровідним для кривої, яка розташована на поверхні. Для цього один із ортів у дотичній до поверхні площині має бути дотичним до кривої.

Тригранники є рухомими і по відношенню до нерухомої системи координат змінюють своє положення за рахунок переміщення і повороту. Об'єктом дослідження є процес утворення кривих і поверхонь, як результат геометричної суми переносного руху тригранника Дарбу і відносного руху точки у його системі за заданими умовами. При дослідженні геометричних характеристик кривих та поверхонь необхідно мати формули переходу від положення елементів цих об'єктів у системі рухомого тригранника до положення в нерухомій декартовій системі координат. Саме це є і проблемою, яку необхідно вирішити. Отриманими результатами є параметричні рівняння кривих і поверхонь, які прив'язані до вихідної поверхні. Знайдено дев'ять напрямних косинусів – по три на кожен орт.

Відмінною рисою такого підходу в порівнянні з традиційним є використання двох систем: нерухомої і рухомої, якою є тригранник Дарбу. Такий підхід дозволяє по новому розглянути задачу утворення кривих і поверхонь. Сферою практичного застосування може бути побудова геометричних форм на заданій поверхні. Прикладом такої побудови є прокладання трубопроводу вздовж заданої лінії на поверхні. Крім того, сума відносного руху точки у триграннику і переносного руху самого тригранника по поверхні дає абсолютну траєкторію руху. Послідовне її диференціювання дає абсолютну швидкість і абсолютне прискорення без знаходження окремих складових, включаючи прискорення Коріоліса. Це може бути використано в задачах динаміки точки.

Ключові слова: супровідний тригранник, тригранник Дарбу, параметричні рівняння кривих і поверхонь, формули переходу.

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.279616

ВИЗНАЧЕННЯ ВЕЛИЧИНИ ПОДОВЖЕННЯ ПОЖЕЖНИХ НАПІРНИХ РУКАВІВ ТИПУ Т ШЛЯХОМ ПРОВЕДЕННЯ НАТУРНИХ ЕКСПЕРИМЕНТІВ (с. 13–20)

С. В. Стась, А. О. Биченко, Д. В. Колесніков, О. І. Мигаленко, М. О. Пустовіт, К. І. Мигаленко, Л. М. Горенко

Явище зміни геометричних параметрів напірних пожежних рукавів проявляється при транспортуванні ними вогнегасних рідин. Хоча подовження напірних пожежних рукавів не має суттєвого впливу на процес пожежогасіння, проте слід враховувати енергетичні витрати, що забезпечують такі зміни. Фактично, частина потужності пожежного насосу витрачається не на транспортування рідин та формування вогнегасних струменів, а на «необов'язкове» подовження напірних пожежних рукавів. Для проведення експериментів були вибрані випадковим чином напірні пожежні рукава латексовані діаметрами 51 мм та 77 мм та рукава пожежні напірні із двостороннім полімерним покриттям 51 мм (усі типу Т). Температура становила 263 К та 298 К, витрати рідини були сталими, значення тиску на вході пожежного ствола Protek 366 мали фіксовані значення. Суттєвих змін діаметрів (розширення або звуження) напірних пожежних рукавів при транспортуванні ними води зафіксовано не було. Подовження 79 см при довжині рукава 1960 см (73 см при довжині рукава 1790 см) було зафіксоване при транспортуванні води у випадку застосування рукавів діаметром 77 мм, тиску на їх вході 0,8 МПа, температурі 263 К та витраті води 0 л/с. Сила, що забезпечувала такий розтяг становила 2,04 kH. При подачі вогнегасної рідини напірними пожежними рукавами діаметром 77 мм у діапазоні температур 263–298 К подовження дещо зменшувалося зі зменшенням температури. Виявлена незначна нерівномірність розтягування напірних пожежних рукавів по довжині, коли витягування зростало ближче до їх середини. Отримані результати вказують на залежність величини розтягування від матеріалів, з яких виготовлені напірні пожежні рукави, а також їх діаметра. Встановлені у дослідженні значення динамічних зусиль, що спричинюють розтяг напірних пожежних рукавів, на практиці можуть бути використані при врахуванні вимушених втрат енергії на транспортування рідини.

Ключові слова: пожежний рукав, рукавна лінія, транспортування води, геометричні розміри, подовження пожежного рукава.

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.282129

ОПТИМІЗАЦІЯ ВИКОРИСТАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ РЕСУРСІВ ДИНАМІЧНИХ СТЕНДІВ АВІАЦІЙНИХ ТРЕНАЖЕРІВ (с. 21–32)

В. В. Кабанячий, С. В. Грицан

Об'єктом дослідження є шестистепеневий динамічний стенд опорного типу авіаційного тренажера. Останній є основним технічним засобом навчання пілотів та засобом дослідження й розробки повітряних суден. Вирішувалася проблема оптимального використання його конструктивних ресурсів, що надає можливість поліпшення якості імітації акселераційних дій. Отримані результати полягають у розробленому методі, що забезпечує оптимальне використання конструктивних ресурсів динамічних стендів авіаційних тренажерів. Це пояснюється, по-перше, використанням розробленого спрощеного оператора перетворення переміщень гідроциліндрів у переміщення динамічного стенду за окремими степенями вільності на засадах квадратичної апроксимації. Завдяки цьому

з'явилась можливість описати координати центрів осей обертання динамічного стенда кубічними сплайн-функціями. По-друге, розв'язання задачі оцінки конструктивних ресурсів динамічного стенду за лінійними степенями вільності на засадах розробленого критерію здійснювалось ефективним модифікованим методом деформованого багатогранника. Цей метод поєднує метод випадкового пошуку на перших кроках пошуку і градієнтний метод при визначенні глобального екстремума. По-третє, була сформульована й розв'язана задача визначення залежностей координат осей тангажу й рискання від кута тангажу. Завдяки оптимальному використанню конструктивних ресурсів динамічних стендів координати осі їхнього обертання за тангажем максимально можливо наближаються до координати осі літака. Таким чином, суттєво збільшується якість імітації акселераційних дій на авіаційному тренажері та являється можливість використовувати динамічні стенди з меншими довжинами силових гідроприводів, а отже, зменшити вартість їхнього виготовлення та експлуатації.

Ключові слова: силові гідроприводи, динамічний стенд, конструктивні ресурси, авіаційний тренажер, імітація акселераційних дій.

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.276642

РОЗРОБКА КОМПОЗИТНОГО АРМОВАНОГО ГІБРИДНОГО ВОЛОКНА MUSA ACUMINATA СТЕЛБО-КОРА ГІБІСКУСУ ТІЛІАЦЕУСТА З НАПОВНЮВАЧЕМ РІДКА ГУМА ЯК АВТОМОБІЛЬНОГО БАМПЕРА (с. 33–40)

Sujita Darmo, Rudy Sutanto

Досліджено характеристику поліефірних композитів, армованих гібридним волокном волокна MASF – волокна кори гібіскуса (HTBF) з рідким каучуковим наповнювачем. Об'єктом дослідження є поліефірний композиційний матеріал, гібридний армуючий натуральний волокон і наповнювач бутадієнакрилонітрил з карбоксильними термінами (CTBN). Поліефірний композитний матеріал, який використовується як бампер транспортного засобу, легко ламається і має низьку термостійкість, тому його форма легко змінюється/стискається під впливом тепла. Ці дослідження спрямовані на визначення міцності на розрив, ударної в'язкості та термостійкості поліефірних композитів. Причиною використання гібридного волокна MASF-HTBF як армуючого матеріалу для поліефірних композитних матеріалів є те, що MASF і HTBF є натуральними волокнами, які мають великий потенціал для розробки для покращення механічних властивостей поліефірних композитів як замінників синтетичних волокон. У цьому дослідженні умови MASF і HTBF піддавалися лужній обробці шляхом занурення їх у 5 % розчин NaOH на 24 години, а потім висушування. Комбіноване/гібридне співвідношення між об'ємними частками MASF і CTBF становить: 5 %:25 %, 10 %:20 % і 15 %:15 %. Для підвищення ударної в'язкості додається наповнювач CTBN з варіаціями 5 %, 10 %. Механічні характеристики зразків визначали за допомогою випробувань на розтяг і удар. Зміна маси або усадки в результаті перевіряється TGA. Результати показали, що гібридний армований волокнами поліефірний композитний матеріал MASF-HTBF з наповнювачем CTBN має кращі механічні властивості, ніж окремі натуральні волокна, тому важливо розвивати його як матеріал для виготовлення бампера автомобіля.

Ключові слова: musa acuminata, стебло, гібіскус, кора, волокно, поліефірний композит, міцність на розрив, ударна струнка, термоусадка, бампер автомобіля.

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.279006

ВИЗНАЧЕННЯ ЗАЛИШКОВОГО СТРОКУ СЛУЖБИ МОДИФІКОВАНОГО ПОЛІМЕРОМ АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ПОКРИТТЯ НА АВТОДОРОЖНІХ МОСТАХ (с. 41–51)

А. М. Онищенко, В. В. Ковальчук, О. В. Загородній, В. С. Мороз

Об'єктом дослідження є асфальтобетонне покриття автодорожніх мостів. Проведено оцінку залишкового строку покриття із врахуванням спільної дії температури навколишнього середовища та транспортних засобів.

Встановлено, що на зменшення строку служби (залишкового ресурсу) асфальтобетонного покриття на мостах впливає комплекс негативних факторів. Такі як: різні модулі пружності залізобетонної основи та асфальтобетонного покриття і різниця коефіцієнтів лінійного температурного розширення. А також навантаження від коліс транспортних засобів, коливання температури, перемінне заморожування-відтавання води в порах і ушкоджених місцях.

Встановлено, що однією із причин зменшення залишкового ресурсу асфальтобетонного покриття на залізобетонних автодорожніх мостах є недостатнє вивчення та застосування полімерів з метою направленого регулювання властивостей асфальтобетону.

Врахування спільного впливу дії температури та транспорту при оцінці тріщиностійкості асфальтобетонного покриття на залізобетонних автодорожніх мостах, дозволило б більш об'єктивно проводити оцінку залишкового ресурсу таких покриттів та їхній строк служби. Улаштування асфальтобетонного покриття з покращеними його властивостями, за рахунок полімерних латексів, дозволить підвищити його залишковий ресурс. Це у свою чергу призведе до зменшення грошових витрат при ремонті та утриманні не лише асфальтобетонного покриття, а й автодорожнього мосту в цілому.

Ключові слова: автомобільна дорога, автомобільний міст, залишковий ресурс, тріщиностійкість, асфальтобетонне покриття, полімери.

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.275717

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОГО ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ПРИ ВИБОРІ МАСТИЛЬНО-ОХОЛОДЖУЮЧОЇ ЕМУЛЬСІЇ (с. 52–58)

Hoang Xuan Thinh, Nguyen Trong Mai, Nguyen Truong Giang, Vu Van Khiem

Багато процесів механічної обробки були б неможливі без наявності мастильно-охолоджуючих емульсій. Сьогодні на ринку представлено безліч різних видів мастильно-охолоджуючих емульсій, кожна з яких володіє різними властивостями. Різниця між

емульсіями проявляється у багатьох параметрах, таких як в'язкість, температура горіння, можливість переробки, схильність до забруднення, стійкість, ціна тощо. Вибір кращої емульсії є складним та стомлюючим завданням для покупців. У даній роботі представлені результати дослідження щодо вибору мастильно-охолоджуючої емульсії з використанням методів багатокритеріального прийняття рішень (MCDM). Вибір кращої емульсії проводиться на основі ранжування семи різних видів. У дослідженні використовувалися два методи MCDM: індексоване за близькістю значення (PIV) та спільна інтеграція незміщеного списку рангів (CURLI). Ці два методи використовуються для ранжування мастильно-охолоджуючих емульсій і мають абсолютно різні характеристики. При використанні методу PIV необхідно стандартизувати дані та визначити ваги критеріїв. Тим часом, при використанні методу CURLI ці два завдання не потрібні. Крім того, для розрахунку ваг критеріїв також використовувались три різні вагові методи, включаючи рівний (EQUAL), вагу центроїда порядку ранжування (вага ROC) та вагу суми рангів (вага RS). Дані три методи також використовувалися для визначення ваг критеріїв мастильно-охолоджуючої емульсії. Метод PIV застосовувався тричі відповідно до трьох різних вагових методів. Результати показали, що з чотирьох результатів ранжування (три з використанням методу PIV і один з використанням методу CURLI) була одноголосно визначена одна і та ж краща емульсія. Метод CURLI рекомендується використовувати, якщо не потрібне зважування критеріїв та нормалізація даних.

Ключові слова: мастильно-охолоджуюча емульсія, методи MCDM, метод CURLI, метод PIV, ваговий метод.

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.279618

ФОРМУВАННЯ ЯКОСТІ ОТВОРІВ СВЕРДЛІННЯМ АВІАЦІЙНИХ КОНСТРУКЦІЙ ІЗ ПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ (с. 59–67)

Б. В. Лупкін, О. В. Андрєєв, К. В. Майорова, В. С. Антонюк, С. П. Вислоух

Предметом дослідження є показники якості (геометричної точності, шорсткості, циліндричності та конусності) отворів, отриманих свердлінням в авіаційних конструкціях (АК) із полімерних композиційних матеріалів (ПКМ). Дослідження показників якості отворів в АК із ПКМ виконано з використанням кінематичних схем поперек та вздовж напряму свердління. Створено кінематичну схему утворення прогнозованої шорсткості поверхні отвору в АК із ПКМ. Запропоновано розрахунок прогнозованої шорсткості отворів ПКМ з урахуванням геометрії свердла та режимів свердління. Реалізовано експериментальні дослідження з метою встановлення параметрів прогнозованої шорсткості, геометричної точності, конусності та відхилень від циліндричності. Використовуваними методами є метод експертних оцінок і експериментальні дослідження показників якості отворів ПКМ. Отримано такі результати. Показано, що шорсткість за натурними експериментами виявилася нижча від теоретичних розрахункових значень з різницею не більше 10...15 %. Встановлено, що шорсткість, конусність, відхилення від геометричної точності та циліндричності відрізняються за характерними зонами обертання свердла від 0° до 360° та залежать від параметрів свердління і властивостей ПКМ. Було виявлено, що на відхилення від циліндричності отвору впливає усадка матеріалу. Встановлено появу овальності в отворах дослідних зразків. Результати експериментальних досліджень замірів діаметрів отворів із встановлення відхилень від циліндричності, геометричної точності та конусності задовільнили виробничим вимогам по точності їх виготовлення. Для геометричної точності та відхилення від циліндричності результати варіювалися в межах від 7 до 12 квалітету, а для конусності – від 0,083 до 0,28 % на отвір в АК із ПКМ і 9–10 квалітети точності.

Ключові слова: полімерні композиційні матеріали, свердління отворів, шорсткість отвору, геометрична точність.

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.280357

РОЗРОБКА ВІРТУАЛЬНОГО АПАРАТНОГО СПОСТЕРЕЖЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ДЛЯ ЧАСТОТНО-РЕГУЛОВАНИХ АСИНХРОННИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ (с. 68–75)

Gulim Nurmaganbetova, Sultanbek Issenov, Vladimir Kaverin, Zhanat Issenov

Одним із найпоширеніших типів електричних машин змінного струму є асинхронні електродвигуни. Завдяки простій і надійній конструкції вони використовуються в багатьох галузях промисловості. В даній роботі об'єктом дослідження є асинхронний електродвигун з короткозамкненим ротором. Для забезпечення нормальної роботи асинхронного електродвигуна температура нагріву його активних частин не повинна перевищувати гранично допустимих значень, які визначаються відповідним класом теплостійкості системи ізоляції, що використовується в електродвигуні. В асинхронних електродвигунах обмотка статора є найбільш термічно вразливим вузлом, який першим виходить з ладу при підвищенні температури електродвигуна. Пристрої теплового захисту захищають асинхронний електродвигун від аварійних режимів роботи, що супроводжуються неприпустимим перевищенням температури їх обмоток.

Для побудови непрямої системи захисту від перегріву обмоток статора розроблено спостерігач температури з використанням уже наявних сигналів в частотно-регульованому електроприводі. Дослідження моделювання проводили в пакетах прикладного програмного забезпечення Matlab/Simulink. Імітаційні дослідження проводились на базі асинхронних електродвигунів серії 4А потужністю 30, 75 та 110 кВт в діапазоні температур від 20 °С до 250 °С. В результаті проведених досліджень встановлено, що похибка непрямого розрахунку температури електродвигунів з урахуванням поправочного коефіцієнта не перевищує 1 %. Запропонований спостерігач температури може бути використаний для побудови захистів асинхронних електроприводів.

Ключові слова: асинхронний електродвигун, відновлювана енергетика, спостерігач температури, опір, тепловий захист.