

УДК 538.951 : 620.172.24

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТРИБОЛОГИЧЕСКИХ И ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ УСИЛЕННЫХ УГЛЕРОДНЫМИ ВОЛОКНАМИ ТЕРМОПЛАСТИЧНЫХ КОМПОЗИТОВ, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ НАПЛАВКИ АБС

А. ПРУСИНОВСКИЙ<sup>+</sup>, Р. КАЧИНСКИЙ

Исследованы трибологические и прочностные свойства термопластичных композитов с армирующим материалом в виде углеродных волокон, используемых в технологии 3D печати методом послойного наплавления. Представлены результаты моделирования потока материала матрицы в сопле. Проведён анализ процесса перемешивания материала матрицы в экструзионной головке. Показана возможность изменения геометрического распределения армирующих волокон в исследуемом образце композита путём изменения высоты слоя наносимого материала. Выявлена зависимость интервала между соседними пучками углеродных волокон и высотой слоя наносимого материала. Представлены результаты испытаний полученных материалов на абразивное изнашивание и прочность при растяжении в зависимости от наполнения армирующими волокнами.

**Ключевые слова:** аддитивные технологии, послойное наплавление, волокнисто-наполненные композиты, трение скольжения, абразивное изнашивание.

DOI: 10.32864/0202-4977-2020-41-4-436-447

### Литература

1. **Eyers D. R. and Potter A.T.** Industrial Additive Manufacturing: A Manufacturing Systems Perspective // *Computers in Industry*. — 2017, 208—218
2. **Kumar R., Singh R., and Ahuja I.** Investigations of Mechanical, Thermal and Morphological Properties of FDM Fabricated Parts for Friction Welding Applications // *Measurement*. — 2018, 11—20
3. **Parandoush P. and Lin D.** A Review on Additive Manufacturing of Polymer-Fiber Composites // *Composite Structures*. — 2017 (182), 36—53
4. **Coricone C., Gervaso F., and Scalera F.** Highly Loaded Hydroxyapatite Microsphere/ PLA Porous Scaffolds Obtained by Fused Deposition Modelling // *Ceramics International*. — 2019, 2803—2810
5. **Carminero M. and Chacon J.** Impact Damage Resistance of 3D Printed Continuous Fibre Reinforced Thermoplastic Composites Using Fused Deposition Modelling // *Composites Part B*. — 2018, 93—103
6. **Ibrahim Y., Melenka G., and Kempers R.** Fabrication and Tensile Testing of 3D Printed Continuous Wire Polymer Composites // *Rapid Prototyping Journal*. — 2018, 1131—1141
7. **Prusinowski A. and Kaczyński R.** Simulation of Processes Occurring in the Extrusion Head Used in Additive Manufacturing Technology // *Acta Mechanica et Automatica*. — 2017, 317—321
8. **Prusinowski A., Kaczyński R., and Motyl P.** Analysis of FDM Extrusion Head Design as Application Reinforced Composite Materials Productions // *Mechanisms and Machine Science*. — 2019 (73), 2769—2778
9. **Suresha B., and Kumar K.** Investigations on Mechanical and Two-Body Abrasive Wear Behaviour of Glass/Carbon Fabric Reinforced Vinyl Ester Composites // *Materials and Design*. — 2009 (30), 2056—2060
10. **Panin S., Anh N., Kornienko L., Alexenko V., Buslovich D. and Ovechkin B.** Wear-Resistant Polyetheretherketone Composites: with Carbon Nano- and Microfibers // *Materials Today: Proceedings 5*. — 2018, 25976—25982
11. **Wu H., Zhu L., Yue W., Fu Z., and Kang J.** Wear-Resistant and Hydrophobic Characteristics of PTFE/CF Composite Coatings // *Progress in Organic Coatings*. — 2019, no. 128, 90—98

Факультет инженерной механики, Белостокский технологический университет. Виейская улица 45С, 15-351 Белосток, Польша.

+ Автор, с которым следует вести переписку. e-mail: prusinowskiart@gmail.com, r.kaczynski@pb.edu.pl.

12. **Wilczewska I., Kaczyński R., and Sviridenok A. I.** Peculiarities of the Wear Mechanism of Polymers Reinforced with Unidirectional Carbon Fibers // Journal of Friction and Wear. — 2014 (35), 449—454

*Поступила в редакцию 07.10.19.*

*После доработки 24.04.20.*

*Принята к публикации 29.04.20.*

Prusinowski A. and Kaczyński R. **Investigation of Tribological and Strength Properties ABS/CF Fibrous Composites Formed in Fused Deposition Modelling.**

The subject of this study are tribological and strength properties of composites with matrix material in the form of thermoplastic plastics and a reinforcing material in the form of carbon fibers used in 3D printing technology — Fused Deposition Modeling. Simulation's results of matrix material flow in the nozzle are presented. An analysis of the matrix material mixing process in the designed system was carried out and own conclusions were developed. The article presents the method of forming this type of composites using a printhead at the stage of fabrication of an element. The possibility of modifying the geometrical distribution of reinforcing fibers in an element of the composite being tested by modifying the height of the layer of the applied material has been demonstrated. The relationship between the distance of subsequent carbon fiber bundles and the assumed height of the layer of applied material has been presented. Tests results of abrasive wear and tensile strength of obtained materials at different percentage of reinforcing fibers were presented.

**Keywords:** additive technologies, fused deposition modeling, fiber-filled composites, sliding friction, abrasive wear

**Образец цитирования:** Прусиновский А., Качинский Р. Исследование трибологических и прочностных свойств усиленных углеродными волокнами термопластичных композитов, полученных методом наплавки АБС // Трение и износ. 2020. Т. 41. №4. С. 436–447.

Для приобретения полного текста статьи, обращайтесь в редакцию журнала.

Адрес редакции: 246050, ул.Кирова 32а, г. Гомель, Беларусь Телефон/факс: +375 (232) 34 06 36 / 34 17 11

*Full text of articles can be purchased from the editorial office.*

*Address: 32a Kirov Street, Gomel, Belarus, 246050 Phone: +375 (232) 34 06 36. Fax: +375 (232) 34 17 11*

E-mail: [FWJ@tut.by](mailto:FWJ@tut.by)

Web: <https://mpri.org.by/izdaniya/trenie-i-iznos/>