

Михалко А.Я.¹, Михалко Г.Я.²

*Ужгородський ліцей №12 Ужгородської міської ради Закарпатської області,
м. Ужгород, Україна*

¹e-mail: likespro.official@gmail.com, ²e-mail: ssfdssfd0@gmail.com

Михалко Ярослав Омелянович

ДВНЗ «Ужгородський національний університет», м. Ужгород, Україна

e-mail: yaroslav.myhalko@uzhnu.edu.ua ORCID: 0000-0002-9890-6665

ВПЛИВ ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ НА МІЦНІСТЬ ШАРУВАТИХ АНІЗОТРОПНИХ СТРУКТУР

Ключові слова: 3Д друк, міцність, іонізуюче випромінювання, деформація згину.

Вступ. На сьогодні 3Д друк активно використовується як при виготовленні декоративної продукції так і для отримання деталей у авіакосмічній, автомобілебудівній, суднобудівній та інших галузях. Отримані у такий спосіб об'єкти мають шарувату структуру та виражені анізотропні фізичні властивості. Особливий інтерес становить вплив іонізуючого випромінювання на вироби з пластику, адже 3Д друк почав активно використовуватися в радіаційній медицині. Так, дану технологію застосовують для виготовлення різного роду фантомів, аплікаторів та болюсів при проведенні променевої терапії злоякісних пухлин, що дозволяє індивідуалізувати лікування з врахуванням особливостей просторової конфігурації патологічного процесу [1, 2]. Роботи останніх років показують, що вплив опромінення на механічні властивості деталей може бути різним та залежить як від типу матеріалу, так і від виду та дози опромінення [3, 4, 5, 6].

При цьому, практично відсутні дані стосовно дії опромінення на властивості деталей з частковим заповненням внутрішнього об'єму.

Мета. Дослідити вплив нейтронного опромінення на міцність пластикових зразків, виготовлених за допомогою 3Д принтеру.

Матеріали та методи. На 3Д принтері GRABER i3 було виготовлено 15 брусків у формі прямокутного паралелепіпеду розмірами 20x20x100 мм з

використанням пластику акрилонітрил бутадієн стирол та частковим (20%) заповненням внутрішнього об'єму візерунком типу «сітка». 5 зразків становили контрольну групу, а 10 – дослідну. Бруски дослідної групи опромінювали швидкими нейтронами за допомогою плутоній-берилієвого (Pu- α -Be) джерела типу ДШН-3 при кімнатній (20,00 °C) температурі. Поглинута доза становила 24 (5 брусків) та 9 Гр (5 брусків) відповідно. Визначення міцності досліджуваних зразків при деформації згину проводили за допомогою гідравлічного пресу ПГПР-4. На основі отриманих даних будували діаграми напружень.

Результати. Аналіз діаграм напружень брусків контрольної групи виявив, що межа пропорційності досягалася при ε 0,019 і внутрішньому напруженні $22,36 \pm 0,53$ МПа. Після досягнення межі пружності $25,23 \pm 0,61$ МПа мало місце тимчасове зростання міцності, а після досягнення межі міцності σ_m $27,32 \pm 0,41$ МПа відбувалося поступове руйнування зразків шляхом деламінації бічних стінок та утворенням поздовжніх тріщин.

Опромінення дозою 24 Гр суттєво вплинуло на міцність та характер руйнування досліджуваних зразків. Так, межа пропорційності була майже в чотири рази меншою ($5,82 \pm 0,28$ МПа), порівняно зі зразками контрольної групи і досягалася при значно менших показниках відносної деформації. Межа пружності була на 15,38% більшою, а руйнування відбувалося після досягнення σ_m $29,11 \pm 0,88$ МПа.

У брусків, що поглинули дозу 9 Гр, межа пропорційності була втричі більшою, порівняно з показниками попередньої дослідної групи, а межа пружності залишалася високою ($31,06 \pm 0,65$ МПа) і збігалася з межею міцності, яка була вірогідно вищою, порівняно з брусками контрольної групи ($p < 0,05$).

Висновки. Опромінення деталей, виготовлених з АБС-пластику за допомогою 3Д принтеру, швидкими нейтронами вплинуло на їхні механічні властивості, зокрема підвищило межу міцності. Ці зміни були більш виразними при меншій поглинутій дозі опромінення.

Перспективи подальших досліджень. Отримані результати вимагають проведення подальших експериментів, спрямованих на детальне вивчення

механізмів підвищення міцності пластикових об'єктів внаслідок дії іонізуючого випромінювання

Конфлікт інтересів. Автори роботи декларують відсутність конфлікту інтересів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Dipasquale, G., Poirier, A., Sprunger, Y., Uiterwijk, J.W., & Miralbell, R. (2018). Improving 3D-printing of megavoltage X-rays radiotherapy bolus with surface-scanner. *Radiation Oncology* (London, England), 13.
2. Tillery, H., Moore, M., Gallagher, K.J., Taddei, P.J., Leuro, E., Argento, D.C., Moffitt, G.B., Kranz, M., Carey, M., Heymsfield, S.B., & Newhauser, W.D. (2022). Personalized 3D-printed anthropomorphic whole-body phantom irradiated by protons, photons, and neutrons. *Biomedical Physics & Engineering Express*, 8.
3. Jeziarska, K., Sękowska, A., Podraza, W., Gronwald, H., & Łukowiak, M. (2021). The effect of ionising radiation on the physical properties of 3D-printed polymer boluses. *Radiation and Environmental Biophysics*, 60, 377 - 381.
4. Wady, P.T., Wasilewski, A.A., Brock, L., Edge, R., Baidak, A., McBride, C., Leay, L., Griffiths, A., & Vallés, C. (2020). Effect of ionising radiation on the mechanical and structural properties of 3D printed plastics. *Additive manufacturing*, 31, 100907.
5. West, C., McTaggart, R., Letcher, T., Raynie, D.E., & Roy, R. (2019). Effects of Gamma Irradiation Upon the Mechanical and Chemical Properties of 3D-Printed Samples of Polylactic Acid. *Journal of Manufacturing Science and Engineering*.
6. Mastalerz, C., Vroman, I., Coqueret, X., & Alix, S. (2021). Effects of Electron Beam Irradiation on 3D-Printed Biopolymers for Bone Tissue Engineering. *Journal of Composites Science*.

СЕКЦІЯ 9. ПРОБЛЕМИ І ПЕРСПЕКТИВИ НАУКИ (ЗОКРЕМА МОЛОДІЖНОЇ) В УКРАЇНІ

Докус А.О., Рубель О.Є., Лабунець І.Ю.

ОЦІНКА ПОТЕНЦІАЛУ МОЛОДИХ ВЧЕНИХ В ОДЕСЬКІЙ ОБЛАСТІ:
ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ356

СЕКЦІЯ 10. СЕКЦІЯ ПРИРОДНИЧИХ НАУК (ФІЗИЧНІ ТА ХІМІЧНІ НАУКИ)

Крупій Ф.А., Осокін Є.С.

ГЕОМЕТРИЧНА ТА ЕЛЕКТРОННА БУДОВА КОМПЛЕКСІВ Cu^{+} В РОЗЧИНІ
ДИМЕТИЛСУЛЬФОКСИДУ 359

Михалко А.Я., Михалко Г.Я., Михалко Я.О.

ВПЛИВ ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ НА МІЦНІСТЬ ШАРУВАТИХ
АНІЗОТРОПНИХ СТРУКТУР 361

Михалко Г.Я., Михалко А.Я., Михалко Я.О.

ВПЛИВ ТОВЩИНИ ВЕРХНЬОЇ ТА НИЖНЬОЇ СТІНОК ПЛАСТИКОВОГО
БРУСКА НА ПОКАЗНИКИ ЙОГО МІЦНОСТІ 364

Молнар К.А., Філеп М.Й.

АНІЗОТРОПІЯ ОПТИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МОНОКРИСТАЛІЧНОГО
 $NiSO_4 \times 6H_2O$ 367

СЕКЦІЯ 11. СОЦІАЛЬНІ ТА ПОВЕДІНКОВІ НАУКИ: ПОЛІТОЛОГІЯ, ПСИХОЛОГІЯ, СОЦІОЛОГІЯ, КУЛЬТУРОЛОГІЯ, МИСТЕЦТВО

Lorachuk O.O.

UKRAINIAN REFUGEES ABROAD: A FACTOR OF WAR..... 371

Алмашій А.О.

ЯК ЗМІНЮЄТЬСЯ УКРАЇНСЬКА МОЛОДЬ ПІД ЧАС ПОВНОМАСШТАБНОГО
ВТОРГНЕННЯ РОСІЇ НА ТЕРИТОРІЮ УКРАЇНИ 373

Боришполь Г.І.

ФЕНОМЕН СУСПІЛЬНОГО ІДЕАЛУ УКРАЇНИ У ВІЗІЙНОМУ
КУЛЬТУРОЛОГІЧНОМУ ДИСКУРСІ ПЕРШОЇ ЧВЕРТІ ХХІ СТОЛІТТЯ 375

Джуган Р.І., Джуган В.В.

ПРОБЛЕМИ ТА ВИКЛИКИ СОЦІАЛЬНИХ ТА ПОВЕДІНКОВИХ НАУК,
КОНКУРЕТНІСТЬ ТА ОЦІНКА 379



27-29 вересня, 2023
м. Ужгород
УКРАЇНА

**Матеріали II Міжнародної міждисциплінарної
науково-практичної конференції**

**«ВІДКРИТА НАУКА УКРАЇНИ:
ВІЗІЙНИЙ ДИСКУРС В УМОВАХ
ВОЄННОГО СТАНУ»**

