

МУЛЬТИМАТЕРІАЛЬНІ ПОЛІМЕРНІ СИСТЕМИ ДЛЯ АДИТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Слепцов О. О., Савченко Б. М.

Київський національний університет технологій та дизайну

slyepcov.oo@knuutd.edu.ua

Мультиматеріальне адитивне виробництво (ММАВ) – це сучасний напрям адитивних технологій, який дає змогу створювати полімерні матеріали з керованими та просторово варійованими властивостями. Такий підхід забезпечує можливість поєднання у межах одного виробу матеріалів із принципово різними характеристиками – жорстких і еластичних, електропровідних і діелектричних, теплопровідних і термоізоляційних, прозорих і світлонепроникних. ММАВ відкриває шлях до виготовлення складних функціональних компонентів, здатних поєднувати конструкційні та інтегровані властивості, що є особливо актуальним для біомедичних пристроїв, робототехніки та інтелектуальних виробів нового покоління.

У межах дослідження авторами було запропоновано кілька підходів до створення мультиматеріальних полімерних систем, що відрізняються принципом формування та способом поєднання компонентів [1]. Перший підхід базується на застосуванні автоматичної системи матеріалів (AMS, Automatic Material System), яка забезпечує автоматичну подачу ниток різного складу в процесі створення виробу. Такий спосіб дозволяє формувати вироби з локально змінними властивостями, не зупиняючи процес друку. Перевагами AMS є висока гнучкість, можливість поєднання матеріалів із різними кольорами, жорсткістю та функціональністю без додаткової ручної заміни матеріалу. Основним недоліком системи є відносно тривалий час переходу між матеріалами в межах кожного шару, обмеження за сумісністю полімерів через різні температури плавлення, та термодинамічна несумісність багатьох матеріалів, що впливає на механічну цілісність виробу. Другий напрям розробки полягає у технології співекструзії двох полімерних розплавів для створення єдиної двокомпонентної нитки. Розрізняють два основні типи такої побудови: side-by-side (паралельна) та core-shell (ядро-оболонка). У першому випадку нитка складається з двох матеріалів, розташованих поруч у поперечному перерізі нитки, що дозволяє комбінувати властивості різних полімерів у межах однієї подачі. Це дозволяє створювати асиметричні системи з контрастними характеристиками поверхонь і кольорів, та в більшості випадків знаходить застосування у декоративних і візуально-функціональних виробках.

У структурі core-shell внутрішній матеріал утворює ядро, а зовнішній — оболонку, що дозволяє поєднувати полімери з різними фізико-механічними властивостями. Такий підхід забезпечує підвищення міцності та зносостійкості виробів завдяки поєднанню жорсткого або термостійкого ядра з еластичною чи функціональною оболонкою. Оболонка може виконувати додаткові ролі — бар'єрну, ізоляційну або декоративну, забезпечуючи стійкість до вологи, тепла чи механічних навантажень. Таким чином, технологія core-shell відкриває можливість створення функціонально-градієнтних матеріалів з оптимізованими експлуатаційними властивостями.

Розробка і використання мультиматеріальних полімерних систем у процесах адитивних технологій є перспективним напрямом, що забезпечує розширення функціональних можливостей та створення нових класів виробів із просторово варійованими властивостями.

ЛІТЕРАТУРА

1. García-Collado A., Blanco J.M., Munish Kumar Gupta, Dorado-Vicente R.. Advances in polymers based Multi-Material Additive-Manufacturing Techniques: State-of-art review on properties and applications , *Additive Manufacturing*, Volume 50,2022, <https://doi.org/10.1016/j.addma.2021.102577>