



УДК 66.067.12+004.92

## ТЕХНОЛОГІЯ ОТРИМАННЯ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ АДИТИВНОГО ФОРМУВАННЯ ТЕХНІЧНИХ ФІЛЬТРІВ

Аспірант Іскандаров Р.Ш.  
Науковий керівник проф. Савченко Б.М.  
Київський національний університет технологій та дизайну

**Мета і завдання.** Мета – розробка технології отримання матеріалів для адитивного формування технічних фільтрів. Завдання – дослідження закономірностей адитивного формування сумішей полімерів; встановлення особливостей утворення мікропористих структур у адитивно сформованих фільтрів.

**Об'єкт та предмет дослідження.** Об'єкт – процес адитивного формування виробів з моноволокна суміші СПА/ПП. Предмет – особливості адитивного формування орієнтованих моноволокон з суміші СПА/ПП.

**Методи та засоби дослідження.** Визначення ПТР проводили згідно ISO 1133:1997 на капілярному віскозиметрі постійного тиску. Густина композицій визначали методом гідростатичного зважування на аналітичних вагах RADWAG AS-X2. Водопоглинання визначати як зміну маси полімерного зразка за 24 год при 23°C за ISO 62 (ASTM D570). Деформаційно-міцнісні показники – за ASTM D638.

**Наукова новизна та практичне значення отриманих результатів.** Вперше встановлено особливості адитивного формування технічних фільтрів методом FDM 3D друку з орієнтованого моноволокна суміші СПА/ПП. Запропоновано технологію отримання технічних фільтрів за допомогою FDM 3D друку.

**Результати дослідження.** Тривимірний друк є однією з найперспективніших інновацій, використовуваних в сучасних технологіях проектування і дрібносерійного виробництва. 3D-принтер - це пристрій, який створює об'ємний предмет на основі віртуальної 3D-моделі. На відміну від звичайного принтеру, який виводить інформацію на аркуш паперу, 3D-принтер дозволяє виводити тривимірну інформацію - створювати певні фізичні об'єкти. В основі технології 3D-друку лежить принцип пошарового створення (виращування) твердої моделі.

Всі 3D-принтери використовують один і той же базовий принцип - побудова об'єкта з тонких горизонтальних шарів матеріалу. Друкуюча головка формує шари, поступово виращуючи з них об'єкт. Вона рухається тільки в горизонтальній площині. Робоча платформа призначена для розміщення створюваного об'єкта, вона рухається зверху вниз [1].

FDM це одна з найбільш поширених і простих технологій 3D друку. Тому, що FDM 3Dпринтери є найбільш бюджетними і доступними у всіх планах. Суть FDM 3D друку полягає в пошаровому відтворенні об'ємних виробів на основі цифрових даних. Як робочий матеріал в FDM 3D принтерах використовуються спеціальні нитки з пластику. Такі нитки можуть бути діаметром 1,75 мм, або 2,85 (3,00) мм.

FDM 3D друк - це безперервна подача нитки матеріалу в екструдер, оснащений нагрівальним елементом. Останній призначений для нагрівання сопла, через яке подається матеріал. На цьому етапі відбувається плавлення пластику і екструзія його на платформу 3D принтера. Кожен наступний шар видавлюється на попередній по заданій траєкторії, за рахунок чого і відбувається побудова виробу [2].

Найбільш доцільним вирішенням питання створення полімерних матеріалів для адитивного формування фільтрів є модифікація промислово освоєних полімерів. Це зумовлено тим, що шляхи модифікації практично невичерпні. З цієї точки зору великий інтерес представляє поліпропілен. ПП займає друге місце за об'ємом споживання, що пояснюється дешевизною і доступністю вихідної сировини, простотою технології формування, малими енергозатратами і комплексом цінних властивостей.

Одним із ефективних методів модифікації ПП волокон є одержання мікроволокон шляхом переробки розплавів сумішей полімерів.

На відміну від загальноприйнятих методів формування хімічних волокон, комплексне волокно з десятків і сотень тисяч мікроволокон утворюється при екструзії розплаву через

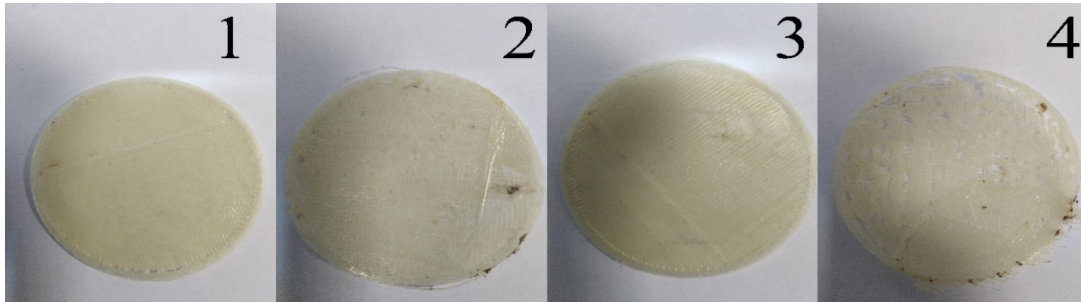
один отвір і відоме як явище специфічного волокноутворення. Найбільш дослідженими сумішами зі специфічним волокноутворенням є суміші співполіамід/поліпропілен (СПА/ПП).

Таблиця 1- Властивості монониток суміші СПА/ПП (вміст ПП 20%)

Моноволокно	Щільність, г/см <sup>3</sup>	Розривне навантаження, Н	Міцність при розриві, МПа	Подовження при розриві, %
СПА/ПП діаметр 3 мм	1,07	323,00	47,94	1143,69
СПА/ПП діаметр 1,75 мм	1,07	103,00	45,50	113,84
СПА/ПП орієнтований з 3 мм до діаметру 1,75 мм	0,86	351,00	175,06	253,84

Виходячи з даних приведених в таблиці 1 ми можемо стверджувати, що під час орієнтації суміші СПА/ПП утворюються мікропорожнини. Причиною утворення цих мікропорожнин є відрив полімерної матриці ПП від СПА, під дією зусилля розтягу. Дана особливість приводить до необхідності корекції слайсингу моделі для FDM 3D друку, а саме перерахунку діаметру.

Рисунок 1 – зразки надрукованих технічних фільтрів з суміші СПА/ПП. 1- друк матеріалом СПА/ПП



діаметр 1,75 мм; 2- друк матеріалом СПА/ПП орієнтований з 3 мм до діаметру 1,75 мм до коректування діаметру; 3- друк матеріалом СПА/ПП орієнтований з 3 мм до діаметру 1,75 мм після коректування діаметру; 4- друк матеріалом СПА/ПП після 24 годин в кімнатних умовах.

Наглядно вплив даної особливості можливо спостерігати на рис. 1 фільтр 2 та фільтр 3, де помітно наявність непродрукованих частинок та часткової цілісності сформованого фільтру.

Також, на рис. 1 фільтр 4 ми можемо спостерігати спінення матеріалу через наявність вологи в моноволокні. Таким чином, моноволокно з суміші СПА/ПП вимагає попереднього висушування перед 3D друком, а також доцільно використовувати спеціальні сушильні шафи з можливістю подачі нитки до FDM принтеру.

Використання сумішей зі специфічним волокноутворенням в технології FDM друку має велике значення для створення фільтрувальних матеріалів з програмованою структурою. Завдяки гнучкості FDM технології можливе отримання фільтрів різної геометричної форми з заданими властивостями.

**Висновки.** Досліджено закономірності FDM 3D друку моноволокном з суміші СПА/ПП для виготовлення технічних фільтрів. Встановлено особливості налаштування FDM 3D друку та попередньої підготовки моноволокна з суміші СПА/ПП.

**Ключові слова:** орієнтаційне витягування, моноволокно, співполіамід, поліпропілен, FDM 3D друк.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Елистратова А. А. Технологии 3d-печати: преимущества и недостатки / А. А. Елистратова, И. С. Коршакевич, Д. В. Тихоненко. // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. – 2015. – №11. – С. 557–559.
2. 3D печать методом наплавления (FDM) [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://3ddevice.com.ua/3d-pechat-fdm/>.