

## ДІЕЛЕКТРИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ПЛАСТИКУ ДЛЯ 3Д ДРУКУ ЛЮДСЬКИХ ІМПЛАНТІВ

Моделювання методом плавлення (FDM) - є одним із методів тривимірного друку, який використовує переважно термопластичні матеріали. Його принцип простий і, загалом, ним можна друкувати будь-який матеріал, що плавиться, а потім застигає. Очевидно, що існують вимоги щодо його в'язкості в рідкому стані для досягнення хорошої адгезії та зчеплення шарів [1]. Стандартне використання FDM матеріалів – у вигляді нитки, що подається на котушку (філамент). Загальноживаними матеріалами є термопластичні полімери, такі як акрилонітрилбутадієнстирол (ABS), поліетилентерефталат модифікований гліколем (PET-G), полімолочна кислота (PLA), поліамід (нейлон), співполієфір (СРЕ), полікарбонат (ПК) тощо.

Ці матеріали є діелектриками, і деякі з них знаходять застосування в електронній промисловості як ізолятори, наприклад для ізоляції провідників. Серед безлічі електричних властивостей, діелектрична міцність є дуже важливим параметром, яка визначає їх життєздатність в протезуванні та біоінженерії.

Технологія FDM не створює ідеально однорідних твердих компонентів, тому є відмінності в властивості кінцевих об'єктів у порівнянні зі стандартними методами виготовлення, наприклад при литті пластику [2]. Відмінності спричинені повітряними зазорами, наявними в 3D-об'єкті (між лініями по осі X та Y, і шаром по осі Z) або дефектна когезія ліній і шарів, тощо. Одним з факторів, що впливає на діелектричні властивості виробу це роздільна здатність друку (висота одного шару), зміщення осі Z і температура екструзійної головки [3].

Результати вимірювання діелектричної проникності надрукованих імплантів на 3D принтері проілюстровані на рисунку 1, який являє собою залежність діелектричної проникності матеріалу від частоти вимірювання для масштабу 150 мкм. Вибрано таку роздільну здатність, оскільки вона мала найнижчу частоту відмов протягом друку. Очевидно, що значення діелектричної проникності дещо зменшується із збільшенням частоти для всіх трьох досліджуваних матеріалів.

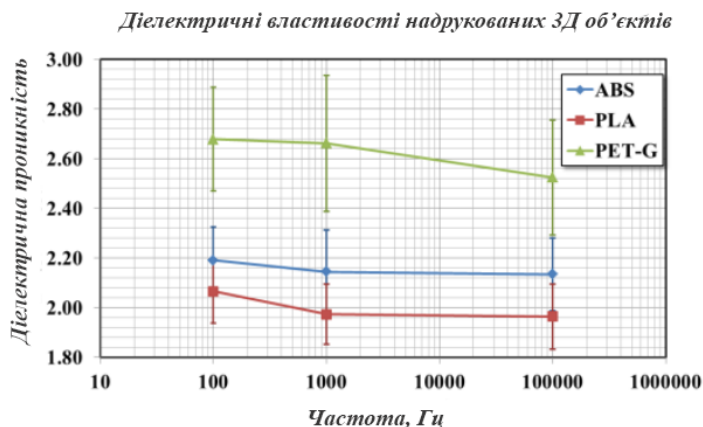


Рис.1. Діелектричні властивості надрукованих 3D об'єктів з пластику ABS, PLA та PET-G

На основі отриманих результатів встановлено, що об'єкти, надруковані за технологією FDM з матеріалу ABS мають прийнятне значення діелектричної властивості та діелектричну міцність для застосування в якості матеріалу для людського імпланту. У разі вимірювання діелектричної міцності матеріалу ABS, даний матеріал оцінюється як найбільш підходящий матеріал в якості опорної конструкції та найміцніший для протезування опорно-рухового апарату живих істот та людини зокрема.

### Список літератури

1. Veselý, Petr, et al. Evaluation of dielectric properties of 3D printed objects based on printing resolution. In: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. IOP Publishing, 2018. p. 12 - 18.
2. Клейменов, В. В. Методика експериментальних досліджень свойств материалов для 3d-печати корпуса электродного парогенератора. / В.В. Клейменов, В. В. Васильчиков // In: Актуальные проблемы энергетики АПК. - 2018. - С. 61-62.
3. Матлахов В. В. Электромагнитный отклик от многослойного материала, изготовленного по 3D технологии / 8-я Международная научно-практическая конференция Актуальные проблемы радиофизики (АПР). - Томск, Российская Федерация. - 2019. – с. 191-192.