

ОГЛЯД МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ЗД ДРУКУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Дана стаття пропонує огляд та класифікацію матеріалів для 3D друку в залежності від типу друку та призначення виробу. Розглянуто типи 3D друку, такі як фузійне осадження матеріалу (FDM), селективне лазерне сплавлення (SLS), полімерне фото твердіння (SLA). Також розглянуто різні матеріали, зосереджуючись на полімерах. Надано увагу новітнім технологіям та розвитку матеріалів для 3D друку, такі як вуглецеві волокна, поліпропілен (PP), поліамід (нейлон), термопластичний поліуретан (TPU) та інші.

Ключові слова: 3d друк, матеріали, полімер, виробництво, технології

Abstract

This article provides an overview and classification of materials for 3D printing based on the printing method and intended use of the product. It discusses various types of 3D printing, such as Fused Deposition Modeling (FDM), Selective Laser Sintering (SLS), Stereolithography (SLA). The focus is on different materials, with an emphasis on polymers. Attention is given to the latest technologies and advancements in materials for 3D printing, such as carbon fiber, polypropylene (PP), nylon (polyamide), thermoplastic polyurethane (TPU), and others.

Keywords: 3D printing, materials, polymer, manufacturing, technologies.

Вступ

3D друк - це процес створення тривимірних об'єктів з цифрових моделей, за допомогою спеціального обладнання та матеріалів. Друк має широке застосування в різних галузях, включаючи медицину, авіацію, автомобільну промисловість, архітектуру, виробництво іграшок, мистецтво та багато інших. Також дозволяє створювати складні, масштабні, індивідуальні та унікальні вироби, які було б неможливо виготовити іншими способами.

Результат

Основними технологіями 3D друку є FDM (відкладання пластику), SLA (стиролакрилове лиття) та SLS (селективне лазерне сплавлення). Для такого друку використовуються різні матеріали, такі як пластик, метал, кераміка, гума, дерево та інші. Також він може зменшити витрати на виробництво, скоротити час виробництва та покращити якість виробів. Незважаючи на багато переваг 3D друку, він має свої обмеження, такі як обмеження розмірів деталей, відносно невисоку швидкість виробництва та високі витрати на матеріали та обладнання.

Матеріали для 3D друку можуть бути різними за якістю, властивостями та вартістю. Основні класифікації матеріалів для 3D друку залежать від типу 3D друку, що використовується, та призначення виробу

Деякі з популярних матеріалів для 3D друку:

1. PLA (полілактід) - це натуральний термопластичний полімер, який виготовляється з кукурудзяного крохмалю або цукрових буряків. Цей матеріал має численні переваги, зокрема його екологічна чистота, відсутність шкідливих речовин та можливість легкої переробки. PLA є легким матеріалом з високою міцністю та достатньою гнучкістю. Він широко використовується для 3D-друку різних виробів, таких як іграшки, килими, рекламні вироби та інше. Однією з головних переваг PLA є його доступна ціна. В порівнянні з іншими матеріалами для 3D-друку, PLA є відносно недорогим варіантом. Крім того, він біорозкладний, що означає, що він може розкладатися під впливом природних процесів, що сприяє його екологічності. Однак, слід враховувати, що PLA не є надзвичайно міцним матеріалом. Він має певну межу

- міцності, тому не рекомендується використовувати його для друку виробів, які потребують високої стійкості та міцності. У таких випадках, можуть бути використані інші матеріали, які мають кращі механічні властивості. Загалом, PLA є популярним матеріалом для 3D-друку завдяки своїй екологічній природі, доступній ціні та легкості використання. Він ідеально підходить для створення різних декоративних та нескладних функціональних виробів.
2. ABS (акрилонітрил-бутадієн-стирол) - це термопластичний полімер, який має високу міцність та жорсткість. Це робить його ідеальним для друку деталей, які вимагають великої стійкості і здатності витримувати механічні навантаження. Одна з переваг ABS полягає у його доступності та відносно низькій ціні. Це дозволяє багатьом власникам 3D-принтерів використовувати цей матеріал для своїх проєктів без значних витрат. Проте, ABS має деякі особливості, які потребують певних умов друку. Зокрема, він схильний до зісковзування шарів під час друку, що може призвести до появи некоректних геометричних форм або відокремлення шарів. Щоб уникнути цього, рекомендується використовувати спеціальну підкладку або наносити прикріплювальний шар на платформу принтера. Також важливо контролювати температуру в процесі друку ABS. Висока температура допомагає забезпечити належну адгезію шарів, але недостатнє охолодження може призвести до деформації або зміни геометрії друкованої деталі. Загалом, ABS є популярним матеріалом для 3D-друку завдяки своїй високій міцності і жорсткості. Він часто використовується для виробництва функціональних деталей, корпусів, механічних компонентів та інших деталей, які потребують стійкості та надійності.
 3. PET (терефталат етилену) є одним з популярних матеріалів для 3D-друку, особливо для виготовлення пляшок, кришок, контейнерів та інших виробів, де висока міцність і стійкість до ударів є важливими властивостями. Основною перевагою PET є його прозорість, завдяки якій вироби з цього матеріалу мають привабливий зовнішній вигляд і можуть бути використані для відображення вмісту виробу. Крім того, PET володіє високою міцністю, що дозволяє йому витримувати значні механічні навантаження і удари без ламкості. Ще одною важливою характеристикою PET є його стійкість до зношування. Він зберігає свій інтегритет і естетичний вигляд протягом тривалого часу, не піддаючись пошкодженню або деформації при звичайних умовах використання. PET є також матеріалом з низькою проникністю до газів і вологи, що робить його відмінним вибором для упаковки продуктів, які вимагають захисту від зовнішнього середовища. Додатковою перевагою PET є його екологічна придатність. Він може бути перероблений і використаний повторно, що допомагає зменшити відходи та негативний вплив на навколишнє середовище. Однак, важливо враховувати, що PET має обмежену термічну стійкість. Висока температура може призвести до його плавлення або деформації, тому необхідно дотримуватись оптимальних умов друку.
 4. Polycarbonate (PC) є термопластичним полімером. Він має властивість витримувати значні механічні навантаження, удари і стискання без ламкості або деформації. Він може поглинати енергію удару і розподіляти її по всій структурі, що зменшує ризик пошкодження або розбиття деталі при ударі. Це робить полікарбонат популярним матеріалом для виготовлення захисних шоломів, протекторів, вікон і обгортки. Полікарбонат також відомий своєю високою термостійкістю. Він може переносити високі температури без деформації або розплавлення. Це робить його відмінним матеріалом для виготовлення деталей, які піддаються тепловому навантаженню, наприклад, компонентів двигунів, електроніки та освітлювального обладнання. Незважаючи на його переваги, важливо враховувати, що полікарбонат може мати певні обмеження і недоліки. Деякі з них наступні: чутливість до подряпин; чутливість до розкладання при довготривалому впливі ультрафіолетового випромінювання; висока ціна; нагрівання і деформація: полікарбонат має високу термостійкість, але при довготривалому впливі високих температур може почати деформуватися або втрачати свою міцність; схильність до взаємодії з хімічними речовинами.
 5. Polyethylene terephthalate glycol (PETG) - це матеріал, який поєднує в собі властивості PET та гліколів. Це термопластичний полімер, який знайшов широке застосування у багатьох галузях, завдяки своїм унікальним властивостям. Однією з головних переваг PETG є його висока міцність. Він має значно вищу міцність на розрив порівняно з багатьма іншими матеріалами для 3D-друку, включаючи PLA та ABS. Це робить PETG ідеальним вибором для виробництва функціональних деталей, які потребують високої міцності та довговічності. PETG також відомий своєю стійкістю до ударів. Він може поглинати енергію удару, що дозволяє йому

забезпечувати високу захист деталей від пошкоджень при ударах або падіннях. Ця корисно для виготовлення захисних кейсів, упаковки, моделей та інших деталей, які вимагають стійкості до ударів. Ще одна перевага PETG полягає в його хорошій прозорості. Він має властивість бути прозорим, що дозволяє створювати прозорі або напівпрозорі деталі. Це робить матеріал відмінним вибором для виготовлення вітрин, дисплеїв, упаковки продуктів і багатьох інших виробів, де важлива естетика та прозорість. Також він є стійким до багатьох хімічних речовин, включаючи багато розчинників та кислот.

6. Acrylonitrile Butadiene Styrene (ABS) є матеріалом з доброю міцністю та стійкістю до ударів. Він володіє широким спектром застосувань, завдяки своїм унікальним властивостям. ABS легко обробляється і фарбується, що дозволяє створювати різноманітні вироби з цим матеріалом. Цей матеріал є популярним для виготовлення легких та міцних виробів. Він широко використовується в промисловості, а також у різних галузях, таких як виробництво іграшок, чохла для мобільних телефонів, ключниць та інших подібних виробів. Однією з головних переваг ABS є його міцність. Він може витримувати значні механічні навантаження і удари без легкості пошкодження. Це робить його ідеальним матеріалом для виготовлення деталей, які потребують високої міцності і довговічності. Крім того, ABS легко обробляється. Він може бути різаний, свердлений, фрезерований та шліфований, що дає можливість створювати складні форми і деталі. ABS також можна фарбувати, що дозволяє додатково змінювати його зовнішній вигляд і створювати багатофункціональні вироби.
7. Polypropylene (PP) – це матеріал з дуже високою міцністю та стійкістю до зношування. Він має широкий спектр застосувань, особливо там, де необхідна стійкість до фізичного зношування та хімічних речовин. Він може витримувати великі механічні навантаження і зберігати свою інтегритетність протягом тривалого часу. Це робить його ідеальним матеріалом для виготовлення деталей, які піддаються інтенсивному зношуванню або знаходяться в екстремальних умовах. PP також відомий своєю стійкістю до хімічних речовин. Він не розчиняється або розпушується в багатьох розчинниках, що робить його відповідним для використання в середовищах з хімічним впливом. Це дозволяє використовувати PP для виготовлення деталей, які знаходяться в контакті з агресивними речовинами або середовищами. Крім того, PP є легким матеріалом, що сприяє зменшенню ваги виробів. Це особливо важливо в деяких додатках, де низька вага є критичним фактором, наприклад, в автомобільній індустрії або виробництві упаковки.
8. Nylon - матеріал, який має широкий спектр застосувань. Його унікальні властивості роблять його популярним в багатьох галузях. Однією з головних переваг Nylon є його висока міцність. Він має властивості, що дозволяють витримувати великі механічні навантаження без деформації або пошкоджень. Це робить його ідеальним матеріалом для виробництва спортивного обладнання, такого як ракетки для тенісу або хокейних клюшок, де потрібна висока міцність і довговічність. Поліамід також має дуже добру стійкість до зношування, що робить його відмінним вибором для виробництва зубних щіток. Висока міцність і здатність витримувати постійну тріщиностійкість дозволяють зубним щіткам ефективно виконувати своє призначення протягом тривалого часу. Nylon є також дуже гнучким матеріалом, що дозволяє виробляти предмети зі складною формою або звивистими деталями. Це особливо важливо в випадках, коли необхідно створити специфічну конструкцію, яка має гнучкість і пружність. Також він має велику стійкість до хімічних речовин і стабільність при високих температурах. Це робить його використанням в широкому спектрі середовищ, включаючи лабораторії, хімічну промисловість та інші вимогливі застосування.
9. TPU, або термопластичний поліуретан, є особливим матеріалом, який відзначається своєю еластичністю і гнучкістю. Він може бути розтягнутим або стиснутим без пошкодження, а потім повертається до своєї початкової форми без проблем. Ця властивість дозволяє матеріалу пристосовуватись до різних форм і розмірів, забезпечуючи відмінну гнучкість і амортизацію. Це робить його ідеальним вибором для створення гумових деталей, таких як гумові чохла для телефонів, ремені, підошви взуття, ремінці для годинників, а також різноманітних гумових іграшок. TPU також характеризується високою стійкістю до зношування і розриву. Він добре переносить механічні навантаження, удари і тертя, що робить його довговічним матеріалом для виробництва деталей, які піддаються інтенсивному використанню. Ще він стійкий до хімічних речовин, масел і розчинників. Це дозволяє використовувати його в різних середовищах без

ризика його пошкодження або деградації. Крім того, TPU може бути легко оброблений і зварений, що дозволяє створювати складні форми і з'єднувати деталі разом. Він також має хорошу адгезію до інших матеріалів, що робить його універсальним вибором для багатьох проектів.

10. Carbon Fiber (вуглецеві волокна) - цей матеріал має високу міцність та легкість. Він використовується для виготовлення деталей, які вимагають витримувати великі навантаження, таких як запчастини для авіації, автомобілів, мотоциклів, спортивного обладнання та інших високопродуктивних виробів. Вуглецеві волокна мають надзвичайно велику міцність при масі, що значно нижча, ніж у традиційних матеріалів, таких як сталь або алюміній. Це дозволяє використовувати такий матеріал для створення дуже стійких та надійних конструкцій, які можуть витримувати великі навантаження. Вони мають низьку густину, що робить їх ідеальними для застосувань, де важлива низька вага, такі як авіаційна та автомобільна промисловість. Використання вуглецевих волокон допомагає зменшити масу транспортних засобів, покращуючи паливну ефективність та продуктивність. Також Carbon Fiber притаманна висока стійкість до корозії та хімічних речовин, що робить матеріал довговічним в екстремальних умовах. Він не піддається окисленню або розрідженню в присутності різних хімічних середовищ, що забезпечує надійну захист від пошкоджень. Вуглецеві волокна можуть бути також легко оброблені і формовані в різні форми.
11. Wood (дерево) - це матеріал, який надає виготовленим виробам природний вигляд та текстуру. Дерево використовується для виготовлення декоративних виробів, таких як рамки для фотографій та сувеніри.
12. Ceramic (кераміка) - цей матеріал використовується для виготовлення керамічних виробів, таких як глина, порцеляна, керамічні порошки та інші. Цей матеріал дозволяє виготовляти складні форми з високим рівнем деталізації і точності. Окрім того, керамічні вироби мають високу міцність та стійкість до зношування, тому їх часто використовують для виготовлення запчастин, промислових виробів та медичного обладнання.

Висновки

3D друк дає можливість використовувати різноманітні матеріали для створення продуктів різної форми та призначення, включаючи ті, які можуть бути перероблені. Крім того, він дає можливість виготовляти продукти з біорозкладаються матеріалів, що зменшує негативний вплив на довкілля.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Wohlers Report 2012. Additive Manufacturing and 3D Printing State of the Industry Annual Worldwide Progress Report ISBN 0-9754429-8-8.
2. Todd Letcher, Megan Waytashek. Material property testing of 3D-printed specimen in PLA on an entry-level 3D printer. Proceedings of the ASME 2014 International Mechanical Engineering Congress & Exposition IMECE2014 November 14-20, 2014, Montreal, Quebec, Canada.
3. Матеріали для 3D-принтера: PLA і ABS-пластик, а також ПВА-пластик і нейлон [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://koloro.ua/ua/blog/3d-tekhnologii/materialy-dlya-3d-printera-pla-i-abs-plastik-a-takzhe-pva-plastik-i-nejlon.html>

Шевчук Дар'я Віталіївна — студентка групи ІСТ-206, кафедра автоматизації та інтелектуальних інформаційних технологій, факультет комп'ютерних систем і автоматики, Вінницький національний технічний університет, Вінниця. e-mail: dasha.shevchuk.03@gmail.com
Науковий керівник: **Кулик Ярослав Анатолійович** – к.т.н., доцент кафедри автоматизації та інтелектуальних інформаційних технологій, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, м.Вінниця, e-mail: kulyk.y.a@vntu.edu.ua

Shevchuk Daria Vitaliivna — Faculty of Computer Systems and Automatics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: dasha.shevchuk.03@gmail.com
Supervisor: **Kulyk Yaroslav Anatoliyovych** – Associate Professor of Automation and Intelligent Information Technologies Department, Faculty of Intelligent Information Technology and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: kulyk.y.a@vntu.edu.ua