

## **ОГЛЯД МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ 3D-ДРУКУ У АВТОМОБІЛЬНІЙ ГАЛУЗІ**

За останні десятиліття швидкі технологічні зміни в промисловості і стали джерелом безпрецедентних інновацій та перетворень. Одним із найбільш вражаючих досягнень цього періоду є використання технології тривимірного друку (3D-друку) у виробництві автомобілів. Історично автомобільна галузь відзначалася консервативними підходами до виробництва, але з появою 3D-друку ця ситуація стрімко змінюється. 3D-друк пропонує аддитивний підхід, що відкриває широкі можливості для створення складних геометричних форм і конструкцій без значних обмежень.

Крім того, використання 3D-друку в автомобільній індустрії сприяє інноваціям у всіх аспектах виробництва. Від проектування нових моделей та виробництва прототипів до створення високоточних деталей та персоналізації. З початку 2010-их років технологія 3D-друку стала більш доступною, і набула розповсюдження не тільки серед промислових виробників, але і серед індивідуальних користувачів та освітніх установ. Цей ріст популярності 3D-друку стимулювався зменшенням вартості принтерів, розвитком більш широкого асортименту матеріалів для друку, а також появою простих у використанні програмного забезпечення для створення 3D-моделей. За видом використаної технології друку вирізняють:

1. Stereolithography (SL) – Стереолітографія;
2. Selective Laser Sintering (SLS) – Селективне лазерне спікання;
3. Fused Deposition Modeling (FDM) – Моделювання плавленням;
4. Laminated Object Manufacturing (LOM) – Пошарове формування об'ємних моделей з листового матеріалу;
5. PolyJet і PolyJet Matrix - Струменева полімеризація;

Найбільшого поширення серед приватних користувачів набула технологія FDM друку.

Конструкційні матеріали, які використовуються в автомобілях, повинні відповідати вимогам міцності, малої ваги, жорсткості, в'язкості, корозійної та хімічної стійкості, термічної стійкості.

Виходячи з низки вище вказаних вимог, до матеріалів які використовуються в конструкції автомобілів можна виділити наступні матеріали, що підходять для виготовлення виробів (запчастин, прототипів,

ремкомплектів і т.д). Матеріали які використовуються для FDM 3D-друку та найбільше підходять для задач виготовлення деталей автомобіля.

**Таблиця 1 Характеристики пластиків які відповідають конструкторським вимогам.**

ELASTAN	Еластичний матеріал для 3D друку, що володіє високими характеристиками міцності і зносостійкості, масло- і бензостійкий. Витримує багаторазові деформації. З підвищенням температури стає більш м'яким..	ELASTAN доступний різної твердості: D70: жорсткий матеріал підходить для друку; D100: в залежності від заповнення друкованої моделі змінює жорсткість; D160: м'який матеріал підходить для друку сальників, ущільнень, прокладок. Температура експлуатації від -60 °C до +90 °C.
PC	Прозорий матеріал для 3D-друку, з характерною високою жорсткістю з одночасно високими характеристиками міцності. Стійкий до дії високої температури.	Для 3D-друку деталей різного призначення: корпусів, кріплень, шестернею з температурою експлуатації до 120°C.
PET/PET-G/CoPET	Прозорий матеріал для 3D-друку, має високу механічну міцність і ударостійкість. Стійкий до стирання і багаторазовим деформаціям при розтягуванні і згині. Можливе гартування.	Для 3D-друку різних виробів, що експлуатуються при високих температурах. Температура експлуатації від -60 до +220°C
Nylon	Нейлон відноситься до конструкційних полімерних матеріалів. Нейлон – жорсткий пластик, що кристалізується, з високою міцністю на розрив і стійкістю до зносу. Нейлон відрізняється високою температурою розм'якшення і еластичністю при низьких температурах, витримує стерилізацію паром, розігрітим до 140°C.	Матеріал підходить для 3D-друку міцних, жорстких, зносостійких виробів. Як правило, для виготовлення пластикових шестерень традиційними методами, застосовується саме цей матеріал. Температура експлуатації від -40 °C до +140 °C
PA/PA+	Інженерний матеріал, який володіє чудовою міцністю як PA і друкується як Nylon, за рахунок чого 3D-друк цим матеріалом є більш простим.	Ідеально підходить для застосування, де необхідна надзвичайна міцність і довговічність. Температура експлуатації від -20 °C до +67 °C.
PBT	Ідеально підходить для застосування, де необхідна надзвичайна міцність і довговічність. Температура експлуатації від -20 °C до +67 °C.	Для 3D-друку деталей технічного призначення – шестерні, втулки, муфти, підшипники, шайби і т. п. Температура експлуатації від -40 °C до +120 °C

ASA	ASA це матеріал для 3D-друку подібний ABS пластику за властивостями, але крім механічної міцності він ще стійкий до ультрафіолетового випромінювання і суворих погодних умов (на відкритому повітрі, дощ, холодна і солоня морська вода).	Надруковані вироби з ASA рекомендовано використовувати для зовнішнього застосування і в автомобільній промисловості. Температура експлуатації від -40 °С до + 85 °С.
-----	---	--

Також низка матеріалів (ABS, Nylon, PBT, PET) може бути з включенням в вміст пластику карбонового волокна, таких як удари або тертя.

Карбонові волокна додають матеріалу відмінні механічні властивості, збільшуючи його деформаційну міцність і здатність до навантаження. Такі композитні матеріали знаходять широке застосування у виробництві авіаційних деталей, автомобільних компонентів, спортивного обладнання та багатьох інших сферах, де важлива легкість матеріалу при високій міцності.

Як висновок можна відмітити що 3D-друк дозволяє автомобілебудівникам вирішувати широкий спектр завдань швидко, ефективно і точно, а саме:

- Розробки нових компонентів і механізмів (створення концептуальних моделей, створення тестових деталей);
- Модернізація існуючих систем та окремих компонентів;
- Ремонт і заміна несправних компонентів;
- Використання 3D-друку в процесі розробки та виробництва;
- Використання 3D-принтерів у виробничому процесі дозволяє виробляти продукцію вищої якості з меншими витратами і швидше.

#### *Література*

*1. Методичні вказівки до виконання лабораторних занять із дисципліни «Технологія конструкційних матеріалів та матеріалознавство» зі спеціальностей 133 Галузеве машинобудування, 274 Автомобільний транспорт, усіх форм навчання / укладач А.І. Криворот.- Полтава : Нац. ун-т ім. Ю. Кондратюка, 2023.- 88 с.*