

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ШЕСТЕРНЕЙ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ 3D ПЕЧАТИ

Lucrarea dată vine să contureze caracteristicile celor mai bune materiale folosite în domeniul tehnologiilor neconvenționale de fabricație pentru printarea roților dințate cu success. Tehnologiile de modelare a depunerilor condensate sunt cele mai cunoscute pentru utilizarea materialelor plastice în imprimarea 3D. Acestea au forma unei bobine cu filament care trebuie introduse în sau pe imprimanta 3D. În acest articol voi analiza avantajele și dezavantajele materialelor pentru a veni cu argumentări pro și contra în alegerea variantei optime de printare a roților dințate.

Cuvinte cheie: *materiale aditive, tehnologii aditive, roți dințate, prototipare rapidă, nylon, PEEK, ULTEM.*

This articles comes to outline the characteristics of the best materials used in the field of unconventional manufacturing technologies for successful gear printing. Condensed deposition modeling technologies are best known for using plastics in 3D printing. They are shaped like a filament spool to be inserted into or on the 3D printer. In this article I will analyze the advantages and disadvantages of materials to come up with pros and cons in choosing the optimal option for printing gears.

Keywords: *additive materials, additive technologies, gears, rapid prototyping, nylon, PEEK, ULTEM.*

Introducere

O problemă pentru companiile de inginerie (în special în industria de prelucrare a metalelor, industria auto, chimică și metalurgică) este aceea de a satisface cerințele tot mai mari la transmisiile utilizate în majoritatea mașinilor industriale și a echipamentelor tehnologice legate de capacitatea de încărcare, compactitate, masă și dimensiuni, costuri scăzute de producție etc. și, în special, a caracteristicilor cinematice și compatibilitatea structurală cu alte agregate ale echipamentului, etc.

Angrenajele sunt considerate cele mai sofisticate componente ale mașinilor. Fiabilitatea mașinii depinde foarte mult de funcționalitatea transmisiei, în general. Indicii de calitate a angrenajelor tradiționale au fost crescute în mare parte prin modernizarea angrenajelor involute și prin crearea de angrenaje noi. Dat fiind faptul că, transmisia precesională planetară principial este deosebită de transmisiile clasice și anume prin noul principiu al mișcării și transmiterii sarcinii, prin utilizarea mișcării sfero-spațiale a satelitelui. Profilul dinților sunt nestandarte și alioriu variabile în funcție de 5 parametri ai angrenajului spațial. Contactul dinților este convex-concav cu diferența mică a curburilor flancurilor dinților în angrenare. [1,2]

Din aceste considerente prototiparea roților dințate din transmisiile precesionale prin printarea 3D conduce la reducerea timpului și costurilor de fabricație și în consecință la sporirea competitivității transmisiilor cu angrenare inovaționale ale dinților. Pentru printarea roților dințate un pas prioritar este alegerea materialului, în tandem cu imprimanta 3D, deoarece sunt multe imprimante care nu permit imprimarea cu un anumit tip de material. La etapa actuală, există o mare varietate de materiale plastice, folosite în funcție de procesul de printare 3D, cu o serie de caracteristici orientate spre fabricarea unor piese cu indici de calitate înaltă. Tehnologiile de modelare a depunerilor condensate sunt cele mai cunoscute pentru utilizarea materialelor plastice în imprimarea 3D. Acestea au forma unei bobine cu filament care trebuie introduse în sau pe imprimanta 3D. În acest capitol voi analiza avantajele și dezavantajele materialelor pentru a veni cu argumentări pro și contra în alegerea variantei optime de printare a roților dințate.

Nomenclatorul materialelor pe piața comercială este destul de complex, astfel determinarea acestuia în fine va fi destul de complicată dar nu și imposibilă. În continuare, este arătată piramida materialelor plastice de bază, prin care se observă o delimitare în trei grupe mari:

- I. Plastic standard (aplicații simple)
- II. Plastic ingineresc (aplicarea în diverse scopuri ingineresti pentru obținerea caracteristici buni de fiabilitate și rigiditate)
- III. Plastic Avansat (combinație din plastic ingineresc plus și alți componenți pentru fabricarea pieselor cu caracteristici mecanice, termale, chimice avnsate și aplicare cu rezistență ridicată)

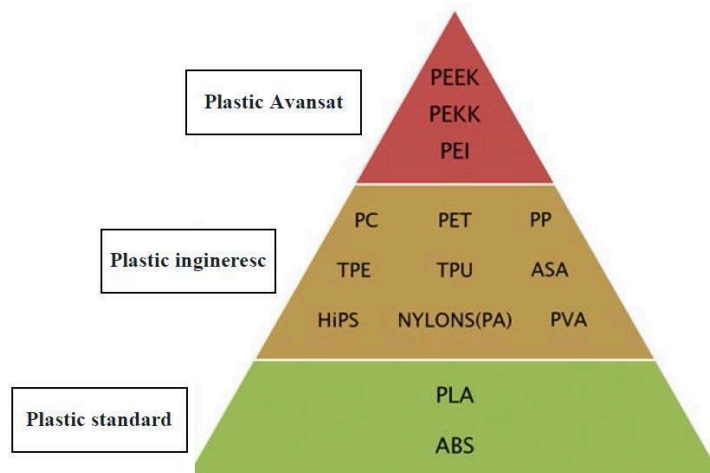


Figura 1. Materiale plastice pentru roți dintate [3]

Mai jos vor fi prezentate proprietățile materialelor din fiecare grupă și anume, pe o scală de la 1 la 5 se prezintă următoarele caracteristici:

Tipul materialului	Proprietăți fizice		
	Rigiditatea	Flexibilitatea	Durabilitatea
ABS	2	2	3
Nylon	3	3	4
PEEK, PEI	4	4	4

Tabel 1. Caracteristici ale materialelor aditive.

Dintre toate materialele FDM disponibile pe piață astăzi, **nylonul** are cea mai diversă listă de caracteristici și va ieși învingător în comparație cu aproape orice concurent. Se știe că fiecare dintre materialele pentru imprimarea 3D are propriile sale caracteristici, și nylonul nu face excepție. Nylonul se aseamnă mult cu plasticul ABS, cu toate acestea, are o rezistență mai bună la temperatura ridicată a imprimării 3D, foarte puternic, durabil și rezistent în angrenare, flexibil, oferind o gamă largă de prototipare a pieselor. Roțile dințate din ABS sunt foarte rigide, respective se uzează destul de rapid. O proprietate neobișnuită a nylonului este de a elibera ulei - lubrifiant, datorită componenței acestuia, astfel are loc ungerea angrenajului în timpul mișcării.

În cazul care nu sunt optimizate corespunzător, piesele imprimate 3D din nylon, sunt predispuse la deformare și se pot îndoi pe margini, făcând piese complet inutile. Sunt necesare setări de imprimare optimizate cu atenție, precum și un pat încălzit, incintă și suprafața de construcție pentru a preveni deformarea. Fiind un material hidrosopic - necesită depozitare etanșă: pentru a opri absorbția apei care afectează calitatea imprimării, din cauza calității lui hidrosopice. [4]

PEEK este un alt material de imprimare 3D conceput pentru piese încărcate puternic. Materialele plastice din această familie tolerează perfect stresul mecanic, fluctuațiile de temperatură și influențele chimice, posedă rezistență mecanică ridicată și rigiditate, rezistența la uzura, rezistență ridicată la fluaj; rezistă la raze X și raze gamma, inflamabilitate scăzută și emisii de fum în timpul arderii, cu o fiabilitate ridicată, acest material este ușor prelucrat și fabricat.

Pe lângă multe avantaje, PEEK are o caracteristică esențială care afectează utilizarea acestuia. Materialul poate fi utilizat numai în imprimante 3D, a căror temperatură de încălzire a extruderului depășește 340 °C, iar imprimante de acest tip sunt numărate. Plasticul PEEK 3D se compune din PEEK în sine (70%), fibră de carbon (10%), grafit (10%) și PTFE (10%). [5]

Din cauza combinației specifice, printarea cu un astfel de material nu este atât de simplă, de aceea se recomandă ca acest proces să fie încredințat profesioniștilor în domeniu, care deja au experiența necesară. Pe lângă faptul că acest material este destul de costisitor, considerațiile de securitate pot fi, de asemenea, un argument pentru a nu-l utiliza. Materialele PEEK cu proprietățile lor excelente sunt utilizate în cele mai exigente aplicații din industria auto, aerospațială, chimică și medicală. Caracteristici de bază sunt: biocompatibil, foarte durabil, rezistent la căldură, rezistent la uzură. Aplicații: producție în serie (industria auto, aerospațială, chimică și medicală). [6]

PEEK este un material ce oferă caracteristici mecanice și chimice adecvate pentru fabricarea roților dințate, este foarte rezistent la căldură și uzură, are o rezistență chimică ridicată, sterilizabil și are proprietăți dielectrice. PEEK are, de asemenea, un raport mare greutate-rezistență și este adesea utilizat pentru a înlocui anumite metale. În cele din urmă, PEEK este rezistent la flacără, ceea ce îl face un material de imprimare 3D interesant pentru sectoare precum aerospațial, care au constrângeri mari de foc / fum. Pe lângă faptul că printarea cu PEEK este destul de dificilă, acest material este foarte scump, minimum 300 euro pentru 1 kg. [7]

Un alt material cu calități performante este **Polyetherimide (PEI) Ultem**, este un material termoplastice amorf cu rezistență ridicată și rezistență la căldură. Capacitatea sa de a-și menține proprietățile la temperaturi de până la 170 °C, coeficientul scăzut de expansiune termică, rezistența chimică, neinflamabilitatea și lipsa de toxicitate și emisiile de fum atunci când sunt expuse la foc deschis îl fac un material ideal pentru produsele care necesită rezistență ridicată la căldură ridicată. Acestea sunt detaliile finale pentru produse: ingineria transporturilor (aviație și spațiu, mașini, trenuri, nave), industria de apărare, producția de scule - ștampile, matrițe rezistente la căldură, industria medicală în producția de instrumente, echipamente și accesorii cu posibilitatea de a utiliza diverse tehnologii de sterilizare. ULTEM este dezvoltat de compania SABIC, cea mai mare întreprindere chimică și metalurgică din Arabia Saudită. Materialul este oferit de producător în 80 de combinații. [6]

Actualmente, producătorii sunt pregătiți pentru fabricarea la scară largă prin tehnologii aditive a pieselor pentru angrenaje. Acest lucru permite producătorilor de angrenaje să itereze rapid alte proiecte, optimizând atât designul angrenajului, cât și designul sculelor sale, toate menținând costurile mici.

Concluzii:

1. Transmisiile precesionale sunt transmisii relativ noi, care odata cu aparitia lor a dat un impuls nou dezvoltării tehnologice, astfel încât în noile condiții de utilizare tehnologiile substructive mature clasice au devenit în mare măsură emergente, iar altele, aditive s-au transformat din tehnologii de prototipare în tehnologii industriale funcționale;
2. Nylonul prezintă caracteristici bune de imprimare, rezistență înaltă a pieselor fabricate, durabil, rezistent în angrenare, flexibil și cel mai important e că nu necesită experiență în domeniu de printare. Chiar și un începător cercetător poate ajunge la prototiparea rapidă a unor piese de înaltă calitate. Cu câteva testări, planificare, proiectare și atenție la detalii, se pot obține rezultate excelente.
3. Pentru un rezultat mai bun temperatura de extrudare trebuie să fie între 240-260 ° C și mai mare, ridicând-o pas cu pas până când pare optimă
4. Suprafața de lucru trebuie pregătită, adică încălzită la aproximativ 80°C - 100°C sau mai mult, deoarece nylonul este sensibil la răcirea prea rapidă, din care se deformează și poate diminua calitatea piesei finale.
5. Se recomandă folosirea lipici PVA (lipici de papetărie) ca bază, înainte de printare, și formarea patului pentru piesa ce urmează să se printeze, pentru ca piesa ce urmează să fie printată de o calitate cât mai înaltă.
6. Imprimanta 3D ar fi bine să fie de tip închis, astfel ca curenții de aer să nu străbată în timpul printării, astfel răcirea treptată a acestuia va condiționa rezultatul propus.
7. Important este uscarea materialului înainte de printare, din cauza proprietății hidroscoapice.
8. Anume respectarea tuturor indicațiilor de mai sus poate face posibil chiar și unui specialist începător să primească rezultate excelente în printarea roților dințate prin imprimarea 3D, fără prelucrări adăugătoare.
9. Materialele compozite dau rezultate foarte bune, unicul dezavantaj e costul înalt și experiența obligatorie a persoanei care printează piesa pentru un rezultat fenomenal.

ИСТОЧНИКИ И ЛИТЕРАТУРА

1. Бостан И. Прецессионные передачи с многопарным зацеплением. Кишинев: Штиинца, 1991. 356 с.
2. Бостан И. Прецессионные передачи, Кишинев: Бонс Оффис, Том 1. 447 с., Том II. 596 с.
3. URL: <https://www.3dnatives.com/en/peek-3d-printing-060420204/> дата обращения: 20.09.2020
4. URL: <https://rusabs.ru/blogs/blog/shesterenki>, дата обращения: 20.09.2020
5. URL: <https://3dsourced.com/3d-printer-materials/nylon-filament/> дата обращения: 20.09.2020
6. URL: <https://3ddevice.com.ua/product/material-peek-usilennyi/> дата обращения: 10.10.2020
7. URL: <https://3dpt.ru/blogs/support/materials>, дата обращения: 10.10.2020