

# TEHNOLOGII NECONVENȚIONALE DE FABRICAȚIE A ROȘILOR DINȚATE PRIN IMPRIMAREA 3D

*Alina BREGNOVA*

*Universitatea Tehnică a Moldovei*

**Abstract:** În articol se descrie particularitățile și posibilitățile tehnologiilor neconvenționale de fabricație a roșilor dințate cu profiluri nestandarde ale flancurilor dinților. Lucrarea se referă la dezvoltarea conceptuală a tehnologiilor de prelucrare prin - Prototiparea Rapidă sau Tehnologii Aditive care, vine ca o soluție inovațională, indispensabilă în cercetarea oricărui inginer. Accentul principal se pune pe alegerea tehnologiei optime de fabricație a roșilor dințate, prin imprimarea 3D, care ar permite asigurarea preciziei de execuție dimensională și de calitate a suprafețelor conjugate.

**Cuvinte cheie:** imprimante 3D, roși dințate, materiale aditive, tehnologii aditive, prototipare rapidă.

**Introducere:** Actualmente, tehnologiile neconvenționale de fabricație reprezintă o modalitate inovatoare de a produce piese cu geometrii complexe, având un aport important în promovarea cercetărilor applicative în domeniile ingineriei, medical, militar sau alte. Există o varietate de tehnologii de imprimare ce oferă diverse proprietăți mecanice a produsului finit și costuri de producție diversificate. Multe studii din literatura de specialitate sunt compilate între diferite tehnologii de fabricare a aditivilor pe baza unor criterii tehnice sau economice, fiind orientate spre consum de energie și materiale cât mai mic și precizie ridicată a produsului finit. Această lucrare vine ca suport în alegerea tehnologiilor neconvenționale de fabricație a roșilor dințate prin imprimarea 3D, evaluând cele mai noi modele în baza datelor tehnice, economice și de mediu.

Clasificarea tehnologiilor deja cunoscute și utilizate până la începutul anilor 90, pot fi partajate în 2 grupe:

- I) Tehnologii de prelucrare prin înlăturare de material, care înlătură materialul în exces dintr-o bucată de material brut, prin folosirea unor metode convenționale (strunjire, frezare, rectificare etc) sau neconvenționale (electroeroziune, prelucrare cu laser, ultrasunete, etc.).
- II) Tehnologii de prelucrare prin redistribuire de material, care pornesc de la o cantitate corectă de material brut pe care-l redistribuie la forma solicitată prin deformare în stare solidă (forjare, ștanțare, extrudare, etc.) [ 1]
- III) Actualmente se dezvoltă noi tehnologii neconvenționale de fabricație, care se deosebesc fundamental de cele două grupe, numindu-se tehnologii de fabricare rapidă a prototipurilor, care realizează piesa prin adăugare de material, atât cât este necesar și unde este necesar.

**Istoria:** Prima cerere de brevet pentru prototipare rapidă a fost depusă încă în anul 1980, iar abia în 1986 Charles Hull vine cu prima imprimantă 3D comercială, oferind-o pentru vânzare prin intermediul companiei sale 3D Systems. Imprimanta 3D de stereolitografie avea la bază un fascicul laser pentru a solidifica un material polimer sensibil la ultraviolete folosind „atingeri” cu lumina ultravioletă degajată de laser. [2]

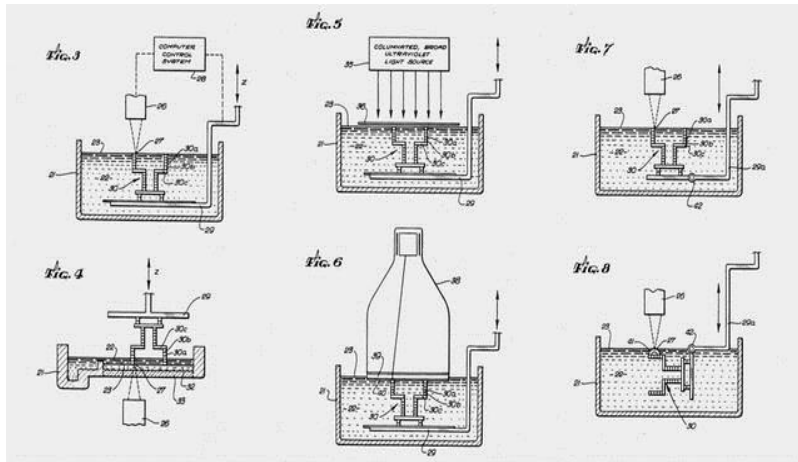


Fig.1 Schema Aparatul Stereolitografic din brevetul de invenție [2]

Fig.2 Prima imprimantă 3D [2]

### Caracteristici, avantaje, recomandări :

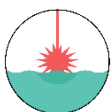
Caracteristica tuturor tehnologiilor neconvenționale este abilitatea acestora de a realiza obiecte complexe tridimensionale, prin intermediul programelor de proiectare CAD. Prototiparea rapidă vine cu o serie de avantaje ce permite o largă implementare în diverse domenii. Fabricarea unui model fizic într-un timp scurt, la cel mai mic cost, cu minim de utilaje și de etape intermediare în procesul de realizare. Tehnologia prezintă sursa indispensabilă în cercetarea profundă a transmisiilor precesionale, în care profilurile dinților roților dințate sunt variabile, din acest motiv, facilitând enorm procesul de fabricație a roților dințate. Aceste tehnologii fac posibil ca în cursul ciclului de dezvoltare și fabricare al produsului să se realizeze o serie de avantaje, printre care:

- detectarea din timp a eventualelor probleme de concepție, fără consecințe majore asupra costului final;
- testarea din timp a soluțiilor tehnologice alternative;
- validarea din timp a fezabilității industriale, optimizarea formelor și a costului utilajelor viitoare necesare fabricării în serie, reducându-se riscurile de modificare în timpul fazei de industrializare a produsului;
- determinarea caracteristicilor operaționale (mecanice, aerodinamice, estetice, ergonomice etc.) ale produsului, pe parcursul testelor efectuate pe modelul fizic.
- vizualizarea la proiectarea constructivă, un suport de proiectare a pieselor de complexitate înaltă, a secțiunilor lor, atât și la confecționarea sculelor complexe, a ștanțelor, a formelor de turnat etc.;
- suport pentru stabilirea costurilor (în particular la discuția producător – client potențial);
- modele funcționale, utilizate după menirea directă, de exemplu la testare;
- studiul proprietăților ergonomice ale produsului
- modele pentru confecționarea prototipurilor;
- componente pentru echipament tehnologic;
- confecționarea directă a pieselor, etc.

Deci toate aceste avantaje va permite realizarea și confecționarea directă a roților dințate, pentru studiul transmisiilor precesionale și căpătarea soluțiilor tehnologice pentru majorarea performanțelor a întregului sistem, compus din roata dințată.

La etapa actuală a dezvoltării tehnologiilor aditive, acestea pot fi grupate în dependență de specificul tehnologiei în următoarele concepte:

### I. Procedee care folosesc materie primă:



**SLA (Stereolithography - Stereolitografia)** – a fost primul proces de solidificare capabil să genereze un model fizic preluând datele modelului direct din calculator. Procedeele prezintă o prelucrare strat după strat și se bazează pe polimerizarea unui lichid [1].

Mai jos este prezentată una dintre cele mai bune oferte a imprimantelor 3D din seria SLA, care permite imprimarea roților dințate de o precizie înaltă și multe alte beneficii care le urmăm, pentru obținerea unui ansamblu multifuncțional:


<ul style="list-style-type: none"> <li>• Parametri maximi ai piesei imprimate: (650 x 750 x 550 mm), parametri min. 0,1 mm sau 0,004 mm</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Oferă o precizie înaltă a suprafeței +/- 45 μm</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Până la 4 ori mai rapid decât imprimantele 3D competitive</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rezoluție de 2,5 ori mai mare decât imprimantele 3D competitive</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Software "all-in-one" pentru configurarea și producția celor mai fine detalii ale elementelor de orice dimensiune</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Imprimare 3D rapidă, robustă și precisă cu deșeuri reduse de material</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Material utilizat: Accura® 55, Accura Phoenix (SLA), Accura e-Stone (SLA) - material plastic rigid, care simulează și înlocuiește articole ABS. Este ideal pentru ansambluri funcționale.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizează mai puțin de 1/3 din materialul imprimantelor competitive.</li> </ul>	

Fig.3 ProX 800 SLA 3D printer. [2]

## II. Procedee bazate pe extrudarea materialului:



**FDM (Fused deposition modeling - Modelarea depunerii fuzionate)** - cheia procedurii dat constă în controlul riguros al temperaturii pentru topirea materialului și depunerea acestuia strat după strat. [3]

Dat fiind faptul că această tehnologie nu oferă precizia și calitatea minimală pentru imprimarea roților dințate, nu este necesară prezentarea ofertei.

## III. Procese cu materie primă sub formă de pulberi



**SLS (Selective Laser Sintering - Sinterizarea selectivă cu laser)** – Procesul este similar stereolitografiei, cu deosebirea că lichidul polimer este înlocuit cu o pulbere monocomponent (plastic sau refractare), sau cu o pulbere bicomponent (pulbere metalică acoperită, peliculizată). Spre deosebire de alte procese, acesta nu necesită construirea unor suporturi. [6]

Mai jos am prezentat una dintre cele mai bune oferte utilaj de acest tip:


<ul style="list-style-type: none"> <li>• Imprimarea pieselor de dimensiuni mici și până cu demisiuni de până la: (381 x 330 x 460 mm)</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Oferă o rezoluție și precizie înaltă a suprafeței finale</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Viteză ridicată de producție - 2,7 l pe oră</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Imprimarea cu ușurință a oricărui design fără a utiliza suporturi sau postprocesare</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Imprimare 3D rapidă, robustă și mult mai precisă cu deșeuri reduse de material</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Material utilizat: o gamă largă de material din clasa nylon 11, nylon 12 și materiale armate</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cost total de operare cu 20% mai mic decât imprimantele similare.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Automatizarea completă.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Piese cu o duritate mare și rezistență la temperaturi înalte</li> </ul>	

Fig.3 ProX SLS 6100 3D printer. [2]

## Concluzii:

- ✓ Tehnologiile aditive (rapid prototyping) se dovedesc a fi un instrument deosebit de flexibil și util în cercetarea aplicativă și de elaborare de prototipuri, piese individuale și asamblate;
- ✓ În prezent, pe plan mondial se dezvoltă numeroase metode tehnologice de realizare a prototipării rapide a pieselor cu valorificarea din diferite materiale cu proprietăți fizico-mecanice distincte ;
- ✓ Prototiparea prin intermediul calculatorului îmbunătățește comunicarea dintre specialiști deoarece înțelegerea obiectelor tridimensionale se face mai ușor, acest lucru conducând la economii de cost și timp;
- ✓ Cercetările de perspectivă axate pe domeniu vor fi asigurate de precizia danturilor precesionale și pe selectarea metodelor de generare a lor prin tehnologii aditive fără prelucrări mecanice ulterioare sau cu un minim acceptabil de astfel de intervenții tehnologice;
- ✓ Complexitatea procesului la toate etapele de imprimare 3D este clară, eliminarea erorilor, procesul dificil de separare a produselor secundare după policondensare este realizat eficient de SLS sau SLA. [6]

Astfel pentru prototiparea roților dințate procedeul SLA sau SLS – procedeele ce asigură rezoluție înaltă și calitate mai înaltă a suprafeței realizată într-un timp scurt. Chiar dacă costurile polimerilor sunt ridicate, utilajul acestor tehnologii este la preț mediu în comparație cu celelalte procedee.

La ora actuală a dezvoltării tehnologiilor prin imprimare 3D, principalul dezavantaj și rețineră constă în dificultățile de asigurare a preciziei dimensionale înaltă a pieselor, calitatea suprafețelor încă nesatisfăcătoare și diversitatea îngustă a materialelor utilizate.

## Bibliografie:

1. Petru Berce, Tehnologii de fabricație prin adăugare de material și aplicațiile lor, București 2014.
2. Saitul oficial al companiei 3DSYSTEMS : <https://www.3dsystems.com/our-story>
3. Bâlc, N. – Tehnologii neconvenționale, Editura Dacia, Cluj-Napoca, 2001.
4. 3D HUBS- COMPANY, Additive Manufacturing Technologies. An Overview  
Disponibil: <https://www.3dhubs.com/knowledge-base/additive-manufacturing-technologies-overview>
5. Revista română Ttonline, Fabricația aditivă - apariția primelor standarde în domeniu,  
Disponibil: <https://www.ttonline.ro/revista/fabricatie-aditiva/fabricatia-aditiva-aparitia-primelor-standarde-in-domeniu>
6. Analele Universității “Constantin Brâncuși” din Târgu Jiu, Seria Inginerie , Nr. 4/2011  
Disponibil: [http://www.utgjiu.ro/revista/ing/pdf/2011-4/23\\_FLORIN\\_CIOFU.pdf](http://www.utgjiu.ro/revista/ing/pdf/2011-4/23_FLORIN_CIOFU.pdf)