

OPTIMIZAREA STRUCTURILOR LATTICE PENTRU PIESE DE REVOLUȚIE FABRICATE PRIN SLM

LATTICE STRUCTURES OPTIMIZATION FOR REVOLUTION PARTS MADE WITH SLM METHOD

ENACHE¹ Vlad¹

¹Facultatea de Ingineria și Managementul Sistemelor Tehnologice, Specializarea Inginerie
Economică Industrială, Anul 4, e-mail:enachevlad31@yahoo.com
Conducători științifici: Ș.l. dr. ing. ec. **ULMEANU Mihaela**

Abstract: Because of the competitiveness of the production industry, there is a search for parts that can be made in a shorter time and with minimum resources. One of the solutions that can resolve this problem is the usage of lattice structures in the finished product. This process is realised by the additive manufacturing industry. The usage of these structures decreases the part's weight but also its cost, because less material is used. This paper proposes the application of different lattice structures on a flange-bearing, in order to decrease its weight, yet keeping its original form and resistance. The novelties brought by this paper are: Design of different lattice structures and applying those structures to a part; Realising external and internal lattice structures. The purpose of this paper is the design of interior and exterior lattice structures for a flange-bearing in order to decrease its weight and to keep its structure.

Cuvinte cheie: Lattice, Structuri

1. Stadiul Actual

Pe măsură ce lumea devine din ce în ce mai competitivă, companiile caută soluții cu care să concureze și cu care să își depășească competiția. Companiile sunt nevoite să reducă din costuri, să crească performanțele și să reducă risipa de material prin luarea unor metode economice dar și ecologice. Pe măsura ce dorința de a economisi energie crește, la fel de repede se dezvoltă și dorința de a nu risipi materiile prime, astfel fiind necesară crearea de componente mai ușoare. Reducerea greutateii componentelor are un impact semnificativ în industria de avioane și cea de automobile. Reducerea greutateii unui avion poate contribui la un consum important de combustibil, iar reducerea greutateii unui automobil contribuie la economisirea combustibilului folosit dar și la diminuarea emisiilor nocive de dioxid de carbon. Progresele recente în fabricarea aditivă au condus la fabricarea cu ușurință a structurilor lattice, acestea nemaifiind limitate la crearea prin mijloace convenționale. Datorită proprietăților acestor structuri, se permite crearea unor structuri mai ușoare dar cu aceleași capacități mecanice. [3]

Structurile lattice pot fi împărțite în 2 categorii, și anume structuri periodice și structuri stochastice. Structurile care nu sunt produse folosind metode stochastice urmăresc umplerea cu material doar în zonele în care este absolut nevoie de acesta. Structurile periodice sunt mult mai rezistente decât structurile stochastice. Acest fapt se datorează faptului ca structurile stochastice au pereți care se pot îndoi foarte ușor, pe când cele periodice suferă doar întindere și compresiune.[3]

Multe materiale găsite în natură se găsesc sub forma unor structuri lattice. Aceste materiale joacă un rol important, datorită faptului ca au o greutate redusă, dar sunt totuși foarte rezistente. De exemplu, structura prismatică a plutei, celulele de tip figure. Aceste materiale pot fi folosite drept referință în studierea unor materiale mai ușoare cu ajutorul structurilor lattice(figura 1). [4]

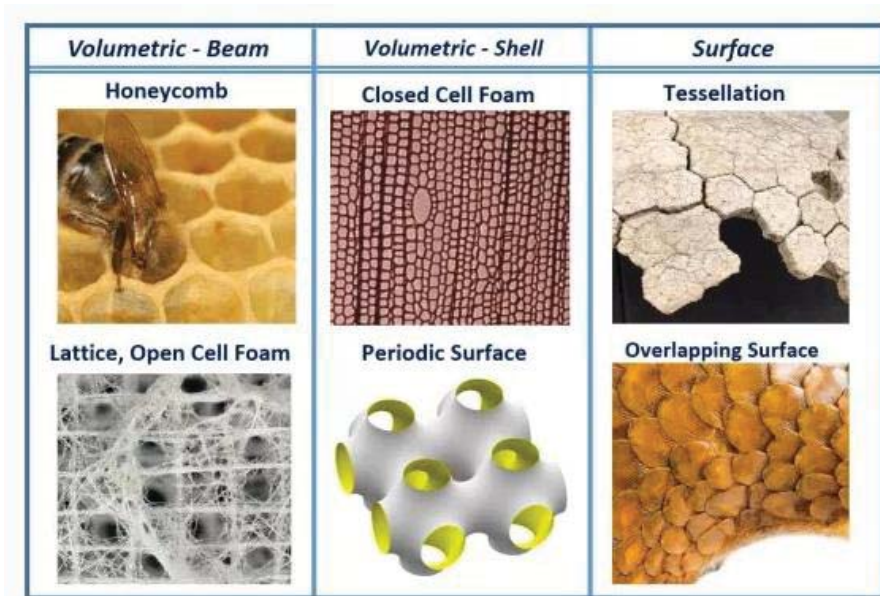


Figura 1. Structuri lattice găsite în natură [1]

2. Metoda de rezolvare

Pentru a realiza aplicarea structurilor lattice pe modelul 3D, a fost nevoie ca modelul CAD al flanșei-lagăr să fie exportat ca fișier .x_t pentru a-l putea modifica în programul software nTopology Element Pro(figura 2).

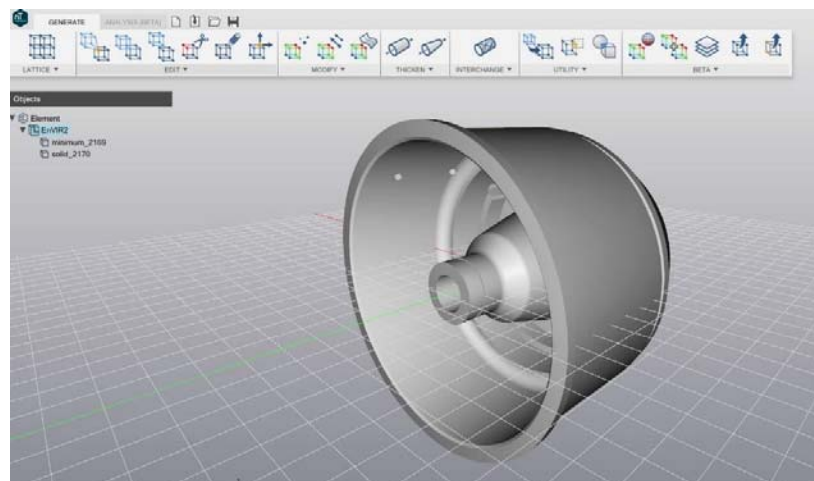


Figura 2. Modelul 3D importat în interfața nTopology Element Pro

Aplicarea celor 3 structuri lattice optime: Cubic Diamond, Cubic Fluorite și Hex Lava Phase se face cu ajutorul comenzii Lattice. Din tab-ul rezultat putem alege dimensiunea celulei lattice, care va fi de 5 mm. Totodata alegem opțiunea Fill Completely pentru ca întregul model sa fie acoperit(figura 2, figura 3).

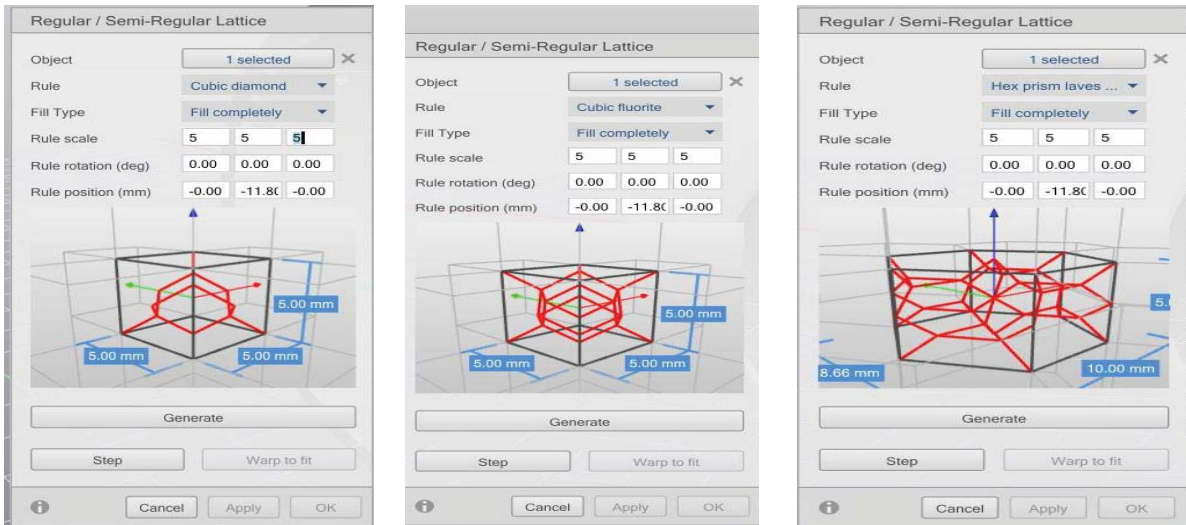
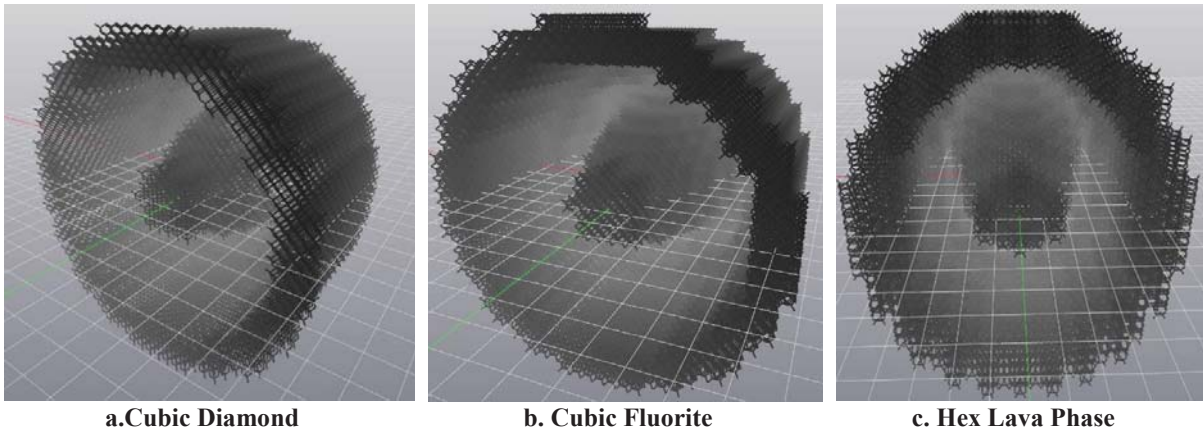


Figura 3. Opțiunile de generare a structurilor lattice pentru : Cubic Diamond, Cubic Fluorite, Hex Lava Phase



a. Cubic Diamond

b. Cubic Fluorite

c. Hex Lava Phase

Figura 4. Modelele 3D cu structurile lattice aplicate

În continuare se vor extrage suprafețele găurilor. Pentru a realiza acest lucru, se folosește opțiunea Extract Surface din submeniul Thicken (figura 4).

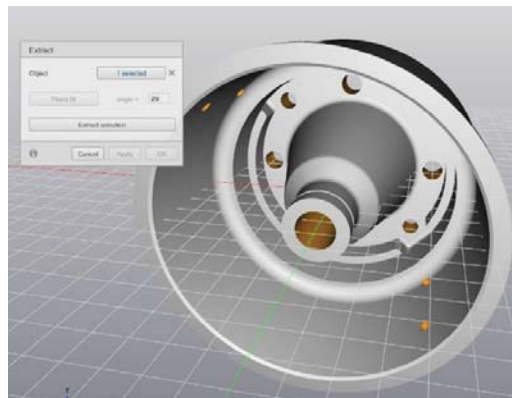
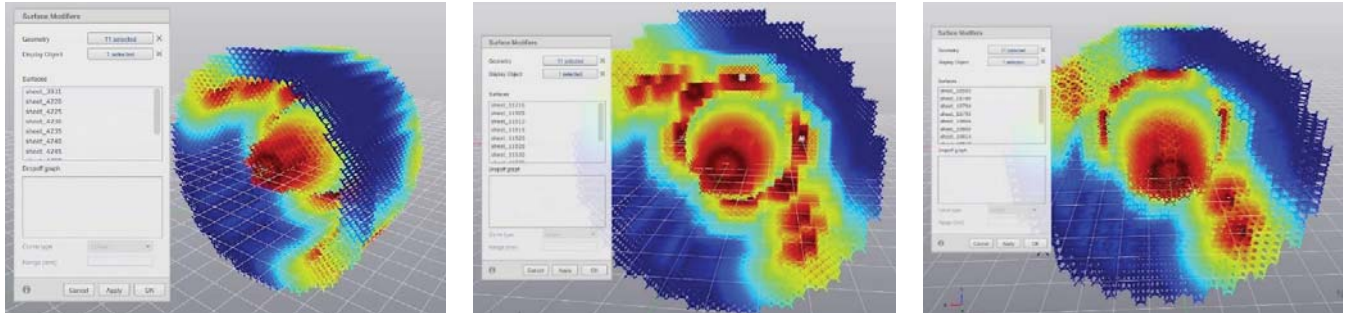


Figura 5. Extragerea suprafețelor cu opțiunea Extract.

În continuare, se va aplica opțiunea de Surface Modifiers, opțiune care va ajuta la îngroșarea structurii lattice în mod variabil. În tab-ul de Surface Modifiers se va alege la opțiunea Geometries suprafețele recent extrase, iar la opțiunea Display se va alege structura lattice aplicată anterior. Valoarea implicită a suprafețelor este de 50 de mm, care pentru modelul dat se va schimba la 5 mm(figura 5).



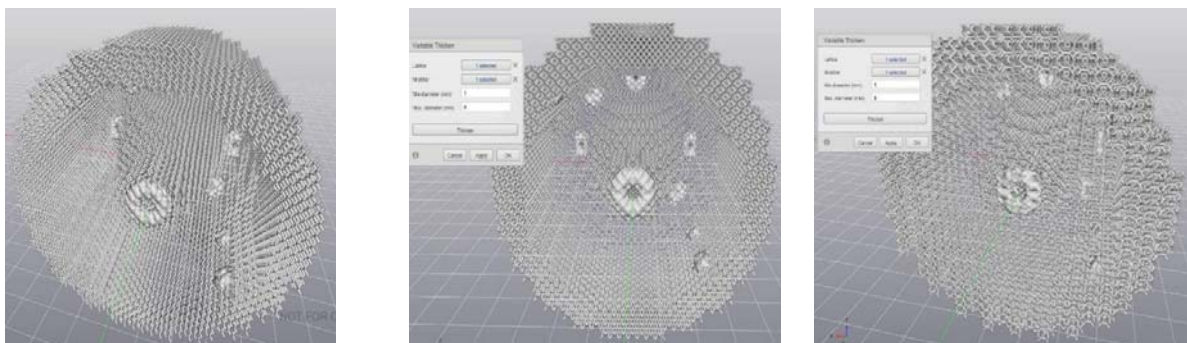
a. Cubic Diamon

b. Cubic Fluorite

c. Hex Lava Phase

Figura 6. Variația din tab-ul Surface Modifiers

Astfel, se va aplica opțiunea Variable Thicken din submeniul Thicken, iar parametrul pentru valoarea minimă va fi 1 mm iar pentru valoarea maximă va fi 8 mm. Alegând acești parametrii structura lattice va avea celule îngroșate doar în zona găurilor pentru ca acestea să își păstreze rezistența(figura 8).



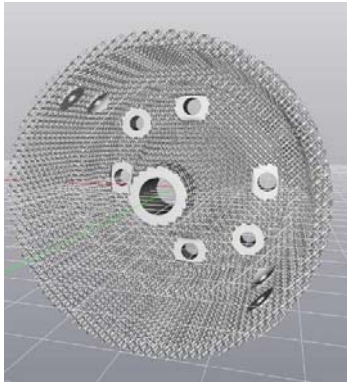
a. Cubic Diamond

b. Cubic Fluorite

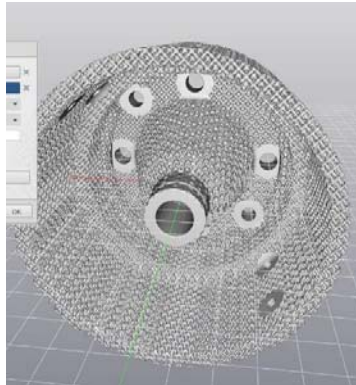
c. Hex Lava Phase

Figura 7. Cele 3 modele 3D cu structura lattice îngroșată

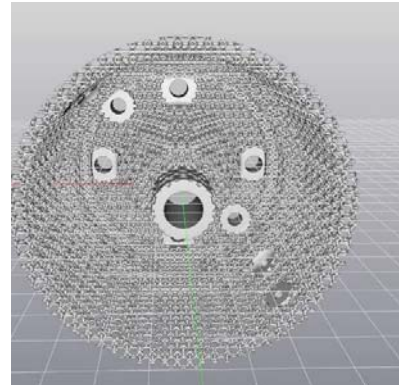
În continuare se poate observa că deși modelul are oarecum forma flanșei lagăr, acesta nu se aseamănă în totalitate cu acesta. Pentru a face acest lucru, este nevoie să aplicăm funcții Boolean Intersect pentru a realiza intersecția modelului actual cu structură lattice cu cel original nemodificat. În tab-ul Boolean, se alege opțiunea Intersect, iar valoarea minimă de calitate aleasă este de 1 mm, pentru ca modelul să își păstreze forma originală dar și structura lattice(figura 9).



a. Cubic Diamond



b. Cubic Fluorite



c. Hex Lava Phase

Figura 8. Modelele 3D după ce a fost aplicată funcția de intersecție.

După ce au fost realizate cele 3 flanșe-lagăr cu structură lattice pe exterior se vor realiza și cu structură lattice interioară și cu înveliș solid. Pentru a face acest lucru, se va porni de la modelele anterioare. Se va crea un Shell pornind de la modelul 3D nemodificat al Flanșei-lagăr folosind opțiunea Extract Surface din submeniul Thicken. Se va alege grosimea stratului interior care va fi de 1 mm, și se va bifa opțiunea de Make Solid(figura 10), după care se va genera un mesh din acest model(figura 11). După ce mesh-ul a fost creat, se va folosi din nou funcția Boolean, cu opțiunea de Union pentru a realiza structura lattice în interiorul modelului 3D (figura 12). Valoarea minimă de calitate a parametrului este de 1 mm pentru a-și putea păstra calitatea.



Figura 9. Se realizează un shell din modelul 3D

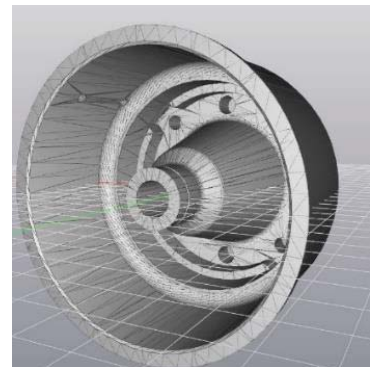
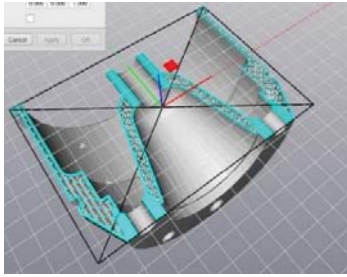
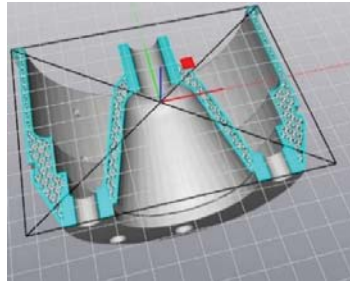


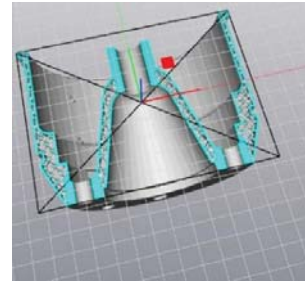
Figura 10. Mesh realizat din shell



a. Cubic Diamond



b. Cubic Fluorite



c. Hex Lava Phase

Figura 11. Modelul 3D cu structuri lattice interioare.

3. Concluzie

Modelarea acestor structuri joacă un rol important în minimizarea costurilor energetice și economice prin reducerea cantității de material folosite pentru realizarea unei piese. Astfel piesa realizată își păstrează forma, rezistența dar are o greutate mai mică. Lucrarea face un prim pas în acest demers, reușind să atribuie unei piese structuri lattice atât pe exterior cât și pe interior. Aceasta își păstrează forma originală, dar are greutate redusă. Urmează printarea 3D a acestei piese și testarea pentru a vedea dacă structura lattice aleasă este optimă pentru forțele la care această piesă este supusă. Pe baza rezultatelor se va vedea dacă structura lattice aleasă se păstrează sau se modifică. În continuare, se va vedea dacă flanșa-lagăr optimizată cu structură lattice va putea fi folosită normal în cadrul ansamblului “Regulator antipatinaj” la capacități optime.

4. Bibliografie

- [1] <http://www.padtinc.com/blog/tag/lattice;>
- [2] Lattice Structures and Functionally Graded Materials Applications in Additive Manufacturing of Orthopedic Implants: A Review, Dalia Mahmoud, Mohamed A. Elbestawi;
- [3] Design Configurations and Creation of Lattice Structures for Metallic Additive Manufacturing;
- [4] Method for integration of lattice structures in design for additive manufacturing, Abdul Hadi Azman.