

STUDIU PRIVIND REPROIECTAREA UNUI ANSAMBLU ROTOR PENTRU FABRICAREA PRIN TEHNOLOGII ADITIVE A ACESTUIA STUDY ON THE REDESIGN OF A ROTOR ASSEMBLY FOR ADDITIVE TECHNOLOGIES MANUFACTURING

Alexandru Iulia-Damiana

Facultatea de Ingineria Și Managementul Sistemelor Tehnologice, Specializarea Industrial Engineering,
Master, Anul de studii: I, e-mail: damiana.alexandru@yahoo.com

Conducători științifici: Prof. dr. ing. ec. **Cristian DOICIN**
S.l. dr. ing. ec. **Mihaela ULMEANU**

Abstract: The rotor assembly is part of the Oil Pump Assembly that is part of the 330MW Turbine. The oil pump together with the two rotor discs is powered by an electric motor and has role to lubricate the turbine bearings with oil.

The pump is composed of two semicolors in which the radial and axial bearings are mounted, helping to rotate the rotor assembly. As a result of this action, the mechanical energy is transformed into hydraulic energy for transporting the oil fluid into the turbine circuit.

The 330MW turbine is an assembly and has the role of producing electricity using solid fuels (coal ores). Lucrarea prezintă o reproiectare a componentelor din ansamblul rotor având la bază tehnologia aditivă FDM (Fused Deposition Modeling).

CUVINTE CHEIE: FDM, pompă, ansamblu rotor, disc rotor, energie cinetică.

1. Introducere

Pompa este definită ca fiind un mecanism acționat electric care transformă energia mecanică în energie hidraulică în scopul transportării fluidului, în acest caz uleiul. Energia mecanică poate proveni din energie potențială sau din energie cinetică (de la un motor de antrenare). În funcție de starea de agregare a lichidului transportat pompele se împart în pompe hidraulice (pentru lichide) respectiv pompe (pentru gaze). Pompa principală de ulei are rolul de a pompa ulei în circuitul de ungere al lagărelor din turbină. Se compune din corpul pompei, lagăr radial și axial, cuplaj și diferite componente de asamblare. [1].

2. Proiectarea Ansamblului Rotor

2.1 Date inițiale generale

Ansamblul rotor este alcătuit din următoarele reperi componente: arbore; pană; șurub M6x16; disc rotor nr. 1; bușă de distanță; disc rotor nr. 2; pană 6x6x14; bușă de strângere; șaibă de blocare D65; piuliță M65x2; inel de reglaj; pană 6x6x28; disc lagăr axial; șaibă de blocare D45; piuliță M45x1,5; pană C 16x10x90.

Pe arborele pompei sunt montate două discuri rotor prevăzute cu șapte palete, paletetele urmând un traseu hidraulic având rolul de a conduce uleiul în instalația turbinei. Ansamblul rotor se montează în semicarcasele pompei cu organele de asamblare. Prin rotirea acestuia se antrenează uleiul în circuitul de ungere al turbinei, rotirea fiind efectuată la montarea pompei în tubină prin intermediul unui cuplaj și al unui motor electric.

2.2 Rol funcțional

Fiecare reper menționat mai sus îndeplinește un rol funcțional și anume:

STUDIU PRIVIND REPROIECTAREA UNUI ANSAMBLU ROTOR PENTRU FABRICAREA PRIN TEHNOLOGII ADITIVE A ACESTUIA

Arborele reprezintă piesa pe care se montează cele două discuri rotor și celelalte reperi componente.

Discurile rotor 1 și 2 sunt piese montate fix pe arbore și se rotesc împreună cu el. Paletele din interiorul discurilor conduc uleiul în instalațiile turbinei.

Penele sunt organe de asamblare demontabile cu o formă în general apropiată de prismă care ajută la antrenarea discurilor rotor pe arbore. Fără ele, rotorii s-ar roti liber pe arbore.

Șuruburile sunt organe de mașini în forma unei tițe cu cap filetat utilizate la realizarea de fixări mecanice, de îmbinări demontabile a două sau mai multe piese. În cazul de față, cele opt șuruburi se folosesc la fixarea celor patru pene pe arbore.

Bucașa de distanță are rolul de a regla distanța dintre discurile rotor la montaj. Lungimea acesteia se ajustează în momentul montajului astfel încât să se obțină alinierea discurilor rotor în corpul pompei cu difuzorul și diafragma. Bucșa de strângere are rolul de a menține montate discurile axial evitând deplasarea.

Șaibele de blocare D45 și D65 sunt șaibe de siguranță pentru piulițele M65 și M45 în timpul funcționării.

Inelul de reglaj realizează distanța la montarea discului lagăr axial în corpul pompei. Discul lagăr axial are rolul ca în montajul pompei lagărul axial să oprească rotirea ansamblului.

2.3 Desene de execuție

O schiță a Ansamblului rotor se prezintă în figura 1.

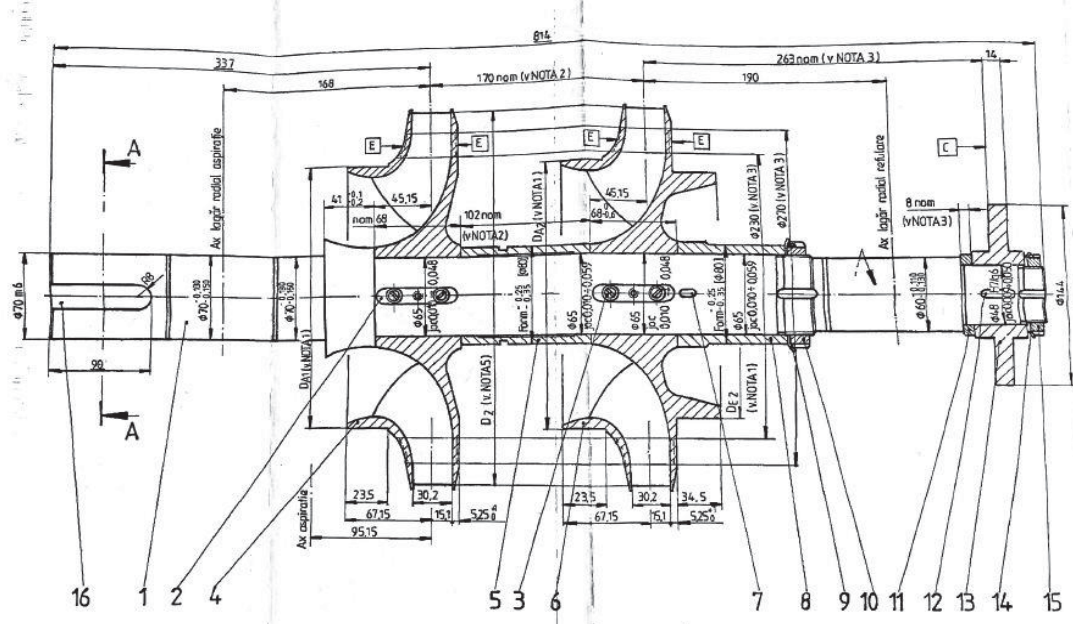


Fig. 1. Ansamblu rotor

Toate reperle componente ale acestui ansamblu au fost proiectate cu ajutorul aplicației software SolidWorks pornind de la desenele de execuție care se primesc de la beneficiarul produsului.

Reperle care nu au desen de execuție sunt luate din standarde. De exemplu, cele 3 pene și anume Pana 6x6x12, Pana 6x6x28 și Pana C 16x10x90 sunt conform STAS 1004-81.

Același lucru se întâmplă și în cazul șaibele de blocare și piulițelor. Șaiba de blocare D65 respectiv D45 împreună cu Piulița M65x2 respectiv M45x1,5 sunt conform SR ISO 2982-2. Piulițele și șaibele de blocare sunt determinate de anumiți parametri care se vor respecta în proiectarea modelului 3D în SolidWorks. Parametrii care caracterizează cele două reperi sunt: lățime creștătură piuliță, lățime piuliță,

STUDIU PRIVIND REPROIECTAREA UNUI ANSAMBLU ROTOR PENTRU FABRICAREA PRIN TEHNOLOGII ADITIVE A ACESTUIA

diametru exterior piuliță, adâncime crestătură piuliță, grosime material șaibă, diametru alezaj șaibă și numărul pintenilor exteriori etc. [2] [3].

3. Metode. Printare 3D. FDM

Există mai multe tehnologii de imprimare 3D dintre care menționăm: imprimare prin extrudare (FDM); imprimare cu pulbere (SLS); stereolitografie (SLA); expunere digitală a luminii (DLP). [4].

Cea mai comună metodă este **FDM** care s-a impus ca rezultat al costurilor mici al imprimantelor / consumabilelor. Aceasta metodă utilizează ca materie primă filamentul PLA/ABS. Prin urmare este cea mai utilizată tehnologie datorită simplității și a accesibilității acesteia fiind folosită în modelare, prototipare dar și în aplicații de producție. [5].

Din motivele menționate mai sus am ales tehnologia de imprimare FDM. Pentru a obține cele 16 repere din produs s-au utilizat programele "BCN 3D Cura" și "Z-Suite" pentru rafinarea modelului 3D și a setărilor de imprimare, iar ca material s-a utilizat firul de filament PLA.

După finalizarea modelului 3D în soft-ul special SolidWorks, acesta se salvează ca fișier STL. Fișierul STL este încărcat într-unul din cele două programe, se stabilesc parametrii de printare și la final se calculează traseul de extrudare a materialului termoplastice și necesarul de material suport, aceste informații fiind arătate în software-ul imprimantei împreună cu timpul de lucru pentru realizarea modelului. [6]

O altă modificare a constat în crearea de jocuri pentru filete. Toate asamblările filetate trebuie să permită montarea și demontarea repetată a îmbinării fără distrugerea pieselor componente. Aceste asamblări prin filet prezintă avantajul dezvoltării unor forțe de strângere mari dar în același timp prezintă și dezavantajul autodesfacerii sub acțiunea șocurilor sau a vibrațiilor, cu efect negativ asupra funcționării mecanismelor. [6]

Tabelul 1 cuprinde caracteristicile și parametrii de printare pentru fiecare reper.

Tabel 1. Parametri de imprimare 3D

Reper	Parametrii de imprimare 3D										
	Material	Decalaj XY [mm]	Spațiere [mm]	Suport [°]	Diametru duză	Grosime strat	Grad de umplere [%]	Straturi sup. ale suprafeței	Straturi inf. ale suprafeței	Support lite	Smart bridges
Arbore	Light Blue PLA	-	-	25	0,6	0,15	25	5	-	Da	Nu
Pană	Z-HIPS	0,41	4,0	20	0,4	0,14	50	7	4	Nu	Nu
Disc rotor nr.1	ABS-Based filament	0,41	4,0	20	0,4	0,29	20	5	4	Da	Da
Bucșă de distanță	Z-HIPS	0,36	4,0	20	0,4	0,14	50	7	4	Da	No
Disc rotor nr. 2	ABS-Based filament	0,21	2,0	20	0,4	0,29	20	5	4	Da	Da
Pană 6x6x14	Z-HIPS	0,36	0,5	20	0,4	0,09	100	9	4	Nu	Nu
Bucșă de strângere	Z-HIPS	0,41	4,0	20	0,4	0,14	50	7	4	Nu	Nu
Șaibă de blocare	Z-HIPS	0,36	4,0	45	0,4	0,14	50	7	4	Da	Nu

STUDIU PRIVIND REPROIECTAREA UNUI ANSAMBLU ROTOR PENTRU FABRICAREA PRIN TEHNOLOGII ADITIVE A ACESTUIA

D65												
Piuliță M65X2	Z-HIPS	-	-	20	0,4	0,09	50	-	-	-	-	-
Inel de reglaj	Z-HIPS	0,41	4,0	20	0,4	0,29	50	7	4	Da	Nu	
Pană 6x6x28	Z-HIPS	0,36	0,5	20	0,4	0,09	100	9	4	Nu	Nu	
Disc lagăr axial	Z-HIPS	-	-	20	0,4	0,14	50	7	4	Da	Nu	
Șaibă de blocare D45	Z-HIPS	0,36	4,0	45	0,4	0,14	50	7	4	Yes	No	
Piuliță M45x1,5	Z-HIPS	-	-	20	0,4	0,09	50	-	-	-	-	
Pană C 16x10x90	Z-HIPS	0,41	4,0	20	0,4	0,14	50	5	4	No	No	

Pentru un print corespunzător al fiecărei piese am făcut câteva adaptări și anume:

- toate diametrele de pe suprafața arborelui au fost micșorate cu 1mm/raza pentru a putea fi asamblat cu reperatele din componența ansamblului;
- la discul rotor nr. 2 am modificat materialul, viteza de printare și decalajul primului strat.

În tabelul 2 se pot observa diferențele dintre varianta inițială de printare și varianta finală cu îmbunătățirile aduse.

Tabelul 2. Diferențe dintre două variante de printare pentru Discul rotor nr. 2

Caracteristici de printare	Varianta inițială	Varianta finală
Temperatura de extrudare	255	255
Temperatura platformei	65	65
Material	HIPS-Based filament	ABS-Based filament
Viteza de printare	+50%	+0%
Decalaj al primului strat	0,4	0,29

Modificarea caracteristicilor de printare a condus la creșterea timpului de imprimare respectiv la creșterea consumului de material. În prima variantă timpul estimat era de 16h cu un consum de material de 132m pe când cea de-a doua variantă implică un timp de 22h cu un consum de 120m.

Respectând condițiile impuse de caracteristicile de printare putem observa în figurile de mai jos câteva din reperatele imprimate din componența ansamblului.

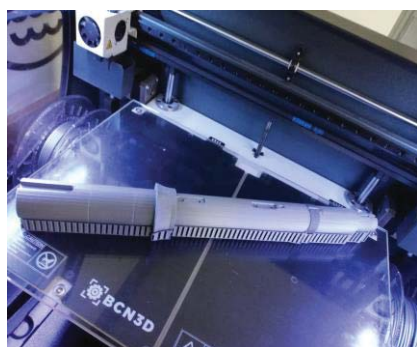


Fig. 2. Arbore



Fig. 3. Disc rotor nr. 1

STUDIU PRIVIND REPROIECTAREA UNUI ANSAMBLU ROTOR PENTRU FABRICAREA PRIN TEHNOLOGII ADITIVE A ACESTUIA



Fig. 4. Pană



Fig. 5. Bucșă de distanță

Figura 6 prezintă ansamblul rotor printat prin tehnologia FDM alcătuit din cele 16 reperi menționate în capitolul anterior.



Fig. 6. Ansamblu rotor

4. Propuneri. Îmbunătățiri.

Dupa finalizarea modelelor printate 3D, următoarea etapă a fost aceea de asamblare. Pentru a putea fi asamblate toate reperele pe arbore au fost necesare operații suplimentare de prelucrare realizate pe strung clasic la următoarele reperi: disc rotor nr. 1 și 2, bușă de distanță respectiv de strângere, piulița și arborele.

Discul rotor nr. 1 s-a prins în universal, s-a centrat după interiorul butucului și s-a strunjit la dimensiunile din desen îndepărtând adaosul de material rezultat la printare. Bucșele de distanță și de strângere s-au prins în universal, s-au centrat după exteriorul acestora și prin strunjire s-a lărgit interiorul la dimensiunile din desen îndepărtând adaosul de material. Piulița M45 s-a strunjit cilindric la interior corectând filetul cu pas de 1,5mm.

Arborele s-a prins în universal și s-a executat o gaură de centrare pe capătul acestuia. S-a corectat filetul cu pas de 2mm verificând asamblarea cu piulița realizată.

S-au montat pe arbore discul rotor nr. 2 împreună cu bușă de distanță și cea de strângere blocată de piulița M65. S-a prins în universal și vârf rotativ corectându-se astfel filetul cu pas de 2mm cu piulița

STUDIUL PRIVIND REPROIECTAREA UNUI ANSAMBLU ROTOR PENTRU FABRICAREA PRIN TEHNOLOGII ADITIVE A ACESTUIA

existentă. Apoi s-a strunjit suprafața frontală a discului rotor îndepărtându-se adaosul de material rezultat ca structură suport în urma printării realizându-se astfel suprafața plană.

Luând în considerare toate aspectele și dificultățile întâlnite în procesul de printare 3D, pe viitor aș dori să îmbunătățesc procesul diminuând în primul rând cantitatea de material necesară pentru ca fiecare piesă să fie printată. Acest concept poartă numele de **Optimizarea topologiei**.

5. Concluzii

Prin intermediul procesului de printare 3D și a tehnologiei de printare aleasă s-au obținut piese într-un timp relativ mic dar bineînțeles s-a ținut seama de complexitatea suprafețelor acestora. Timpul de printare relativ mic s-a înregistrat la pene, inel de reglaj, bușe urmând apoi să crească la arbore respectiv discuri rotor.

Oriunde este nevoie de structură suport și această structură reprezintă un material detașabil pe post de susținere a construcției geometrice fiind depusă suplimentar pe suprafața piesei.

Ca orice tip de tehnologie prezintă avantaje cât și dezavantaje. Prin urmare avantajele pot fi:

- costul relativ scăzut față de celelalte procese;
- timpul de printare (piesele pot fi imprimate în decurs de câteva minute până la câteva ore);
- ușor de utilizat - toate comenzile sunt controlate din calculator;
- scalarea automată - ajută la încadrarea cu precizie a piesei în spațiul de producție al mașinii.

Principalele dezavantaje ale tehnologiei FDM sunt:

- material limitat - funcționează numai cu câteva plastice;
- dimensiune limitată - nu se poate produce întotdeauna la o dimensiune cât mai mare;
- costul mașinii reale - investiția inițială pentru mașini scumpe.

În decursul activităților de printare a apărut și conceptul de **Reverse engineering**. Acest concept este doar o analiză pentru a deduce caracteristicile de proiectare/printare din produse fără a avea cunoștințe suplimentare înainte de proces.

În etapa de asamblare au fost necesare operații suplimentare de prelucrare pe strung pentru a putea fi asamblate cu ușurința pe arborele pompei. Reperele care au suferit aceste prelucrări sunt discurile rotor, piulița, arborele și bușele de distanță și de strângere. Pe strung, piesele au fost prinse în universalul prevăzut cu bacuri, s-au centrat atât după interior cât și după exterior evitând astfel bătaia radială sau frontală în timpul operației de strunjire. Fiecare piesă a fost prelucrată îndepărtând adaosul de material astfel încât să se realizeze asamblarea pe arbore fără a fi jocuri mari.

6. Bibliografie

[1] <https://ro.wikipedia.org/wiki/Pomp%C4%83>

[2] <http://magazin.asro.ro/standarde/ics-ierarhic/4/21.100.20>

[3] <https://www.scribd.com/doc/205336494/STAS-1004-81-Dimensiunile-Nominale-Ale-Penelor-Paralele>

[4] https://ro.wikipedia.org/wiki/Imprimare_3D

[5] <https://www.zspotmedia.ro/blog/printare-3d/>

[6] Ulmeanu M., Doicin C., Dezvoltarea produselor fabricate aditiv – Aplicații ale analizei funcționale tehnice, Editura Bren, ISBN 970-606-610-219-3, 2018.