

Aleksandar Simonović, Saša Živanović¹

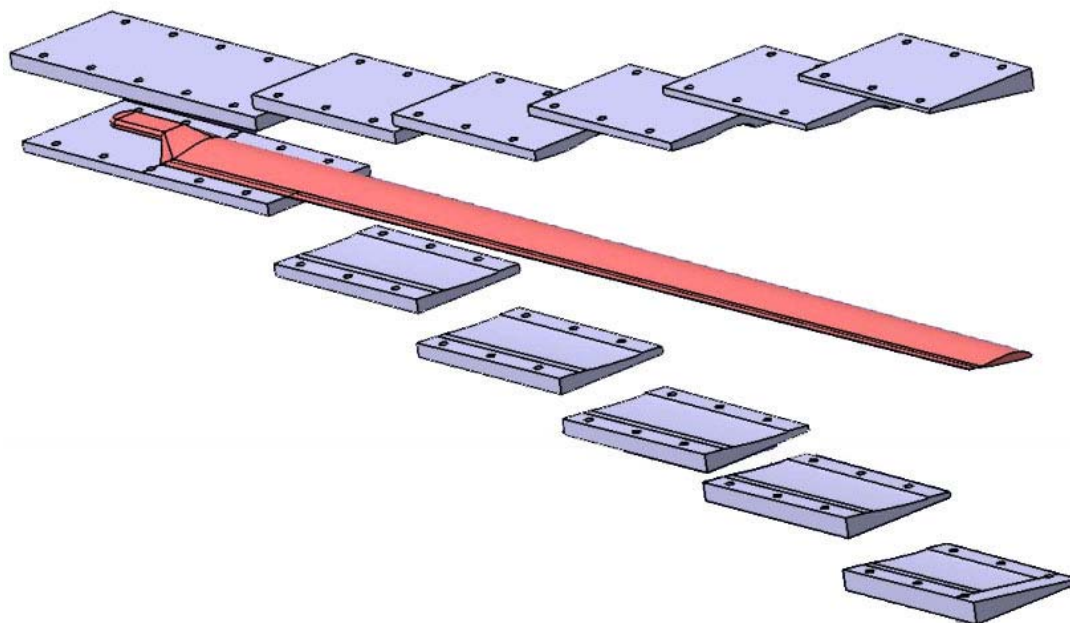
CAD/CAM KALUPA KOMPOZITNE LOPATICE ROTORA HELIKOPTERA

Rezime

U radu se predstavlja CAD/CAM udubljenja u kalupu za lopaticu glavnog rotora helikoptera. Pri proizvodnji ovakvih lopatica neophodno je postići visoku geometrijsku tačnost. Zbog velikih dimenzija duž jedne ose za izradu je planiran segmentni kalup. U radu je pokazana procedura programiranja za jedan takav segment kalupa. Ostvarena je simulacija putanje alata, dobijanje APT i NC koda kao i verifikacija putanje simulacijom uklanjanja materijala. Za realizaciju je korišćeno okruženje progama CATIA V5.

1. UVOD

Savremene lopatice rotora helikoptera su najčešće kompozitne strukture. Od dimenzija i geometrijskog oblika u značajnoj meri zavise performanse samog helikoptera, te je potrebno ostvariti visoku tačnost i kvalitet izrade pri proizvodnji kompozitnih struktura ovog tipa. Dimenzije lopatice projektovane za ugradnju na helikopter klase VLR, za koju je prikazano programiranje obrade kalupa, je raspona 3.8m, konstantne dužine tetive aeroprofila 0.2 m i vitoperena je duž raspona.



Slika 1. CAD modeli segmenata kalupa za kompozitnu lopaticu i model lopatice

Izrada kompozitnih lopatica rotora helikoptera podrazumeva postojanje kalupa koji omogućuje da lopatica poprimi geometrijski oblik tražene tačnosti i tretiranje kompozitne strukture. Kalup izradjen od metala omogućava postizanje visoke geometrijske tačnosti i može se koristiti više puta, što nije slučaj sa kalupima izradjenim od drugih materijala ili pri bezkalupnom procesu proizvodnje. Predvidjen materijal od koga bi se kalup izradio je aluminijum 6061-T6.

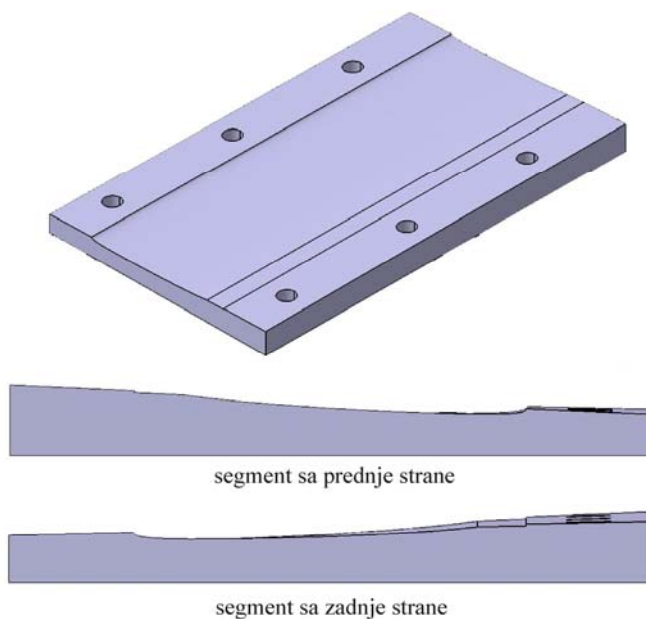
¹Mr Aleksandar Simonović, asistent pripravnik, Katedra za Mehaniku, Mr Saša T. Živanović, asistent, Katedra za Proizvodno mašinstvo, Mašinski Fakultet, Beograd, 27.marta 80, asimonovic@mas.bg.ac.yu, szivanovic@mas.bg.ac.yu

Sa druge strane zbog tehnoeekonomskih uslova poželjno je kalup izraditi iz segmenata (slika 1.) koji se spajaju odvojeno u gornji i donji deo kalupa. Na slici 2. je izdvojen jedan od segmenata kalupa, modeliran u softveru CATIA V5, za koji će se pokazati programiranje obrade.

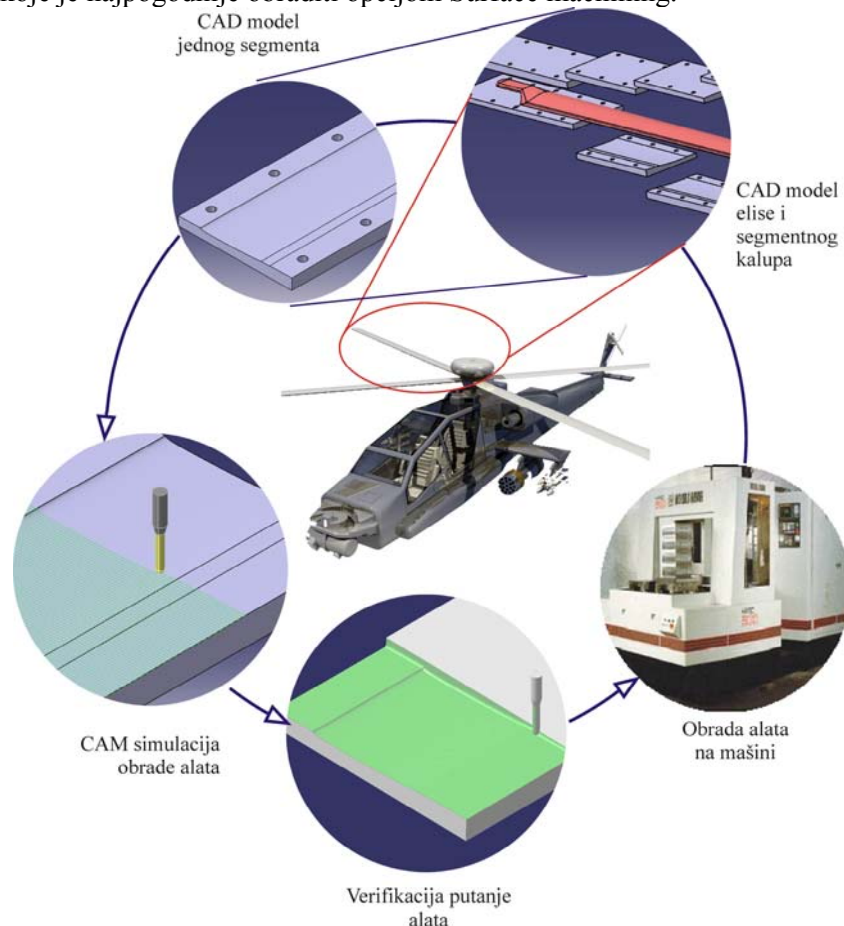
2. CAD/CAM MODELIRANJE

Dobijanje CAD modela je moguće ostvariti bilo kojim CAD paketom za 3D modeliranje. U radu je korišćeno okruženje programa CATIA. Problem se može rešiti upotrebom i drugih sličnih programa kao što je Pro/Engineer. Upotreba različitih programa nije ograničenje u modeliranju, pošto je moguća razmena modela između ovih programa pomoću IGES ili STEP formata. Potrebno je doći do trodimenzionalnog CAD modela. U nastavku se problem svodi na to da se geometrijska 3D informacija modela, preslika u odgovarajući CAM model, koji će omogućiti, dobijanje putanje alata za obradu tog dela na konkretnoj mašini, u ovom slučaju, na obradnom centru ILR HMC 500.

Postupak CAD/CAM modeliranja, od CAD modela do CAM modela, sa izlazi u obliku APT i NC koda, sa krajnjim ciljem obrade na mašini, pokazan je na slici 3. Za model lopatice, napravljen je odgovarajući model kalupa. Zbog dužine kalup je podeljen na segmente, što je pokazano i na slikama 1 i 3. Procedura je pokazana na jednom segmentu, i analogno se može primeniti na ostale. Sledeća faza je CAM modeliranje, koje počinje aktiviranjem opcije – Machining, i izborom vrste obrade. Razmatrani model ima složene površine, koje je najpogodnije obraditi opcijom Surface machining.

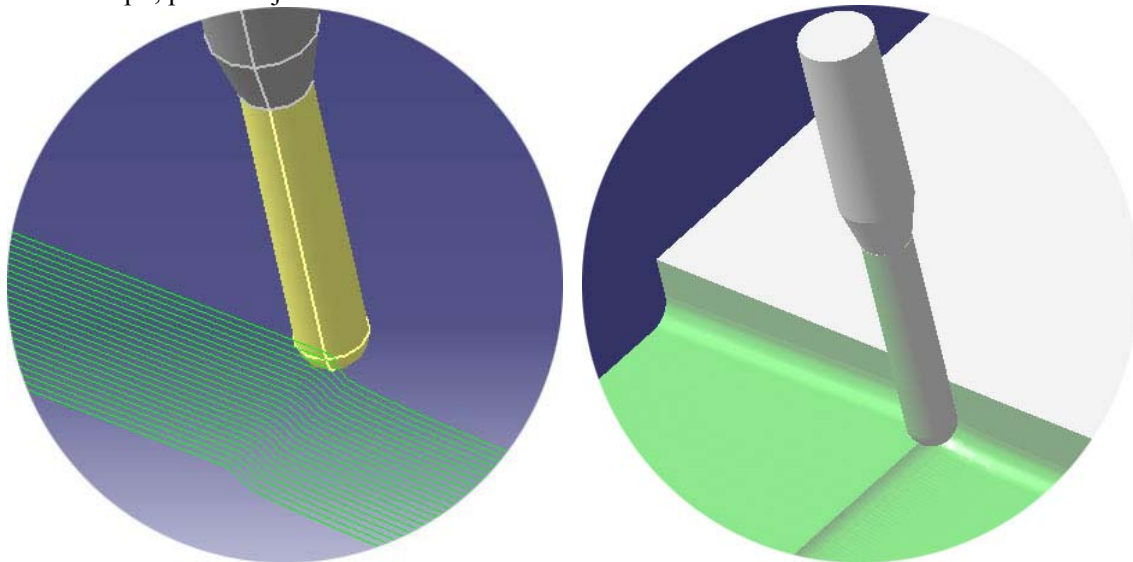


Slika 2. CAD model jednog segmenata kalupa



Slika 3. CAD/CAM modeliranje lopatice rotora helikoptera

Posle izbora obrade površine, definiše se operacija (Part Operation.1). Ovde treba izabrati mašinu, koordinatni sistem, deo (part), koji se obrađuje, pripremak, od koga se obrađuje deo. Program za obradu (Manufacturing Program) se pravi na osnovu izbora operacija obrade (Machinig operation). Posmatrani segment kalupa lopatice, se obrađuje grubom predobradom (sweep roughing) i završnom finom obradom (sweeping). Izbor površina koje se obrađuju ostvaruje se jednostavnim selektovanjem. Postoje različite strategije obrade (tool path style). Izabrana strategija obrade je zig-zag. Ovde se može definisati i alat. Izabrano je loptasto glodalo prečnika 5mm. Ovde se definiše i razmak između prolaza upravno na pravac kretanja alata kao i dubina po prolazu. Uvećani detalj simulirane putanje alata na delu prelaza između površina na kalupu, pokazan je na slici 4.



Slika 4. Detalj simulacije obrade segmenta

Pre postprocesiranja, treba proveriti, da li je setovan postprocesor. To se radi u Tool/Options/Machining/Output meniju. Treba da je selektovan Cenit i PP path: C:\Program Files\Dassault Systemes\B14\intel_a\startup\Manufacturing. Generisanje APT i NC koda je moguće interaktivno. Unutar ovog menija se pri definisanju NC koda obavezno selektuje konkretan postprocesor, na primer *FANUC_11M_3x.pp*. APT kod ima ekstenziju **.aptsource*, dok se NC kod prepoznaje po **.CATNCCod* (slika 5).

<pre> \$\$ ----- \$\$ Generated on nedelja, 20. mart 2005 0:34:46 \$\$ CATIA APT VERSION 1.0 \$\$ ----- \$\$ Manufacturing Program.1 \$\$ Part Operation.1 \$\$*CATIA0 ... TOOLNO/1, 10.000000 TPRINT/T1 End Mill D 10 LOADTL/1 \$\$ TOOLCHANGEEND \$\$ End of generation of : Tool Change.12 \$\$ OPERATION NAME : Sweep roughing.3 \$\$ Start generation of : Sweep roughing.3 SPINDL/ 70.0000,RPM,CLW RAPID GOTO /-1514.97000, -80.23087, 30.91917 FEDRAT/ 300.0000,MPPM GOTO /-1514.97000, -80.23087, 20.91917 GOTO /-1514.98556, -80.23054, 20.43739 ... GOTO /-1529.03000, -70.23170, 0.20328 RAPID GOTO /-1529.03000, -70.23170, 11.91917 \$\$ End of generation of : Sweeping.1 SPINDL/OFF REWIND/0 END </pre>	<pre> :0100 (ZAVRSNA OBRADA CATIA Manufacturing) G54G90G0G40G49H00Z0M5 M00 (ALAT T1 KOR H1 LOPTASTO GLODALO PRECNKA 10MM) N20 S1500 M03 N24 G0 Z-1.059 N25 G1 G94 Y-70.109 Z-2.73 F300. N26 Y0.052 Z-1.194 F1000. N27 Y1.307 Z-1.326 N28 Y2.327 Z-1.686 N29 Y3.245 Z-2.257 N30 Y4.019 Z-3.011 N31 Y4.243 Z-3.352 N32 Y4.864 Z-3.546 N33 Y6.076 Z-3.803 N34 Y8.032 Z-4.096 N35 Y10.775 Z-4.371 N36 Y14.439 Z-4.599 N37 Y19.925 Z-4.811 N38 Y27.603 Z-4.978 N39 Y36.229 Z-5.019 N6615 Y-70.232 Z-5.797 N6616 Z0.203 N6617 G0 Z11.919 N6621 M30 </pre>
--	---

a) primer dela APT koda segment. *aptsource*

b) primer dela NC koda segment. *CATNCCode*

Slika 5. Primeri APT i NC koda za obardu jednog segmenta kalupa

Planirana je i obrada na mašini ILR HMC500, koja ima Fanuc upravljačku jedinicu, za koju u biblioteci postprocesora CATIA-e, postoji odgovarajući Fanucov postprocesor. Postprocesiranje je ostvareno uspešno, kao i testiranje programa na mašini. Preostaje da se uradi još obrada radi detaljne verifikacije.

4. ZAKLJUČAK

Zbog složenosti geometrije priprema programa za obradu površina lopatice rotora helikoptera, je pogodna da se uradi primenom računara. Ovo se ogleda u pripremi geometrijske informacije o složenim površinama koje treba obraditi. Ta geometrijska informacija treba da bude 3D geometrija, koja je uz primenu CAM opcije programa CATIA, prevedena u 3D informaciju za obradu na mašini alatki, u zavisnosti od raspoloživih resursa. Radi verifikacije procedure programiranja razmatran je model jednog segmenta alata za lopaticu rotora helikoptera. Za ovaj model ostvareno je dobijanje APT i NC koda, i verifikacija putanje alata simulacijom obrade. Postprocesiranje je ostvareno za FANUC upravljačku jedinicu, za koju postoji postprocesor. U daljem radu se planira i izrada modela od plastike ili aluminijuma.

5. LITERATURA

- [1] Simonović A. i ostali, Razvoj vetrogeneratora srednje snage – elaborat, Mašinski Fakultet Beograd februar 2005.
- [2] Živanović, S., CAD/CAM programiranje P3 - paralelne mašine alatke, 29. JUPITER konferencija, 16. simpozijum CAD/CAM, Zbornik radova, str. 2.83-2.86, Mašinski fakultet, Beograd, 2003.
- [3] Vasić I., Živanović, S., Mandić A., Evolucija proizvoda u savremenom projektantskom okruženju, VII Međunarodna konferencija Fleksibilne tehnologije mma 2000 Zbornik radova str. 163-164, Novi Sad, 08. jun 2000.
- [4] CATIA Version 5 Prismatic Machining, Wichita State University, National Institute for Aviation Research, 2001.
- [5] CATIA V5 User's Documentation, Dassault Systems 2003.
- [6] Composite Materials Handbook, M.M. Schwartz, McGraw-Hill Book Company 1984.
- [7] Principles of CAD/CAM/CAE Systems, Kunwoo Lee, Seul National University, 1999.
- [8] Advanced Composite Mold Making, John J. Morena, Van Nostrand Reinhold Company, NY 1988.

Aleksandar Simonović, Saša Živanović

CAD/CAM OF MOLD FOR HELICOPTER ROTOR COMPOSITE BLADE

Summary

This paper shows CAD/CAM technique of mold recess for helicopter main rotor blade. It is necessary to achieve high precision in this process. Due to the dimensions along one of the blade axis, the segmented mold is found necessary. In this paper the programming procedure is shown for one of these mold segments. The tool path simulation is shown as well as producing of APT and NC code with the verification of material removal. For realization of these processes CATIA's tools were used.