

Babić, A., Pršić, D., Pljakić, M., Ilić, N.

JEDAN PRISTUP MODELOVANJA DODATNE OSE MAŠINA ALATKI

Rezime: Pristup integrisanog projektovanja predstavlja most koji povezuje pojedine etape projektovanja proizvoda i tehnologije i ima značajnu ulogu u smanjenju ukupnog vremena projektovanja, kao i troškova izrade. To znači da projektovanje tehnoloških procesa treba da bude povezano i sa planiranjem proizvodnje tj. izborom alata, pribora, uređaja za stezanje i mašine alatke.

Ključne reči: tehnološki proces, stezanje, dodatne ose, mašine alatke.

A APPROACH MODELLING OF THE ADDITIONAL AXIS OF THE MACHINE TOOLS

Abstract: The approach of the integrated design represents the bridge that connects certain phases of the product and technologies design and plays a significant role in the reduction of total design time, as well as production costs. This means that the design of technological processes has to be connected with the production planning, that is the choice of tools, equipment, pressing device and machine tool.

Key words: technological process, tightening, additional axes, machine tools.

1. UVOD

Integrirano projektovanje proizvoda i procesa u načelu ima za cilj formiranje konkurentnog proizvoda. U okviru ciklusa konceptualnog projektovanja varijantna i varijaciona rešenja proizvoda i usvojene tehnologije imaju dominantan uticaj na izbor mašina alatki za podršku u realizaciji usvojene tehnologije. U aktivnostima Centra za integrisani razvoj proizvoda i procesa MF Kraljevo, posebna pažnja se poklanja revitalizaciji postojećih tradicionalnih tehnologija u masovnoj izradi dela. Drugim rečima, radi se o parcijalnom reinženjeringu postojećih proizvodnih pogona velikih preduzeća koja još uvek nisu privatizovana. Uvažavajući ovaj pristup, u ovom radu se prikazuju postignuti rezultati u modelovanju mašine alatke u užem smislu (hardware) za podršku usvojenoj tehnologiji obrade dela, kućišta hidromotora, u fabrici Hidraulika, PPT iz Trstenika.

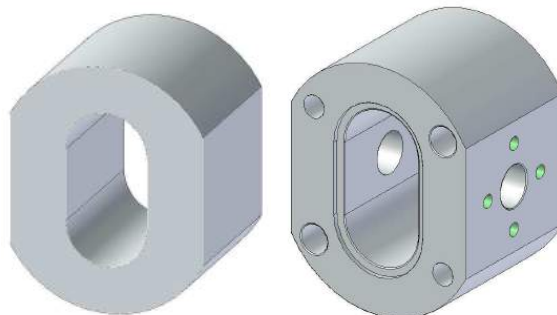
2. FUNKCIONALNO-TEHNOLOŠKA ANALIZA DELA [1], [2], [3], [4]

Proces formiranja konkurentnog proizvoda se u jednom delu vezuje za projektovanje tehnološkog procesa izrade dela. Imajući u vidu da je u ovom slučaju proces obrade kompletno definisan, analizirane su mogućnosti komponovanja mašine sa značajnim smanjenjem troškova izrade. Posebna pažnja u analizi se odnosi na izbor i usvajanje parametara tehnološkog procesa, odnosno pravilno izvrši izbor alata, način stezanja i pozicioniranja dela, mašine. Tehnološka analiza dela je pokazala da reinženjering uređaja za stezanje obradaka predstavlja signifikantan parametar u smanjenju troškova u procesu proizvodnje. Iz tog razloga je posebna pažnja posvećena modelovanju mašine alatke sa specijalnim uređajem za stezanje koji u ovom slučaju predstavlja dodatnu četvrtu upravljačku osu.

Preliminarna tehnološka analiza dela izvedena je na osnovu:

- Geometrijskog oblika,
- Dimenzija i njihovih tolerancija,
- Tolerancija oblika i položaja,
- Kvaliteta obrađene površine (hrapavost), i
- Materijala priprema.

Ove generalne opservacije predstavljaju osnov za početnu procenu proizvodnih metoda za obradu dela. Na osnovu pravila prioriteta preko dimenzionih, geometrijskih, tehnoloških i ekonomskih ograničenja dobijena je matrica zavisnosti. Korišćenjem tako uspostavljenih zavisnosti formira se matrica sledljivosti. Kao izlaz iz matrice sledljivosti javlja se logičan redosled zahvata (teorijski zahvati).



Slika 2.1. Pripremak i gotov deo

3. IZBOR REZNOG ALATA [6]

Reizbor reznog alata je definisan bazi potrebnih alata specificiranih u tradicionalnom pristupu obrade kao i u procesu izrade na mašini sa magacinom alata prema matrici sledljivosti.za usvojenu tehnologiju. Pri izboru alata poštovano je pravilo da alati budu standardni ukoliko je to moguće.

Izbor alata je izveden za svaku od operacije pri čemu je usvojena jedna vrsta standardnih alata što ne znači da ne postoji i druga vrsta prihvatljivih alata.

4. ANALIZA POZICIONIRANJA I STEZANJA [3], [4]

Obrada mehanički ispravnog dela (obratka) zahteva kvalitetan pripremak, njegovo pravilno stezanje i definisanje lokacije (položaja i orjentacije) u prostoru. Kao dodatak definisanju pozicioniranja karakterističnih površina,

neophodno je projektovati način čvrstog držanja dela u zadatom položaju pod dejstvima spoljašnjih sila kao što su sila gravitacije, sile rezanja, vibracije, centrifugalne sile itd. Ovo je uloga uređaja za stezanje poznatih kao 'stege' ili držači radnog predmeta'. On ne treba da utiče na ranije određenu funkciju pozicioniranja, ali ima funkciju obezbeđivanja stabilnosti dela. Stezni uređaji moraju imati odgovarajuću silu stezanja da ne bi preteranim pritiskom oštetili deo u dodirnim tačkama.

4.1. Tipovi stezanja kod glodanja i bušenja

Projektovanje steznih pribora i uređaja za stezanje radnog komada na mašini je realizovano primenom savremenih CAD/CAM programskih paketa. Položaj stezanja, ranije opisan, mora se povinovati zahtevima tačnosti izrade i poštovati odnos između segmenata dela. Takođe mora obezbediti da se deo ne pomera u toku obrade, da delovi steznog pribora ne ometaju kretanje alata ili izazovu povećanje hoda alata i da je omogućeno lako uklanjanje strugotine.

Dodatni parametri/pravila izeti u obzir u projektovanju su:

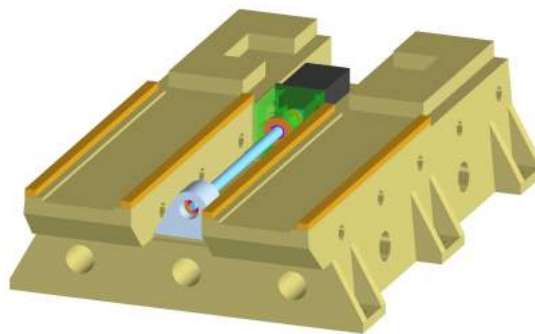
- stege trebaju biti postavljene i čvrsto podešene direktno iznad noseće površine steznog uređaja;
- stege uvek moraju da dodiruju deo u njegovim najtvrdim tačkama;
- sile rezanja trebaju biti usmerene u pravcu pozicionera, a ne prema stegama;
- smer sila stezanja treba biti usmeren prema pozicionerima geometrijskog tela i u takvim slučajevima kao način da se deo zadrži u steznom uređaju;
- površina držača dela mora biti ravna i ravnomerno oslonjena, bez deformacija usled sila stezanja steznog uređaja;
- pozicioneri steznog uređaja moraju biti razdvojeni praktično što više;
- pozicioneri moraju biti postavljeni da izbegnu strugotinu u strani predmet kad god je to moguće;
- deo mora biti u mogućnosti da se optereti u steznom uređaju u samo jednom položaju; i
- bušenje u vodicama se primenjuje kad god je to moguće.

5. MODELOVANJE MONTAŽNE STRUKTURE MAŠINE ALATKE I DODATNE OSE [1], [2]

Koncept mašine alatke u užem smislu je definisan u cilju podrške za usvojeni proces obrade. Da bi se izvršili potrebni zahvati pri obradi kućice hidromotora, varijante mašina moraju da imaju odgovarajuća kretanja koja obezbeđuju nezavisne celine – moduli. Za svako kretanje, bilo da je glavno ili pomoćno, mora postojati odgovarajući modul koji obezbeđuje to kretanje. Za stezanje obradaka potrebno je projektovati uređaj za stezanje. Na ovaj način izvršena je modularna analiza na bazi koje se vrši projektovanje mašina alatki i uređaja za stezanje. Iz fonda raspoloživih modula CIRPP-a biraju se oni odgovaraju postavljenim zahtevima.

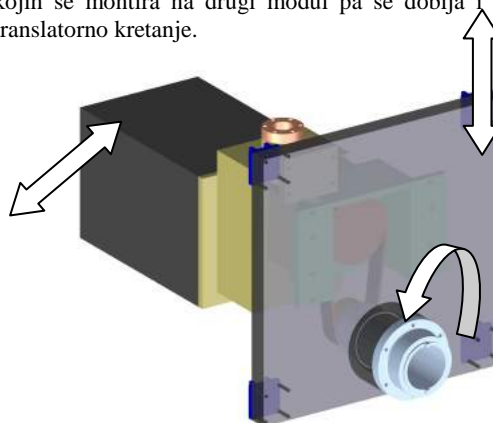
5.1. Moduli za modelovanje montažne strukture mašina alatki i uređaja za stezanje

Prvi modul je modul postolja za horizontalnu ili vertikalnu mašinu alatku. Ovaj modul je stacionaran. U sklopu sa ovim modulom je pogonski sistem i vodice koje omogućuju translatorno kretanje drugom modulu koji se montira na njega.



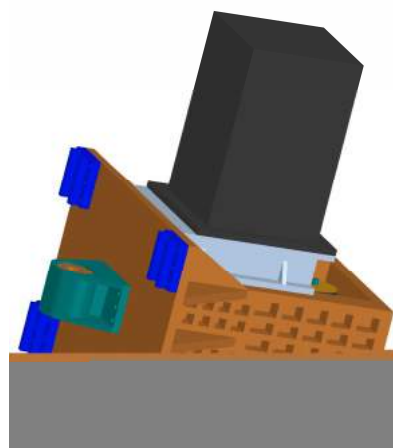
Slika 5. 1. Nepokretni deo modula za translatorno kretanje kod horizontalne mašine (postolja)

Drugi modul je modul za glavno kretanje alata kod horizontalne mašine alatke. Za ovo kretanje postoji nezavisan pogonski sistem. Na ovom modulu se nalaze i klizači preko kojih se montira na drugi modul pa se dobija i vertikalno translatorno kretanje.



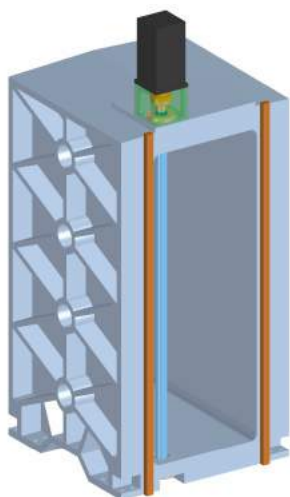
Slika 5.2. Modul za glavno kretanje kod horizontalne mašine alatke

Treći modul je modul za glavno kretanje alata kod vertikalne mašine alatke. Za ovo kretanje postoji nezavisan pogonski sistem. Na ovom modulu se nalaze i klizači preko kojih se montira na drugi modul pa se dobija i vertikalno translatorno kretanje.



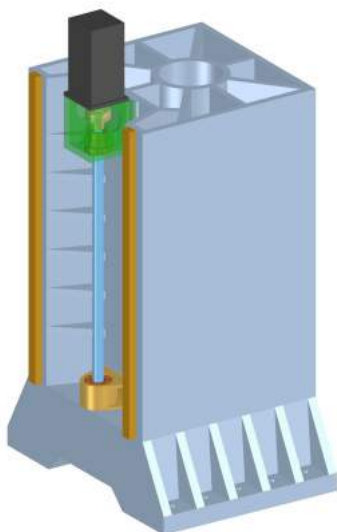
Slika 5.3. Modul za glavno kretanje alata kod vertikalne mašine alatke

Četvrti modul je vertikalni stub koji obezbeđuje translatorno kretanje modula za glavno kretanje. Posедуje pogonski sistem kojim se omogućuje vertikalno kretanje modula nosača alata kod horizontalne mašine alatke.



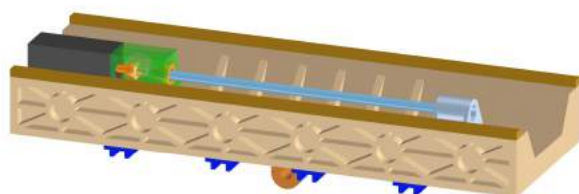
Slika 5.4. Modul stuba kod horizontalne mašine alatke

Peti modul je modul stuba koji je potreban da obezbedi vertikalno kretanje modula nosača alata. Posедуje pogonski sistem koji i omogućuje to kretanje. Ovaj modul se naziva nepokretni stub.



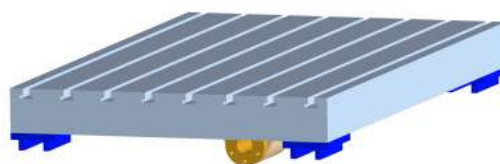
Slika 5.5. Modul stuba kod vertikalne mašine alatke (nepokretni stub)

Šesti modul obezbeđuje dva kretanja na mašini alatki i to dva translatorna kretanja. Poseduje jedan par vođica i jedan pogonski sistem koji omogućuju translatorno kretanje drugog modula. Takođe ima i dva para klizača koji služe za translatorno kretanje ovog modula po postolju kod horizontalne/vertikalne bušilice- glodalice.



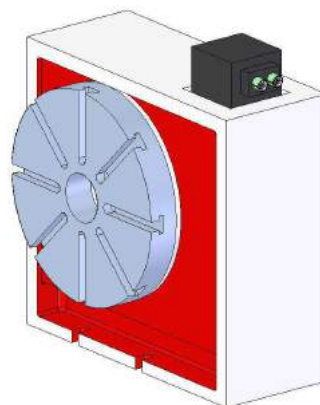
Slika 5.6. Poprečni nosač

Sedmi modul-modul radnog stola obezbeđuje jedno translatorno kretanje. Nema pogonski sistem ali ima klizače i prihvata kretanje sa pogonskog sistema drugog modula.



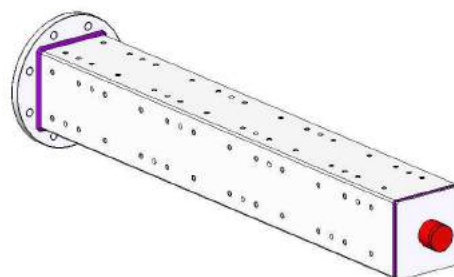
Slika 5.7. Modul radnog stola

Osmi modul je modul obrtnog stola. Poseduje poseban pogonski sistem koji obezbeđuje obrtno kretanje obratka. Pomoću ovog modula se uvodi dodatna osa upravljanja kod vertikalnih ili horizontalnih bušilica glodalica.



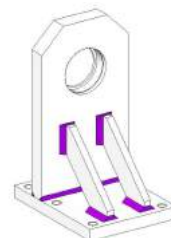
Slika 5.8. Modul obrtnog stola

Deveti modul je modul nosača steznih uređaja. On omogućuje istovremeno pozicioniranje 16 steznih uređaja, po 4 sa svake strane. Ovaj modul je u vezi sa obrtnim stolom sa jedne i uležištenjem sa druge strane.



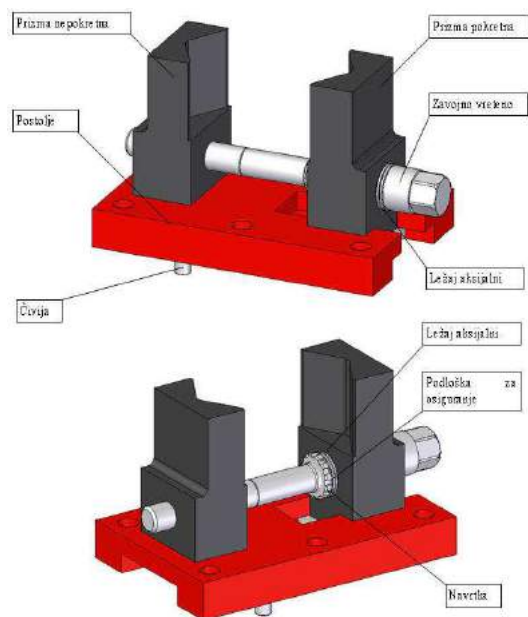
Slika 5.9. Modul nosača

Deseti modul je modul uležištenja. Koristi se za vezu modula nosača steznih uređaja i modula stola mašine alatke.



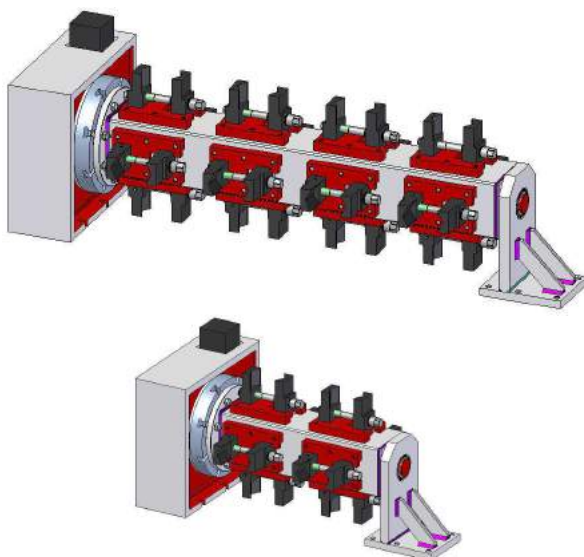
Slika 5.10. Modul uležištenja

Jedanaesti modul je modul uređaja za stezanje. Služi za stezanje i pozicioniranje radnog predmeta (kućice hidromotora) u toku obrade.



Slika 5.11. Modul uređaja za stezanje

Uređaj za stezanje, u sklopu sa nosačem, uležištenjem i obrtnim stolom predstavlja dodatnu osu na mašinama alatkama. U ovoj i sledećoj varijanti su izabrane troosna vertikalna bušilica/glodalica i troosna horizontalna bušilica/glodalica, tako da sklop uređaja za stezanje predstavlja četvrtu dodatnu osu. Ovom dodatnom osom se povećava produktivnost, u jednom stezanju se obrađuje 16 kućišta hidromotora. Broj kućišta koje se istovremeno obrađuju uslovljen je maksimalnom postojanošću alata, tako da alat može obraditi svih 16 kućišta, bez izmene alata u međuvremenu. Nakon izvršene obrade se vrši izmena i alata i radnih predmeta. Na sledećoj slici 5.12 je prikazan je izgled uređaja za stezanje, koji je modelovan parametarski i varijantno tako da se može koristiti za stezanje kućišta hidromotora različitih dimenzija i za odgovarajući broj komada koji se mogu prihvatiti.



Slika 5.12. Uređaj za stezanje sa uležištenjem projektovan za 8 i 16 kućišta hidromotora

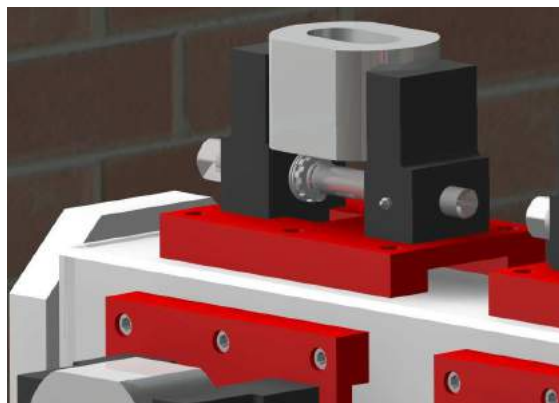
5.2 Realizacija usvojenog tehnološkog procesa na varijantno izabranim mašinama alatkama

Pripremak za izradu kućice hidromotora je ekstrudirana šipka od aluminijuma i prikazan je na slici 2.1.

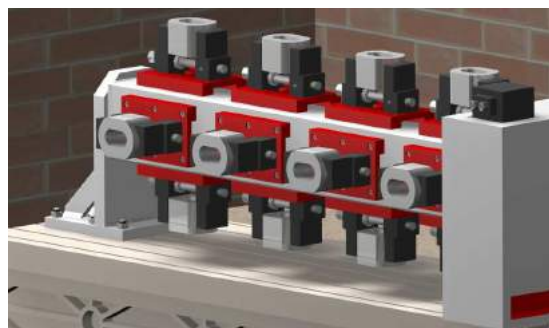
Na osnovu tehnologije koja predstavlja izlaz iz matrice

sledljivosti proces izrade kućice hidromotora se obavlja u dva stezanja.

U prvom stezanju pripremi se postavljaju u uređaj za stezanje, jedan po jedan, i izgled priprema je prikazan na slikama 5.13 i 5.14.

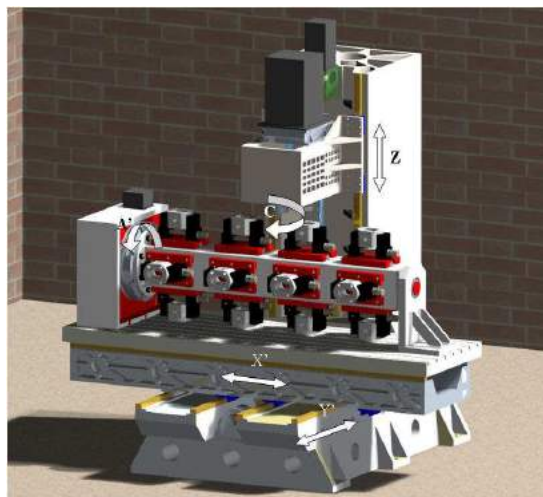


Slika 5.13. Izgled priprema u steznom uređaju



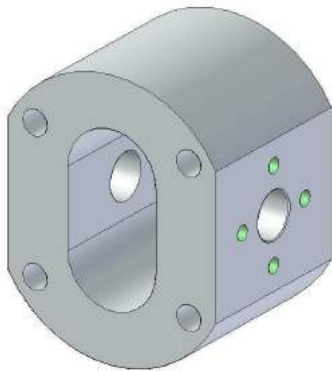
Slika 5.14. Izgled priprema u steznom uređaju - Stezanje A

U prvoj varijanti mašina alatka koja se koristi pri obradi kućice hidromotora je vertikalna bušilica/glodalica slika 5.15. Ova mašina alatka ima dve translacije i jednu rotaciju radnog predmeta, jedno translatorno i jedno rotaciono kretanje alata. Na ovoj mašini numerički su upravljane 4 ose-X', Y', Z, i A'.



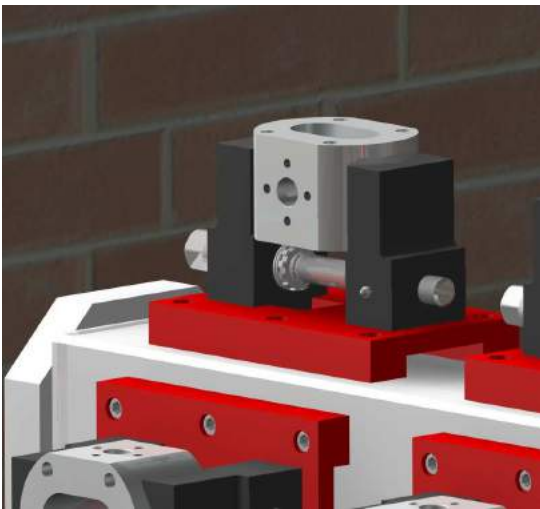
Slika 5.15. Vertikalna bušilica/glodalica

Nakon izvršenih operacija u prvom stezanju radni predmet se okreće pa se zatim izvode operacije u drugom stezanju. Radni predmet nakon izvršenih operacija u stezanju A je prikazan na slici 5.16.



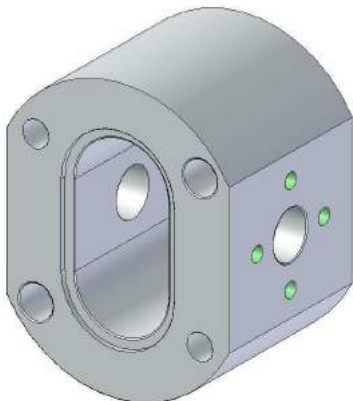
Slika 5.16. Kućica hidromotora nakon stezanja A

Izgled pripremak u steznom uređaju, Stezanju B prikazan je na slici 5.17.



Slika 5.17. Izgled priprema u steznom uređaju-Stezanje B

Konačan proizvod kućice hidromotora nakon izvršene obrade zadate tehnologijom, nakon stezanja B, je prikazan na slici 5.18.

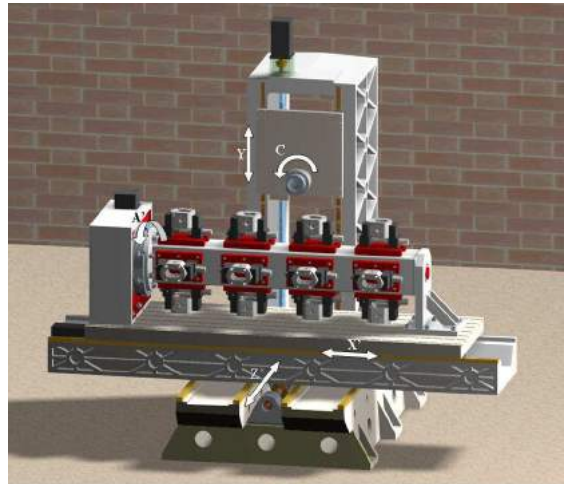


Slika 5.18. Završni oblik kućice hidromotora

Druga varijanta se razlikuje od prve samo u izabranoj mašini alatki. Umesto vertikalne izabrana je horizontalna bušilica/glodalica, a stezni pribor i izabrani alati su isti kao u prvoj varijanti.

Na sledećoj slici 5.20. je prikazana horizontalna bušilica/glodalica. Ova mašina alatka ima dve translacije i jednu rotaciju radnog predmeta, jedno translatorno i jedno rotaciono kretanje alata. I na ovoj mašini se upravljaju 4 ose- X', Y', Z, i A'.

Pripremak, radni predmet i završni oblik kućišta hidromotora su isti kao u prethodnoj varijanti.



Slika 5.20. Horizontalna bušilica/glodalica

6. ZAKLJUČAK

Postignuti rezultati u okviru ovog rada su odraz istraživanja varijantne opcije tehnološkog procesa proizvodnje kućišta hidromotora uz korišćenje već postojećih mašina alatki. Javila se potreba za uvođenjem dodatne ose na postojećim troosnim obradnim centrima.

Rezultati istraživanja su proistekli iz vrlo obimne teorijske analize pojedinačnih parametara koji direktno uplivišu u generisanje tehnološkog procesa. Ovde se navode sledeći parametri:

- redosled tehnoloških operacija,
- izbor alata,
- projektovanje specifičnog uređaja za stezanje,
- montažne strukture mašine alatke na bazi fonda raspoloživih modula.

7. LITERATURA

- [1] Babić, A., *Tehnologija montaže*, Mašinski fakultet Kraljevo, 2005.
- [2] Babić, A., *Projektovanje tehnoloških procesa*, Mašinski fakultet Kraljevo, 2005.
- [3] Babić, B., *Projektovanje tehnoloških procesa*, Mašinski fakultet Beograd, 1999.
- [4] Halevi, G., Weill, R., *Principles of Process Planning, Alogical approach*, Chapman&Hall, London, 1995.
- [5] Milačić, V., R., *Mašine alatke I, Sistem analiza*, Mašinski fakultet Beograd, 1980.
- [6] Kalajdžić, M., *Tehnologija mašinogradnje I*, Mašinski fakultet Beograd, 1989.

Autori: Ph.D. Arandjel Babić, Profesor of the Faculty of Mechanical Engineering Kraljevo, Ph.D. Dragan Pršić, Docent of the Faculty of Mechanical Engineering Kraljevo, M.Sc. Marina Pljakić, Mech. Eng., M.Sc. Nemanja Ilić, Mech. Eng.

E-mail: office@imr-institute.co.yu
prsic.d@mfkv.kg.ac.yu
marinap@gonet.co.yu
ilic.n@mfkv.kg.ac.yu

Napomena: Rad je realizovan u okviru projekta Integrisani razvoj procesa simultanog projektovanja specifičnih proizvoda za varijantnu obradu infrastrukturnih profila koje finansira Ministarstvo nauke Republike Srbije.