

Babić, A., Petrović, A., Ilić, N., Pršić, D.

## INTEGRACIJA CAD/CAM U PROJEKTOVANJU PUTNIH GLODAČKIH GLAVA

**Rezime:** Integracijom CAD/CAM sistema u projektovanju glodačkih doboša omogućena je razmena podataka u cilju smanjenja vremena reagovanja na promene u zahtevima tržišta. HTML prezentacijom sklopa glodačkih doboša obezbeđen je direktan odgovor na zahteve kupaca izražene putem interneta, kako u modelu proizvoda, tako i u tehnologiji njegove izrade.

**Ključne reči:** CAD, CAM, HTML, integracija.

### INTEGRATION OF CAD/CAM IN THE ROADHEADER DESIGN

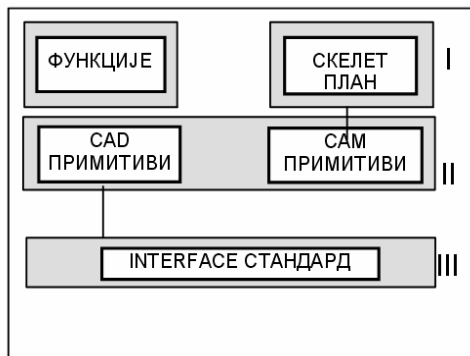
**Abstract:** By the integration of CAD/CAM systems in the roadheader drums design it has become possible to exchange information in order to reduce time of reacting to changes in the market demands. By the HTML presentation of the rodheader drums structure, a direct answer to the customers' demand expressed through the Internet has been provided, both in the production pattern and in the technology of its production.

**Key words:** CAD, CAM, HTML, integration.

#### 1. РАЗМЕНА ИНФОРМАЦИЈА У CAD/CAM СИСТЕМУ

Повезивањем CAD/CAM система у функционалну целину повећава се ниво аутоматизованости укупног система пројектовања производа и технологије, значајно се смањује па и потпуно елиминише дуплирање поступка уношења потребних информација о производу и избегава се могућност субјективне грешке у процесима пројектовања.

Повезаност CAD/CAM система се заснива на размени података о геометријским, тополошким и технолошким карактеристикама производа који се смештају у модел производа.

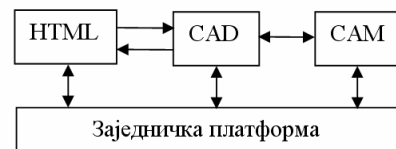


Слика 1. Интеграција СА система на квалитативном нивоу

Размена података се може реализовати интеграцијом функција (слика 1) уз уважавање чињенице да CAD примитиви имају исту структуру као CAM примитиви. Процес препознавања дефинисаних примитива заснива се на грађњи структура технолошких CAM примитива. Ово подразумева да производ пројектован у неком CAD систему увек формира хијерархијску структуру. Пошто су све могуће површине производа обухваћене скупом атомик CAM примитива, функција интеграције може репродуковати било који CAD примитив у скупу CAM примитива.

Интеграција процеса пројектовања производа и технологија CAD/CAM се заснива на размени података између ова два или више компјутерских система који су засновани или на истим или различитим платформама. Да би физички реализовали производ прво треба да га пројектујемо. Пројектна информација се чува у фајловима и треба да буде доступна пројектанту технологије да би развио технолошки процес израде производа. Зато су потребни системи способни да изврше транслацију модела креираних од стране других система. Ово је у суштини проблем транслације базе података, зато што се сваки модел чува или ствара у бази података. Ова функција се постиже помоћу транслатора, а стратегија транслације може бити директна или индиректна.

При пројектовању глодачких глава у овом раду коришћени су програмски пакети Solid Edge и EdgeCAM засновани на истој платформи PARASOLID. Овако интегрисани системи, односно модел производа и процеса омогућавају и брзо реаговање на захтеве купца преко HTML приказа производа коришћењем заједничке платформе.



Слика 2. Заједничка платформа

Размена информација на релацији произвођач - корисник на нивоу XML технологије се огледа у томе што корисник једноставно може генерисати своје захтеве коришћењем интернета. Они се преко модела производа транслирају у технологију израде производа.

Parasolid представља геометријски моделер производа, језгро у коме је писан CAD/CAM/CAE програм. Моделирање у Parasolid -у представља скуп квалитетно интегрисаних инжењерских СА технологија за пројектовање производа и процеса, које омогућају да модели комплексних делова или сложених монтажних структура могу бити подржани у технолошки различитим

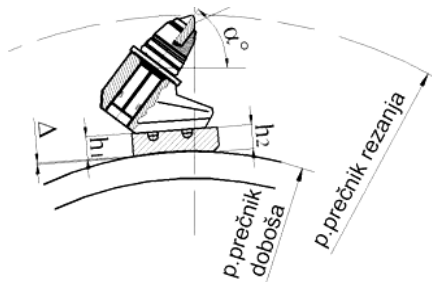
компанијама широке интеграције. Да бисмо успешно транслирали фајл формат облик представљања фајловима мора бити дефинисан или као солид (просторни) модел или као површински модел са топологијом.

Активност неопходна за реализацију размене ибформација је креирање параметарског модела производа. Улога и предност размена информација на релацији произвођач - корисник на нивоу XML технологије се огледа у томе што корисник једноставно може генерисати своје захтеве коришћењем интернета.

## 2. ПРОЈЕКТОВАЊЕ ГЛОДАЧКИХ ДОБОША

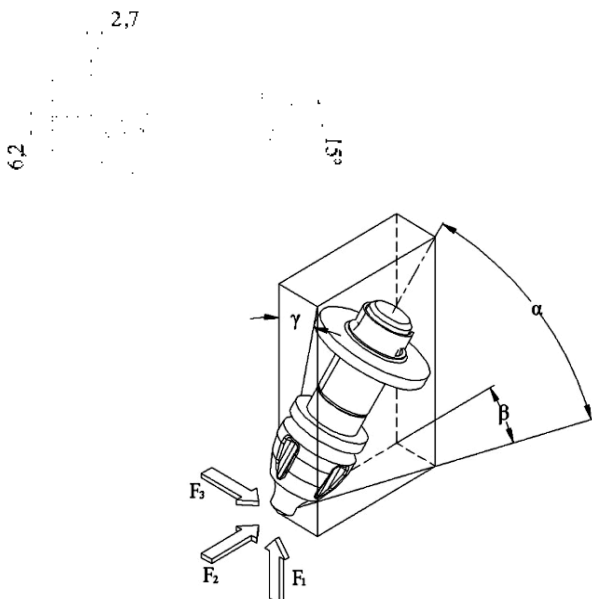
Специфичност пројектовања глодачких глава се састоји у сагледавању функционалних захтева и њиховој примени, у циљу повећања продуктивности и смањења трошкова, како производње, тако и одржавања.

Глодачке главе су пројектоване са аспекта потребне снаге и запремине скинутог материјала. Пошто геометрија алата и отпорност на хабање имају значајан утицај на трансформацију улазне енергије у количину скинутог материјала, они су коришћени као полазни елементи при пројектовању. Основни параметри резне геометрије су размак резних врхова ножа  $S$  (изводнице алата) и дубине продирања  $P$ . Њихов однос  $S/P$ , заједно са типом ножа и својствима подлоге дефинишу ефективност процеса резања, као однос уложене енергије и количине скинутог материјала.



Слика 3. Положај ножа на глодачком добошу

На слици 4 је приказан изглед ножа у захвату, где је  $S=2,7$  mm, дубина резања, а  $P=6,2$  mm, корак. Размак између резних врхова ножева има значајан ефекат на силе резања.



Слика 4. Положај ножа у захвату

Мали размак између ножева значи веома неефикасан процес резања и стварање прашине. Када се размак повећава, резање постаје ефикасније до извесне мере када међудејство фракција између суседних ножева престаје.

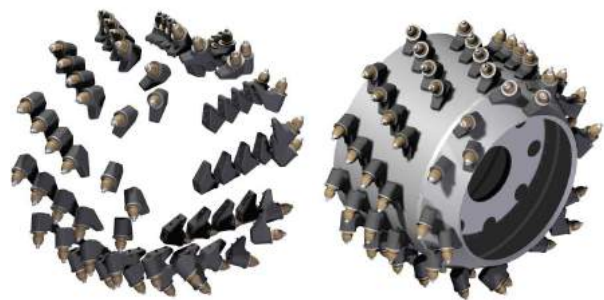
Успостављена кинематика обраде захтева посебне услове у моделовању глодачких алата. На слици 4. је приказан положај ножа у простору, који обезбеђује додатну ротацију ножа, са следећом елементима :

- $\alpha$ , - Нападни угао,
- $\beta$ , - Угао ротације;
- $\gamma$ , - Угао накретања.
- $F_1$  – Отпор продирању
- $F_2$  – Отпор клизању у правцу резања
- $F_3$  – Отпор клизању у правцу управном на правац резања

Имајући у виду захтеве обраде инфраструктурних објеката, који се огледају у одговарајућој геометрији ножева и њиховом положају у односу на подлогу која се обрађује, глодачке главе су параметарски пројектоване тако да промене функционалних захтева могу да се одразе на модел производа и технологију израде.

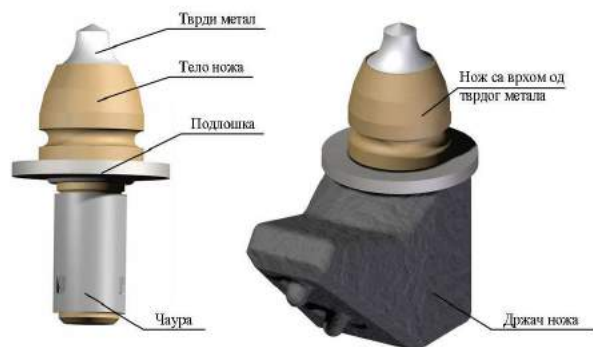
Пројектовање монтажне структуре глодачких глава је извршено коришћењем приступа „Bottom-up“, где је повезивањем компонената добијена монтажна структура као највиши ниво хијерархијске структуре.

Подсклоп ножа и држача, као основни елементи глодачке главе су распоређени по ободу плашта у веома специфичном, хеликоидном распореду (сл.5.).



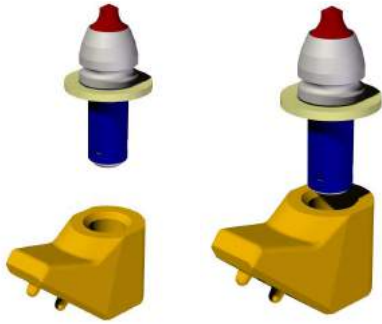
Слика 5. Хеликоидни распоред ножева и њихов положај на глодачкој глави

Подсклоп ножа и држача омогућава позиционирање ножа у пројектовани положај, уважавајући процес резања, у односу на површину која се обрађује. Овај подсклоп је саставни елемент монтажне структуре подскопа глодачке главе.



Слика 6. Подсклоп ножа и држача

Држачи ножева су елементи који омогућавају ротацију ножа у њима, и они обезбеђују ножу потребан просторни положај у процесу резања.

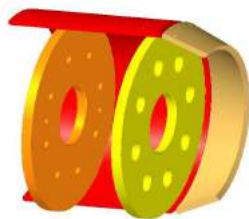


Слика 7. Међусобни положај ножа и држача ножа

### 3. ПРОЈЕКТОВАЊЕ ТЕХНОЛОГИЈЕ

Пројектовање технологије израде представља следећи сегмент интеграције. Реализација пројекта обухвата моделовање технологије за све елементе монтажне структуре.

Све компоненте које учествују у монтажnoj структури су пројектоване варијантно у програмском пакету за пројектовање производа, Solid Edge-у. Геометријска информација представља улаз у програмски пакет за пројектовање технологије, у овом случају EdgeCAM.



Слика 8. Пресек глодачке главе

Плашт глодачке главе слика 10. је компонента која поставља највише захтеве у погледу геометријске тачности. На њој се налазе отвори за позиционирање држача алата. Због остваривања захтеваног положаја ножа у односу на подлогу која се обрађује, уважавајући кинематику процеса резања, потребно је избушити рупе у одговарајућем хеликоидном распореду по површини плашта.

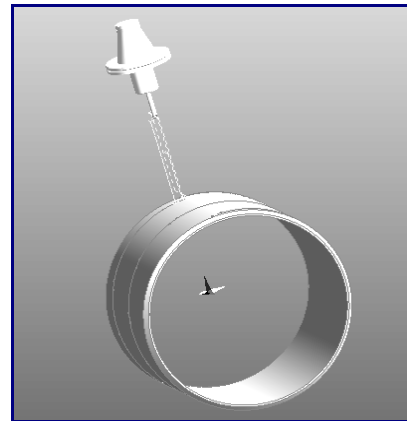


Слика 9. Плашт глодачке главе

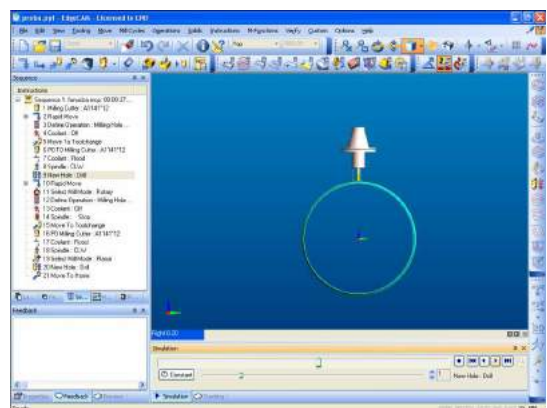
Специфичност обраде плашта глодачке главе се огледа у бушењу рупа у хеликоидном распореду. Функционални захтев бушења рупа је у зависности од пречника добоша, броја ножева и корака хеликоиде.

Плашт/део се моделује варијантно и параметарски у Solid Edge-у, а затим се уводи у програмски пакет за пројектовање технологије, EdgeCAM (Слика 6) чији је излаз NC код за бушење рупа на CNC машини алатки. Услов је да НУ машина алатка омогући позиционирање по оси С, а кретање алата по Y (Нумерички управљан струг са Y/C управљањем). Свака измена у моделу дела се директно транслира у модул за технологију и обрнуто

ако дође до измене алата на захтев купца дефинисан преко HTML-а.

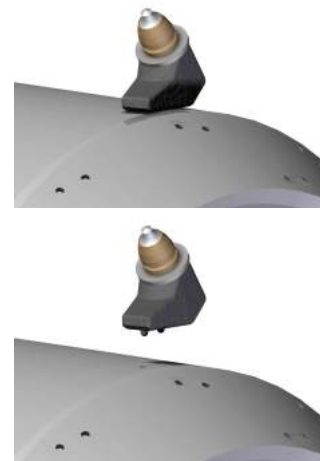


Слика 10. Просторни положај алата и обратка



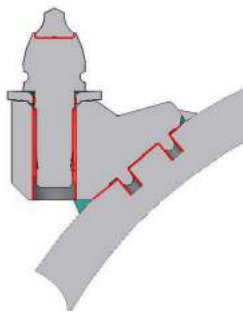
Слика 11. Изглед прозора у EdgeCAM-у

На плашт се позиционирају подскопови држача ножа према рупама на плашту глодачког добоша где налазе испупчења на држачу ножа. Обзиром да држачи имају релативно дуг радни век и није их потребно често мењати, веза држача ножева са добошима изведена је заваривањем.



Слика 12. Позиционирање подскопа држача ножа и ножа на плашт глодачке главе

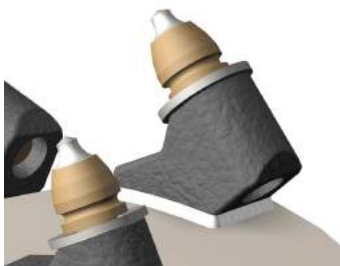
Отвори на плашту и одговарајућа испупчења на држачу су спојени преко примитива спајања, успостављањем одговарајућих веза између површина, тако да се њихов однос не нарушава променом захтева који се постављају пред глодачке добоше.



Слика 13. Деталј монтажне структуре глодачке главе на глобалном нивоу

Путања главе за заваривање држача ножева за плашт глодачког добоша је у директној вези са њиховим примитивима спајања, тако да се промена захтева, која се огледа у другачијем распореду и броју држача, као и у димензијама плашта, преко модела монтажне структуре, преводи у генерисање нове путање главе за заваривање.

CAD/CAM системи могу да генеришу информацију о путањи алата CAM/CNC/NC из геометријског модела дела који је дат у CAD датотеци. Елементи технологије, резни алати и потребни режими обраде накнадно се дефинишу интерактивно. Програмски се одређује путање алата потребне за тражени облик путање.



Слика 14. Држач ножа на плашту глодачке главе, спојен заваривањем

Једна од највећих предности програмског генерисања заснованог на CAD/CAM концепту је могућност провере путања алата на екрану компјутера у циљу откривања евентуалних грешака пре покретања програма на машини. Функција верификације путање алата се користити за проверу могућих колизија алата са стезним и помоћним прибором, пошто су модели ових прибора доступни из CAD датотеке. Као посебна предност наводи се да се коришћењем пројектантских података о производу, као основе за генерисање NC кода, избегава проблем понављања геометријских података у CAM/CNC систему, обезбеђује се конзистентност података и лако се реагује при било којој промени модела која може да наступи.

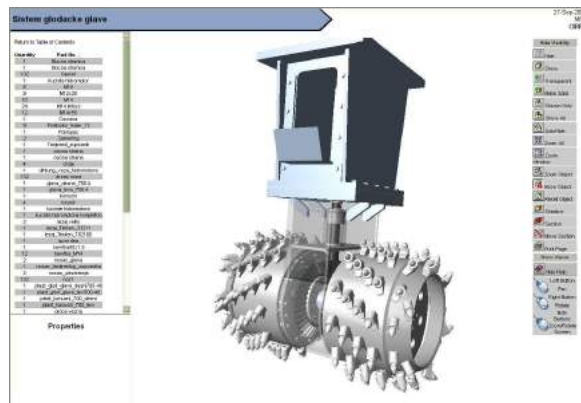
#### 4. РАЗМЕНА ПОДАТАКА НА НИВОУ ГЛОБАЛНЕ МРЕЖЕ

Активност неопходна за реализацију размене информација је креирање параметарског модела производа. За креирање свих модела у овом раду је коришћен програмски пакет за пројектовање производа Solid Edge који као геометријски кернел користи Parasolid.

Улога и предност размена информација на релацији произвођач - корисник на нивоу XML технологије се огледа у томе што корисник једноставно може генерисати своје захтеве коришћењем интернета. Наиме, корисник може своје захтеве изложити једноставним

попуњавањем обрасца, дефинисаног помоћу JAVA платформе који му стоји на располагању на сајту предузећа. Овако дефинисан захтев се помоћу XLS протокола трансформише у XML, који на основу интегрисане синтаксе XML-а у апликацији (у овом случају Solid Edge-у) генерише варијанту производа на захтев купца.

Solid Edge је систем који је доста пажње посветио оваквом виду пословања, тако да поседује алате за аутоматско генерисање описа модела у HTML формату, те је у могућности да на овакав захтев корисника аутоматски одговори. На слици 14 је приказан модел производа у HTML формату, који уз помоћ програма IPA Web Viewer омогућава манипулисање моделом, а уз то пружа информације о хијерархијској структури.



Слика 14. HTML приказ система глодачких глава

#### 5. ЗАКЉУЧАК

Развојем савремених технологија омогућава се произвођачу брзо пројектовање производа и технологије према захтевима тржишта, чиме се обезбеђује конкурентност на тржишту. Варијантним и параметарским пројектовањем глодачке главе излази се у сусрет различитим потребама, односно експлоатационим захтевима који се постављају пред глодачке главе. Интеграцијом CAD/CAM омогућено је и аутоматско пројектовање технологије за одговарајуће моделе производа. Применом XML технологије излази се у сусрет специфичним захтевима купаца који се одражавају у моделу производа и технологији израде.

#### 6 ЛИТЕРАТУРА

- [1] Babić, A., Ilić, N., *Savremen koncept projektovanja glodačkih glava u rudarstvu i izradi profila tunela*, 31 Savetovanje Proizvodnog Mašinstva, Kragujevac 2006, objavljen u zborniku radova i na CD –u.
- [2] Babić, A., Petrović A., *Sistem analiza sistema alata i mašina za obradu infrastrukturnih objekata* Časopis Instituta IMK „14. oktobar“ Kruševac, broj (22-23) 3-4/2005, стр. 169.175.
- [3] H. Copur, L. Ozdemir, J. Rostami: *Roadheader applications in mining and tunneling industries*, Earth Mechanics Institute, Colorado school of mines, Golden, Colorado, 80401
- [4] Babić, A., *Projektovanje tehnoloških procesa*, Udžbenik, MFK, Kraljevo, 2005.
- [5] Бабић, А., *Технологија монтаже*, уџбеник МФК, 2005.

**Autori: Ph.D. Arandjel Babić**, Profesor of the Faculty of Mechanical Engineering Kraljevo,