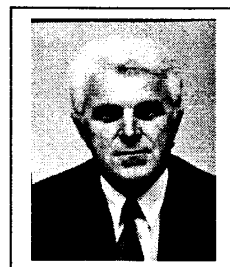


INTEGRISANI RAZVOJ PROCESA NA PRIMERU GLODAČKIH ALATA U OBRADI PUTNIH PODLOGA¹

Dr Arandel BABIĆ, mr Goran MIODRAGOVIĆ, Aleksandra PETROVIĆ

Dr Arandel Babić, dipl. ing. maš. rođen je 15. novembra 1946. u Mataruškoj Banji. Diplomirao je 1970. godine na Mašinskom fakultetu u Beogradu (oddeljenje u Kragujevcu). Doktorirao je 1994. godine na Mašinskom fakultetu u Beogradu. Od 1970. godine radio je u Fabrici vagona Kraljevo počev od projektanta do direktora Sektora razvoja programa i proizvoda IRC FVK. Na Mašinskom fakultetu u Kraljevu radi od 1990. godine, sada kao docent na Katedri za proizvodne tehnologije i Centra za integrisani razvoj proizvoda i procesa. Autor je jedne monografije i 70 naučno stručnih radova.



Mr Goran Miodragović, dipl. ing. maš. rođen je 3. novembra 1964. u Trsteniku u kome je završio Osnovnu i Mašinsku tehničku školu. Studirao je na Odeljenju beogradskog mašinskog fakulteta u Kraljevu gde je 1990. godine diplomirao na proizvodno-privrednom smeru. Magistrirao je 2001. godine na Mašinskom fakultetu u Beogradu. Na Mašinskom fakultetu u Kraljevu radi od 1990. kao asistent na Katedri za proizvodne tehnologije i Centra za integrisani razvoj proizvoda i procesa.



Aleksandra Petrović, dipl. ing. maš. rođena je 16. novembra 1972. u Zenici. Osnovnu školu i Gimnaziju završila je u Kraljevu. Na Mašinskom fakultetu u Kraljevu diplomirala je 2000. godine na smeru za proizvodno mašinstvo. Od februara 2003. godine radi kao asistent pripravnik na Katedri za proizvodne tehnologije na Mašinskom fakultetu u Kraljevu gde pohađa i poslediplomske studije.



Kategorija rada: PREGLEDNI RAD
Recenzent: Prof. dr Ljubodrag ĐORĐEVIĆ
UDK/UDC:621.914
Rad primljen: 09. 09. 2003.

ADRESA:
Mašinski fakultet
Dositejeva 19
36000 Kraljevo

1. UVODNE NAPOMENE

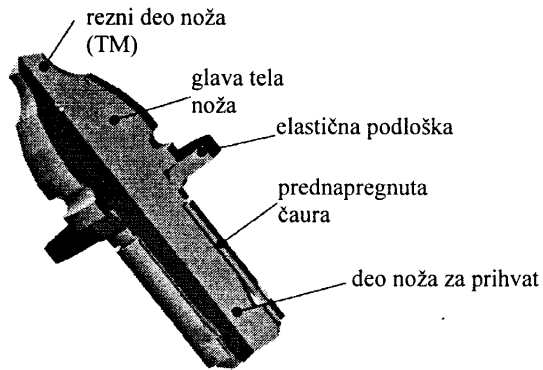
U procesu obrade putnih podloga u direktnom kontaktu sa podlogom su noževi glodačkog doboša, slika 1.1. Imajući u vidu relativno visok nivo tvrdoće podloga noževi se izrađuju sa reznim delom od tvrdog metala. Ovo znači da su noževi izrađeni posebnom tehnologijom spajanja reznog vrha od tvrdog metala i tela od legiranog čelika. Imajući u vidu veliki broj mogućih kombinacija materijala noža i

putnih podloga u ovom delu se sagledavaju funkcionalni zahtevi koji se postavljaju na bazi procesa obrade.

Uvažavajući pomenutu činjenicu u pogledu broja kombinacija, nastojanja projektanta da zadovolji specifikirane zahteve korisnika prvenstveno se odvija ka povećanju varijantnosti u odnosu na povećanje obima proizvodnje. Pri tome treba težiti ne samo smanjenju troškova ukupnog vremena izrade, već i na koncipiranju kvalitetnog proizvoda koji će dominirati na tržištu. Da bi se zadovoljili ovi protivurečni zahtevi, neophodno je da se

¹ Rad se realizuje u okviru projekta MNTR096: «Razvoj i primena metoda za simultano projektovanje proizvoda i tehnologije uz primenu savremenih CA alata» koji finansiraju Ministarstvo za nauku, tehnologije i razvoj Republike Srbije i CORUN, a.d. Užice.

inženjerske aktivnosti na razvoju novog ili reinženjeringu postojećeg proizvoda odvijaju kroz primenu koncepta integrisanog projektovanja orijentisanog na fleksibilnost procesa.



Slika 2.2. Sklop noža glodačkih doboša

2. KONCEPTUALNI OKVIR ZA INTEGRISANO PROJEKTOVANJE

2.1. Opšte napomene

Uvažavajući principe ciklusa inženjerskog projektovanja konceptualni okvir se odnosi na intezivno generisanje varijantnih rešenja proizvoda uvažavajući specifikaciju funkcionalnih zahteva koja se postavljaju pred proizvod i raspoložive tehnologije. Konceptualni okvir se generiše na bazi sledećih funkcionalnih zahteva: neophodnost postojanja propisanog rastojanja između dve susedne brazde, otpornosti tela noža na pritisak, rotacija tela noža u nosaču, laka zamenljivost noževa, varijantno projektovanje noževa i glodačkih doboša, varijantno projektovanje tehnologije.

2.2. Modeliranje glodačkih doboša

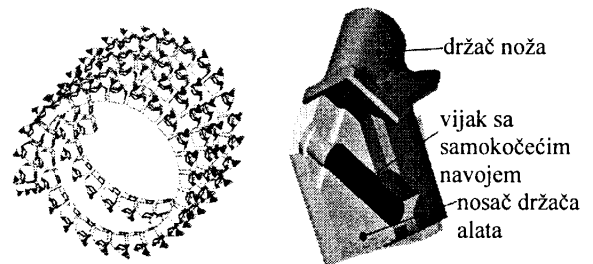
Na bazi konceptualnog okvira realizovan je preliminarni-razvojni projekat glodačkih doboša za obradu putnih podloga. U razvojnom rešenju sagledane su mogućnosti optimalnog projektovanja sa aspekta izvodljivosti postizanja eksploatacionih karakteristika.

Po obimu glodačkog doboša su u spiralnom poretku (sl. 2.1) raspoređeni i zavareni nosači držača alata. Nosači imaju višestruku ulogu. Pored toga što osiguravaju vezivanje držača alata, nosači obezbeđuju veoma specifičan prostorni položaj noža u odnosu na podlogu koji je definisan uglovima koji su prikazani na slici 2.2. Rastojanje između dve susedne brazde je faktor koji utiče na kvalitet procesa drobljenja i zavisi od tipa noža i doboša. Prema najnovijim istraživanjima optimizacije procesa preporučuju se vrednosti od 8 i 15 mm.

Proces obrade putnih podloga se odlikuje veoma intezivnim habanjem noževa glodačkih doboša. Kako se na intezitet habanja može uticati veoma ograničeno, to se u projektovanju mora opredeliti na konstrukcijsko rešenje sa smanjenjem habanja. Specifični način stezanja noža u držaču (slika 2.2) omogućava da se habanje ravnomerno

raspoređuje po obimu noža.

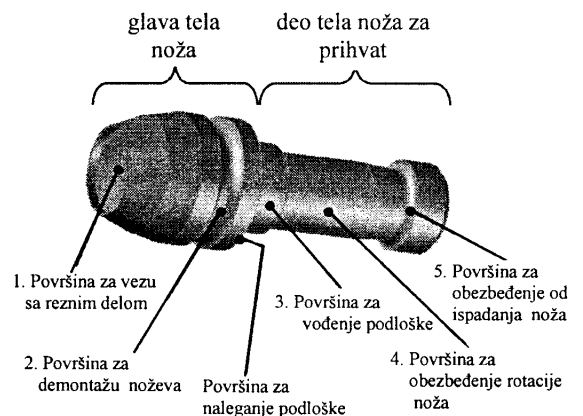
Radni vek noževa glodačkih doboša je izuzetno kratak. Zato je zahtev za lakom izmenljivošću jedan od osnovnih u konceptualnoj analizi inženjerskog projektovanja. Na slici 2.2 je prikazan sklop držača gde se vidi princip veze nosača i držača. Sklop držača i nosača alata je projektovan tako da znatno olakša montažu i demontažu. Stezanje se izvodi pomoću vijka i posebnog žljeba na držaču alata. Pri tome se ne koristi nikakvo osiguranje spoja, već navoj ima karakteristiku samokočenja.



Slika 2.1. Raspored držača noževa na dobošu Slika 2.2. Veza nosača alata i držača noža

2.3. Modeliranje noža

Nož sačinjavaju telo i rezni deo noža, slika 1.1. Telo noža se uslovno deli na dve celine: glavu i deo tela noža koji služi za prihvatanje i obezbeđenje od ispadanja. Za analizu funkcionalnih površina je izabran oblik noža na slici 2.3 koji sadrži sve elemente definisane funkcionalnim zahtevima obrade podloga.



Slika 2.3. Elementarni geometrijsko-tehnološki primitivi tela noža

Prvenstveno, cilj je maksimizacija parametara procesa, pre svega proizvodnosti. Iz proteklih izlaganja zaključuje se da je karakteristika sa najvećim uticajem na postavljeni zahtev rotaciona sposobnost noža.

Geometrijska interpretacija ove karakteristike, u cilju ispunjenja postavljenih zahteva između ostalog, treba da obezbedi:

- Oblik kružnog poprečnog preseka
- Visok stepen saosnosti elemenata sklopa
- Eliminisanje radijalnog bacanja obrtnih elemenata

Kako je područje primene izuzetno široko, to pored oblika koji je prikazan u analizi postoje još mnogi,

prilagođeni funkcionalnim zahtevima. Međutim, podela tela noža i karakteristične funkcionalne površine su zajednička karakteristika za sve. U tabeli koja sledi prikazani su neki od izvedenih funkcionalnih oblika noževa glodačkih doboša, slika 2.4. prema uspostavljenim funkcionalnim zahtevima.

Varijante reznog dela noža se mogu svrstati u 5 grupa koje su formirane prema kriterijumu primene (slika 2.5).

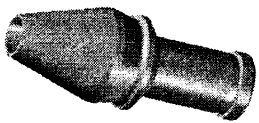
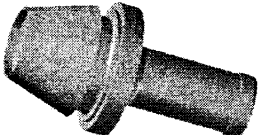
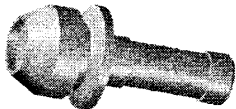

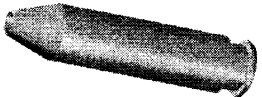
Za projektovanje noža korišćen je Solid Edge Windows orijentisani CAD program sa Microsoft sertifikatom za razmenu sa Microsoft kancelarijskim aplikacijama. Korišćenjem Windows interfejsa Solid Edge je dobio u jednostavnosti i rad na njemu je veoma sličan sa bilo kojim Windows programom.

2.4. Modeliranje procesa

Računarski podržano modeliranje procesa izrade dela u krajnjem predstavlja generisanje putanje alata pri obradi na CNC mašinama. Na osnovu varijantnih modela proizvoda tehnološki postupak pored geometrijskih sadrži i informacije o raspoloživim softverski podržanim tehnologijama izrade, alatima, standardnim koracima, brzinama rezanja, itd. U radu je korišćen programski paket Edge CAM.

Projektovanje tehnološkog procesa na primeru izrade noža glodačkih doboša se zasniva na izboru varijantnog postupka za rezni deo od tvrdog metala i telo noža. Varijantnost je definisana na sledeći način: a) alat za izradu reznog dela od tvrdog mrztala je baziran na modelima sa jedinstvenom geometrijskom informacijom koja se lako razmenjuje u procesu izrade alata, i b) prema kriterijumu tehnoekonomske analize izbor procesa izrade tela obuhvata struganje za male količine i kovanje u alatima za veće količine. U radu se bez dublje tehnološke analize daju mogućnosti integracije i razmene podataka CAD/CAPP/CAM na nivou modela komponenata definisanim u Solid Edge-u i procesa izrade u alatu za kovanje, zatim obrade struganjem itd.

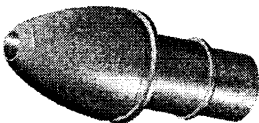

Faktor u integraciji procesa projektovanja proizvoda i tehnologije je tzv. međuprocena komunikacija. SolidEdge i EdgeCAM kao savremeni CA alati poslednje generacije se zasnivaju na međuprocenoj komunikaciji, tzv. PARASOLID konceptu. Potiskujući veoma složene i nepouzdanе translate, PARASOLID se nametnuo kao veoma efikasno rešenje koje obezbeđuje potpuni integritet dokumenata. PARASOLID koncept se zasniva na parametarskom definisanju primitiva prostornih modela.




3. Oblik tela noža sa cilindričnim reznim delom i karakterističnim oblikom funkcionalne površine za demontažu	
4. Oblik za primenu na manjim mašinama	
5. Univerzalni oblici prema konceptu CORUN-a	
	
6. Oblik za specijalne namene-rotacione glave prema koncepciji CORUN-a	

Slika 2.4. Varijantna rešenja tela noževa glodačkih doboša

Na primeru izrade tela noža glodačkog doboša struganjem (slika 2.4.), aspekt integracije procesa je sadržan kroz sledeće aktivnosti:

- izrada trodimenzionalnog solid modela i njegovo potpuno definisanje u PARASOLID okviru,
- prepoznavanje geometrijskih primitiva modela proizvoda, s obzirom na asocijativnost modela,
- identifikacija tehnoloških primitiva na osnovu postojeće biblioteke tehnoloških primitiva,
- generisanje NC koda za izabrani tehnološki postupak koji je prikazan na slici 2.6.

1. Oblik noža sa ojačanom glavom tela noža za primenu u teškim uslovima obrade	
2. Oblik noža sa ojačanim delom za prihvatanje	

Grupa 1 Cilindrični oblik namenjen obradi tvrdih podloga kao betona, tvrdog asfalta itd.		
Grupa 2 Rezni deo konkavnog oblika namenjen manjim mašinama		

Grupa 3		
Konkavni oblik namenjen mašinama srednje klase, za glodačke doboše do 1 m sa normalnim ili izduženim vrhom		
Grupa 4		
Konkavni oblik namenjen većim mašinama, sa normalnim ili izduženim vrhom		
Grupa 5		
Osmougona oblik		

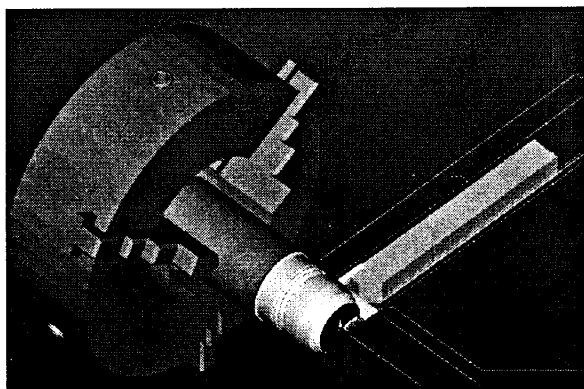
Slika 2.5. Varijantna rešenja reznog dela noževa od tvrdog metala

Izrada alata za izradu tela noža i držača noža u tehnološkom postupku izrade noža kovanjem je još jedan primer orijentacije navedenih alata ka integraciji procesa. Na osnovu modela proizvoda se, pomoću Bulove algebre generiše alat za izradu noža kovanjem. Operatori Bulove algebre su unija, presek, razlika itd. Na slici 2.7. su prikazani modeli kalupa za kovanje generisani na osnovu modela noža i držača noža.

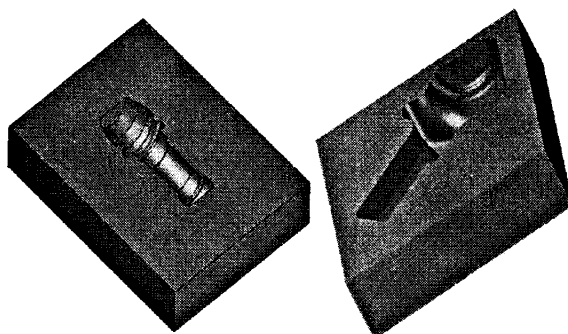
3. VIŠI NIVOI INTEGRACIJE

3.1. Opšte napomene

Participant u realizaciji projekta MNTR RS 096 CORUN,a.d. Užice, odnosno njegov strateški menadžment je na stanovištu da je sve očiglednija potreba da se u industriji integrišu inženjerski procesi oko baze podataka proizvoda. Pri tom, pod integrisanjem se podrazumeva proces homogenizovanja podataka iz različitih izvora tako da se rezultujućom kolekcijom podataka može upravljati sa minimalnom redundansom.



Slika 2.6. Tehnološki postupak struganja tela noža



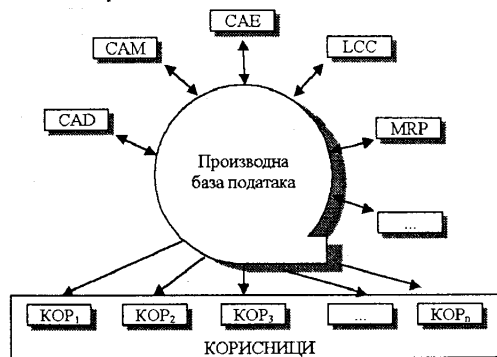
Slika 2.7. Model alata za kovanje

3.2. Integracija informacija i procesa

Inženjerske aplikacije su, u suštini, vrlo složeni informacioni modeli. Bez obzira da li su u pitanju MRP (Material Resource Planning) planovi, LSAR (Logistic Support Analysis Reports) izveštaji, CAM (Computer Aided Manufacturing) tehnološki postupci, CAD (Computer Aided Design) konstrukcijska rešenja proizvoda ili nešto drugo, sve su to semantički vrlo bogati modeli. Vrlo je česta pojava da kad se promeni informacija u primarnoj aplikaciji (napr CAD sistemu), onda se to mora uraditi (a često se ne uradi) i u svim ostalim aplikacijama. Da bi se to izbeglo neophodno je da se svi inženjerski procesi integrišu oko baze podataka proizvoda. To je posebno značajno i zbog toga što omogućuje konkurentno inženjerstvo kao proces tokom kog inženjeri različitih profila rade na povećanju konkurentnosti proizvoda. U odnosu na koncept CALS (Continuos Acquisition and Life-cycle Suport) koji je u prvom redu integracija informacija, konkurentno inženjerstvo predstavlja integraciju procesa u kojima se informacije stvaraju.

Integrisanoj bazi podataka proizvoda može pristupiti bilo koji autorizovani korisnik, što je od značaja i u upravljanju projektima, slika 3.1.

CALS obezbeđuje da se informacije generišu i čuvaju u elektronskom obliku i da ue raspoložive, na kontrolisan način u realnom vremenu, onom kome su potrebne. Na taj način, CALS omogućuje interaktivan rad i veću saradnju na relaciji snabdevač-kupac u okviru lanca snabdevanja. Za razliku od tradicionalnog odnosa između snabdevača i kupaca u kome snabdevači i njihovi klijenti komuniciraju "svako sa svakim" nastaje potreba za masovnim korišćenjem posebnih softvera, tzv. prevodioca. U savremenim uslovima, određeni moduli u okviru CALS preuzimaju ulogu interfejsa između kupaca i snabdevača.



Slika 3.1 Uloga baze podataka

Sušтина CALS-a se može definisati na sledeći način: "CALS predstavlja sistem koji tokom svih faza životnog ciklusa obezbeđuje računarsku podršku putem pravovremenog pristupa podacima, što dovodi do kvaliteta i produktivnosti i snižavanja troškova u životnom veku proizvoda, kao i do povećanja konkurentnosti preduzeća".

4. ZAKLJUČAK

Brz razvoj informacionih tehnologija doveo je do revolucionarnih promena u planiranju izvršavanju i kontroli inženjerskih i poslovnih procesa, pa i procesa integralne logističke podrške u kome ulogu integranta preuzima upravo informaciona tehnologija. Može se reći da je prelazak na digitalne tehnologije, kao nosioca integrativnih procesa u savremenom poslovanju, uslov preživljavanja kompanija u konkurentnom okruženju. U tom smislu, u radu se daju rezultati postignuti u integraciji procesa projektovanja proizvoda i tehnologije na primeru noževa glodačkih doboša za putne podloge kao prvi korak u uvođenju konkurentnog inženjerstva u savremenom poslovanju. U okviru saradnje i realizacije projekta MNTR prvi rezultati obezbeđuju nastavak rada na višim nivoima integracije.

5. LITERATURA

- [1] Babić, A.: Jedan pristup modeliranju proizvoda prema CAD/CAM konceptu, 10. simpozijum CAD/CAM, Beograd, 1997. str. 131-134.
- [2] Lewis H.M: Concurrent Engineering at Loral Difence

- Systems, Concurrent Engineering, Issues, Technology and Practice, Auerbach Publishers, March/April 1991, pp.5-10.
- [3] Lu, S. C.Y; Ho, N. C; Choong, F. N: Domazet D. S: Active Data-Driven Design Using Dynamic Product Models, Annals of the CIRP Vol 44/1/1995, pp.109-112.
- [4] Suh, N. P, Harutunian, V, Nordlund, M, Tate, D: Decision MAKing and Software Tools for Product Development Based Axiomatic Design Theory, Anals of the CIRP Vol. 45/1/1996.
- [5] Ian,Galloway: Design for support the design: integrated logistic support - the buisness caseLogistics Information Management, Vol. 9 No.1, 1996.
- [6] Vasiljevic D., Cicvaric, S., "CALS u funkciji informacione integracije preduzeca", 20. Simpozijum CIM u strategiji tehnoloskog razvoja industrije prerade metala, str. 1.25-1.29., Beograd, 2000
- [7] Babić, A., Miodragović Г.: Integrisano prjektovanje proizvoda/procesa i montaže na primeru glodačkih doboša putnih glodalica., 16 Simpozijum CAD/CAM, Beograd, 2003. zbornik radova objavljen na CD-u.
- [8] Babić, A., Miodragović G., Đorđević Lj.: Simulative tools for support in integrated design of products and processes, The Fourth International Conference HEAVY MACHINERY HM 2002, Kraljevo, 2002, D1-D4.

REZIME: Principi konkurentnog inženjerstva nameću neophodnost integracije faza projektovanja. Stoga su kao vodilja od samog početka razvoja procesa i glodačkih alata izabrani integracioni procesi projektovanja proizvoda i tehnologije kao okosnica konkurentnog inženjerstva.

Sklop glodačkih doboša, sa aspekta montaže, predstavlja hijerarhijski kompleksan funkcionalni sistem koji treba da zadovolji složene kinematske zahteve procesa obrade putnih podloga. Geometrija pojedinih komponenti sklopa, način stezanja glodačkih noževa, kao i spiralan raspored nosača držača glodačkih noževa po obimu doboša su osnovne specifičnosti ovih alata. Uvažavajući izraženu funkcionalnu kompleksnost glodačkog doboša sa aspekta projektovanja proizvoda i procesa, u radu je posebna pažnja posvećena analizi zahteva i ograničenja koja se odnose na noževe glodačkih doboša.

Projektovanje procesa se svodi na tehnoekonomsku analizu izbora tehnološkog postupka za izradu komponenti sklopa glodačkih doboša. Projektovanje tehnološkog procesa podrazumeva generisanje NC koda za izradu komponenti rezanjem ili plastičnim deformisanjem.

Integracija procesa projektovanja proizvoda i tehnologije je izvedena na nivou savremenih CA (Computer Aided) alata SolidEdge-a i EdgeCAM-a. Osnova pristupa integracijske komunikacije se zasniva na tzv. PARASOLID konceptu. Integracija projektovanja uključuje asocijativnost i varijantnost procesa kao osnovu CALS (Continuos Acquisition and Life-cycle Suport) pristupa.

Gljučne reči: CAD/CAM, PARASOLID, CALS, glodački noževi, glodački doboši

INTEGRATED DEVELOPMENT OF PROCESSES ON EXAMPLE OF MILLING TOOLS IN MILLING ROAD PAVEMENTS

Summary: The principals of the competing engineering force the necessity of simultaneous integrating of the projecting stages. Thus, the integrating processes of projecting products and technology, being the outline of the competing engineering, are the guideline from the very beginning of the development of processes and milling tools.

The structure of milling drums, considering assembly, represents hierarchially complex functional system that should satisfy the complex kinematic demands of processing road pavements. The geometry of certain parts of the structure, the way of fitting milling tools, as well as the spiral arrangement of holders of milling tools by the circumference of the drum are the

basic specifics of these tools. Considering remarkable functional complexity of milling drums and within the aspect of projecting products and processes in work, special attention is paid to the analysis of demands and the restrictions of the tools of milling drums.

Projecting processes is technoeconomic analysis of choice of technological procedure for making components of milling drum's structure. The projecting of technological process means generating NC code in order to make components by cutting or plastic deforming.

The integration of projecting processes's products and the technology is made at the same level as the modern CA (Computer Aided) tools of SolidEdge and EdgeCAM. The basic approach of the integrated communication is based on the so-called PARASOLID concept. The integration of projecting includes associativity and variantness of process as the basis of PLM (Product Life-cycle Management) approach.

Key words: CAD/CAM, PARASOLID, CALS, milling tools, milling drums

ИНТЕГРУЮЩЕЕ РАЗВИТИЕ ПРОЦЕССОВ НА ПРИМЕРЕ ФРЕЗЕВЫХ ИНСТРУМЕНТАХ В ОБРАБОТКЕ ДОРОГАХ

Резюме: Принципы сопернического инженерства навязывают необходимость интеграции фаз проектирования. Из-за этого, путеводительницей от самого начала развития процесса и фрезевых инструментов выбраны интеграционные процессы проектирования изделий и технологии-основ сопернического инженерства.

Состав фрезевых барабанов, с точки зрения монтажа, представляет иерархическую комплексную функциональную систему, которая должна удовлетворить сложные кинематические требования процесса обработки дорожных подстилок. Геометрию отдельных компонентов составов, способ затягивания фрезевых ножей, и спиральный порядок опорных ручек фрезевых барабанов по объёму барабанов-основные характеристики этих инструментов. Уважая выраженную функциональную комплексность фрезевых барабанов с точки зрения проектирования продукции и процесса в производстве, в работе особенное внимание посвящено анализу требований и разграничений которые относятся к ножам фрезевых барабанов.

Проектирование процесса сводится на техноэкономический анализ выбора технологического поступка для выработки компонентов составов фрезевых барабанов. Проектирование технологического процесса подразумевает обобщение NC кода для выработки компонентов вырезыванием либо пластичным деформированием.

Интеграция процесса проектирования изделий и технологии выведена на уровне современных СА (Computer Aided) инструментов SolidEdge-а и EdgeCam-а. Основа подхода интеграционной коммуникации основывается на тзв. Parasolid концепт. Интеграция проектирования включает ассоциативность и вариантность процесса как основу CALS подхода.

Ключевые слова: CAD/CAM, Parasolid, CALS, фрезевые ножи, фрезевые барабаны, дорожные подстилки.