

IVANOVIĆ SLAVIŠA

SOLID CAM 2021

**Automatsko programiranje
CNC glodalica**

**AGM KNJIGA
Beograd, 2024**

PNEUMATIKA

Ivanović Slaviša dipl. maš. inž.

Recenzenti:

Prof. Ivanović Grozda, dipl. maš. ing.

Prof. dr Zoran Milojević, dipl. maš. ing.

Izdavač:

AGM knjiga d.o.o. Beograd - Zemun

www.agmknjiga.co.rs

email: agmknjiga@gmail.com

tel: + 381 11 26 18 554

Glavni i odgovorni urednik:

Slavica Sarić-Ahmić

Korice: *Robi Ahmić*

Štampa: *Donat graf, Beograd*

Tiraž: 300

ISBN: 978-86-6048-061-5

SVA PRAVA ZADRŽAVA AUTOR I IZDAVAČ. Nijedan deo knjige ne sme se reprodukovati, fotokopirati ili prenositi u bilo kojoj formi: elektronski, mehanički, fotografski ili na drugi način, bez prethodne pismene dozvole izdavača.

PREDGOVOR

Solid CAM je osnovan 1984. godine a osnovao ga je **dr Emil Somekh**. Početak razvoja Solid Worksa odvija se u firmi Solid Works Corporation koja je osnovana 1993. godine od strane **MIT inženjera Jon Hirschtick-a** 1995. godine firma je izdala prvu verziju 3D CAD softvera pod nazivom Solid Works 95 a 1997. godine Solid Works je kupila francuska firma Dassault Systèmes, koja je poznata po svom CAD / CAM softveru Catia a danas Solid Works ima dvadesetak verzija CAD softvera u saradnji sa eDrawings, kolaboracijskim alatom i DraftSight - om, 2D CAD proizvodom. Glavni cilj Solid CAM - a je usmeren na integraciju u vodeće 3D CAD sisteme, Solid Works, Autodesk Inventor, Solid Edge, Creo Parametric, Auto CAD, NX, Mechanical Desktop, Catia, Ideas, Master CAM, Esprit, Power Mill, Gibbs CAM.

Glavna obeležja Solid CAM - a su lako korišćenje sa njegovim snažnim CAM funkcionalnostima, prilagođenim postprocesorima koji generišu gotov kod za CNC mašinu. Solid CAM se koristi u mašinskoj proizvodnji, elektronici, medicini, širokoj potrošnji, dizajnu mašina, automobilskoj i vazdušnoj industriji, alatnicama i radionicama. Solid CAM je postao još popularniji pokretanjem iMachining tehnologije koja je stvorila revoluciju u CNC obradi, pružajući uštede i povećanu efikasnost kod CNC glodanja, dovodeći do veće zarade i uspeha. Solid CAM proizvodni moduli su: ~ Solid CAM 2.5D glodanje, ~ Solid CAM HSM - Visokobrzinsko 3D glodanje, ~ Solid CAM HSS - Visokobrzinska obrada lokalnih površina, ~ Solid CAM - indeksirano 4/5 osno glodanje, ~ Solid CAM - simultano 5 - osno glodanje, ~ Solid CAM - struganje i glodanje - struganje, ~ Merenje i kontrolisanje pozicije.

Priručnik je nastao kao težnja autora da napiše knjigu, koja će pomoći prvenstveno učenicima i studentima da savladaju nastavni plan i program iz automatskog programiranja mašinama - glodalica uz pomoć Solid CAM - a da i drugim korisnicima - inženjerima i operaterima na CNC mašinama bude od velike pomoći pri upotrebi CNC glodalica u proizvodnji, koji koriste jedan od najpopularnijih softvera u Srbiji, na Balkanu, Evropi i svetu.

Za pisanje je korišćena stručna, savremena i egzaktna literatura u pisanoj i digitalnoj formi, koja je u priručniku sistematski navedena!

“Da bi ovaj priručnik ugledao svetlost dana, izkazujem posebnu zahvalnost Emilu Somekiju, Chief Executive Officer (CEO) & Founder u Solid CAM / Generalnom direktoru Solid CAM - a iz SAD, kao i Danijelu Đurici, Technical Support u Solid CAM / Međunarodnom menadžeru podrške, koji upravlja timom za podršku Solid CAM - a u Srbiji, koji su odobrili pisanje i izdavanje priručnika bez pogovora i uslovljavanja“.

Posebnu zahvalnost izražavam svojim ćerkama: **Ivanović Tijani, studentu četvrte godine Pedagoškog fakulteta u Užicu i Ivanović Marti, Master Saobraćajnom inženjeru telekomunikacija i mreža iz Beograda**, na izvršenoj lekturi i korekturi teksta.

Sadržaj u priručniku je detaljno analizirao, proučio i dao adekvatne i korisne sugestije, rezenzenent **Prof. dr Zoran Milojević iz Kragujevca**, koji je moj učitelj iz oblasti programiranja CNC mašina, tako da mu bezgranično i beskonačno zahvaljujem.

Arandelovac, 2024.

Prof. Slaviša Ivanović, dipl. ing. maš.

Mojoj pokojnoj ženi GROZDI!

SADRŽAJ

0*. Uvod u obradu glodanjem/15

- 01.** Obrada glodanjem/15
- 02.** Vrste glodanja/16
- 03.** Obrtno - rotaciono - kružno - okretno glodanje/21
- 04.** Glodala za obradu rezanjem/26
- 05.** Definicija CNC mašine/44
- 06.** Vrste upravljanja CNC mašinama/44
- 07.** CNC glodalice/49
- 08.** Višeosno glodanje/55
- 09.** Automatizacija procesa obrade/56
- 010.** Četvoroosno glodanje/59
- 011.** Petoosno glodanje/59
- 012.** Kinematika CNC mašina/ 62
- 013.** Visokobrzinska obrada/64
- 013.1.** Visokobrzinsko glodanje/67
- 014.** Tvrdra obrada glodanjem/67
- 015.** Suva obrada ili obrada bez SHIP - a/69

I*. Opšti deo CAM obrade/71

II*. Početne napomene i upoznavanje sa softverom Solid CAM Milling/ 72

- 1.0.** Prednosti CEM-a/ 72
- 2.0.** Problemi u vezi primene CEM – a/72
- 3.0.** Struktura programskih sistema za automatizovano programiranje NUMA/ 73
- 4.0.** Solid CAM - pokretanje/73
- 5.0.** Programski Modul Solid CEM -a - korišćenje za definisanje upravljačkih programa za operacije obrade/ 73
- 6.0.** Model i priprema obrade/ 74
- 7.0.** Parametri operacije obrade/ 74
- 8.0.** Dijalog za definisanje operacije obrade i parametara mašine alatke/ 75
- 9.0.** Povratna - sigurnosna ravan obrade/ 75
- 10.0.** Koordinatni sistem mašine/ 76
- 11.0.** Alati za obradu/ 78
- 12.0.** Osnovni tehnološki parametri obrade/ 80
- 13.0.** Tipski zahvati obrade/ 81
- 14.0.** Osnovni elementi zahvata/81
- 15.0.** Zapreminska obrada/82
- 16.0.** Napredni parametri obrade/ 82
- 17.0.** Gruba i završna obrada/82
- 18.0.** Tri načina za definisanje površina obrade/83
- 19.0.** Operacija glodanja čeone površine/83
- 20.0.** Operacija glodanja profila/ 84

- 21.0. Operacija izrade džepa/ 84
- 22.0. Operacija izrade žleba/85
- 23.0. Operacija izrade T- žleba/85
- 24.0. Operacija bušenja/86
- 25.0. Multi - depth drilling - bušenje sa više dubina/86
- 26.0. Translated surface - prevedena površina/87
- 27.0. Operacija izrade 3D konture/87
- 28.0. ToolBox cycles - kutija alata za cikluse/88
- 29.0. Operacija izrade navoja glodanjem/ 89
- 30.0. Engraving - graviranje/89
- 31.0. Zahvat obrade po unapred definisanim putanjama/90
- 32.0. Chamfer recognition - prepoznavanje zakošenja/90
- III* . Uvod u Solid Cam/91**
- 33.0. CAM - part definition - definicija CEM - dela/91
- 34.0. Pokretanje Solid CEM - a/ 92
- 35.0. Podešavanja Solid CEM - a/92
- IV* . Proces obrade/ 94**
- 36.0. Otvaranje Solid works modela/96
- 37.0. Pokretanje Solid CEM- a/96
- 38.0. Struktura CAM - part- a/ 97
- 39.0. Izbor CNC mašine/98
- 40.0. Definition coordinate system - definisanje koordinatnog sistema/98
- 40.1. CoordSys window - koordsis prozor/ 101
- 40.1.1. Select face - selektovanje površine/101
- 40.1.2. Define - definisanje/102
- 40.1.3. Select coordinate system - selektovanje koordinatnog sistema/102
- 40.1.4. Normal to current view - normalno na trenutni prikaz/ 102
- 40.1.5. By 3 points (associative) - za 3 tačke (asocijativno)/102
- 41.0. Select face selecting the top surface of the model - selektovanje gornje površine modela/ 102
- 41.1. Stock - pripremak modela/103
- 42.0. CoordSys Data - KoordSis podaci/104
- 43.0. Define The Stock Model - Definisanje Stock - a - priprema modela/106
- 44.0. Define The Target Model - Definisanje Target - a - ciljnog modela/ 109
- 45.0. Save The CAM - Part Data - čuvanje CEM - part podataka/109
- 46.0. Tree Solid CAM Manager - drvo Solid CEM menadžera/ 112
- 46.1. CAM - Part Header - Zaglavlje CEM - dela/112
- 46.2. Tool Header - zaglavlje alata/112

- 46.3. Machining Process Header - zaglavlje procesa mašineranja/113
- 46.4. Geometries header - zaglavlje geometrije/113
- 46.5. Fixtures - pomoćni pribor/ 113
- 46.6. Operations header - zaglavlje operacije/113
- 47.0. Close The CAM - part - zatvaranje CEM-part-a/113
- V* . Izrada poklopca/114**
- 48.0. Open CAM - part - otvaranje CEM-part-a/114
- 49.0. Add a Face Milling Operation - operacija glodanja gornje površine/115
- 50.0. Definition Geometry The Face Milling - definisanje geometrije glodanja gornje površine/117
- 50.1. Model - 3D objekat/119
- 50.2. Faces - površina lica/119
- 50.3. Profile - profil/120
- 51.0. Definition the tools face milling - definisanje alata za čeono glodanje/123
- 51.1. Face mill - glodalo za poravnavanje/123
- 52.0. Define the face depth - definisanje dubine glodanja/126
- 53.0. Define the tchnological parameters - definisanje tehnoloških parametara/128
- 53.1. One pass machining technology - tehnologija obrade sa jednim prolazom/129
- 53.2. Tool path modifications - izmene putanje alata/129
- 53.3. Extension - extenzija - izduženje/130
- 54.0. Save and calculate - čuvanje i preračunavanje putanje alata/130
- 55.0. Simulate - simulacija/131
- 56.0. Add an operation - dodavanje operacije/132
- 57.0. Definition geometry - definisanje geometrije/134
- 58.0. Chain selection options - opcije izbora lanca/136
- 58.1. Curve - kriva/137
- 58.1.1. Smart face - oštra površina/137
- 58.1.2. Up to entity - do entiteta/137
- 58.1.3. Tangent propagation -tangentno širenje/138
- 58.1.4. Constant Z propagation - stalno Z širenje/ 138
- 58.2. Curve + close corners - krivina + zatvaranje uglova/140
- 58.3. Loop - omča - petlja/141
- 58.4. Point to point - tačka po tačka/141
- 58.5. Arc by points - luk po tačkama/ 142
- 59.0. Defining tools for profile processing - definisanje alata za profilnu obradu/146
- 59.1. End mill / bull nose mill / ball nose mill/147
- 60.0. Define the feed and spin parameters - definisanje parametara posmaka i brzine obrtanja/150

- 61.0. Define the milling levels - definisanje nivoa glodanja/ 152
- 61.1. Upper level - viši nivo/152
- 61.2. Profile depth - dubina profila/152
- 62.0. Define the technological parameters - definisanje tehnoloških parametara/154
- 62.1. Modify - modifikovanje/155
- 62.2. Step down - korak ka dole/157
- 62.3. Offsets - pomeranje/157
- 63.0. Define the lead in and lead out - definisanje lead in i lead out vrednosti/ 158
- 63.1. Profile lead in and lead out/158
- 63.1.1. None - ništa/159
- 63.1.2. Normal - normalno/159
- 63.1.3. Arc - luk/159
- 63.1.4. Tangent - tangenta/160
- 63.1.5. Point - tačka/160
- 63.1.6. User - defined - korisnički definisano/160
- 64.0. Calculate the tool path - izračunavanje putanje alata/161
- 65.0. Operation simulation - simulacija operacije/ 162
- 66.0. Add a pocket operation - operacija izrade džepa/163
- 67.0. Define the geometry - definisanje geometrije za obradu džepa/164
- 68.0. Define the tool - definisanje alata za izradu džepa/165
- 69.0. Define the milling levels - definisanje nivoa glodanja/165
- 70.0. Define the technological parameters - definisanje tehnoloških parametara/166
- 70.1. Contour parameters - parametri konture/ 169
- 70.1.1. Start from - početi od/169
- 70.1.2. Corner - ugao/169
- 70.1.3. Direction - pravac/172
- 70.1.4. Adjacent passes connection - susedna veza prolaza/172
- 70.1.5. Exit material - izlazni materijal/174
- 70.1.6. Connect islands - povezivanje ostrva/175
- 71.0. Define the ramping strategy - definisanje strategije rampe/175
- 71.1. Helical ramping parameters - parametri spiralne rampe/176
- 71.1.1. Center cutting - centralno sečenje/177
- 71.1.2. Chains - lanci/178
- 71.1.3. Ramping position - pozicija rampe/179
- 71.1.4. Pre - drilling operations - operacije pred bušenje/180
- 72.0. Define the lead in and lead out - definisanje lead in i lead out za džep/180
- 72.1. Pocket lead in i lead out/180
- 73.0. Calculate the tool path - izračunavanje putanje alata/183
- 74.0. Simulate the operation - simuliranje operacije/183
- 75.0. Add a drilling operation - dodavanje operacije bušenja/184

- 76.0. Define the drill geometry - definisanje geometrije bušenja/185
- 77.0. Define the tool - definisanje alata/188
- 77.1. Spot drill - spot burgija za rad/188
- 77.2. Define the center drilling depth - definisanje središnje dubine bušenja/191
- 77.3. Depth type - tip dubine/191
- 78.0. Calculate the tool path - izračunavanje putanje alata/194
- 79.0. Simulate the operation - simuliranje operacije/194
- 80.0. Add a drilling operation - dodavanje operacije bušenja/194
- 81.0. Define the geometry - definisanje geometrije/195
- 82.0. Define the tool - definisanje alata/195
- 83.0. Define the drilling depth - definisanje dubine bušenja/197
- 84.0. Define the drilling type - definisanje tipa bušenja/198
- 85.0. Calculate the tool path - izračunavanje putanje alata/200
- 86.0. Simulate the operation - simuliranje operacije/200
- 87.0. Generate the G-Code - Generisanje G-Koda/201
- VI* . Solid CAM tutorijel glodanja poklopca/204**
- 88.0. Radionički crtež poklopca/204
- 89.0. Gotov 3D model poklopca/204
- 90.0. Definisanje priprema/ 205
- 91.0. Izrada programa/ 205
- 91.1. Upoznavanje sa programom solid CAM/205
- 92.0. Čeono glodanje/213
- 93.0. Grubo glodanje spoljašnje konture - profila/ 217
- 94.0. Grubo glodanje džepova i rupe Ø152 mm/ 223
- 95.0. Glodanje rupe Ø114 mm/ 227
- 96.0. Glodanje rupa Ø30 mm i Ø45 mm/230
- 97.0. Glodanje spoljašnjeg džepa - 3D grubo glodanje/ 233
- 98.0. Glodanje spoljašnjeg džepa - 3D fino glodanje/ 236
- 99.0. Glodanje poluprečnika R5 mm na spoljašnjem džepu - 3D fino glodanje/ 240
- 100.0. Fino glodanje džepova i rupe Ø152 mm/ 243
- 101.0. Fino glodanje spoljašnje konture/246
- 102.0. Zabušivanje i bušenje rupa Ø10 mm/247
- 103.0. Simulacija kompletne obrade gornje površine/250
- 104.0. Generate the GCode - Generisanje GKoda/250
- 105.0. Generisani GKod prikazan u prozoru notepad/251
- VII* . Solid CAM tutorijel glodanja izdignute ploče sa nagibima i otvorom/256**
- 106.0. Radionički crtež/256
- 107.0. Coord sys window - koord sis prozor/257
- 107.1. Select face - selektovanje površine/ 258

- 108.0.** Dialog window select faces - dijalog prozor selektovanje površine/259
- VIII* . Solid CAM tutorijel glodanja osnovne ploče/266**
- I.** Pokretanje solid worksa i izbor ikonice otvori - open/266
- II.** Selektovanje dugmeta otvori - Open/266
- III.** Aktiviranje padajućeg Solid CEM menija, izbor ikonice novi - new i izbor opcije glodanje - milling/267
- IV.** New milling part window/267
- V.** Solid CAM manager, solid CAM toolbar, odabir CNC kontrolera i izbor opcije definisanje - define/268
- VI.** Izbor gornje površine predmeta obrade, nulta tačka na uglu dela, potvrda klikom na ček boks/269
- VII.** CoordSys data/269
- VIII.** Pregled nulte tačke/270
- IX.** Milling part data window /271
- X.** Jasnija slika obradka/271
- XI.** Operations i add operation template/272
- XII.** Template manager/272
- XIII.** CoordSys selection window /273
- XIV.** Operations options/274
- XV.** Profile operation window/274
- XVI.** Selektovanje donje dugačke ivice i opcija auto - constant Z/275
- XVII.** Izbor tri druge ivice za zakošavanje/276
- XVIII.** Četiri gornje ivice označene ljubičastom bojom spremiti za profilno glodanje/277
- XIX.** Čuvanje izvršenih podešavanja i izlaz iz prozora/277
- XX.** Staza - trajektorija - putanja glodala/278
- XXI.** Select coordSys manager/279
- XXII.** Definisanje nule radnog komada za operaciju bušenja/279
- XXIII.** Selektovanje gornje površine i postavljanje koordinantnog sistema na ugao dela/280
- XXIV.** CoordSys data window/280
- XXV.** Prozor nulte tačke modela/281
- XXVI.** Bušenje rupe/282
- XXVII.** Template manager window/282
- XXVIII.** CoordSys selection window/283
- XXIX.** D_No_Geometry_operacija bušenja/283
- XXX.** Drilling operation window/284
- XXXI.** Selektovanje gornje površine, putanja kretanja burgije i potvrda procesa obrade/285

XXXII. Select save & calculate - selektovanje sačuvati i izračunati, zatvaranje prozora Sa Izlaz - Exit/285

XXXIII. Druga nova operacija D_No_geometry_T/286

XXXIV. Drilling operation dialog window/286

XXXV. Postavljanje i uklanjanje alata/287

XXXVI. Izbor komande za simulaciju obrade bušenja rupa/288

XXXVII. Simuliranje procesa obrade/288

XXXIII. Generisanje CNC koda/289

XXXIX. CNC kod na jeziku fanuc/290

IX* . Solid CAM tutorijel glodanja diska kočnice/291

A.1. Definisane polaznog oblika za obradu - priprema/292

B.1. Izbor alata/293

C.1. Prvo stezanje/293

C.1.1. Definisane koordinatnog sistema/293

C.1.2. Definisane priprema/295

C.1.3. Definisane obradka/296

C.1.4. Čeono glodanje - face milling/297

C.1.5. Glodanje džepa - pocket milling/298

C.1.6. Glodanje džepa - pocket milling/298

C.1.7. Zabušivanje i bušenje - spot drill and drilling/ 299

C.1.8. Izrada zakošenja - chamfering - profil milling/ 299

C.1.9. Prvo stezanje i izgled obradka nakon završene prve faze obrade/301

D.1. Drugo stezanje/301

D.1.1. Čeono glodanje - face milling/ 301

D.1.2. Glodanje džepa - pocket milling/ 302

D.1.3. Glodanje džepa - pocket milling/302

D.1.4. Glodanje džepa - pocket milling/ 302

D.1.5. Zabušivanje i bušenje - spot drill and drilling/ 303

D.1.6. Izrada bočnog žleba ~ T-slot/304

D.1.7. Drugo stezanje i izgled nakon druge faze obrade/305

E.1. Simulacija procesa izrade radnog komada/305

F.1. Generisanje G-Koda na računaru sa odgovarajućim postprocesorom/ 306

X* . Osnovne napomene i postavke za projektovanje tehnologije izrade ručice kočnice motocikla pomoću Solid CAM-a/307

G.1. Radionički crtež dela/307

H.1. Model ručice kočnice motocikla/308

I.1. Tehnologija obrade/ 308

J.1. Operacije obrade/308

K.1. Proces obrade/309

L.1. Animacija/313

M.1. Generisanje G-Koda/313

XI* . CNC Tehnologija izrade kružne ploče sa složenim žlebom/314

N.1. Definisanje modela obrade i operacije/315

N.1.1. Zahvat grubog glodanja - HSR/318

N.1.2. Zahvat Poluzavršnog glodanja - HSM/321

N.1.3. Zahvati Završnog glodanja - HSS/324

N.1.4. Zahvati Odsecanja - profilno glodanje/328

O.1. Parametri režima obrade i glavno vreme izrade radnog predmeta/332

P.1. Mašinska simulacija i verifikacija putanje alata/333

Q.1. Generisanje upravljačkog programa (G - Koda) i izrada radnog predmeta/336

XII* . Izrada nosača steznog pribora/341

R.1. Radionički crtež i izgled gotovog 3D modela/341

S.1. Definisanje operacija obrade/349

T.1. Generisanje G-Koda/361

XIII* . Testiranje CAD/CAM/ CNC lanca za izradu složenog ožljebljenog cilindra/ 366

U.1. Izrada komada za testiranje u Solidworks-u 2021/366

V.2. Testiranje u SolidCAM - u 2021/369

V.2.1. Prvo stezanje/369

V.2.2. Drugo stezanje/372

V.2.3. Simulacija obrade/374

V.2.4. G-kod/374

XIV* . Programiranje obrade korišćenjem CAD / CAM / CNC lanca za izradu modela kalupa/ 377

W.1. CAD Programski slat SolidWorks/377

X.2. CAM Programski alat SolidCAM/ 377

X.2.1. Simulacija obrade -solidverify/382

X.2.2. Generisanje G-Koda (kalup_finish.spf)/383

XV* . Definisanje simultanog 5 - osnog glodanja burgije/384

Y.1. Glodanje žlebova/385

Z.2. Glodanje vrha alata/390

XVI* . Originalni i testirani postprocesori za solid CAM/393

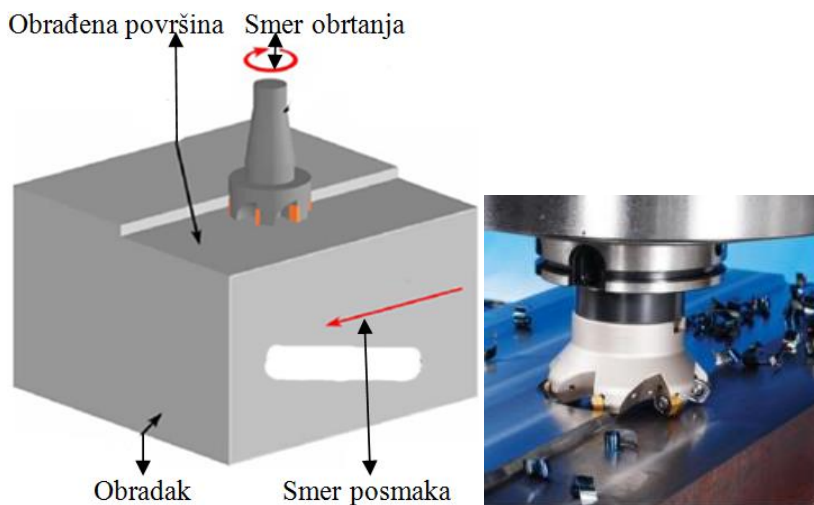
XVII* . Literatura/395

0*. Uvod u obradu Glodanjem

01. Obrada Glodanjem

Glodanje: je postupak obrade koji se obavlja sastavljenim alatima, a to su alati su više jednakih oštrica, odnosno glodala, sa kojima se skida strugotina, dok prilikom obrade, oštrice glodala nikada nisu sve istovremeno u zahvatu, već njihov manji deo, tako da glodanje zbog većeg broja oštrica i promenljivog preseka strugotine, dok jedan zub izvodi obradu, spada u složenije operacije za razliku od drugih, kao što su struganje, brušenje,...Glodanje je najrasprostranjeniji način obrade metala, jer se ovim postupkom mogu na razne načine tačno obraditi ravne i oble površine, navoji, zubčasti i vijčani profile, gde se glodanjem postiže visoka proizvodnost mašinske obrade, široka iskorišćenost u serijskoj i masovnoj proizvodnji a osnovna karakteristika postupka obrade je da zubi glodala dolaze u dodir sa predmetom jedan za drugim, gde se opterećenje svakog zuba za vreme rada, od trenutka početka rezanja do trenutka izlaska zuba iz materijala, jako menja. Mašina alatka na kojoj se izvodi operacija je glodalica, pri čemu glavno kretanje uvek izvodi alat, a posmično i dostavno kretanje izvodi radni sto, dok kod novijih mašina, alat često izvodi dostavno kretanje a ponekad izvršava i posmično kretanje. Prilikom obrade se postižu klase hrapavosti od N5 ÷ N12, odnosno srednje aritmetičko odstupanje profila R_z od 0.4 ÷ 50 μm .

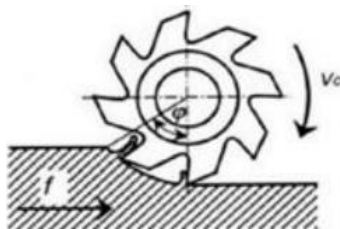
Glodanje je postupak obrade odvajanjem čestica, tj. rezanjem obradnih površina proizvoljnih oblika a izvodi se na alatnim mašinama, pretežno na glodalicama i obradnim centrima, pri čemu je glavno rezo kretanje kružno kontinuirano koje izvodi alat, dok je posmično kretanje kontinuirano, proizvoljnog oblika i smera i najčešće izvodi obradak, tako da osa okretanja glavnog kretanja zadržava svoj položaj prema alatu, bez obzira na smer brzine posmičnog kretanja. Alat za glodanje je glodalo definisane geometrije reznog dela, sa više glavnih reznih oštrica, koje se nalaze na zubima glodala a rezne oštrice periodično ulaze u zahvat sa obratkom i izlaze iz njega, tako da im je dinamičko opterećenje jedno od osnovnih obeležja a istovremeno je u zahvatu sa obratkom samo nekoliko reznih oštrica. Glodanje je veoma komplikovan proces obrade rezanjem a to je proces sa diskontinualnim rezanjem, kod koga postoji variranje preseka režućeg sloja, sila rezanja i generisane toplote, dok je geometrija alata za glodanje veoma komplikovana a duž rezne ivice glodala variraju grudni i ledni ugao u odnosu na udaljenost od vrha glodala.



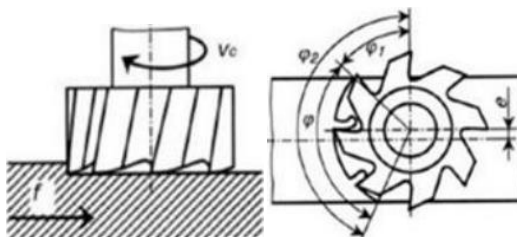
Slika 01. Glodanje

0.2. Vrste glodanja

Osnovne Vrste Glodanja: Prema delu glodala kojim se obrađuju, operacije glodanja se dele na obodno glodanje i čeono glodanje. Slike. 02. i 03.



Slika 02. Obodno glodanje



Slika 03. Čeono glodanje

Obimno - Obodno glodanje: Kod obodnog glodanja materijal se obrađuje obodom glodala a primenjuje se kod obrade ravnih i zakrivljenih površina i ploča, gde je istovremeno u zahvatu vrlo malo zuba, obično jedan ili dva, pri čemu se javljaju veća naprezanja i vibracije, pa se zato dobija manje kvalitetna površina. Obodno glodanje se deli na ravno - površinsko - pločasto i kružno glodanje a obodno pločasto glodanje se deli na istosmerno i suprotnosmerno glodanje, dok obodno kružno glodanje se deli na spoljašnje i unutrašnje glodanje. Obodno pločasto glodanje se primenjuje kada se skidanje strugotine obavlja obodom valjčastih i pločastih glodala a taj se postupak deli na istosmerno i suprotnosmerno glodanje, gde kod istosmernog pločastog glodanja obodna brzina glodanja i brzina posmaka imaju isti smer, pa oštrica odmah zahvata najveći presek strugotine, čime uzrokuje naglu promenu naprezanja, što je nepovoljno za trajnost alata.

Kod suprotnosmernog pločastog glodanja, glodalo se okreće u smeru gde je njegova obodna brzina suprotna brzini posmaka predmeta, pa zubi glodala postepeno zahvataju sve veći presek strugotine, da bi presek bio najveći na izlazu, ali to nije preporučljivo jer zubi pre dolaska u zahvat klize po obrađenoj površini i ostavljaju valovite tragove, ali je povoljno za obradu tvrdih metala zbog naprezanja. Obodno kružno glodanje sa varijantama spoljašnjeg, unutrašnjeg i obilaznog glodanja spada u noviji oblik postupka, koji se sve više primenjuju zbog posebne prednosti u pojedinim - stanovitim slučajevima a kod obodnog kružnog glodanja skidanje čestica se izvodi obodom glodala, koje vrši glavno kretanje, a posmak je kružni.

Čeono glodanje: Kod čeonog glodanja materijal se obrađuje sa čeonom stranom glodala, a sa ovom vrstom glodanja mogu da se obrađuju ravne i zakrivljene površine, žlebovi - utori, konusi, pa zbog svoje široke primenjivosti često se upotrebljavaju u proizvodnji, jer je kod ove vrste glodanja manja sila rezanja, manji je presek strugotine, i manje su vibracije, zbog toga što više zubaca istovremeno vrše obradu.



Slika 04. Čeono glodanje