UNIVERSITETI I MITROVICËS ``ISA BOLETINI``

FAKULTETI I INXHINIERISË MEKANIKE DHE KOMPJUTERIKE
DEPARTAMENTI:MAKINERI PRODHUESE

STUDIMET BACHELOR

PUNIM DIPLOME

TEMA:PROCESET E PËRPUNIMIT ME DEFORMIM

Mentori: Kandidati:

Prof. Dr.Avdi Salihu Hajriz Bardhi

Mitrovicë 2023

UNIVERSITY OF MITROVICA ``ISA BOLETINI``

FACULTY OF MECHANICAL AND COMPUTER ENGINEERING
DEPARTAMENT:PRODUCTION MACHINERY

BACHELOR DEGREE

DIPLOMA THESIS

SUBJECT: PROCESSING PROCESSES WITH DEFORMATION

Mentor: Candidate:

Proff. Dr.Avdi Salihu Hajriz Bardhi

Mitrovica 2023

DEKLARATË

Deklaroj me vullnet të lirë e të plotë se mbaj përgjegjësi se ky punim me titull``PROCESET E PERPUNIMIT ME DEFROMIM`` është shkruar nga unë,nuk është i prezantuar asnjëherë para një institucioni tjetër për vlerësim dhe nuk është botuar i tëri ose në pjesë të veqanta të tij.Marrë përsipër se realizimi i këtij punimi nuk përmban material të shkruar nga ndonjë person tjetër përveq rasteve të cituara dhe referuara.

Hajriz Bardhi

- FALENDERIM –

Falënderoj familjen time që me përkrahjen e tyre kam ardh deri te përfundimi i studimeve në këtë fakultet, e në veçanti falënderoj edhe mentorin e kësaj teme Prof.dr. Avdi Salihu. që me palodhshmërin e tij më ndihmoi në përpilimin e kësaj teme, gjithashtu falëderoj edhe anëtarët e komisionit:Kryetarin Prof,Dr,Hakif Zeqiri,mentorin Prof.Dr.Avdi Salihu dhe anetarin Prof.Ass.Dr.Fitim Zeqiri si dhe stafin e FIMK dhe të pranishmit.

PËRMBAJTJA

1.0. HYRJE 6
2.0. PARIMI I PËRPUNIMIT ME DEFORMIM PLASTIK 7
2.1. MODELET E TRUPAVE TË FORTË 9
2.2. MEKANIZMI I DEFORMIMIT PLASTIK TË METALIT 10
2.3. SHPREHJET THEMELORE TË MEKANIKËS SË RRETHIT KONTINUEL 11
2.4. DEFORMIMET NË TEORIN E PËRPUNIMIT TË METALEVE ME DEFORMIM PLASTIK .... **Error! Bookmark not defined.**
2.5. VËLLIMI I SHTYPUR ..... **Error! Bookmark not defined.**
2.6. SHPEJTËSIA E DEFORMACIONIT DHE SHPEJTËSIA E DEFORMIMIT ..... **Error! Bookmark not defined.**
2.7. KUSHTET E PLASTICITETIT ..... **Error! Bookmark not defined.**
2.8. REZISTENCA SPECIFIKE DEFORMUESE ..... **Error! Bookmark not defined.**
2.9. FAKTORËT KRYESORË TË PËRPUNIMIT ..... **Error! Bookmark not defined.**
3.0. NGJESHJA ..... **Error! Bookmark not defined.**
3.1. ZONA E DEFORMIMIT DHE KONUSI RRËSHQITËS ..... **Error! Bookmark not defined.**
3.2. NDIKIMI I FËRKIMIT NË FAKTORËT KRYESORË TË PËRPUNIMIT GJATË NGJESHJES.. **Error! Bookmark not defined.**
3.3. FARKËTIMI NË KALLËP ..... **Error! Bookmark not defined.**
4.0. SHTYTJA ..... **Error! Bookmark not defined.**
4.1. PRINCIPET THEMELORE TË SHTYTJES ..... **Error! Bookmark not defined.**
4.2. FORCA DEFORMUESE DHE PUNA DEFORMUESE ..... **Error! Bookmark not defined.**
4.3. SHTYTJA ME KAHJE TË NJËJTË ..... **Error! Bookmark not defined.**
4.4. SHTYTJA NË KAHJE TË KUNDËRT TË TRUPAVE ME ZBRASTËSIRË ..... **Error! Bookmark not defined.**
5.0. TËRHEQJA ..... **Error! Bookmark not defined.**
5.1. TERMET E PËRGJITHSHME ..... **Error! Bookmark not defined.**
5.2. MASAT E PARAFORMËS SË COPËS PUNUESE ..... **Error! Bookmark not defined.**
5.3. DEFORMIMET DHE NGARKESAT ..... **Error! Bookmark not defined.**
5.4. FORCA DEFORMUESE DHE PUNA DEFORMUESE ..... **Error! Bookmark not defined.**
5.5. NUMRI I OPERACIONEVE TË TËRHEQJES ..... **Error! Bookmark not defined.**
6.0. PËRFUNDIM 15
7.0. LITERATURA 16

1.0. HYRJE

Metalet si struktura kristalore kanë veti të deformimit plastik në gjendje të ftohtë dhe të nxehtë. Kjo shërben si bazë për shumë metoda të përpunimit të metalit me deformim plastik, me dhe pa shkëputje, që zbatohen në të gjitha industritë e përpunimit të metaleve.

Deformimi plastik vjen atëherë kur ngarkesat në material kalojnë kufirin e rrjedhjes, kurse gjatë rritjes së ngarkesës vjen deri te shkëputja totale e materialit.

Teoria matematike e plasticitetit dhe fizika e deformimit plastik të trupave të fortë paraqesin bazat e teorisë së përpunimit të metaleve me deformim plastik, si dhe zbatimit të disiplinës shkencore.

Metalet janë trupa të fortë me konstrukt kristalor d.m.th., atomet janë të shpërndara në mënyrë legjitime në rrjetat kristalore. Shumica e metaleve janë të kristalizuara në tri rrjeta sipërfaqësore kristalore: në formë kubi, tetragonale dhe heksagonale. Gati të gjitha vetit e metaleve varen nga struktura e tyre kristalore.

Njohuria për forcën deformuese dhe punës deformuese janë të nevojshme për shkak të llogaritjes së fortësisë së elementit të veglës dhe zgjedhjes së makinës me karakteristika teknike të nevojshme për metodën e caktuar të përpunimit me deformim plastik. Për këtë është gjithmonë e nevojshme të përcaktohet forca më e madhe e deformacionit dhe puna e përgjithshme e deformacionit.

Përpunimi me ngjeshje në fakt paraqet formësimin vëllimor të materialit në presa dhe çekana. Ngjeshja mund të bëhet e lirë dhe në kallëpe. Në varësi nga shpejtësia e deformimit, kemi ngjeshje dinamike dhe statike. Në çekana realizohet ngjeshja dinamike dhe quhet farkëtim, kurse në presa, ku shpejtësitë e deformimit janë të vogla realizohet ngjeshja statike, e cila quhet presim.

Gjatë farkëtimit në kallëp, forma e zbrastësires në vegël i përgjigjet formës së copës punuese që fitohet gjatë farkëtimit. Materiali nën ndikim të një apo më shumë goditjeve të çekanit kryerës ose presës e përbush zbrastësirën d.m.th, gravurën e veglës. Më së shpeshti për të fituar formën finale shfrytëzohen më shumë operacione, ku secilit operacion i përgjigjet një vegël.

Përpunimi me ngjeshje është një teknikë që përdoret gjërësisht në prodhimin e materialeve dhe krijimin e produkteve të ndryshme. Për të siguruar cilësinë dhe precizionin e lartë të përfundimit, është e rëndësishme të kuptohet mënyra se si ngjeshja, në aspektet e saj dinamike dhe statike, ndikon në material dhe formimin e tij.

Ngjeshja dinamike në farkëtim lejon formimin e materialeve me struktura komplekse dhe detaje të hollësishme në mënyrë efikase dhe precize.

Ngjeshja statike në presa është një proces i qetë dhe i ngadalshëm, i cili siguron formimin e materialeve të qëndrueshme dhe me toleranca të ngushta në dimensione.

2.0. PARIMI I PËRPUNIMIT ME DEFORMIM PLASTIK

Metalet si struktura kristalore kanë veti të deformimit plastik në gjendje të ftohtë dhe të nxehtë. Kjo shërben si bazë për shumë metoda të përpunimit të metalit me deformim plastik, me dhe pa shkëputje, që zbatohen në të gjitha industritë e përpunimit të metaleve. Të gjitha metodat e përpunimit me deformim plastik kryesisht i definon vegla gjegjëse, për dallim nga përpunimi me prerje ku metodat i definon para së gjithash, kinematika, përkatësisht makinë.

Në krahasim me metodat tjera të përpunimit, përpunimi me deformim plastik ka përparësi si:

- Kinematika e thjeshtë e sistemeve përpunuese. Me një hap të organit kryerës të makinës mund të formohen trupa të përbërë gjithëpërfshirës.
- Pjesët, pas përpunimit me deformim plastik, kanë veti mekanike të përmirësuara.
- Ekzistojnë mundësi të mira të mekanizimit dhe automatizimit të procesit.
- Shkalla e shfrytëzimit të materialit është shumë e madhe etj.

Mirëpo, përpunimi me deformim plastik ka edhe mangësi të caktuara si:

- Ekonomiciteti i zbatueshmërisë vetëm në prodhim serik dhe masiv.
- Nevoja për deformim shumë të madh të forcave; d.m.th., makina të mëdha dhe të rënda.
- Veglat relativisht të shtrenjta etj.

Deformimi plastik vjen atëherë kur ngarkesat në material kalojnë kufirin e rrjedhjes, kurse gjatë rritjes së ngarkesës vjen deri te shkëputja totale e materialit.

Në fig.2.1 është dhënë diagrami σ – ε d.m.th., diagrami ngarkesë – deformim për çelik të butë, i cili fitohet gjatë shtrëngim të epruveta testuese. Në koordinatë është dhënë ngarkesa:

$$\sigma_e = \frac{F}{A_0} \tag{2.1}$$

Ku: F [N] – Forca shtrënguese dhe

Ao [mm^2] – Prerja nominale, fillestare e epruvetës. Në apshis është dhënë deformimi relativ i përsgjatjes së epruvetës, gjegjësisht diletacionit:

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} \tag{2.2}$$

Ku Δl [mm] – Përsgjatja e epruvetës nën ndikim të forcës F dhe

lo [mm] – Gjatësia fillestare e epruvetës. Përveç deformimit relativ të përzgjatjes, për epruvetën e deformuar definohet:

$$\Psi = \frac{A_0 - A}{A_0}, \quad \varphi = \ln \cdot \frac{A_0}{A} \tag{2.3}$$

Ψ – Kontrakcioni i prerjes tërthore të epruvetës dhe φ – deformimi logaritmik.

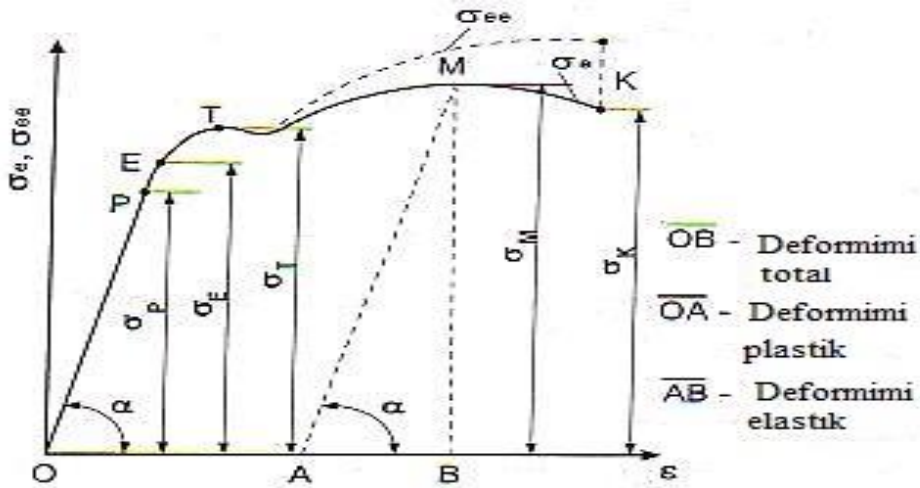

Fig.2.1 – Diagrami ngarkesë – deformim për çelik të butë.

Në diagramin ngarkesë – deformim vërejmë pikat karakteristike: P, E, M dhe K. Pika P definon kufirin e proporcioanlitet, kurse ngarkesa σ_{P*} është ngarkesa në kufijtë të proporcianalitetit. Deri te kjo pikë raporti ngarkesë dhe deformim është linear. Prej pikës P deri te pika E ekziston një lakore e lehtë. Pika E definon kufirin e elasticitetit, kurse ngarkesa σ_E është ngarkesë në kufij te elasticitetit. Deri te pika E, pas ndaljes së ngarkimit, epruveta kthehet në gjendjen fillestare, gjatësinë fillestare, ku në këtë fushë deformimet janë elastike. Nga pika P deri te pika T ndodhim përzgjatje të mëdha, pra pika T paraqet kufirin e përzgjatjeve të mëdha, por edhe fillim të rrjedhës së metalit, kurse ngarkesa σ_T është ngarkesë e rrjedhës. Pas pikës T, për çelik të butë, fillon rrjedhja e materialit, ngarkimi lehtë bie duke formuar në diagram ,,dhëmbin" karakteristik, ku më vonë fillon formësimi i materialit deri te pika M, kurse ngarkimi σ_M paraqet fortësinë shtrënguese të materiali. Pas pikës T, deformimi përbëhet nga ai elastik në plastik, kurse veprimi i pjesës së deformimit elastik në deformimin e përgjithshëm është paraqitur në fig.2.1. Nga pika M deri te pika K ngarkimi bie. Në pikë K kemi këputje të epruvetës, kurse ngarkimi σ_K paraqet ngarkimin këputës. Ngarkimi gjatë rrjedhës, te materialet ku vështirë caktohet kufiri i rrjedhës definohet si ngarkimi $\sigma_{0.2}$ d.m.th., ngarkimi gjatë së cilës në epruvetë ekziston 0.2% të deformimit plastik të përhershëm:

$$\sigma_{0.2} = \frac{F_{0.2}}{A_0}, \ \textit{për} \ \ \varepsilon_{0.2} = 0.2\% = 0.002 \tag{2.4}$$

Në teorinë ë përpunimit të metaleve me deformim plastik ndikimin të veçantë ka ngarkimi real efektiv:

$$\sigma_{ee} = k = \frac{F}{A} = \frac{\sigma_e}{1-\Psi} = \sigma_e \cdot (1+\varepsilon) = \sigma_e \cdot e^{\varphi} \tag{2.5}$$

Lakorja $\sigma_{ee} = (\varepsilon)$ (shiko fig.2.1), paraqet lakoren reale të ngarkimi efektiv ose lakoren e fortësisë deformuese, ose lakoren e rrjedhës së materialit. Kjo lakore është njëra nga karakteristikat themelore të materialit që është e rëndësishme në përpunimin e metalit me deformim plastik.

Principi i përpunimit të metaleve me deformim plastik bazohet në ndikimin e forcave deformuese në material ashtu që formohen deformime të përhershme plastike. Kjo arrihet kur ngarkimet në material kalojnë ngarkimin e rrjedhjes σ_T, gjegjësisht ngarkimin $\sigma_{0.2}$.

2.1. MODELET E TRUPAVE TË FORTË

Teoria matematike e plasticitetit dhe fizika e deformimit plastik të trupave të fortë paraqesin bazat e teorisë së përpunimit të metaleve me deformim plastik, si dhe zbatimit të disiplinës shkencore.
Në mekanikën e rretheve të pandërprera , trupat e fortë si substanca të caktuar, paraqesin kontinuitetin material që përfshijnë një pjesë të hapësirës. Teoria e përpunimit të metaleve me deformim plastik parashikon këto veti të trupave të fortë:

- Kontinuitetin, d.m.th., substanca e caktuar në mënyrë gjithëpërfshirëse dhe pandërprere plotëson tërë vëllimin.
- Homogjeniteti, d.m.th., trupi në të gjitha pikat ka vetit të njëjta mekanike dhe përbërje kimike.
- Izotropin, d.m.th., përbërjet e trupave në të gjitha kahet janë të njëjta.
- Kompaktiteti, d.m.th., trupi në fushën e deformimit plastik nuk ndryshon vëllimin.

Vetit e lartpërmendura plotësisht janë të pranishme në modelimin matematik të rrjedhjeve ideale.
Klasifikimi i trupave të fortë në modelimin matematik bazohet në karakterin e varshmërisë ngarkesë – deformim. Kështu pra, sipas formës së diagramit $\sigma - \varepsilon$ ekzistojnë këto modele të trupave të fortë:

- Trupa të ngurtë.
- Trupa ideal elastik.
- Trupa të ngurtë elastik dhe
- Trupa elastiko – plastik.

Trupat e ngurtë (fig.2.2.a) janë apsolutishtë trupa të fortë. Te këta, pavarësisht nga madhësia e ngarkesës, distanca mes pikave të ndryshme mbetet e pandryshuar, d.m.th., nuk lajmërohen deformimet. Te trupat elastik ideal (fig.2.2.b), varësisht nga ngarkimi dhe deformimi ajo është lineare, pa marr parasysh madhësinë e ngarkimit. Pas ndërprerjes së ndikimit të forcave deformuese që shkaktojnë ngarkime humbin edhe në deformim.

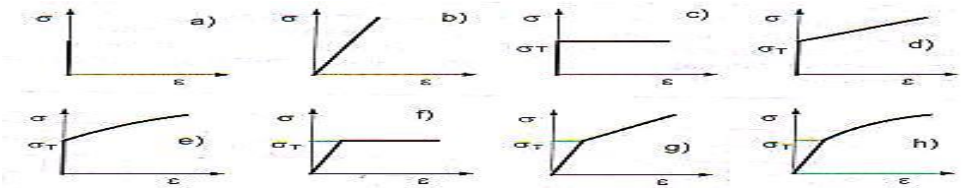

Fig.2.2 – Modelet e trupave të fortë: a) trupi i ngurtë; b) trupi ideal elastik; c), d), e) trupa të ngurtë plastik; f), g), h) trupa elastiko – plastik.

Trupat e ngurtë plastik mund të jenë të ngurtë – plastik ideal, të ngurtë plastik me shtrëngim linear dhe të ngurtë plastik me shtrëngim jo linear (fig.2.2 c, d, e) këta trupa deri te arritja e ngarkimit σ_T mund të sillen si trupa të ngurtë, e pastaj si idealo plastik ose trupa plastik me shtrëngim. Dhe përfundimisht trupat elastiko plastik (fig.2.2 f, g, h) mund të jenë elastiko plastik ideal dhe elastiko plastik të fortë me shtrëngim linear dhe jo linear.

Përkatësisht, deri të arritja e ngarkimit σ_T, këta trupa mund të sillen si ideal elastik, kurse më vonë si ideal plastik, plastik me shtrëngim linear dhe jo linear.
Këto modele paraqesin idealizimin e trupave të fortë real dhe shërbejnë për vendosjen e teorive të caktuara në matematikën teorike të plasticitetit.

2.2. MEKANIZMI I DEFORMIMIT PLASTIK TË METALIT

Metalet janë trupa të fortë me konstrukt kristalor d.m.th., atomet janë të shpërndara në mënyrë legjitime në rrjetat kristalore. Shumica e metaleve janë të kristalizuara në tri rrjeta sipërfaqësore kristalore: në formë kubi, tetragonale dhe heksagonale.
Gati të gjitha vetit e metaleve varen nga struktura e tyre kristalore.
Deformimi plastik është proces i përbërë, dhe paraqitet si shkak i zhvendosjes së përhershme, të dhunshme të grupeve të atomeve në kristalet e metalit. Mekanizmi kryesorë i deformimit plastik përbëhet nga rrëshqitja (fig.2.3) dhe dyfishimit (fig.2.4) në rrafshet e konglomeratit kristalor.
Si rezultat i rrëshqitjes lajmërohet p.sh., në sipërfaqen e epruvetës provuese ku rrjeti i vijave vertikale të ndërsjella është përafërsisht nën këndin 45°. Rrafshet e rrëshqitjes përputhen me vendet ku ekziston defekti linear i rrjetës kristalore që quhet dislokim.

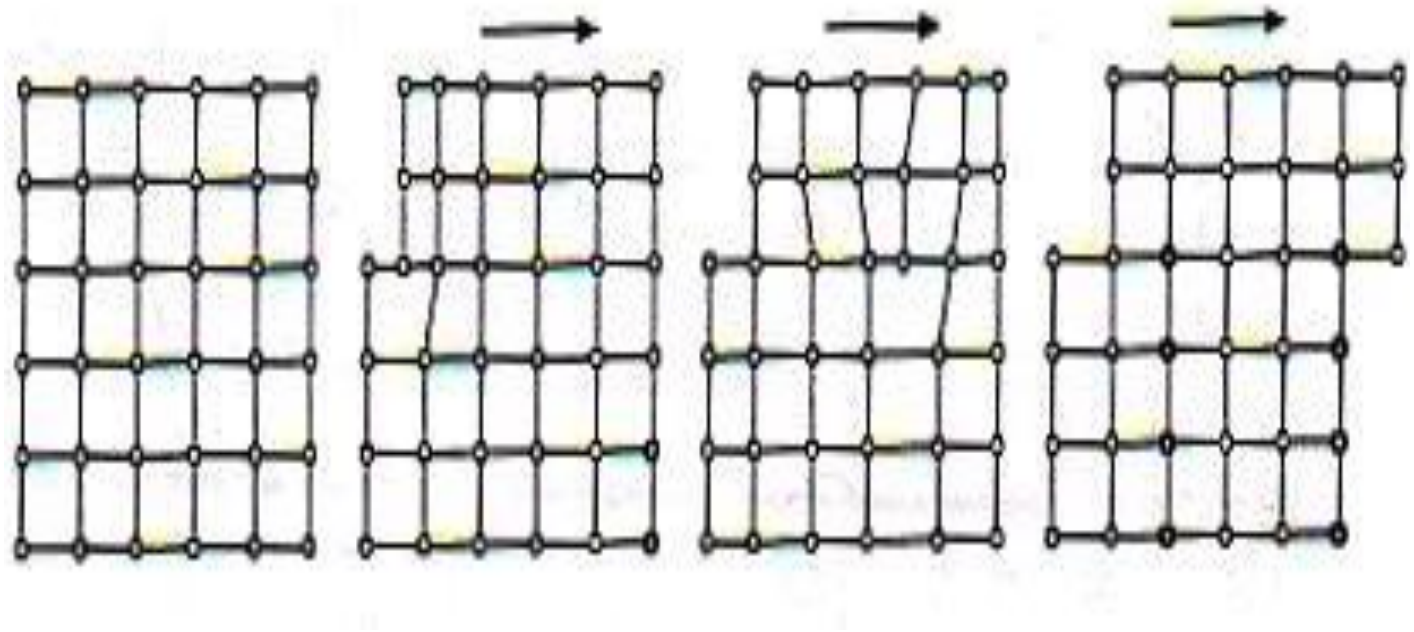

Fig.2.3 – Zhvendosja e dislokimit të rrjetës kristalore gjatë deformimit plastik.

Zhvendosja e dislokimeve në rrjetën kristalore është procesi i lëvizjes dhe shpërndarjes së defekteve kristalore në material. Kjo lëvizje e dislokimeve ndikon në deformimin plastik të materialit, duke i ndryshuar formën dhe strukturën e tij.

Teoria e dislokimit është një fushë e studimit që përcillet me kuptimin dhe mekanizmat e lëvizjes së dislokimeve në materiale. Kjo teori është shumë e rëndësishme për të kuptuar deformimin dhe ngjeshjen e materialeve, si dhe për të zhvilluar teknika dhe strategji për përpunimin e tyre.
Zhvendosja e dislokimeve është procesi i lëvizjes së defekteve mikroskopike në strukturën kristalore të një materiali. Këto defekte, të quajtura dislokime, lëvizin nëpër material duke krijuar deformime plastike. Kjo lëvizje e dislokimeve është themeli i procesit të deformimit plastik të materialeve.

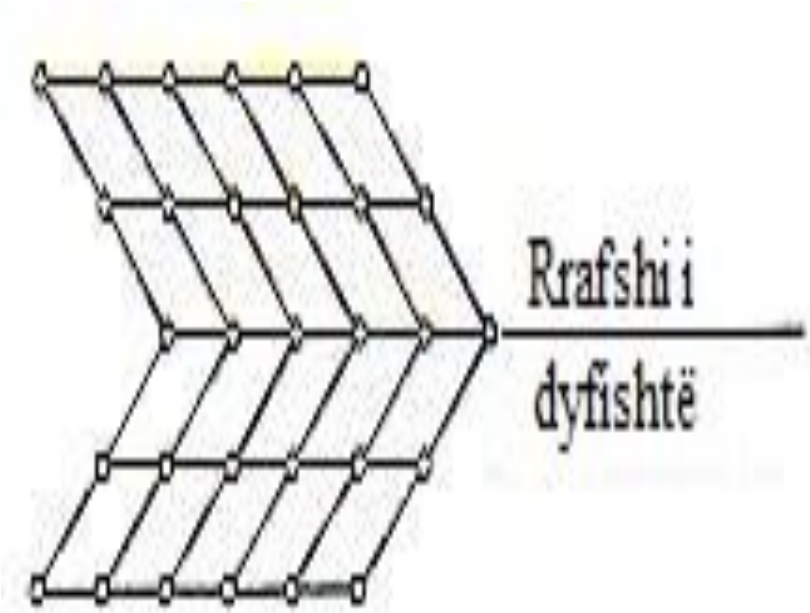

Fig.2.4 – Skema e dyfishimit.

Gjatë dyfishimit pjesët e materialit zhvendosën në mënyrë proporcionale në distancë nga rrafshi i dyfishimit. Dyfishimi kryesisht lajmërohet gjatë deformimit me forca dinamike, kurse rrëshqitja shpesh nga forcat e deformimit statik.

2.3. SHPREHJET THEMELORE TË MEKANIKËS SË RRETHIT KONTINUEL

Në pikën M së cilës i takon sipërfaqja elementare e rrafshit A të trupit të fortë e cila nën hapësirë është e sulmuar nga forcat e jashtme F_1, F_2, F_3 paraqitet ngarkimi gjegjës i gjendjes së definuar nën ngarkim normal σ dhe ngarkim të zhvendosjes është τ (fig.2.5).

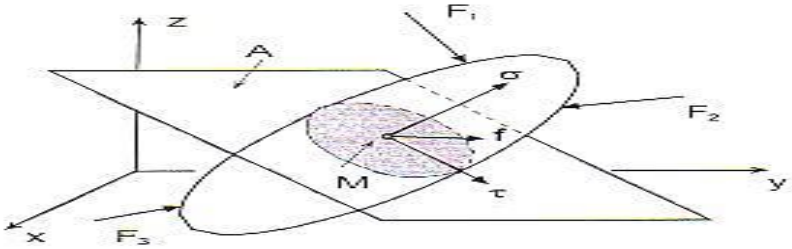

Fig.2.5 – Ngarkesat normale dhe të zhvendosjes.

Nëse nga trupi i shtypur ndahet kubi elementar me faqe që janë paralele me rrafshet koordinative të sistemit koordinativ x, y, z (fig.2.6), atëherë ngarkimi i përgjithshëm mund të paraqitet përmes matricës kolon, përkatësisht vektorit nga gjashtë komponente.

$$\{\sigma\}^T = \{\sigma_{xx}, \sigma_{yy}, \sigma_{zz}, \tau_{xy,} \tau_{yz}, \tau_{zx}\} \tag{2.6}$$

Ku: σ_{ii} (x, y, z) – ngarkesa normale dhe τ_{ij} (x, y, z) – ngarkesa zhvendosjes. Vlen të përmendet se:

$$\tau_{ij} = \tau_{ji} \tag{2.7}$$

Në çdo pikë të trupit ekzistojnë tri rrafshe vertikale të ndërsjella (rrafshe kryesore) në të cilat ngarkesat e zhvendosjes janë barazi me zero.

Ngarkimet normale gjegjëse janë ngarkimet normale kryesore (fig.2.7.a). Boshtet e sistemeve kordinative sipas marrëveshjes mund të numërohen ashtu që:

$$\sigma_{11} \geq \sigma_{22} \geq \sigma_{33} \tag{2.8}$$

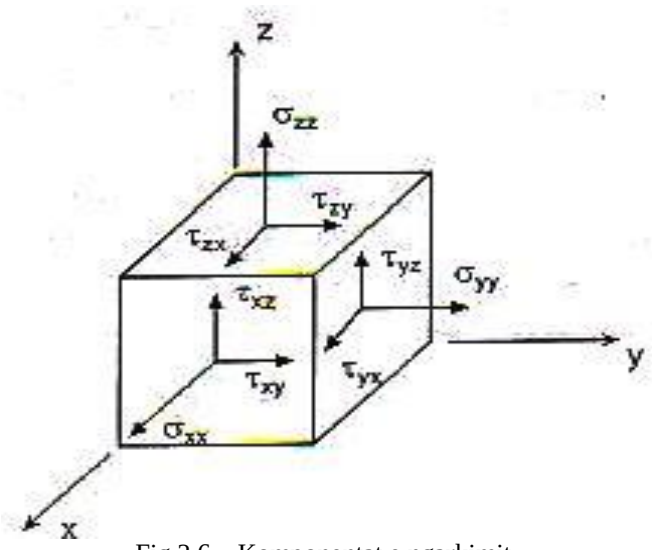

Fig.2.6 – Komponentat e ngarkimit.

Në mekanikën e rretheve kontinuele lehtë paraqitet që ekzistojnë ngarkimet kryesor dhe të zhvendosjes:

$$\tau_{12} = \frac{|\sigma_{11} - \sigma_{22}|}{2}, \ \tau_{23} = \frac{|\sigma_{22} - \sigma_{33}|}{2}, \ \tau_{31} = \frac{|\sigma_{33} - \sigma_{11}|}{2} \tag{2.9}$$

Këto ngarkesa paraqiten në rrafshet diagonale të kubit element (fig.2.7,b). Duke marr parasysh marrëveshjen (2.7) ngarkimi kryesorë në zhvendosej është:

$$\tau_{31} = \tau_{\max} \tag{2.10}$$

Është i rëndësishëm definicioni i ngarkimit në zhvendosje:

$$\tau_i = \frac{1}{\sqrt{6}} \cdot \sqrt{(\sigma_{xx} - \sigma_{yy})^2 + (\sigma_{yy} - \sigma_{zz})^2 + (\sigma_{zz} - \sigma_{xx})^2 + 6 \cdot (\tau_{xy}^2 + \tau_{yz}^2 + \tau_{zx}^2)}$$
$$\tau_i = \frac{1}{\sqrt{6}} \cdot \sqrt{(\sigma_{11} - \sigma_{22})^2 + (\sigma_{22} - \sigma_{33})^2 + (\sigma_{33} - \sigma_{11})^2} \tag{2.11}$$

Kurse definicioni intensiteti të ngarkimit:

$$\sigma_i = \sqrt{3} \cdot \tau_i = \sqrt{(\sigma_{11} - \sigma_{22}) + (\sigma_{22} - \sigma_{33})^2 + (\sigma_{33} - \sigma_{11})^2} \tag{2.12}$$

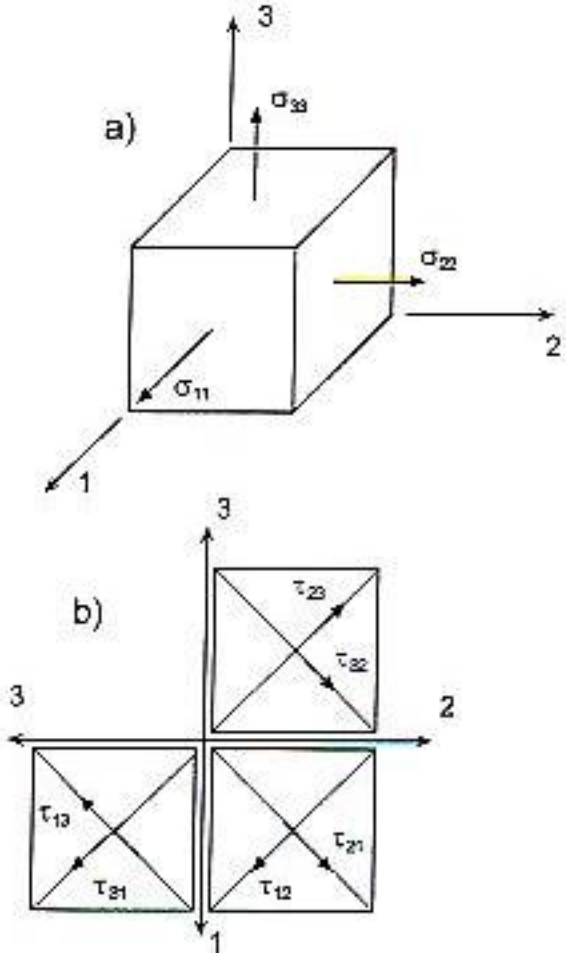

Fig.2.7 – Ngarkimi kryesorë normal dhe ngarkimi kryesor në zhvendosje.

Në trupin e fortë, për shkak të ndikimit të forcave të jashtme, vjen deri te deformimi, përkatësisht zhvendosja e pikës M që definohet me vektorin e zhvendosjes:

$$\{f\}^T = \{u \cdot (x,\ y,\ z),\ v \cdot (x,\ y,\ z),\ w \cdot (x,\ y,\ z)\} \tag{2.13}$$

Këto janë deformime absolute, kurse deformimet relative janë:

$$\{\varepsilon\}^T = \{\varepsilon_{xx},\ \varepsilon_{yy},\ \varepsilon_{zz},\ \gamma_{xy,}\ \gamma_{yz},\ \gamma_{zx}\} \tag{2.13,a}$$

Ku: $\varepsilon_{ii} = (i = x,\ y,\ z)$- janë deformimet relative linjore, kurse

$\gamma_{ij} = \gamma_{ji}(i,\ j = x,\ y,\ z)$ - deformimet e zhvendosjes ose këndore relative.

Për deformimet e vogla vlejnë:

$$\{\varepsilon\} = [L]\{f\} \tag{2.14}$$

Ku [L] – matrica e operatorit diferencial

$$[L]^T = \begin{bmatrix} \frac{\partial}{\partial_x} & 0 & 0 & \frac{\partial}{\partial_y} & 0 & \frac{\partial}{\partial z} \\ 0 & \frac{\partial}{\partial_y} & 0 & \frac{\partial}{\partial_x} & \frac{\partial}{\partial_y} & 0 \\ 0 & 0 & \frac{\partial}{\partial_z} & 0 & \frac{\partial}{\partial_y} & \frac{\partial}{\partial_x} \end{bmatrix} \tag{2.15}$$

Ashtu që:

$$\begin{Bmatrix} \varepsilon_{xx} \\ \varepsilon_{yy} \\ \varepsilon_{zz} \\ \gamma_{xy} \\ \gamma_{yz} \\ \gamma_{zx} \end{Bmatrix}^T = \begin{Bmatrix} \frac{\partial}{\partial_x} \\ \frac{\partial_v}{\partial_y} \\ \frac{\partial_w}{\partial_z} \\ \frac{\partial_v}{\partial_x} + \frac{\partial_u}{y} \\ \frac{\partial_w}{\partial_y} + \frac{\partial_v}{\partial_z} \\ \frac{\partial_u}{\partial_z} + \frac{\partial_w}{\partial_x} \end{Bmatrix} \tag{2.16}$$

Ekuacioni i baraspeshës statike, që paraqet lidhjen mes ngarkimit dhe forcave specifike vëllimore, në formën e matricës është:

$$[L]^T \cdot \{\varepsilon\} + \{F\} = \{0\} \tag{2.17}$$

Për trupat ideal elastik, përkatësisht vetëm për fushën elastike të trupave elastiko plastik, përmes ligjit të HUK-ut fitohet lidhje mes ngarkimit dhe deformimit që në formë matrice është:

$$\{\sigma\} = [D]\{\varepsilon\} \tag{2.18}$$

Ku [D] – matrica e elasticitetit:

$$[D]=\begin{bmatrix} \lambda+2\mu & \lambda & \lambda & 0 & 0 & 0 \\ & \lambda+2\mu & \lambda & 0 & 0 & 0 \\ & & \lambda+2\mu & 0 & 0 & 0 \\ & & & \lambda & 0 & 0 \\ & & & & \lambda & 0 \\ & & & & & \lambda \end{bmatrix} \tag{2.19}$$

Në këtë matricë:

$$\mu = G = \frac{E}{2\cdot(1+v)}, \quad \lambda = \frac{vE}{(1+v)\cdot(1-2v)} \tag{2.20}$$

Janë konstantat e LAME-ut, E – moduli i elasticitetit, G – moduli i rrëshqitjes dhe v – koeficienti i PUASON-it.

Përfundimisht komponentat e vektorit të ngarkimit dhe vektorët e deformimit duhet të plotësojnë gjashtë ekuacione të kompatibilitetit ku një prej tyre është, p.sh.:

$$\frac{\partial^2 \varepsilon_{xx}}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \varepsilon_{yy}}{\partial x^2} = \frac{\partial^2 \gamma_{xy}}{\partial x \cdot \partial y} \tag{2.21}$$

Nëse janë komponentat e vektorit të zhvendosjes së funksionit dhe kohës *t* atëherë definohet edhe shpejtësia e deformimit:

$$\{f\}^T = \frac{\partial}{\partial_t}\{f\}^T = \{u,v,w\}^T = \frac{\partial}{\partial t}\cdot\{u\cdot(x,y,z,t),\ v(x,y,z,t),\ w(x,y,z,t)\} \tag{2.22}$$

Gjithashtu në rastin e deformimeve të vogla, mund të definohet edhe shpejtësia e deformimit:

(5.94)

6.0. PËRFUNDIM

Shtytja është njëra nga metodat e përpunimit me deformim plastik, ku materiali në formë cilindri apo unaze ose ngjashëm shtyhet në kallëpin e hapur nën ndikim të shtytësit duke dhënë forma në copën përpunuese të formës së dëshiruar. Më së shpeshti bëhet shtytja e pjesëve rotative (më pak jo rotativet), dhe atë kryesisht në gjendje të ftohtë.

Gjatë shtytjes me kahe të kundërt të trupave me zbrastësirë d.m.th., gëzhojave ku copa e përgatitur është unazë, forca deformuese caktohet sipas Zibel-it dhe Dipper-it, ashtu që i tërë procesi ndahet në dy operacione elementare. Në të parin bëhet ngjeshja e materialit nën sipërfaqen ballore të shtytësit, dhe forca deformuese është e njëjtë si gjatë ngjeshjes së lirë me fërkim

Tërheqja është njëra nga metodat themelore të përpunimit të llamarinës me deformim plastik. Ka zbatim të gjerë në industrinë e përpunimi të metaleve, posaçërisht në përpunimin e pjesëve për konsum të gjerë, enëve, pastaj pjesëve për industri elektronike, aviondustri, etj. Me tërheqje përpunohen pjesë të ndryshme – prej atyre aksisimetrike, deri te ato në formë kutie dhe deri te pjesët me formë të komplikuar të konstruksionit.

Graviteti në zgjatje është në mesin e saj. Për forma të ndryshme të pjesëve, dhe për llogaritje praktike, shfrytëzohen formulat e rregulluara në formë tabelore për përcaktimin e diametrit të paraformës së copës punuese.

Gjatë përcaktimit të dimensioneve të paraformës së copës punuese është e nevojshme të merret parasysh edhe shtesa për ndërprerje, e cilës shtohet në gjatësinë e copës punuese ose diametrin e copës punuese.

Forca e nevojshme deformuese duhet ti mund të gjitha rezistencat që lajmërohen gjatë rezistencës.

Numri i operacioneve të tërheqjes varet nga trashësia e llamarinës, përkatësisht lartësisë së copës punuese, rrezes së rrumbullakimit të skajit të unazës për tërheqje, materialit të llamarinës etj.

Varësisht nga forma dhe disa dimensioneve të paraformës së copës punuese dhe copës punuese, tërheqja bëhet me një ose më shumë operacione. Vlera e shkallës më të vogël të tërheqjes m karakterizon mundësit teknologjike të tërheqjes në një operacion d.m.th., tërheqje pa u lajmëruara shkatërrimi i materialit.

Ngarkesat gjatë tërheqjes përcaktohet në pjesën unazore i cili kalon në mbështjellës cilindrik. Këtu shikojmë gjendjen sipërfaqësore të ngarkimit me ngarkimet normale $\sigma\varphi$ në ciklin tangjencial dhe σp në kahe radiale. Ndryshimi i ngarkesave nëpër trashësi të llamarinës neglizhohet.

Në fig.5.8 është paraqitur skema e ngarkesave për pjesën elementare të pllakës në pjesën ku bëhet ngjeshja anësore.Nëse e neglizhojmë fërkimin, forca statike e drejtpeshimit që ndikon në pjesën elementare të pllakës, për kahen radiale simetrike është:

7.0. LITERATURA

1. P. Stankovic, Masine alatke i industrijska proizvodnja masina II, Obrada metala bez rezanja, Naucna knjiga, Beograd (1962).
2. V.P. Romanovkij, Sprovacnik po hlandnjom stampove, Masgiz, Miskva (1965).
3. G. Oehler. F. Kaiser, Schmit-, Stanz – und Ziehwerkzeuge, Springer Verl, Berlin (1957).
4. F.A Stanley, Punches and Dies, McGraw Hill, N.York (19505).
5. P. Gabrel, Die Stanzereitechnik in der feinmechanischen Fretigung, G. Hanser Verl, Munchen (1951).
6. H.L Hilbert, Stanzereitechnik, Band 1, Scheindende QErkzeuge, C. Hanser Verl, Muchen (1954).
7. F. W. Timmerbeil, Untersuchung des Schneidvoraganges bei Blech, insbesondere beim gescholssenen Schnitt, Wt, u, Mb., 47 (1957) 231, 350.
8. G. Nyrgen, Verscheiss von Scjnittwerzeugen, Wt. U. Mb., 93. (1967) 777.