**Øving 5 – Løsningsforslag**

**Oppgave 1.**

Dette spørsmålet krever at vi beregner seigheten eller absorbert energi som gir brudd. Den enkleste måten å gjøre dette på er å integrere både elastisk og plastisk område, og deretter legge dem sammen. Seighet benevnes ofte som *toughness* (fra eng.)

****

**Oppgave 2.**

1. Et glidesystem (slip-system) er et krystallografisk plan og i det planet en retning hvor
dislokasjonsbevegelse (eller glidning) forekommer. Et slip system er altså definert av et Plan og en Retning.
2. Metallene har ikke det samme slip-system. Årsaken til dette er at for de fleste metaller vil planet i slip-systemet være gitt av det mest tettpakkede krystallografiske plan, og innenfor det planet den mest tettpakkede retningen. Disse plan og retninger vil variere fra en krystallstruktur til en annen krystallstruktur, og dermed fra metall til metall.

**Oppgave 3.**

Vi spørres om å beregne Schmid-faktoren for en FCC-krystall orientert med sin [120] retning parallelt med belastningsaksen. Med dette oppsettet kan det forekomme glidning på (111) -planet og i [$01\overbar{1}$] -retningen som angitt i figuren nedenfor.



Vinkelen mellom [120] og [$01\overbar{1}$] retningene, λ kan bestemmes ved:

$$λ=cos^{-1}\left[\frac{u\_{1}u\_{2}+v\_{1}v\_{2}+w\_{1}w\_{2}}{\sqrt{\left(u\_{1}^{2}+v\_{1}^{2}+w\_{1}^{2}\right)\left(u\_{2}^{2}+v\_{2}^{2}+w\_{2}^{2}\right)}}\right]$$

Videre for [120] *u*1 = 1, *v*1 = 2, *w*1 = 0, og for [$01\overbar{1}$] *u*2 = 0, *v*2 = 1, *w*2 = -1. Dette gir λ lik:

$$λ=cos^{-1}\left[\frac{(0)\*(1)+\left(2\right)\*\left(1\right)+(0)\*(-1)}{\sqrt{\left(\left(1\right)^{2}+\left(2\right)^{2}+\left(0\right)^{2}\right)\*\left(\left(0\right)^{2}+\left(1\right)^{2}+\left(-1\right)^{2}\right)}}\right]=cos^{-1} \left(\frac{2}{\sqrt{5\*2}}\right)=50,8°$$

Nå er vinkelen φ lik vinkelen mellom normalen til (111) -planet (som er en [111] -retning) og [120] -retningen. Igjen brukes likningen ovenfor, *u*1 = 1, *v*1 = 1, *w*1 = 1, *u*2 = 1, *v*2 = 2, og *w*2 = 0 og får vi:

$$φ=cos^{-1}\left[\frac{(1)\*(1)+\left(1\right)\*\left(2\right)+(1)\*(0)}{\sqrt{\left(\left(1\right)^{2}+\left(1\right)^{2}+\left(1\right)^{2}\right)\*\left(\left(1\right)^{2}+\left(2\right)^{2}+\left(0\right)^{2}\right)}}\right]=cos^{-1} \left(\frac{3}{\sqrt{15}}\right)=39,2$$

Dette gir en Schmid factor lik:

$\cos(λ)\cos(φ)= \cos(50,8)\cos(39,2)= $**0,490**

**Oppgave 4.**

Dette problemet skal bestemme om en enkrystall av metall som har en spesifikk retning og med en gitt kritisk løst skjærspenning vil flyte eller ikke. Vi får opplysninger at φ = 60°, λ = 35 °, og at verdiene for kritisk løst skjærspenning og påført strekkspenning er henholdsvis 6,2 MPa og 12 MPa. Ved å bruke ligningen i oppgaven, (eller boka 9.2) har vi:

$$τ\_{R}=\cos(φ)\cos(λ=(12 MPa)(\cos(60))(\cos(35)= 4,91 MPa))$$

Siden den oppløste skjærspenningen er 4,91 MP og er mindre enn den kritiske oppløste skjærspenningen 6,2 MPa vil denne enkrystallen ikke gi flyt (permanent deformasjon).

Fra likning er spenningen som gir flyt lik:

$$σ\_{y}=\frac{τ\_{crss}}{cosφcosλ}=\frac{6,2 MPa}{\cos(60)\cos(35)}=15,1 MPa$$

**Oppgave 7.**

Denne oppgaven ber om at vi for et metall som har FCC-krystallstruktur, beregner de påførte spenningene som kreves for å oppnå slip (glidning) på et (111) plan i hver av [$1\overbar{1}0$], [$10\overbar{1}$], og [$0\overbar{1}1$] retningene. For å løse dette problemet er det nødvendig å først bestemme λ og φ vinklene for de tre glidesystemene.
For hvert av disse tre slipsystemene vil φ være den samme, dvs. vinkelen mellom retningen på den påførte spenningen, [100] og normalen til (111) -planet, det vil si [111] -retningen. Vinkelen *ϕ* kan bestemmes ved å bruke som:

$$ϕ=cos^{-1}\left[\frac{u\_{1}u\_{2}+v\_{1}v\_{2}+w\_{1}w\_{2}}{\sqrt{\left(u\_{1}^{2}+v\_{1}^{2}+w\_{1}^{2}\right)\left(u\_{2}^{2}+v\_{2}^{2}+w\_{2}^{2}\right)}}\right]$$

Hvor for [100] *u*1 = 1, *v*1 = 0, *w*1 = 0, og for [111] *u*2 = 1, *v*2 = 1, *w*2 = 1. Derfor vil φ bli:

$$ϕ=cos^{-1}\left[\frac{(1)\*(1)+\left(0\right)\*\left(1\right)+(0)\*(1)}{\sqrt{\left(\left(1\right)^{2}+\left(0\right)^{2}+\left(0\right)^{2}\right)\*\left(\left(1\right)^{2}+1^{2}+\left(1\right)^{2}\right)}}\right]=cos^{-1} \left(\frac{1}{\sqrt{13}}\right)=54,7°$$

La oss nå bestemme λ for [$1\overbar{1}0$] glideretningen. Igjen videre med *u*1 = 1, *v*1 = 0, *w*1 = 0 for [100], og *u*2 = 1, *v*2 = –1, *w*2 = 0 for [$1\overbar{1}0$] λ bestemmes ved:



Nå løser vi flytespenningen for dette (111) – [$ 1\overbar{1}0$] glidesystemet:

$$σ\_{y}=\frac{τ\_{crss}}{cosϕcosλ}=\frac{0,5 MPa}{\cos(54,7)\cos(45)}=1,22 MPa$$

Nå må vi bestemme verdien av λ for (111) – [$ 10\overbar{1}$ ] glidesystemet - det vil si vinkelen mellom [100] og [$10\overbar{1}$ ] retningene.



Siden verdiene til φ og λ for dette (111) – [$ 10\overbar{1}$] glidesystemet er de samme som for (111) - [$1\overbar{1}0$], vil også σy være den samme - dvs. 1,22 MPa. Og til slutt, for (111) – [$ 0\overbar{1}1$] glidesystemet, beregnes λ på følgende måte:



Dermed er flytegrensen for dette glidesystemet:

$$σ\_{y}=\frac{τ\_{crss}}{cosφcosλ}=\frac{0,5 MPa}{\cos(54,7)\cos(90)}= \frac{0,5 MPa}{(0,578)(0)}=\infty $$

som betyr at det ikke vil bli glidning (slip) på dette (111) – [$ 0\overbar{1}1$] systemet i det hele tatt.