

Kirjallisuuden käyttö kielletty. Merkitse vastauspaperiin nimi ja opiskelijanumero.

Tehtävä 1

Kerro alumiinini levynmuokkausmenetelmien (syväveto, venytysmuovaus) pääpiirteet. Mikä materiaaliominaisuus on tärkein levynmuovauksen onnistumisen kannalta?

Tehtävä 2

Kerro alumiinin galvaanisen korroosion toimintaperiaate ja tyypillisimmät piirteet. Kerro myös sen torjuntakeinoista.

Tehtävä 3

- 1) Kerro sandwich levyrakenteiden lujuusopillinen toimintaperiaate eli miten sandwich levy kantaa siihen kohdistuvat kuormitukset.
- 2) Miten sandwich levyjen välinen liitos pitää suunnitella kuormituksen kantokyvyn näkökulmasta?

Tehtävä 4

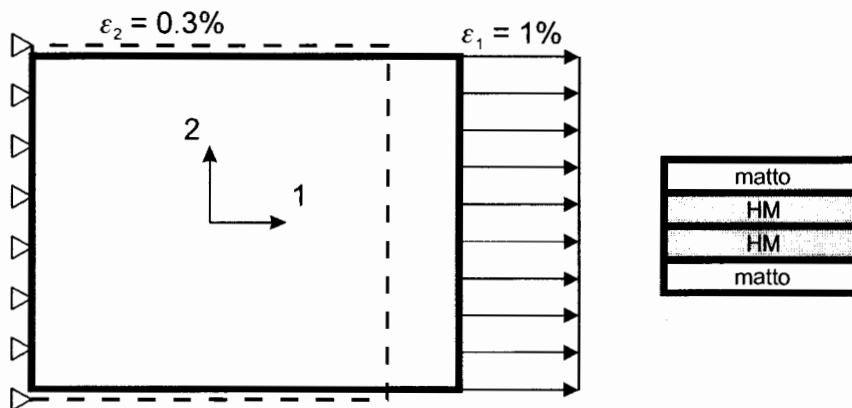
Kerro ns. kovan ja joustavan liimaliitoksen pääpiirteet. Kuinka liimaliitoksen (kuormitussuuntainen) pituus vaikuttaa leikkauskuormankantokykyyn em. liitostyypeillä?

Tehtävä 5

Alla oleva kuva esittää hiilikuitulaminaatin vetokoetta. Laminaatti koostuu kahdesta kudotusta hiilikuitumattokerroksesta sekä kahdesta kuormituksen suuntaisesti olevasta HM-hiilikuitukerroksesta. Vetokokeessa saadut venymätulokset on esitetty kuvassa. Laske laminaatin eri kerrosten jännitykset. Miten kukin kerros osallistuu kuormitusten kantoon ja levyn deformaatioihin?

Kerrosten materiaalitiedot ovat:

Matto: $E_1 = 100 \text{ GPa}$, $E_2 = 100 \text{ GPa}$, $\nu_{12} = 0.3$, $G_{12} = 40 \text{ GPa}$
 HM: $E_1 = 400 \text{ GPa}$, $E_2 = 5 \text{ GPa}$, $\nu_{12} = 0.3$, $G_{12} = 3 \text{ GPa}$



Kaavoja:

$$\begin{bmatrix} \sigma_1 \\ \sigma_2 \\ \tau_{12} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{E_1}{1-\nu_{12}\nu_{21}} & \frac{\nu_{12}E_2}{1-\nu_{12}\nu_{21}} & 0 \\ \frac{\nu_{21}E_1}{1-\nu_{12}\nu_{21}} & \frac{E_2}{1-\nu_{12}\nu_{21}} & 0 \\ 0 & 0 & G_{12} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \gamma_{12} \end{bmatrix} \quad \frac{\nu_{ij}}{E_i} = \frac{\nu_{ji}}{E_j}$$