

Kúszási deformáció modellezése egyenáram jelenlétében

Varga Péter

Témavezető: Dr. Ruzinkó Endre

Tartalom

- **Célkitűzés**
- **Kutatási téma rövid ismertetése**
- **Publikált eredmények bemutatása**
- **Konferencia előadás és a kapcsolódó vizsgálatok**

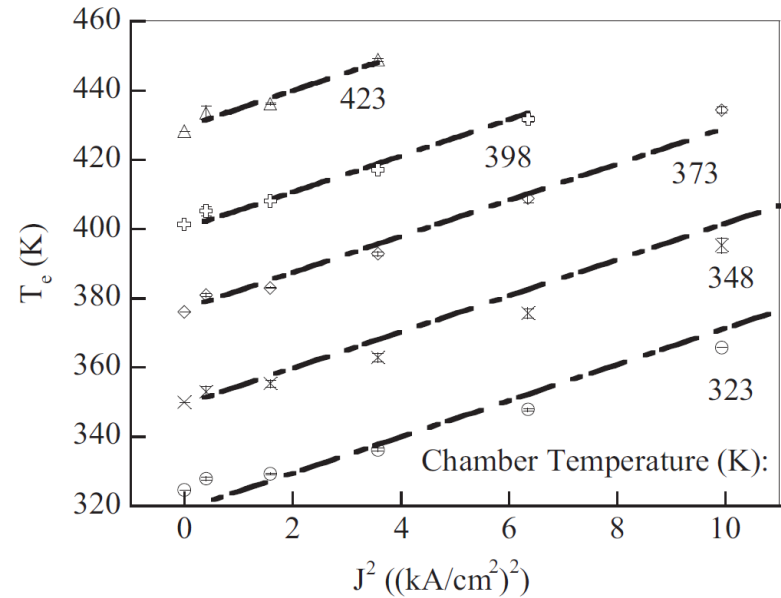
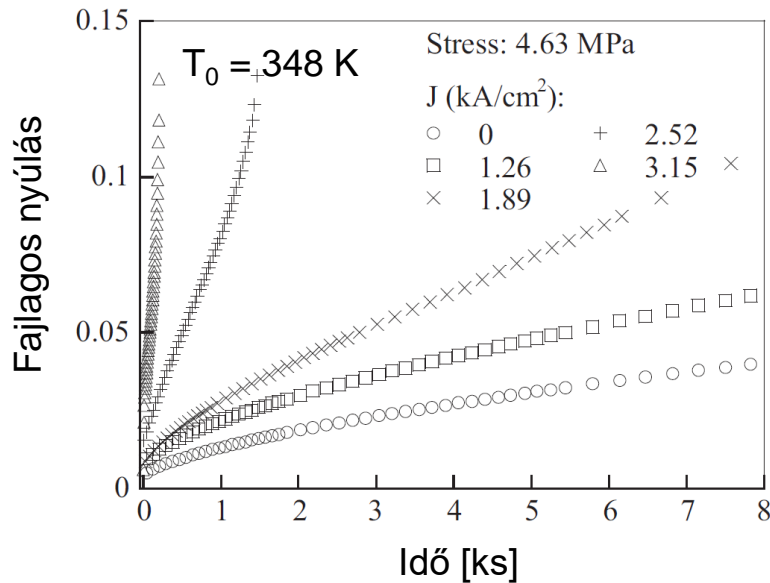
Célkitűzések

Az átfolyó áram kúszási alakváltozásra gyakorolt hatásának matematikai leírása a szintézis elmélet alkalmazásával

A szintézis elmélet segítségével egy modell megalkotása, mely a lezajló mikroszerkezeti folyamatok figyelembevételével jól leírja az átfolyó áram hatását a kúszási és képlékeny alakváltozásra.

Az elméleti eredmények igazolása a nemzetközi szakirodalomban fellelhető és saját kísérletek eredményeivel.

Kúszási alakváltozás átfolyó áram jelenlétében



$$T_e = T_0 + 5.23J^2$$

Átfolyó áram hatásai

- **Joule-hő**
- **Elektromigráció, „electroplasticity”**
 - **Fémrács atomjainak diffúziója (vakanciák, szubsztitúciós atomok)**
 - **Aktiválási energia csökkenése**

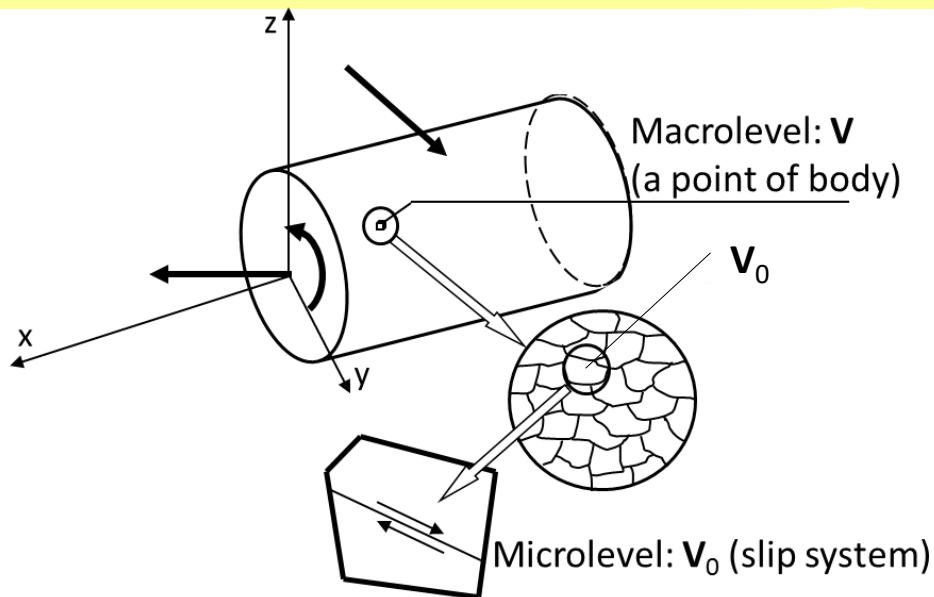
(atomok diffúziója, konvencionális diszlokáció mozgás, diszlokációk mászása, diszlokációk felhalmozódása)

Alakváltozás leírása a szintézis elmélet segítségével

A szintézis elmélet kétszintű modell:

\mathbf{V} makroszint

\mathbf{V}_0 mikroszint

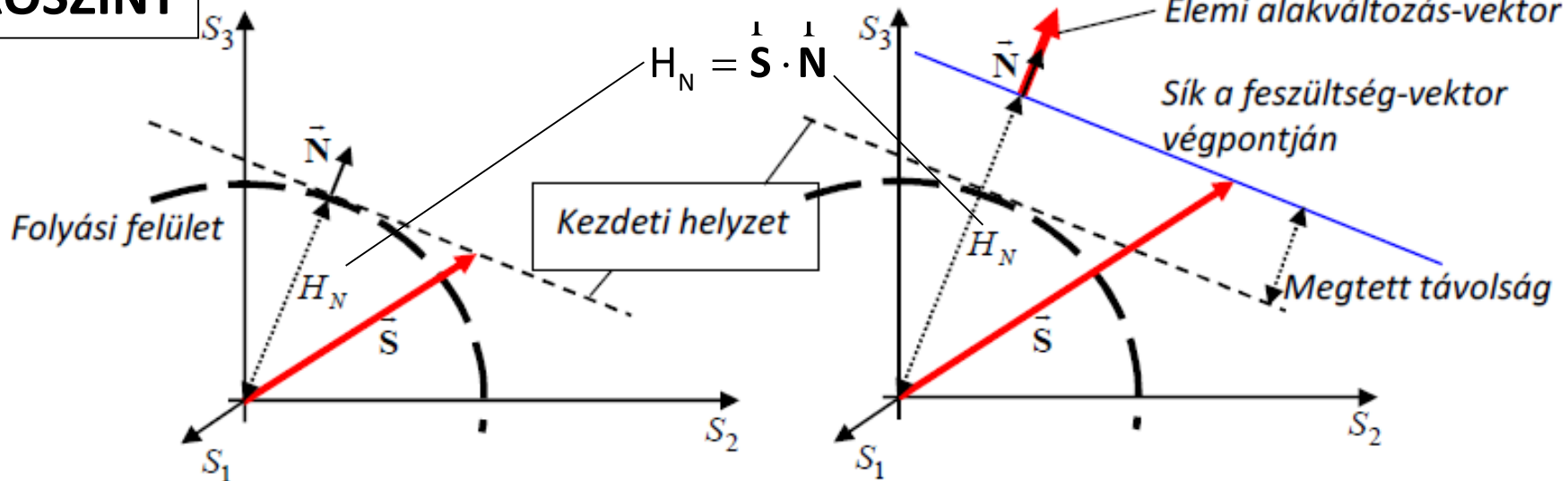


A szintézis elmélet két szintje

Makro-alakváltozás:

$$\epsilon_V = \sum \epsilon_{V_0}$$

MIKROSZINT



Sík és origó közötti távolság a terhelés kezdeti-, ill. végállapotában

Hibaintenzitás (ψ_N):

$$H_N = \psi_N + I_N + \sqrt{2}\tau_p \quad (1)$$

Sebesség-integrál:

$$I_N = B \int_0^t \frac{d\vec{s}}{ds} \cdot \vec{N} \exp(-p(t-s)) ds \quad (2)$$

Visszafordíthatatlan alakváltozás-intenzitás (ϕ_N):

Konstitutív egyenlet

$$d\psi_N = r d\phi_N - K\psi_N dt \quad (3)$$

MAKROSZINT

Makro-alakváltozás-vektor komponensei

$$e_k = \iiint_{\alpha \beta \lambda} \phi_N N_k dV \quad k = 1, 2, 3 \quad (4)$$

$$dV = \cos\beta d\alpha d\beta d\lambda$$

$$\varepsilon_x = \sqrt{\frac{2}{3}} e_1 \quad \varepsilon_y = -\frac{e_1}{\sqrt{6}} + \frac{e_2}{\sqrt{2}} \quad (5)$$

$$\gamma_{xz} = \frac{e_3}{\sqrt{2}} \quad \varepsilon_z = -\frac{e_1}{\sqrt{6}} - \frac{e_2}{\sqrt{2}}$$

Megjelenés alatt álló folyóiratcikk

Andrew Rusinko, Peter Varga: Modelling of the plastic deformation and primary creep of metals coupled with DC in terms of the synthetic theory of irrecoverable deformation, Mechanics of Time-Dependent Materials

$$\psi_N = (\vec{S} \cdot \vec{N})^2 (1 + C^2) - (I_N^C)^2 - S_P^2,$$

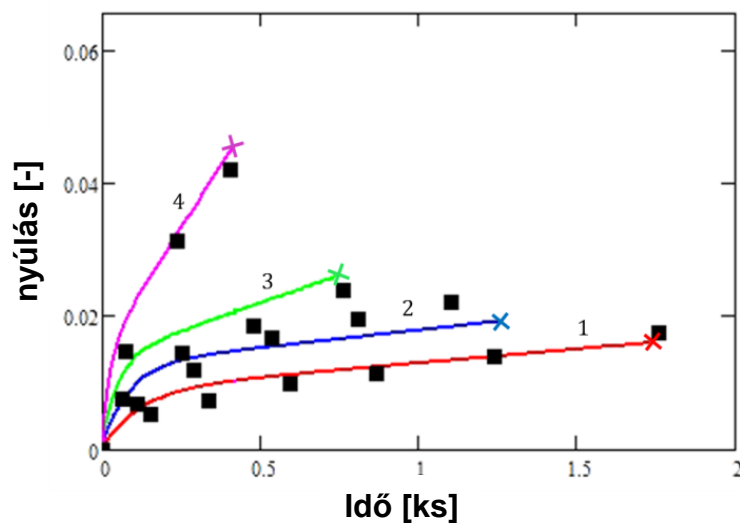
$$I_N^C = B_C \int_0^t \frac{d\vec{S}}{ds} \cdot \vec{N} \exp(-p_C(t-s)) ds,$$

$$C = C_1 J^{C_2}, \quad B_C = B + B_1 J^{B_2}, \quad p_C = p + p_1 J^{p_2}.$$

C, B_C, p_C – állandók, átfolyó áram esetére

A kúszás primer szakaszának leírása

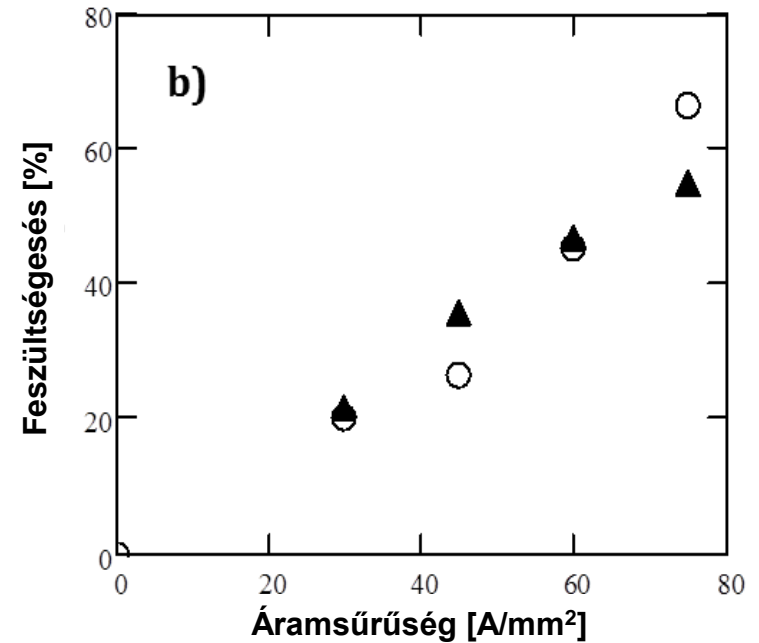
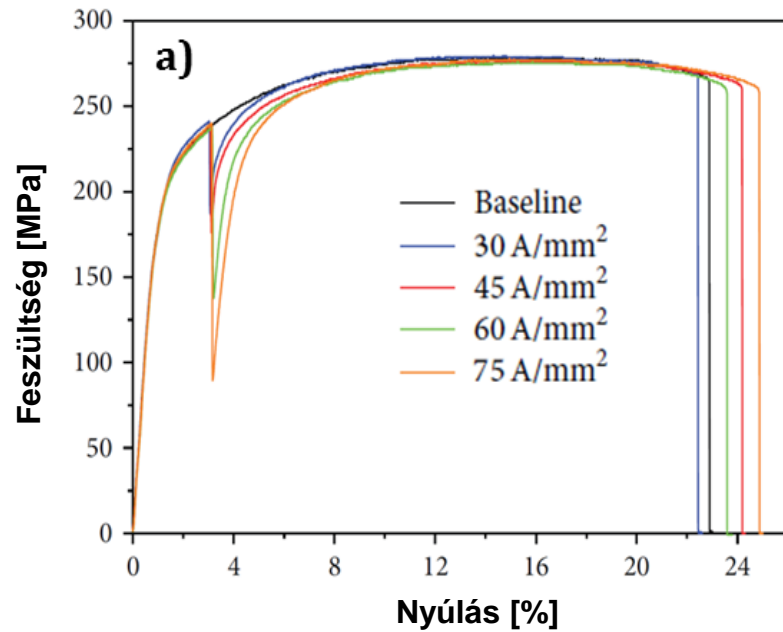
Áramsűrűség, kA/cm ²	Fajlagos alakváltozás a primer kúszás végén, %			Primer kúszás időtartama, ks		
	Test	Model	Error, %	Test	Model	Error, %
0	1.74	1.59	8.6	1.76	1.73	1.7
1.26	2.23	1.92	13.9	1.1	1.24	11.3
1.89	2.61	2.39	8.4	0.73	0.76	3.9
2.52	4.54	4.22	7.0	0.41	0.4	2.4



Görbék – modell eredmények

■ – kísérleti eredmények

Képlékeny alakváltozás leírása



○ – modell eredmények

▲ – kísérleti eredmények

Elfogadott konferencia előadás

EuroSimE 2018, április 16-18, Toulouse

Peter Varga, Andrew Rusinko: Modeling the effects of imposed current on the creep of SAC305 solder material

- **SAC305 anyagú lágyforrasz-anyag kúszásvizsgálata átfolyó áram jelenlétében**
- **Vizsgálati berendezés, vizsgálat paramétere**
- **Kísérleti és modell eredmények összevetése**

Köszönöm a figyelmet