

# Ionizáló sugárzások anyag- szerkezeti hatásai

# Mechanizmusok

1. Szennyeződés keletkezés
  - Magreakciók (elsősorban a neutron sugárzás)
  - Proton, alfa részecske semlegesítődés után az anyagban marad (H, He zárványok)
2. Atom-kilökődés (szóródás révén)
  - Vakanciák és intersticiális atomok
  - Atomkicserélődések
3. Ionizációs hatások (töltések szétválása, kémiai kötések átalakulása)

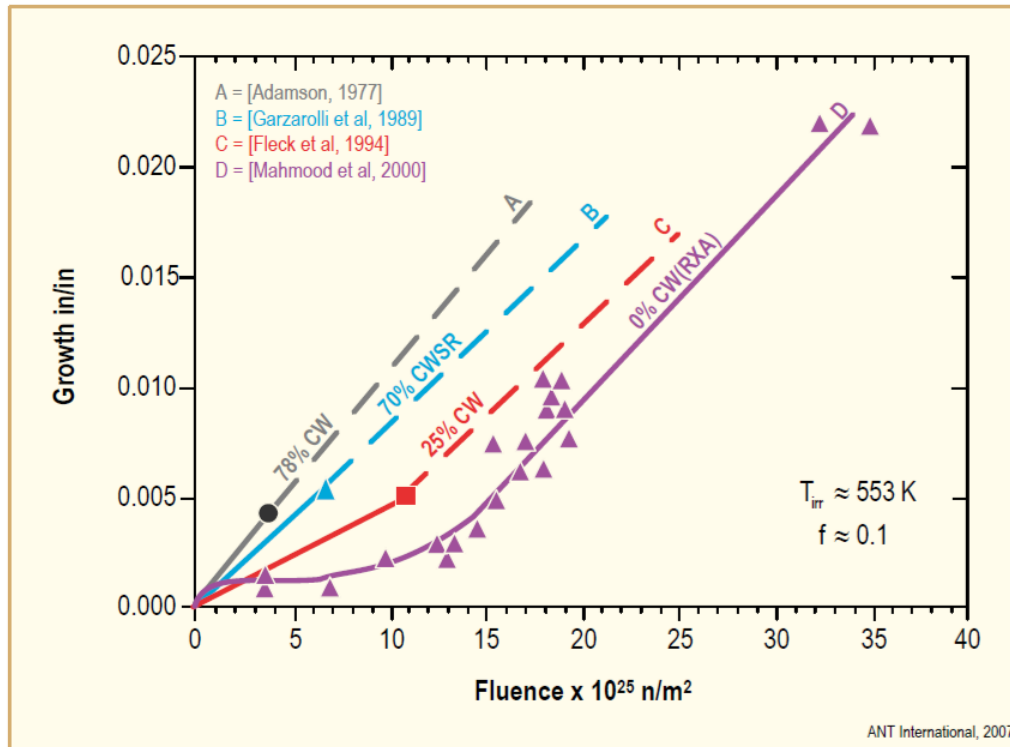
# Tipikus hatások

1. Mechanikai – szakító szilárdság, rugalmasság, keménység, geometria, sűrűség, stb.
2. Elektromos– vezetőképesség
3. Hőtani – melegedés, hőkapacitás változása
4. Optikai – emissziós, abszorpciós, fényszórás

# Példa: nukleáris ipar

- Atomreaktor tartályok - rozsdamentes acél
  - jelentős neutron sugárterhelés
  - Jellemzése: atomonkénti kilökődés gyakorisága (dpa)
    - LWR reaktor – 0.03 dpa/év
    - Gyors reaktor – 30 dpa/év
    - Fúziós reaktor – 60 dpa/év
  - Az anyag dimenziói változnak (duzzadás)
  
- Fűtőelemek tokozása – Cirkónium ötvözetek
  - sugárzás okozta nyúlás

# Zr-ötvényzetek



CW – hidegen megmunkált  
RXA – átkristályosított  
SR – feszültstég mentesített

Irradiation growth in Zircaloy. Ref. A = [Adamson, 1977], Ref. B = [Garzarolli et al., 1989], Ref. C = [Fleck et al., 1994], Ref. D = [Mahmood et al., 2000]. (20  $\approx$  31 dpa)

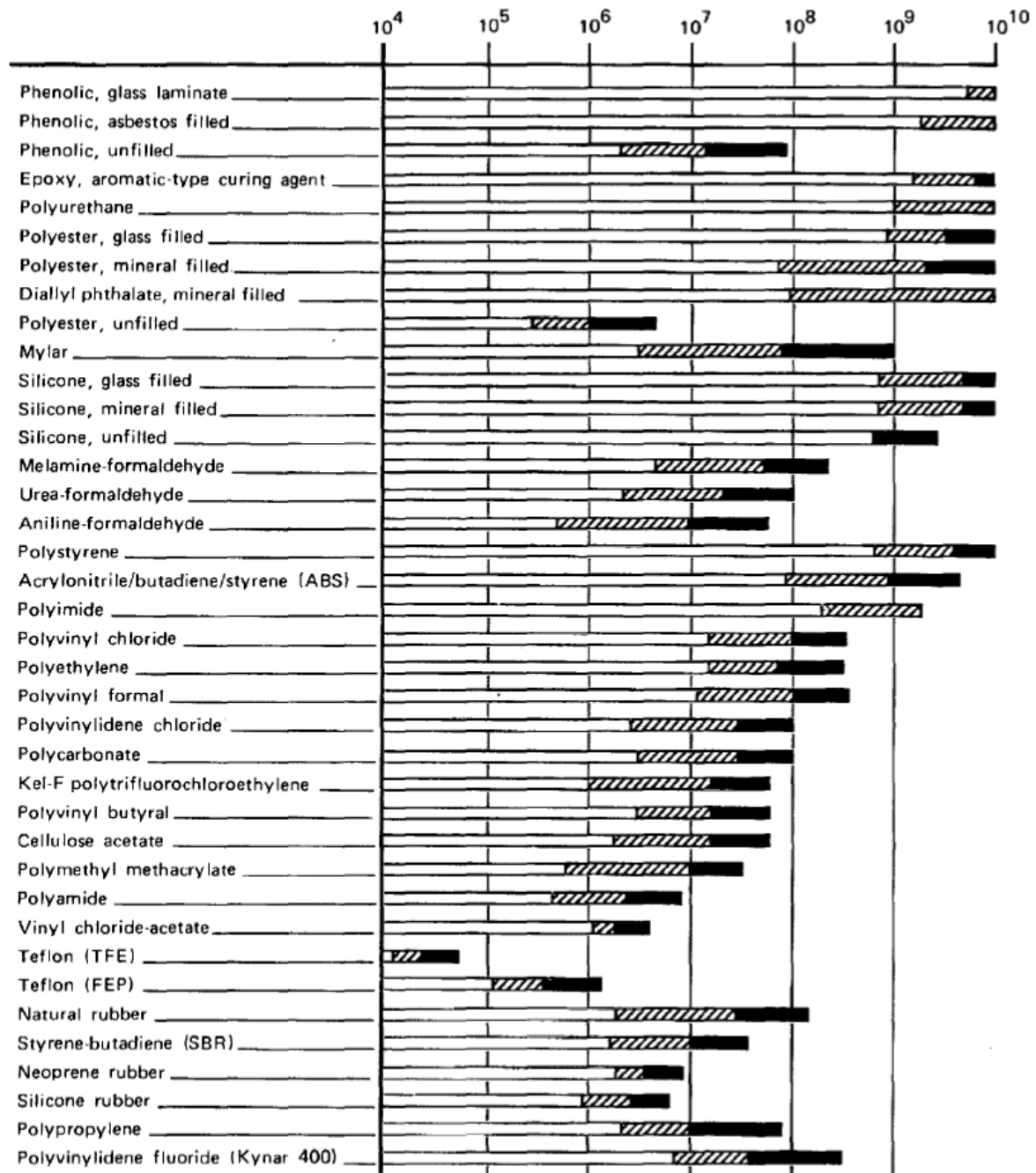
# Ionizáló sugárzások ionizációs hatásai

- Töltések szétválása
  - vezetőképesség változás (félvezetők, diódák, HpGe)
  - fémek kevésbé érzékenyek a delokalizált elektronok miatt
- Kovalens kötések felbomlása, keletkezése
  - Olajok – nő a viszkozitás (keresztkötések növekednek)
  - Zsírok – elfolyósodnak (lánc töredezés)
  - Műanyagok:
    - ✓ Dózis és polimer függő (de-polimerizáció vs. Keresztkötések)
    - ✓ Sugár-polimerizáció

# Műanyagok

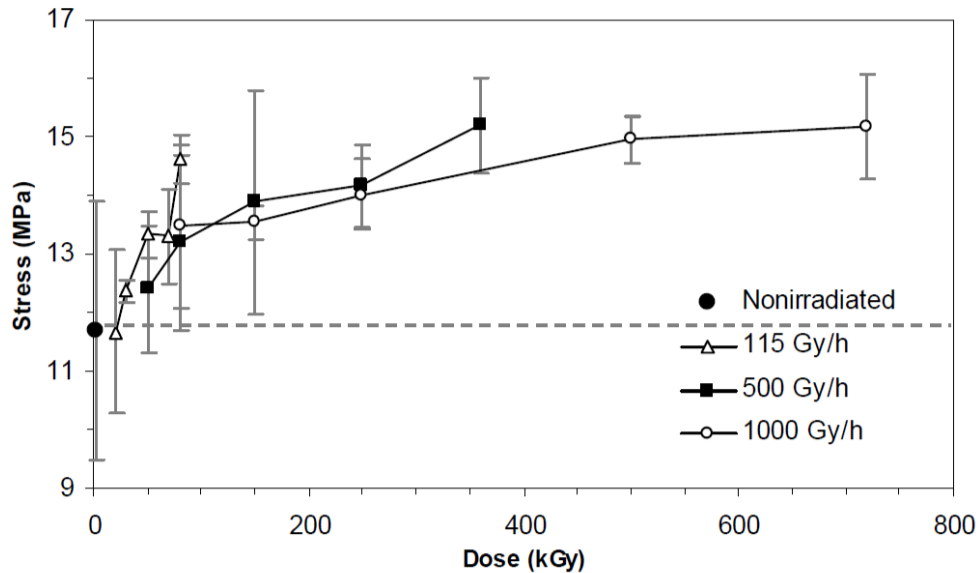
- Űrkutatás
  - NASA
    - RADIATION EFFECTS DESIGN HANDBOOK (1971)
    - NUCLEAR AND SPACE RADIATION EFFECTS ON MATERIALS (1970)
- Nukleáris ipar
  - Szigetelő anyagok,
  - Kábelek
  - Tömítések

Gamma dose, rad (Si) (1 rad =  $10^{-2}$  J/kg)





# HDPE - folyáshatár



**Figure 2:** Yield stress of irradiated samples from compression tests as a function of dose and dose rate. Error bars indicate the 95% confidence interval.

# Sugár-polimerizáció

- Ionizáló sugárzással indukált polimerek előállítása monomer oldatokból
  - Poly(2-hydroxyethyl acrylate-co-ethyleneglycol dimethacrylate) monoliths synthesized by radiation polymerization in a mold, Barbara Beiler, Arpad Vincze, Frantisek Svec, Agnes Safrany (Polymer 48 (2007) 3033-3040)
  - Extractive-scintillating resin produced by radiation polymerization, A.Vincze, et.al. (Radiation Physics and Chemistry 76 (2007) 1395–1398)

# Ionizáló sugárzások egyéb nem-ionizációs hatásai

- Hőtani – hővezetés, melegedés
  - Sugárforrás szállító konténer külső felületet (40-50 °C)
  - „Fiatal” kiégett fűtőelem – folyamatosan hűteni kell
- Optikai – átláthatóság
  - üvegek „mesterséges színezése”
  - „gemstone”

