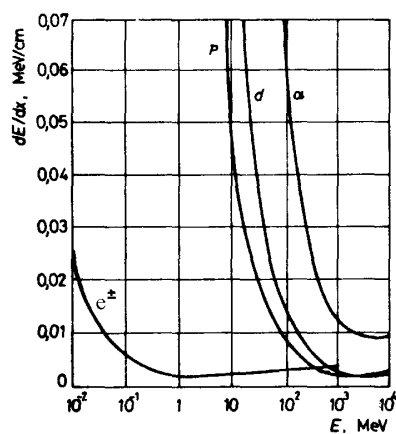


Alkalmazások

Ionizáló sugárzások anyagszerkezeti hatásai

86

Lineáris energiaátadás (LET)



elektron/pozitron
proton, p (${}^1\text{H}^+$)
deuteron, d (${}^2\text{H}^+$)
alfa részecske, α (${}^4\text{He}^{2+}$)

$$dE/dx \approx 1/v^2$$

levegő

87

Dozimetria

Az anyagban a sugárzás hatására bekövetkező változás az anyagnak átadott energia következménye

Az átadott energia mértéke a DÓZIS:

$$D = \frac{\Delta E}{m} \quad \frac{\text{J}}{\text{kg}}, \text{ Gray, Gy}$$

Pontszerű sugárforrás

$$D = k \frac{At}{R^2}$$

88

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)

89

Tipikus következmények

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

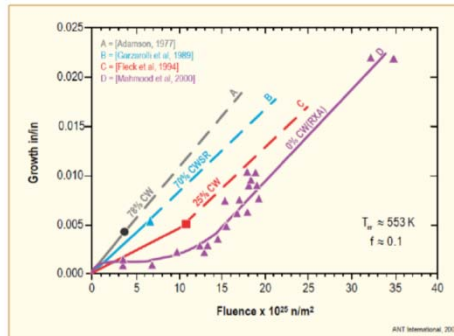
90

Példa: nukleáris ipar

- Atomreaktor tartályok - rozsdamentes acél**
- jelentős neutron sugárterhelés
 - jellemzése: atomonkénti kilökődés gyakorisága
(displacement per atom, dpa)
 - könnyűvízes (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

91

Zr-ötvözetek



CW - hidegen megmunkált
RXA - átkristályosított
SR - feszültség mentesített

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

Forrás: Ronald Adamson, Malcolm Griffiths, Charles Patterson: Irradiation Growth of Zirconium Alloys - A Review, December 2017 Advanced Nuclear Technology International, Spinnerivägen 1, Mellersta Fabriken plan 4, 448 51 Tollerød, Sweden

Ionizáló sugárzások ionizációs hatásai

*Töltések szétválása

- vezetőképesség változás (félvezetők, diódák, HPGe)
- fémek kevésbé érzékenyek a delokalizált elektronok miatt

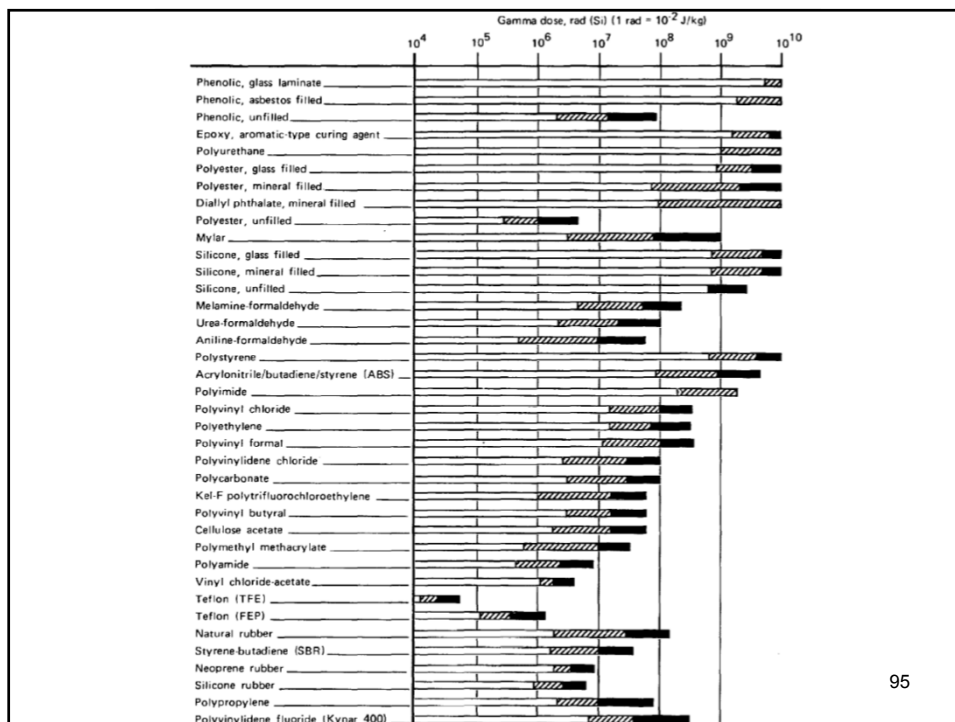
*Kovalens kötések felbomlása, keletkezése

- 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

94



95

HDPE - folyáshatár

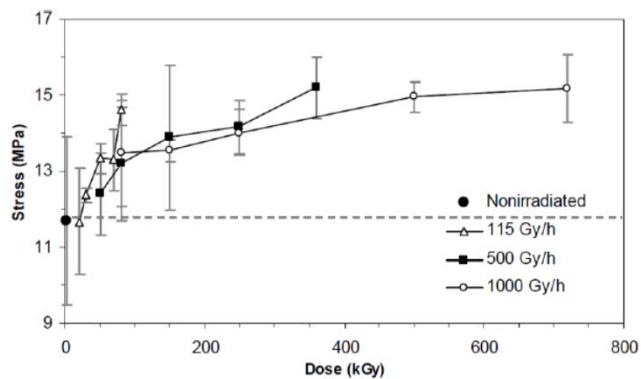


Figure 2: Yield stress of irradiated samples from compression tests as a function of dose and dose rate. Error bars indicate the 95% confidence interval.

Forrás: S. S. Cota, V. Vasconcelos, M. Senne Jr., L. L. Carvalho, D. B. Rezende and R. F. Côrrea
Brazilian Journal of Chemical Engineering, Vol. 24, No. 02, pp. 259 - 265, April - June, 2007

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)
- „Fiatál” kiégett fűtőelem - folyamatosan hűteni kell

Optikai - átláthatóság

- üvegek „mesterséges színezése”
- „gemstone”



98

További ajánlott irodalom

- A. Bhattacharya: Radiation and industrial polymers. Prog. Polym. Sci. 25 (2000) 371-401
- IAEA-TECDOC-1420 (2004): Advances in radiation chemistry of polymers
Degradation effects in polymers

99