

26. Bubalo, V.: *Magistarski rad*, Stomatološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu, 2000.
27. Bubalo, V. et al.: *Influence of accelerated ageing on methacrylate based denture resins heterogeneity as viewed by ESR-spin-probe method*, Polymer International, 54(2005), 848-853.
28. Vekšli, Z., Andreis, M., Rakvin, B.: *ESR spectroscopy for the study of polymer heterogeneity*, Progress in Polymer Science, 25(2000)7, 949-986.
29. Vojta, D., Vekšli, Z.: *Slobodni volumen u polimernim sustavima*, Polimeri, 28(2007)2, 84-97.
30. Sato, T. et al.: *Effect of degradation of denture base resin on bond strength to relining resins*, Dental Materials Journal, 26(2007)1, 89-95.
31. May, K. B. et al.: *Color stability: Denture base resins processed with the microwave method*, Journal of Prosthetic Dentistry, 76(1996)6, 581-589.
32. Lin, C. T. et al.: *Degradation of repaired denture base materials in simulated oral fluid*, Journal of Oral Rehabilitation, 27(2000), 190-198.
33. Grassie, N.: *Polymer degradation and electron spin resonance spectroscopy*, Pure and Applied Chemistry, 16(1968), 389-402.
34. Charlesby, A.: *Atomic Radiation and Polymers*, Pergamon Press, Oxford, 1960.
35. Hill, D. J. T., Whittaker, A. K.: *Radiation Chemistry of Polymers, Encyclopedia of Polymer Science and Technology*, John Wiley and Sons, Baltimore, 2005.
36. Rånby, B., Rabek, J. F.: *ESR spectroscopy in polymer research*, Springer Verlag, New York, 1977.
37. Vekšli, Z., Čulin, J.: *Primjena elektronske spinske rezonancije u istraživanju polimera*, Polimeri, 23(2002)4-5, 83-102.
38. O'Donnell, J. H., Pomery, P. J.: *ESR studies of degradation in polymers. I. Gamma irradiation of poly(styrene-co-methyl methacrylate) at 77 K*, Journal of Polymer Science, Polymer Symposia, 55(2007), 269-278.
39. Lin, Y. S. et al.: *ESR studies of high dose gamma-irradiated poly(methyl methacrylate)*, Materials Chemistry and Physics, 78(2003)3, 847-851.
40. Silva, P. et al.: *Study of the gamma irradiation effects on the PMMA/HA and PMMA/SW*, Radiation Physics and Chemistry, 79(2010)3, 358-361.
41. Hussain, R., Mohammad, D.: *A study of the gamma radiation induced molecular weight changes in poly(phenyl methacrylate), poly(methyl methacrylate) and their copolymers*, Radiation Effects and Defects in Solids, 138(1996)3-4, 327-334.
42. Lee, E. H., Rao, G. R., Mansur, L. K.: *LET effect on cross-linking and scission mechanisms of PMMA during irradiation*, Radiation Physics and Chemistry, 55(1999)3, 293-305.
43. Suarez, J. C. M. et al.: *Influence of gamma-irradiation on poly(methyl methacrylate)*, Journal of Applied Polymer Science, 85(2002)4, 886-895.
44. Memon, M. S., Yunus, N., Razak, A. A. A.: *Some mechanical properties of a highly cross-linked, microwave-polymerized, injection-molded denture base polymer*, International Journal of Prosthodontics, 14(2001)3, 214-218.
45. Pionteck, J. et al.: *Characterisation of radiation behaviour of polyethylene/polymethacrylates interpenetrating polymer networks*, Polymer, 41(2000)22, 7915-7923.
46. Kochumalayit, J. J. et al.: *Focused ion beam irradiation- morphological and chemical evolution in PMMA*, Surface and Interface Analysis, 41(2009)5, 412-420.
47. Rubiolo, G. H. et al.: *Characterization of gamma-irradiated polymethyl methacrylate by means of mechanical properties and positron annihilation lifetime spectroscopy*, Physical Review B – Condensed Matter, 60(1999)6, 3792-3798.
48. Al-Qaradawi, Y. et al.: *Gamma irradiation effects on polymethyl methacrylate*, Physica Status Solidi (c), 4(2007)10, 3727-3730.
49. Smolyanskii, A. S. et al.: *Macroscopic manifestations of radiation damages localization in poly(methyl methacrylate)*, Radiation Physics and Chemistry, 46(1995)4-5, 885-888.
50. Lu, K. P., Lee, S.: *Hardness of irradiated poly(methyl methacrylate) at elevated temperatures*, Journal of Applied Physics, 90(2001)4, 1745-1749.
51. Sousa, A. R., Araujo, E. S., Rabello, M. S.: *The ESC behaviour of a toughened PMMA after exposure to gamma radiation*, Journal of Materials Science, 44(2009)4, 1035-1044.
52. Bubalo, V.: *Doktorska disertacija*, Stomatološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu, 2010.
53. Launey, M. E., Ritchie, R. O.: *On the fracture toughness of advanced materials*, Advanced Materials, 21(2009), 2103-2110.
54. Caruso, M. M. et al.: *Mechanically-induced chemical changes in polymeric materials*, Chemical Reviews, 109(2009)11, 5755-5798.

DOPISIVANJE / CONTACT

Dr. sc. Vatroslav Bubalo, dr. med. dent.
 Klinički zavod za stomatološku protetiku
 Klinička bolnica Dubrava
 Av. G. Šuška 6, HR-10000 Zagreb, Hrvatska / Croatia
 E-pošta / E-mail: vbubalo@kbd.hr

Stoljeće nehrđajućeg čelika*

Priredila: Đurđica ŠPANIČEK

Godina 1912. označila je trijumfalan dolazak nove vrste čeličnog materijala, nehrđajućeg čelika. Materijal je razvijen u čeličani *Friedrich Krupp* u Essenu, Njemačka, gdje je profesor B. Straus eksperimentirao između 1908. i 1910. s čelicima koji su sadržavali krom ili krom/nikal. Dotadašnji pokušaji bili su neuspješni jer nisu postignuta zadovoljavajuća mehanička svojstva.

U siječnju 1909. profesorov suradnik E. Maurer započeo je nova fizička, kemijska i metalurška ispitivanja te je napokon 1912. uspio. U eksperimentu pod oznakom *Versuch 2A* proizveo je slitinu s 8 % nikla i 18 % kroma uravnoteženih sa željezom. Njegov se čelik pokazao potpuno postojan na hrđanje i dodatno je bio postojan na toplinu i kiseline.

Postavljeno je pitanje fizikalnih svojstava novoga nehrđajućeg čelika, ali su B. Straus i E. Maurer i na to odgovorili. Potvrdili su da nehrđajući čelik ima svojstva vrlo slična polaznom čeliku u pogledu tvrdoće, žilavosti i elastičnosti.

U rujnu 1912. B. Straus potpisao je svoj drugi patent za toplinski postojan čelik i dva patenta za nehrđajuće čelike. U listopadu su formulari predani preko *Kruppova* patentnog ureda, ali su u formularima ignorirana imena pronalazača te ih je potpisao Clemens Pasel, činovnik u Kruppovu patentnom uredu. Tako su prijave u povijesti zabilježene kao *Pasel-patenti*. Pod tim su nazivom službeno zaprimljeni u veljači 1918. u *Njemački carski patentni ured* (nj. *Deutsches Reichs Patent, DRP*) pod brojem 304 126, kategorija 18b, skupina 20.

Krupp je uskoro pokrenuo velik i unosan posao s nehrđajućim čelikom diljem svijeta. Primivši 5 000 maraka u znak zahvalnosti, E. Maurer bio je toliko povrijeđen i razočaran da je sav novac potrošio tijekom jedne večeri s društvom u baru.

* Teborg, G. et al.: *Nickel & Stainless*, Recycling International, October 2012, 86-89.