

MOŽNOSTI POUŽITIA METÓD CHÉMIE VYSOKÝCH ENERGIÍ  
NA OCHRANU ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA



SK96K0089

Jozef Kuruc

*Katedra jadrovej chémie, Prírodovedecká fakulta,  
Univerzita Komenského, 84215 Bratislava*

V súčasnosti čoraz väčší význam nadobúda vývoj nových metód na odstraňovanie polutantov zo zložiek životného prostredia. Okrem klasických metód čistenia sa vyvíjajú a sú aplikované aj metódy s využitím poznatkov chémie vysokých energií, čiže metódy s využívaním radiačnochemických, fotochemických, plazmochemických a sonochemických reakcií, prípadne ich kombinácií s inými metódami, napr. chemickými a biologickými. Spoločnou črtou metód chémie vysokých energií je premena polutantov na iné chemické formy, ktoré sú biologicky ľahšie odbúrateľné, prípadne dochádza k úplnej degradácii látky.

Cieľom tohoto prehľadu je poukázať na možnosti využitia metód chémie vysokých energií na ochranu životného prostredia.

**Radiačnochemické metódy čistenia**

Radiačné spracovanie patrí do skupiny fyzikálno-chemických metód, ktoré sú používané na riešenie jedného z najdôležitejších problémov súčasnej ekológie - ochrany základných prvkov biosféry: vzduchu, vody a pôdy pred odpadmi bytového hospodárstva a priemyselnej činnosti ľudstva. Primárnymi procesmi sú ionizácia a excitácia molekúl (t.j. molekúl prostredia a prebieha úplná degradácia odpadov alebo transformovanie molekúl polutantov do formy, ktorú možno odstrániť z čisteného prostredia, prípadne vznikajúce produkty sú ľahko biodegradovateľné.

Táto metóda čistenia, spracovania a dezinfekcie vo väčšine prípadov nevyžaduje pridávanie značných množstiev aditív chemických reagentov. Umožňuje aj obmedziť vypúšťanie škodlivých exhalátov do atmosféry (ktoré vznikajú pri spaľovaní odpadov alebo uhlia). Preto radiačná metóda spracovania odpadov je prijateľou metódou pre ekológiu. Môže pomôcť ochrániť prirodzenú rovnováhu v biosfére a umožňuje vylúčiť vznik veľkého množstva toxických a kancerogénnych zlúčenín.

Radiačnému spracovaniu odpadov bolo venované niekoľko špecializovaných konferencií<sup>1-6</sup> a boli publikované prehľady venované napríklad radiačnému zneškodňovaniu kvapalných odpadov,<sup>7</sup> čisteniu vody od organických polutantov,<sup>8,9</sup> dezinfekcii vody žiarením,<sup>10</sup> problémom vzťahu radiačnej chémie a ochrane životného prostredia.<sup>11</sup> Okrem toho bolo publikovaných aj niekoľko kníh venovaných radiačnému čisteniu vody,<sup>12</sup> radiačne-polymerizačnému spracovaniu priemyselných výtokov,<sup>13</sup> radiačnej dezinfekcii prírodných a odpadových vôd,<sup>14</sup> radiačnému spracovaniu odpadových vôd poľnohospodárskych komplexov,<sup>15</sup> technológii radiačného čistenia odpadových vôd,<sup>16,17</sup> čisteniu výpustných plynov<sup>18,19</sup> a obecným problémom použitia ionizujúceho žiarenia na čistenie odpadov.<sup>20,21</sup> Bolo navrhované aj použitie ionizujúceho žiarenia na čistenie odpadových vôd znečistených povrchovoaktívnymi látkami,<sup>22-24</sup> z ktorých viaceré sú biologicky nedegradovateľné. Pomerne dobré je preskúmané radiačné čistenie fenolových vôd<sup>25</sup> a je navrhované aj použitie  $\gamma$ -žiarenia na čistenie vody znečistenej nitrobenzénom<sup>26</sup> iné.

#### **Fotochemické metódy čistenia**

Pri fotochemickej metóde sa využíva energia fotónov

viditeľného (VIS) resp. ultrafialového svetla (UV) na chemickú transformáciu, resp. degradáciu polutantov.

Fotochemické metódy čistenia možno rodeliť do troch hlavných skupín: je to buď priame pôsobenie svetelného žiarenia,<sup>27</sup> alebo sensibilizované pôsobenie,<sup>28</sup> pri ktorom sa využíva iná látka ako sensibilizátor (absorbuje svetelnú energiu a odovzdáva ju látke, ktorú je potrebné degradovať), resp. fotokatalytické metódy deštrukcie polutantov.<sup>29-31</sup> Ako katalyzátory sa často používajú látky polovodičového typu, ako sú oxidy a sulfidy kovov, z nich sa ukazuje ako najperspektívnejší oxid titaničitý  $\text{TiO}_2$ .<sup>32</sup> Ďalšími perspektívnymi fotokatalyzátormi sú komplexné zlúčeniny kovov, u ktorých možno využiť fotoprenos elektrónu.<sup>33</sup> Fotochemické metódy sú často kombinované s ďalšími metódami (napr. prevzdušňovanie, ozonizácia, pridávanie peroxidu vodíka a ďalšie), tzv. "advansované" fotochemické metódy, pričom v poslednom čase sa prejavuje snaha o využitie solárnej energie.<sup>34</sup>

#### **Plazmochemické metódy čistenia**

Merná hustota energie v plazme je obecné tak veľká, že sa v nej realizujú procesy, ktoré zahŕňajú zložitý komplex fyzikálnych, fyzikálnochemických a chemických procesov. Tieto procesy sa vyznačujú nerovnovážnosťou, nestabilitou, nestacionárnosťou a nelinearitou.<sup>35</sup> Plazmochemické procesy taktiež možno aplikovať na čistenie, napr. výpustných plynov<sup>36</sup> a rádioaktívnych<sup>37</sup> a iných odpadov.<sup>38</sup>

#### **Sonochemické metódy čistenia.**

Pri iniciovaní sonochemických reakcií sa využíva jav akustickej kavitácie, pri ktorej v roztoku vznikajú vysoké teploty (niekoľko tisíc °K) a vysoké tlaky, (napr. pre vodu až

4200 K a 975 bar),<sup>39</sup> v dôsledku čoho sú iniciované radikálové reakcie a vznikajú aj excitované stavy, čo možno využiť nielen na syntetické účely,<sup>40</sup> ale aj na sonochemickú deštrukciu polutantov.<sup>41-43</sup>

#### Literatúra:

1. *Proc. Symp. on Radiation for a Clean Environment*, Munich, 17-21 March 1975, IAEA, Vienna, 1975.
2. *Tez. dokl. Vsesojuz. konf. po teoret. i prikladnoj radiacionnoj chimii*, Obninsk 23-25 okt. 1984, Nauka, Moskva, 1984.
3. *Proc. of The 6th Int. Meeting on Radiation Processing*, Ottawa, 1986. *Rad. Phys. Chem.*, 31, No 1-3, 1988.
4. *Proc. of The 7th Int. Meeting on Radiation Processing*, Amsterdam, 1988. *Rad. Phys. Chem.*, 35, No 1-3, 1990.
5. *Tez. dokl. II Vsesojuz. konf. po teoret. i prikladnoj radiacionnoj chimii*, Obninsk 23-25 okt. 1990, NIITECHIM, Moskva, 1990.
6. *Applications of Isotopes and Radiation in Conservation of the Environment. Proceedings of a Symposium*, Karlsruhe, 9-13 March, 1992, IAEA, Vienna, 1992.
7. Shubin V.N., Brusenceva S.A., Vysotskaya N.A. *Chim. Vys. Energ.* 19, 338-346, 1985.
8. Čech R. *Acta F. R. N. Univ. Comen. - Formatio et protectio naturae*, I, 97-101, 1976.
9. Tölgyessy P. *J. Radioanal. Nucl. Chem., Articles*, 140, 323-330, 1990.
10. Miyata T. *Yosui To Haisui* (in Japanese), 32, 340-346, 1990; *INIS*: 2122 097444.
11. Ermakov A.N., Tarasova N.P., Bugaenko L.T. *Chim. Vys. Energ.*, 25, 493-504, 1991.

12. Dolin P.I., Šubin V.N., Brusenceva S.A. *Radiacionnaja očistka vody*. Nauka, Moscow, 1973.
13. Šubin V.N., et al. *Radiacionno-polymerizacionnaja očistka proizvodstvennyh stokov*. Atomizdat, Moscow, 1979.
14. Šubin V.N., et al. *Radiacionnaja dezinfekcia prirodných i stočnych vod*. Energoatomizdat, Moscow, 1985.
15. Vysotskaja N.A. et al. *Radiacionnaja obrabotka stočnych vod životnovodčeskich komplexov*. Uražaj, Minsk, 1981.
16. Džagacpanjan P.V., et al. *Technologija radiacionnoj očistki stočnych vod*. Energoatomizdat, Moscow, 1981.
17. Osipov V.V., Tal'roze V.L., Trofimov, *Chim. Vys. Energ.* **19**, 483, 1985.
18. Baranova R.B., et al. *Vybrosnyje gazy i ich radiacionno-chimičeskaja očistka*. Energoatomizdat, Moscow, 1981.
19. Džagacpanjan P.V., Emeľjanov V.T. *Technologija radiacionno-chimičeskich proizvodstv v gazovoj faze*. Energoatomizdat, Moscow, 1982.
20. Pikaev A.K. *Sovremennaja radiacionnaja chimija. Tvjordoje telo, polimery i prikladnye aspekty*, Nauka, Moscow, 1987. s.369-389.
21. Pikaev A.K. *Chim. Vys. Energ.* **28**, 5-16 (1994).
22. Rohrer D.M. *Proc. Symp. on Radiation for a Clean Environment*, IAEA, Vienna, 241-247, 1975.
23. Rajec P., a i. *Acta F. R. N. Univ. Comen. - Formatio et protectio naturae*, **V**, 69-77, 1979.
24. Kabakči S.A. et al., *Chim. Vys. Energ.*, **25**, 15-21 (1991).
25. Macášek F. et al. *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, **191**, 129-143 (1995).
26. Kuruc J. et al. *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, **183**, 99-107 (1994).

27. Buser H.-R. *Chemosphere*, **17**, 889-903 (1988).
28. Getoff N. *Radiat. Phys. Chem.*, **37**, 673-680 (1991).
29. Schiavello M. (Ed.), *Photochemistry, Photocatalysis and Photoreactors. Fundamentals and Developments*, Reidel, Dordrecht, 1985.
30. Pelizzeti E., Serpone N. (Eds.), *Homogeneous and Heterogeneous Photocatalysis*, Reidel, Dordrecht, 1986.
31. Schiavello M. (Ed.), *Photocatalysis and Environment. Trends and Applications*. Kluwer, Dordrecht, 1988.
32. Alberici R.M., Jardim W.F.: *Wat. Res.* **28**, 1845-1849 (1994).
33. Horváth O., Stevenson K.L. *Charge Transfer Photochemistry of Coordination Compounds*. VCH Publ., N. Y., 1993.
34. Klausner J.F. et al. *J. Solar Energy Engineering* **116**, 19-24 (1994).
35. Polak L.S, Lebedev Ju.A. (Red.). *Nizkotemperaturnaja plazma. T. 3. Chimija plazmy*. Nauka, Novosibirsk, 1991.
36. Morimune T., Ejiri Y., Tsukakoshi T. *Exp. Therm. Fluid Sci.* **8**, 175-180 (1994).
37. McCulla W.H., French D.M. *NATO ASI Ser., Ser. G* 1993, 34(Non-thermal Plasma Techniques for Pollution Control, Pt. A), 33-42.
38. Urano K., Kimura Ch. *Shigen Kankyo Taisaku*, **30**, 609-617 (1994); *CA* 121: **116 284s**.
39. Lorimer J.P., Mason T.J. *Chem. Soc. Rev.* **16**, 239 (1987).
40. Mason T.J. *Practical Sonochemistry*. Ellis Horwood, N.Y., 1991.
41. Bhatuagar A. et al. *Environ.Sci.Technol.* **28**, 1481 (1994).
42. Cheung H.M. et al. *Environ.Sci.Technol.* **28**, 1619 (1994).
43. Furugori T. et al. *Hyomen Gijutsu*, **45**, 735 (1994).