



DOI: 10.15587/2706-5448.2023.273349

DEVELOPMENT OF A KINETIC MODEL OF MAGNETITE LEACHING

pages 6–9

Andriy Kontsevoy, PhD, Associate Professor, Department of Inorganic Technology, Water Purification and General Chemical Technology, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine, e-mail: kontsev@xtf.kpi.ua, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1753-416X>

The object of the research is the process of magnetite leaching with nitric acid solutions, and the subject of the research is the mathematical justification of the kinetic model and the calculation of kinetic parameters.

The article considers the case of leaching in the kinetic region, while magnetite is considered as a polydispersity material of spherical shape. It is proposed to use the distribution function of the number of particles N by their radius r in the form $N=a \cdot r^b$, where a and b are constants. This distribution was used to derive the equation for the rate of the process W , taking into account the change in the surface of the particles depending on the degree of leaching α : $W=d\alpha/d\tau=K^* \cdot (1-\alpha)^m \cdot ((C_0(\gamma-\alpha)/\gamma))^n$, where K^* is the rate constant; m and n are the order of solid material and nitric acid, respectively; C_0 and γ are the initial concentration of nitric acid and its stoichiometric excess. The order m is defined as $m=(b+2)/(b+3)$, at $b \rightarrow \infty$ the order $m \rightarrow 1$. When $b=0$, $m=2/3$ is the case of the equation for a shrinking sphere. An algorithm for calculating kinetic parameters in the Excel is proposed. Experimental dependences of the degree of transformation α on time τ are approximated by a third-order equation; by differentiating the obtained equation, the values of the velocity $W_{exp}=d\alpha/d\tau$ at individual points are calculated. After the logarithm of the above equation, there is the expression ($\gamma=1$): $\ln(W_{exp})=\ln(K^*)+m \cdot \ln(1-\alpha)+n \cdot \ln(C_0(1-\alpha))$.

With the help of the «LINEST» function in Excel, for a temperature of 373 K, the values of the order of $m=0.93$ and $n=1.29$ and the rate constant $K^*=0.08$ were obtained. Calculation of kinetic parameters for different temperatures takes into account the dependence of the rate constant on temperature: $\ln(W_{exp})=\ln k_0 - E/R \cdot 1/T + m \cdot \ln(1-\alpha) + n \cdot \ln(C_0(1-\alpha))$.

As a result of the calculations, the values $n=0.83$; $m=1.2$; $E/R=-10402$; $\ln k_0=25.09$ were obtained. The value of the multiplier $k_0=\exp(\ln k_0)=7.88 \cdot 10^{10}$, the activation energy $E=-8.31 \cdot E/R=-86440$ J/mol, the total reaction order $n+m=2.03$ was calculated. The obtained kinetic parameters were used to determine the calculated values of the rate W . The average relative error between the experimental and calculated values of the leaching rates is 10 %. The proposed method of processing experimental data using a mathematical leaching model can be used for any leaching process.

Keywords: leaching, magnetite, distribution function of the number of particles by radius, kinetic equation, reaction order, activation energy.

References

1. Ekmeçyapar, A., Aktaş, E., Künkül, A., Demirkıran, N. (2012). Investigation of Leaching Kinetics of Copper from Malachite Ore

in Ammonium Nitrate Solutions. *Metallurgical and Materials Transactions B*, 43 (4), 764–772. doi: <https://doi.org/10.1007/s11663-012-9670-2>

2. Ekmeçyapar, A., Demirkıran, N., Künkül, A., Aktaş, E. (2015). Leaching of malachite ore in ammonium sulfate solutions and production of copper oxide. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, 32 (1), 155–165. doi: <https://doi.org/10.1590/0104-6632.20150321s00003211>
3. Habbache, N., Alane, N., Djerad, S., Tifouti, L. (2009). Leaching of copper oxide with different acid solutions. *Chemical Engineering Journal*, 152 (2–3), 503–508. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ccej.2009.05.020>
4. Nazarov, Kh. M., Mirsaidov, I. U., Rakhmatov, N. N. (2015). *Kinetika protsesa vishchelachivaniia supeschanykh uransoderzhashchikh pochv*. Agentstvo po iadernoi i radiatsionnoi bezopasnosti AN Respubliki Tadjikistan. Available at: https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/49/039/49039294.pdf
5. Rao, M. D., Singh, K. K., Morrison, C. A., Love, J. B. (2021). Optimization of process parameters for the selective leaching of copper, nickel and isolation of gold from obsolete mobile phone PCBs. *Cleaner Engineering and Technology*, 4, 100180. doi: <https://doi.org/10.1016/j.clet.2021.100180>
6. Marinich, O. V., Karpenko, R. O., Koliabina, I. L., Kuzenko, S. V. (2014). Vyluhovuvannia vazhkykh metaliv iz vidkhodiv khvostokskhovysch urano pererobnoi promyslovosti. *Visnyk NTUU «KPI imeni Ihoria Sikorskoho». Seriya: Khimichna inzheneriia, ekolohiia ta resursozberezhennia*, 1, 60–65.
7. Tanaydın, M. K., Demirkıran, N. (2018). Investigation of selective leaching and kinetics of copper from malachite ore in aqueous perchloric acid solutions. *Separation Science and Technology*, 54 (5), 815–827. doi: <https://doi.org/10.1080/01496395.2018.1512619>
8. Dubenko, A. V., Nikolenko, M. V., Akseenko, E. V., Kostyniuk, A., Likozar, B. (2020). Mechanism, Thermodynamics and Kinetics of Rutile Leaching Process by Sulfuric Acid Reactions. *Processes*, 8 (6), 640. doi: <https://doi.org/10.3390/pr8060640>
9. Belogur, I. S., Savenkov, A. S., Barkatova, S. S., Ratushnaia, L. N. (2008). Opređenje kineticheskikh parametrov azotnokislitnogo vishchelachivaniia iz nizkosortnykh fosforitov Ukrainy. *Komp'uterne modeliuвання v khimii ta tekhnologiiakh*. Cherkasi: ChDTU, 74–76. Available at: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/19502>
10. Rygaert, J., Saelemaekers, J., van Tiggelen, A. (2010). Lixiviation Oxydante du Sulfure de Cuivre. *Bulletin Des Sociétés Chimiques Belges*, 68 (1–3), 19–29. doi: <https://doi.org/10.1002/bscb.19590680103>
11. Pivovarov, O. A., Vorobiova, M. I., Vasylenko, I. A. (2013). Matematychno modeliuвання kinetyky vyluhovuvannia zolota z rudnykh kontsentrativ rozchynamy, vyhotovlenymy na osnovi plazmokhimichno obroblenoi vody. *Pratsi Odeskoho politekhnichnogo universytetu*, 3 (42), 257–262.

DOI: 10.15587/2706-5448.2023.274629

INCREASE OF CRACKING RESISTANCE OF CERAMIC MASSES OF LOW-PLASTIC CLAY

pages 10–15

Irina Subbota, PhD, Associate Professor, Department of Chemical Technology of Ceramics and Glass, National Technical University of

Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1581-8513>

Larysa Spasonova, PhD, Associate Professor, Department of Chemical Technology of Ceramics and Glass, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine, e-mail: L_Spasonova@kpi.ua, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7562-7241>

Anastasia Sholom, Department of Chemical Technology of Ceramics and Glass, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2043-5389>

The object of research is the physical and chemical processes of forming the structure and properties of ceramic masses based on local low-melting clay raw materials of the Kyiv region of Ukraine by adjusting the chemical and mineralogical composition and technological regimes.

Building ceramic materials are durable, ecological and natural. They provide increased comfort of buildings due to the creation of a favorable temperature and humidity climate of the premises. When using low-melting raw materials in production, there is a need to develop ways and methods to improve the quality of building ceramics. The efficiency of the manufacture of ceramic products largely depends on the processes that occur during drying. This is of crucial importance and affects the quality of finished products and accounts for 10–12 % of the total cost of finished products.

Polymineral clay compositions with the addition of natural mineral raw materials are mainly used for the production of construction materials. For effective use of these materials, it is necessary to study their technological properties. Therefore, the question of researching masses based on low-melting clays with high sensitivity to drying, and the use of zeolite-containing mineral rock as an admixture is relevant. This will allow expanding the nomenclature of building ceramics products. Modern physico-chemical and physico-technological methods of research of raw materials and masses based on them during drying were used to solve the task of obtaining ceramic material from local raw materials with the use of a non-deficient natural additive of zeolite-containing rock as an admixture. The conducted studies indicate that the addition of zeolite-containing rock can be used to improve the drying properties of ceramic masses based on low-melting clays. Adding admixture of zeolite-containing rock also increased the compressive strength of finished products, which ensures defect-free transportation of products to other technological operations.

Keywords: ceramic materials, clay raw materials, zeolite, drying, mechanical strength, siliceous materials, building ceramics.

References

- Dole, M. (2021). *Ceramic Technology Diploma&Engineering MCQ. Objective question answers*. India, 107.
- Shestakov, V. L. (2002). *Tekhnolohiia keramichnykh stinovykh i lytsiuvalnykh materialiv*. Rivne: UDUVHiP, 243.
- Zaccaron, A., de Souza Nandi, V., Dal Bó, M., Arcaro, S., Bernardin, A. M. (2022). The behavior of different clays subjected to a fast-drying cycle for traditional ceramic manufacturing. *Journal of King Saud University – Engineering Sciences*. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jksues.2022.05.003>
- Gömze, L. A., Gömze, L. N., Kurovics, E., Benedek, G. (2019). Conventional Brick Clays as a Challenge of Materials Science – New Explanation of Drying Sensitivities. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 613, 012005. doi: <https://doi.org/10.1088/1757-899x/613/1/012005>
- Mançuhan, E. (2009). Analysis and Optimization of Drying of Green Bricks in a Tunnel Dryer. *Drying Technology*, 27 (5), 707–713. doi: <https://doi.org/10.1080/07373930902827692>
- Terzić, A., Pezo, L., Mitić, V. V. (2016). Optimization of drying through analytical modeling: clays as bonding agents in refractory materials. *Ceramics International*, 42 (5), 6301–6311. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2016.01.018>
- Aungatchart, P., Wada, S. (2009). Correlation between Bigot and Ratzenberger drying sensitivity indices of red clay from Ratchaburi province (Thailand). *Applied Clay Science*, 43 (2), 182–185. doi: <https://doi.org/10.1016/j.clay.2008.08.001>
- Moritz, T., Werner, G., Tomandl, G. (1999). Drying of Ceramic Layers with a Graded Pore Structure. *Journal of Porous Materials*, 6 (2), 111–117. doi: <https://doi.org/10.1023/a:1009675204731>
- Vakalova, T. V., Revva, I. B. (2020). Use of zeolite rocks for ceramic bricks based on brick clays and clay loams with high drying sensitivity. *Construction and Building Materials*, 255, 119324. doi: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.119324>
- Ibrahim, J. E. F. M., Tihtih, M., Gömze, L. A. (2021). Environmentally-friendly ceramic bricks made from zeolite-poor rock and sawdust. *Construction and Building Materials*, 297, 123715. doi: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.123715>
- Paleichuk, V. S., Krupa, V. A., Tkach, V. V. (2000). Specifics of drying of building ceramics made using lubricant-coolant waste. *Glass and Ceramics*, 57 (3-4), 98–100. doi: <https://doi.org/10.1007/bf02681518>
- Vakalova, T. V., Revva, I. B. (2022). Highly porous building ceramics based on «clay-ash microspheres» and «zeolite-ash microspheres» mixtures. *Construction and Building Materials*, 317, 125922. doi: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.125922>
- Wojdyr, M. (2010). Fityk: a general-purpose peak fitting program. *Journal of Applied Crystallography*, 43 (5), 1126–1128. doi: <https://doi.org/10.1107/s0021889810030499>
- Spasonova, L., Subbota, I., Sholom, A. (2021). Devising technology for utilizing water treatment waste to produce ceramic building materials. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (10 (109)), 14–22. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.225256>

DOI: 10.15587/2706-5448.2023.274688

APPLICATION OF PROCESSES STIMULATED BY NONEQUILIBRIUM PLASMA FOR LARGE-TONNAGE DECONTAMINATION OF SOILS

pages 15–22

Stanislav Petrov, Doctor of Technical Sciences, Leading Researcher, Department of Plasma Technology, The Gas Institute of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0373-8003>

Serhii Bondarenko, PhD, Associate Professor, Department of Technology of Inorganic Substances, Water Treatment and General Chemical Technology, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9590-4747>, e-mail: s_g_bondarenko@ukr.net

Masato Homma, Global Energy Trade Co. LTD, Tokyo, Japan, ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-4975-6577>

The object of research is a new, potentially effective and practical process for the decontamination of radioactive soil, based on combination of plasma hydroseparation and plasma activation. The cleaning effect is ensured by the destruction of the bonds of radionuclides with soil particles due to a series of electrophysical discharges at which active particles and shock waves appear. In a designed setup, the process of plasma-chemical treatment is implemented in a plasma cell with a self-sustaining pulsating mode of burning an electric discharge, which occurs in an aqueous solution. The setup realizes a resonant increase in the intensity of shock waves, turbulence and multiple expansion of the core, such that the expansion of the plasma-liquid interface becomes a real basis for scaling up the setup. Regardless of the material of the electrodes and in a wide range of electrical conductivity (measured from 100 to 5,000 $\mu\text{S}/\text{cm}$), the restructuring of the combustion regime is accompanied by an increase in the size and stabilization of the luminous zone, fragmentation of bubbles, and an increase in the rate of their evacuation from the discharge zone. The main factors of such a restructuring are the channel dimensions and temperature of the solution. Various materials of the walls of plasma-chemical reactor have been tested: plexiglass, ceramics and stainless steel with the thickness of 2 mm. The maximum increase in the amplitude of resonance oscillations depends on the cell radius. A dynamic pressure, which in an individual discharge is about 5–15 mm of the water column at the mouth of the discharge, increases to 150–200 mm of the water column at the bottom of the plasma cell at resonance. An increase in efficiency is achieved by an optimal choice of the duration of the current phase and the distance between the electrodes, which is 15–30 mm. The voltage drop is 70–80 % across the spark discharge, the rest falls across the solution. The transition of the discharge to a periodic pulsating current mode with an increase in the temperature of the solution has been found. Tests on a mobile plasma-chemical facility for the process of plasma co-precipitation of radionuclides ^{137}Cs , ^{134}Cs and ^{90}Sr with ferrocyanide sorbents under real conditions of hydroseparation of contaminated soil from fields around the Fukushima Daiichi have shown a decrease in organic substances in water by 40 times, and of radioactivity by 75 times.

Keywords: electric discharge, water solution, electrohydraulic resonance soil decontamination, radionuclides, plasma cell, active particles.

References

- Andriushin, I. A., Iudin, Iu. A. (2010). *Obzor problem obrashcheniia s radioaktivnymi otkhodami i otrabotavshim iadernym toplivom*. Saratov: FGUP «RFIA TC-VNIIEF», 119.
- Seida, V. A., Tcivun, A. P. (2012). Problemnye voprosy obrashcheniia s radioaktivnymi otkhodami na ChAES. *Problemy Chernobyl'skoi zony otchuzhdeniia*, 10, 40–53.
- Evrard, O., Lacey, J. P., Nakao, A. (2019). Effectiveness of landscape decontamination following the Fukushima nuclear accident: a review. *SOIL*, 5 (2), 333–350. doi: <https://doi.org/10.5194/soil-5-333-2019>
- Strategies and Practices in the Remediation of Radioactive Contamination in Agriculture* (2016). Report of a Technical Workshop Vienna, 194.
- The Fukushima Daiichi accident* (2015). Vienna: International Atomic Energy Agency, 5, 218.
- Greenpeace | Fukushima Daiichi 2011–2021* (2021). The decontamination myth and a decade of human rights violations, 47.
- Fujiwara, H., Kuramochi, H., Nomura, K., Maeseto, T., Osako, M. (2017). Behavior of radioactive cesium during incineration of radioactively contaminated wastes from decontamination activities in Fukushima. *Journal of Environmental Radioactivity*, 178–179, 290–296. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2017.08.014>
- IAEA: *Radioactive Waste Management Glossary* (2003). Vienna: IAEA, 54.
- IAEA: *Application of Thermal Technologies for Processing of Radioactive Waste* (2006). IAEA TECDOC 1527, Vienna, 90.
- Decontamination guidelines* (2013). Japanese Ministry of the Environment. Available at: http://josen.env.go.jp/en/policy_document/pdf/decontamination_guidelines_2nd.pdf Last accessed: 14.04.2019
- Japanese Ministry of the Environment: Webpage on Environmental Remediation*. Available at: http://josen.env.go.jp/en/framework/pdf/basic_principles.pdf Last accessed: 14.04.2019
- Nakao, A., Ogasawara, S., Sano, O., Ito, T., Yanai, J. (2014). Radiocesium sorption in relation to clay mineralogy of paddy soils in Fukushima, Japan. *Science of The Total Environment*, 468–469, 523–529. doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.08.062>
- Nishikiori, T., Suzuki, S. (2017). Radiocesium decontamination of a riverside in Fukushima, Japan. *Journal of Environmental Radioactivity*, 177, 58–64. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2017.06.005>
- Parajuli, D., Kitajima, A., Takahashi, A., Tanaka, H., Ogawa, H., Haku-ta, Y. et al. (2016). Application of Prussian blue nanoparticles for the radioactive Cs decontamination in Fukushima region. *Journal of Environmental Radioactivity*, 151, 233–237. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2015.10.014>
- Sakai, M., Gomi, T., Nunokawa, M., Wakahara, T., Onda, Y. (2014). Soil removal as a decontamination practice and radiocesium accumulation in tadpoles in rice paddies at Fukushima. *Environmental Pollution*, 187, 112–115. doi: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2014.01.002>
- Yasutaka, T., Naito, W. (2016). Assessing cost and effectiveness of radiation decontamination in Fukushima Prefecture, Japan. *Journal of Environmental Radioactivity*, 151, 512–520. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2015.05.012>
- Nakayama, S., Kawase, K., Hardie, S., Yashio, S., Iijima, K., McKinley, I. et al. (2015). *Remediation of Contaminated Areas in the Aftermath of the Accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station: Overview, Analysis and Lessons Learned*. Japan Atomic Energy Agency. JAEA-Review, 60.
- Comans, R. N. J. (1997). *Kinetics and reversibility of radiocesium solid/liquid partitioning in sediments*. ECN report number: ECN-RX--97-044, 20.

19. Liu, C., Zachara, J. M., Smith, S. C., McKinley, J. P., Ainsworth, C. C. (2003). Desorption kinetics of radiocesium from subsurface sediments at Hanford Site, USA. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 67 (16), 2893–2912. doi: [https://doi.org/10.1016/s0016-7037\(03\)00267-9](https://doi.org/10.1016/s0016-7037(03)00267-9)
20. Kim, J.-H., Kim, S.-M., Yoon, I.-H., Yang, H.-M., Kim, I. (2021). Novel two-step process for remediation of Cs-contaminated soil assisted by magnetic composites. *Chemical Engineering Journal*, 424, 130554. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cej.2021.130554>
21. Nikolaevskii, V. B., Poluektov, P. P., Arustamov, A. E. (2011). Perspektivy razvitiia tekhnologii dezaktivatsii gruntov. *Bezopasnost iadernykh tekhnologii i okruzhaiushchei sredy*, 4, 114–117.
22. Petrov, S. V., Zabolonov, Y. L., Homma, M. (2021). Study on Plasma-Stimulated Remediation of Radioactively Contaminated Soil. *New Approaches in Engineering Research*, 3, 103–115. doi: <https://doi.org/10.9734/bpi/naer/v3/10209d>
23. Petrov, S. V. (2013). Plazmennaiia ochildka vody i grunta ot tiazhelykh metallov i radionuklidov. *Energotekhnologii i resursoberezhenie*, 5, 38–46.
24. Petrov, S. V., Katircioglu, T. Y. (2020). *Technological Aspects of Steam and Water Plasma*. OmniSkriptum Publishing Group, 481.
25. Koarashi, J., Nishimura, S., Atarashi-Andoh, M., Muto, K., Matsunaga, T. (2019). A new perspective on the ¹³⁷Cs retention mechanism in surface soils during the early stage after the Fukushima nuclear accident. *Scientific Reports*, 9 (1). doi: <https://doi.org/10.1038/s41598-019-43499-7>
26. Rezaei, F., Vanraes, P., Nikiforov, A., Morent, R., De Geyter, N. (2019). Applications of Plasma-Liquid Systems: A Review. *Materials*, 12 (17), 2751. doi: <https://doi.org/10.3390/ma12172751>
27. Šimečková, J., Krčma, F., Klofáč, D., Dostál, L., Kozáková, Z. (2020). Influence of Plasma-Activated Water on Physical and Physical-Chemical Soil Properties. *Water*, 12 (9), 2357. doi: <https://doi.org/10.3390/w12092357>
28. Barjasteh, A., Dehghani, Z., Lamichane, P., Kaushik, N., Choi, E. H., Kaushik, N. K. (2021). Recent Progress in Applications of Non-Thermal Plasma for Water Purification, Bio-Sterilization, and Decontamination. *Applied Sciences*, 11 (8), 3372. doi: <https://doi.org/10.3390/app11083372>
29. Foster, J. E. (2017). Plasma-based water purification: Challenges and prospects for the future. *Physics of Plasmas*, 24 (5), 055501. doi: <https://doi.org/10.1063/1.4977921>
30. Kosenkov, V. M. (2011). Rezonansnye kolebaniia tsilindricheskoi stenki razriadnoi kamery v rezultate elektricheskogo razriada v vode. *Prikladnaia mekhanika i tekhnicheskaiia fizika*, 52 (4), 43–51.

DOI: 10.15587/2706-5448.2023.274763

DEPENDENCE OF CURRENT CONDUCTIVITY OF POLYETHYLENE-GRAPHITE COMPOSITIONS ON THE METHOD OF THEIR MANUFACTURE

pages 23–26

Liubov Melnyk, PhD, Associate Professor, Department of Chemical Technology of Composite Materials, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine, e-mail: luba_xtkm@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5139-3105>

Pavel Chulkin, Postgraduate Student, Department of Physical Chemistry and Technology of Polymers, Silesian University of Technology, Gliwice, Poland, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5038-4864>

The paper presents the results of the study of the dependence of the properties of polymer composites of the linear high-pressure polyethylene (LHPPET) system – graphite fillers of various types: natural GAK-2, thermally expanded (TEG) and with ultrasonic treatment. The test samples contained a filler in a wide concentration range (5–35 wt. %). Samples were manufactured using rolling, pressing and powder technology methods. Electrical resistance was measured by the four-probe potentiometric method at constant current. It is shown that the electrical resistance decreases sharply in a narrow concentration interval of 5–15 wt. % from $6.77 \cdot 10^{10}$ to $4.9 \cdot 10^2 \Omega \cdot m$ (for compositions obtained by rolling), from $10 \cdot 2.96^{10}$ to $1.2 \Omega \cdot m$ (for pressed samples), from $10 \cdot 2.87^9$ to $0.14 \Omega \cdot m$ (for compositions obtained by powder technology). For samples of the LHPPET – GAK2- system, a rapid decrease in electrical resistance is observed at filler concentrations of 30–5 wt. % from $1.36 \cdot 10^{12} \Omega \cdot m$ to $10 \cdot 2.79^2 \Omega \cdot m$. Using thermally expanded graphite with and without ultrasonic treatment (and to a lesser extent GAK2-) it is possible to obtain polymer composite materials (PCM) with volume resistivity ranging from 6.77 to $10 \cdot 1.9^{-3} \Omega \cdot m$. It has been experimentally confirmed that electrical conductivity largely depends on the PCM manufacturing technology. The established dependences of the current conductivity of composites, depending on the manufacturing method, are associated with the corresponding structural differences. These structural differences are manifested in an increase in the number and area of contacts of filler particles – graphite and in a change in the thickness of the layers of the polymer matrix. Dry powder technology is the most effective method of obtaining LHPPET – graphite compositions. The optimal composition of the composition is 25 wt. % TEG and 75 wt. % LHPPET. Directions of practical use of the obtained results can be effectively used in industry and housing and communal economy.

Keywords: thermally expanded graphite, high-pressure linear polyethylene, powder technology, electrical resistance, flow threshold.

References

1. Suberliak, O. V., Bashtannyk, P. I. (2006). *Tekhnolohiia pererobky polimernykh ta kompozytsiinykh materialiv*. Kyiv, 270.
2. Semko, L. S., Chernysh, I. H., Vovchenko, L. L., Matsui, L. Yu. (1991). Elektrofizychni vlastyvyosti kompozytsiinykh materialiv na osnovi polietylenu ta termorozshyrenoho hrafitu. *Plastychni masy*, 8, 20–23.
3. Melnyk, L. I. (2009). *Zakonomirosti formuvannia i zastosuvannia termostiikykh strumoprovodnykh syloksanhrafityovykh materialiv*. Kyiv, 178.
4. Lozitsky, O. V., Vovchenko, L. L., Matzui, L. Y., Milovanov, Y. S., Garashchenko, V. V. (2021). Electrical properties of epoxy composites with carbon nanotubes, mixed with TiO₂ or Fe particles. *Applied Nanoscience*, 11 (6), 1827–1837. doi: <https://doi.org/10.1007/s13204-021-01838-z>
5. Vovchenko, L. L., Matzui, L. Y., Yakovenko, O. S., Lozitsky, O. V., Len, T. A., Oliynyk, V. V. et al. (2022). Electrical and shielding properties of epoxy composites with Ni–C and Co–C core-shell

- nanoparticles. *Physica E: Low-Dimensional Systems and Nanostructures*, 144, 115463. doi: <https://doi.org/10.1016/j.physe.2022.115463>
6. Semko, L. S., Chernysh, I. H., Svyntsytskiy, N. I. (1994). Dynamichni ta mekhanichni vlastyivosti kompozytsiinykh materialiv na osnovi polietylenu ta termorozshyrenoho hrafitu. *Problemy mitsnosti*, 7, 84–91.
 7. Semko, L. S., Chernysh, I. H., Revo, L. S., Dashevskiy, N. M. (1992). Mekhanichni vlastyivosti kompozytsiinykh materialiv na osnovi polietylenu ta termorozshyrenoho hrafitu. *Mekhanika kompozytnykh materialiv*, 3, 307–314.
 8. Semko, L. S., Chernysh, I. H., Aleksiev, O. M., Popov, R. Ye. (1990). Dielektrychni vlastyivosti PENT napovnenoho termorozshyrenym hrafitom. *Plastychni masy*, 2, 16–22.
 9. Mamunia, Ye. P. (2000). Elektrychna ta termichna providnist pomirnykh kompozytsii zdypersnymy napovniuvachamy. *Ukrainskyi khimichnyi zhurnal*, 66 (3), 55–58.
 10. Chernysh, I. H. (1994). Pryrodnyi hrafit ta materialy na yoho osnovi. *Khimichna promyslovist Ukrainy*, 4, 4–8.
 11. Novykov, I. M., Chernysh, I. H. (1994). Suchasni tendentsii vyrobnytstva ta zastosuvannya vuhletsevo-hrafitovykh materialiv v Ukraini. *Khimichna promyslovist Ukrainy*, 4, 2–3.
 12. Melnyk, L. I., Volynets, R. P., Budia, D. O. (2010). Struktura i fizyko-khimichni vlastyivosti pryrodnykh ta termorozshyrenykh hrafitiv. *Naukovi visti NTUU «KPI»*, 6, 141–146.
 13. Stelmakh, O. I., Matsui, L. Yu., Vovchenko, L. L. (2007). Electrical Resistivity of Composite Materials Based on Thermoexfoliated Graphite. *Fizyka i khimiiia tverdoho tila*, 2, 408–413.
 14. Yu, Y., Song, S., Bu, Z., Gu, X., Song, G., Sun, L. (2013). Influence of filler waviness and aspect ratio on the percolation threshold of carbon nanomaterials reinforced polymer nanocomposites. *Journal of Materials Science*, 48 (17), 5727–5732. doi: <https://doi.org/10.1007/s10853-013-7364-z>
 15. Zhang, W., Dehghani-Sanij, A. A., Blackburn, R. S. (2007). Carbon based conductive polymer composites. *Journal of Materials Science*, 42 (10), 3408–3418. doi: <https://doi.org/10.1007/s10853-007-1688-5>
 16. Li, J., Ma, P. C., Sze, C. W., Kai, T. C., Tang, B. Z., Kim, J. K. (2007). Percolation threshold of polymer nanocomposites containing graphite nanoplatelets and carbon nanotubes. *ICCM*. Available at: <http://repository.ust.hk/ir/Record/1783.1-50129>

DOI: 10.15587/2706-5448.2023.275074

USE OF CONSUMER POLYMER C-PET CONTAINERS IN FOOD PRODUCTION TECHNOLOGIES

pages 27–30

Yakov Verkhivker, Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Commodity Science and Customs, Odessa National Technological University, Odessa, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2563-4419>, e-mail: yaverkhivker@gmail.com

Olena Myroshnichenko, PhD, Associate Professor, Department of Commodity Science and Customs, Odessa National Technological University, Odessa, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7376-8008>

Walery Okulicz-Kozaryn, Doctor of Social Sciences, Professor, Nowy Sacz Business School, National-Louis University in Nowy Sacz, Nowy Sacz, Poland, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6486-1369>

Different types of consumer containers are used for food packaging: glass, metal, polymer. Polymer containers are in the greatest demand among consumers, due to such advantages as cheapness, small weight, unlimited range of products and volume, pleasant, bright appearance. In the food industry, hard, semi-hard, soft and other consumer polymer containers are used. To use such packaging in technology with high-temperature heat treatment of food products, it must have a heat-resistant barrier layer. Therefore, the object of research is a polymer combined C-PET container, which consists of a semi-rigid container-tray and a heat-resistant multi-layer polymer soft film for its closure. C-PET packaging is made of barrier polymer materials that ensure its mechanical resistance to high temperatures. Therefore, such containers can withstand high-temperature processing and guarantee the tightness of the package and the microbiological stability of the product during storage. Each polymer material has its own specific indicators of heat resistance. The work solves the problem of using the latest polymeric C-PET containers for long-term storage food products, investigates the conditions for preserving the tightness of the containers during heat treatment, which are ensured by the clogging strength parameter. Different types of polymer films for sealing C-PET packaging with the product are also investigated and their mechanical characteristics are compared. In the course of the study, a standard membrane-compensation method was used to measure the clogging strength or depressurization pressure of the package. The essence of the obtained results: the parameters of the use of different types of polymer films of different types were experimentally determined, on the basis of which the type of film was chosen, which ensures the clogging strength of C-PET containers. The results are explained by the fact that the depressurization pressure value obtained will allow to develop scientifically based thermal modes of sterilization and pasteurization for food products in C-PET containers. This will make it possible in practice for enterprises to apply the same regimes and produce high-quality, biologically stable, safe food products with a long shelf life.

Keywords: polymer packaging, C-PET packaging, heat resistance of polymer films, clogging strength, heat treatment modes.

References

1. Verkhivker, Y., Myroshnichenko, E. (2021). Modern types of polymer containers for canned food. *Tovaroznavchyy Visnik*, 1 (14), 6–17. doi: <https://doi.org/10.36910/6775-2310-5283-2021-14-1>
2. *Pishchevaia upakovka: vidy, tekhnologii proizvodstva i tendentsii razvitiia otrasli*. Available at: <https://www.kp.ru/guide/pishchevaja-upakovka.html> Last accessed: 15.01.2023
3. Nisticò, R. (2020). Polyethylene terephthalate (PET) in the packaging industry. *Polymer Testing*, 90, 106707. doi: <https://doi.org/10.1016/j.polymertesting.2020.106707>
4. Auras, R. A., Singh, S. P., Singh, J. J. (2005). Evaluation of oriented poly(lactide) polymers vs. existing PET and oriented PS for fresh food service containers. *Packaging Technology and Science*, 18 (4), 207–216. doi: <https://doi.org/10.1002/pts.692>
5. *Butylki iz baremogo PET: tekhnologii i rynek* (2020). Available at: http://newchemistry.ru/letter.php?n_id=1617
6. *Poliformaldegidy* (2023). Material Wizard. Available at: <https://materialwizard.com.ua/poliformaldegidy/>

7. *Termoplastichnye poliefiry, polietilenterefalat (PET)*. Plastik technologies. Available at: <https://ptl.by/index.pl?act=PRODUCT&id=44>
8. Benyathiar, P., Kumar, P., Carpenter, G., Brace, J., Mishra, D. K. (2022). Polyethylene Terephthalate (PET) Bottle-to-Bottle Recycling for the Beverage Industry: A Review. *Polymers*, 14 (12), 2366. doi: <https://doi.org/10.3390/polym14122366>
9. *Innovatcionnaia upakovka*. Available at: <https://mega-tray.ru/pack/sealable-trays/cpet>
10. *RR i RR/RE*. Pentaplast. Available at: http://pentaplastspb.ru/pp_pp_pe
11. Allahvaisi, S. (2012). Polypropylene in the industry of food packaging. *Polypropylene*, 978–953.
12. Verkhivker, Ya. G., Miroshnychenko, Ye. M. (2020). Canning food in semi-rigid polymeric and composite containers. *Food Science and Technology*, 2, 111–118. doi: <https://doi.org/10.15673/fst.v14i2.1719>
13. Krylova, V. B., Gustova, T. V. (2010). Innovatcionnye tekhnologii konservirovaniia produktov pitaniia v polimernoii potrebitelskoi tare. *Vse o miase*, 1, 4–7.
14. *Rukovodstvo po razrabotke rezhimov sterilizatsii i pasterizatsii konservov i konservirovannykh polufabrikatov* (2011). Moscow: VNIKOP, 93.

DOI: 10.15587/2706-5448.2023.275236

DETERMINATION OF THE INFLUENCE OF THE SOUND CAPILLARY EFFECT ON THE PROCESS OF SOAKING VEGETABLE RAW MATERIALS IN THE ACOUSTIC EXTRACTOR

pages 31–38

Zhanna Ostapenko, Postgraduate Student, Senior Lecturer, Department of Biotechnology and Engineering, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine, e-mail: zhanna.ost@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0949-9912>

The object of research is the process of liquid movement in capillaries during the extraction of biologically active substances (BAS) from plant raw materials under the action of the sound capillary effect. A characteristic feature of vegetable raw materials is a large number of pores of the capillary type. Penetration of the extractant into the raw material occurs through capillaries and leads to the filling of cells and voids in it. The process of filling the capillaries and cell voids with the extractant can be quite long and significantly increase the extraction time as a whole.

It was established that the penetration of the extractant into the capillaries of plant raw materials is affected by ultrasonic vibrations that cause cavitation. Under the action of cavitation, which occurs in the ultrasonic field, the penetration of the extractant into narrow cavities and crevices is accelerated and deepened. This phenomenon is called the sound capillary effect. The analysis of literary sources showed that there are no data on the study of the conditions for the occurrence of the sound capillary effect and the effect on the speed of movement of liquid in the capillaries of ultrasonic pressure during the BAS extraction from plant raw materials. Numerical modeling was used to study the movement of liquid (extractant) in capillaries during the BAS extraction from plant raw materials under the conditions of ultrasound.

As a result of the conducted research, the conditions for the occurrence of ultrasonic cavitation in the process of BAS extraction from plant raw materials with the most common extractants, such as water and ethanol solutions, were found. The values of the amplitude of the sound pressure of the extractant, which occurs under the conditions of the sound capillary effect directly at the entrance to the capillary, were also found. The dependences of the sound capillary pressure on the diameter of the capillary for the most common extractants have been established. The influence of the sound-capillary effect on the speed of movement of the most common extractants in capillaries of different sizes is determined.

The obtained research results allow to quantitatively evaluate the influence of the sound-capillary effect on the movement of extractants in the capillaries of plant raw materials, on the rate of wetting of plant raw materials and the speed of mass exchange processes during extraction. These results can be used when choosing operating modes of existing and designing new equipment for the BAS extraction from plant raw materials under ultrasound conditions.

Keywords: extraction of biologically active substances, plant raw materials, ultrasound, extractant, sound capillary effect, capillary, cavitation.

References

1. Korobiichuk, I., Melnick, V., Ostapenko, Z., Ruzhynska, L. (2022). Investigation of heat and mass transfer processes in the extraction of vegetable raw materials under the conditions of ultrasound. *22nd SGEM International Multidisciplinary Scientific GeoConference Proceedings 2022, Energy and Clean Technologies*. doi: <https://doi.org/10.5593/sgem2022/4.1/s17.16>
2. Melnyk, V. M., Ruzhynska, L. I., Andruk, M. M. (2017). Ultrazvu-kova dezyntehratsiia roslynnoi syrovyny v tekhnologii otrymannia karotynoidiv. *Internauka*, 18.
3. Martínez-Patiño, J. C., Gullón, B., Romero, I., Ruiz, E., Brnčić, M., Žlabur, J. Š., Castro, E. (2019). Optimization of ultrasound-assisted extraction of biomass from olive trees using response surface methodology. *Ultrasonics Sonochemistry*, 51, 487–495. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ulsonch.2018.05.031>
4. Wen, C., Zhang, J., Zhang, H., Dzah, C. S., Zandile, M., Duan, Y., Ma, H., Luo, X. (2018). Advances in ultrasound assisted extraction of bioactive compounds from cash crops – A review. *Ultrasonics Sonochemistry*, 48, 538–549. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ulsonch.2018.07.018>
5. Toma, M., Vinatoru, M., Paniwnyk, L., Mason, T. J. (2001). Investigation of the effects of ultrasound on vegetal tissues during solvent extraction. *Ultrasonics Sonochemistry*, 8 (2), 137–142. doi: [https://doi.org/10.1016/s1350-4177\(00\)00033-x](https://doi.org/10.1016/s1350-4177(00)00033-x)
6. Arabi, M., Ghaedi, M., Ostovan, A., Tashkhourian, J., Asadal-lahzadeh, H. (2016). Synthesis and application of molecularly imprinted nanoparticles combined ultrasonic assisted for highly selective solid phase extraction trace amount of celecoxib from human plasma samples using design expert (DXB) software. *Ultrasonics Sonochemistry*, 33, 67–76. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ulsonch.2016.04.022>
7. Yang, R.-F., Geng, L.-L., Lu, H.-Q., Fan, X.-D. (2017). Ultrasound-synergized electrostatic field extraction of total flavo-

- noids from *Hemerocallis citrina baroni*. *Ultrasonics Sonochemistry*, 34, 571–579. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2016.06.037>
8. Chen, L., Jin, H., Ding, L., Zhang, H., Li, J., Qu, C., Zhang, H. (2008). Dynamic microwave-assisted extraction of flavonoids from *Herba Epimedii*. *Separation and Purification Technology*, 59 (1), 50–57. doi: <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2007.05.025>
9. Ponomarev, V. D. (1976). *Ekstrahirovanie rastitel'nogo syria*. Moscow: Meditsina, 204.
10. Minina, S. A., Kaukhova, I. E. (2009). *Khimiia i tekhnologiia fitopreparatov*. Moscow: GEO-TAR-Media, 560.
11. Dubashinskaia, N. V., Khishova, O. M. (2008). Opredelenie nabukhaniia i pogloshchaiushchei sposobnosti kornevishch s korniami siniukhi. *Vestnik farmatsii*, 1 (39).
12. Rozina, E. Iu. (2003). Kavitationnyi rezhim zvukokapillarnogo efekta. *Akustichnii visnik*, 6 (1), 48–59.
13. Luhovskoi, A. F., Chukhraev, N. V. (2007). *Ultrazukovaia kavitatsiia v sovremennykh tekhnolohiyakh*. Kyiv: Vydavnycho-polihrafichnyi tsentr – Kyivskiy universytet, 244.
14. Luhovskiy, O. E., Movchaniuk, A. V., Bernyk, I. M., Shulha, A. V., Hryshko, I. A. (2021). *Aparatne zabezpechennia ultrazukovykh kavitatsiinykh tekhnolohii*. Kyiv: KPI im. Ihoria Sikorskoho. Vydavets FOP Kushnir Yu.V., 216.
15. Rozina, E. Iu. (2003). O prirode sily, deistvuiushchei na kavitationnuu sredu u sreza kapillara. *Akustichnii visnik*, 6 (3), 60–68.
16. Bronin, F. A. (1967). *Issledovanie kavitationnogo razrusheniia i dispergirovaniia tverdykh tel v ultrazukovom pole vysokoi intensivnosti*. Moscow, 299.



DOI: 10.15587/2706-5448.2023.273349

РОЗРОБКА КІНЕТИЧНОЇ МОДЕЛІ ВИЛУГОВУВАННЯ МАГНЕТИТУ сторінки 6–9

Концевой А. Л.

Об'єктом дослідження є процес вилугування магнетиту розчинами нітратної кислоти, а предметом дослідження – математичне обґрунтування кінетичної моделі та розрахунків кінетичних параметрів.

В статті розглянуто випадок перебігу вилугування у кінетичній області, при цьому магнетит розглядається як полідисперсний матеріал сферичної форми. Запропоновано використовувати функцію розподілу числа частинок N по їх радіусу r у вигляді $N=a \cdot r^b$, де a і b – константи. Цей розподіл використано для виведення рівняння швидкості процесу W з врахуванням залежності поверхні частинок від ступеня вилугування α : $W=d\alpha/dt=K^* \cdot (1-\alpha)^m \cdot ((C_0(\gamma-\alpha)/\gamma))^n$, де K^* – константа швидкості; m і n – порядок по твердому матеріалу і нітратній кислоті, відповідно; C_0 і γ – вихідна концентрація нітратної кислоти та її стехіометричний надлишок. Порядок m визначається як $m=(b+2)/(b+3)$, при $b \rightarrow \infty$ порядок $m \rightarrow 1$. При $b=0$ $m=2/3$ – випадок рівняння для сфери, що стискається. Запропоновано алгоритм розрахунку кінетичних параметрів у середовищі Excel. Експериментальні залежності ступеня перетворення α від часу t апроксимуються рівнянням третього порядку; диференціюванням отриманого рівняння розраховуються значення швидкості $W_{\text{експ}}=d\alpha/dt$ в окремих точках. Після логарифмування вищевказаного рівняння маємо вираз ($\gamma=1$): $\ln(W_{\text{експ}})=\ln(K^*)+m \cdot \ln(1-\alpha)+n \cdot \ln(C_0(1-\alpha))$.

З допомогою функції «ЛИНЕЙН» середовища Excel для температури 373 К отримані значення порядків $m=0,93$ і $n=1,29$ та константи швидкості $K^*=0,08$. Розрахунок кінетичних параметрів для різних температур враховує залежність константи швидкості від температури: $\ln(W_{\text{експ}})=\ln k_0 - E/R \cdot 1/T + m \cdot \ln(1-\alpha) + n \cdot \ln(C_0(1-\alpha))$.

В результаті розрахунків отримані значення $n=0,83$; $m=1,2$; $E/R=-10402$; $\ln k_0=25,09$. Розраховано значення множника $k_0=\exp(\ln k_0)=7,88 \cdot 10^{10}$, енергії активації $E=-8,31 \cdot E/R=86440$ Дж/моль, сумарного порядку реакції $n=n_1+m=2,03$. Отримані кінетичні параметри використано для визначення розрахункових значень швидкості W . Середня відносна похибка між експериментальними та розрахунковими значеннями швидкостей вилугування складає 10 %. Запропонований метод обробки експериментальних даних з використанням математичної моделі може бути використаний для будь-якого процесу вилугування.

Ключові слова: вилугування, магнетит, функція розподілу кількості частинок по радіусу, кінетичне рівняння, порядок реакції, енергія активації.

DOI: 10.15587/2706-5448.2023.274629

ПІДВИЩЕННЯ ТРІЩИНІСТІ КЕРАМІЧНИХ МАС МАЛОПЛАСТИЧНИХ ГЛИН сторінки 10–15

Суббота І. С., Спасьонова Л. М., Шолом А. Є.

Об'єктом дослідження є фізико-хімічні процеси формування структури та властивостей керамічних мас на основі місцевої легкоплавкої глинистої сировини Київської області України шляхом регулювання хіміко-мінералогічного складу та технологічних режимів.

Будівельні керамічні матеріали є довговічними, екологічними та природними. Вони забезпечують підвищену комфортність будівель завдяки створенню сприятливого температурного та вологого клімату приміщень. При застосуванні легкоплавкої сировини у виробництві виникає потреба в розробці шляхів та способів покращення якості будівельної кераміки. Ефективність виготовлення керамічних виробів в значній мірі залежить від процесів, які відбуваються при сушінні. Це має вирішальне значення та впливає на якість готової продукції та складає 10–12 % від загальної собівартості готових виробів.

Для виробництва матеріалів будівельного призначення застосовують в основному полімінеральні глинисті композиції з додаванням природної мінеральної сировини. Для ефективного застосування цих матеріалів необхідно вивчити їх технологічні властивості. Тому актуальним є питання дослідження мас на основі легкоплавких глин з високою чутливістю до сушіння, та в якості домішки застосування цеолітовмісної мінеральної породи. Це дозволить розширити номенклатуру виробів будівельної кераміки. Для вирішення поставленої задачі з одержання керамічного матеріалу з місцевої сировини з застосуванням в якості домішки недефіцитної природної добавки цеолітовмісної породи використовували сучасні фізико-хімічні та фізико-технологічні методи дослідження сировинних матеріалів і мас на їх основі під час сушіння. Проведені дослідження свідчать про те, що добавку цеолітовмісної породи можна застосовувати для поліпшення сушильних властивостей керамічних мас на основі легкоплавких глин. При додаванні домішки цеолітовмісної породи також підвищувалася міцність готових виробів на стиск, що забезпечує бездефектне транспортування виробів на інші технологічні операції.

Ключові слова: керамічні матеріали, глиниста сировина, цеоліт, сушіння, механічна міцність, кремнеземисті матеріали, будівельна кераміка.

DOI: 10.15587/2706-5448.2023.274688

ЗАСТОСУВАННЯ ПРОЦЕСІВ, СТИМУЛЬОВАНИХ НЕРІВНОВАЖНОЮ ПЛАЗМОЮ, ДЛЯ ВЕЛИКОТОННАЖНОЇ ДЕЗАКТИВАЦІЇ ҐРУНТІВ сторінки 15–22

Петров С. В., Бондаренко С. Г., Masato Nomma

Об'єктом дослідження є новий, потенційно ефективний та практичний процес дезактивації радіоактивного ґрунту, заснований на поєднанні плазмової гідросепарації та плазмової активації. Ефект очищення забезпечується руйнуванням зв'язків радіонуклідів із

частинками ґрунту за рахунок серії електрофізичних розрядів, при яких виникають активні частинки та ударні хвилі. У розробленій установці процес плазмохімічної обробки реалізується в плазмовій комірці з самопідтримуючимся пульсуючим режимом горіння електричного розряду, що відбувається у водному розчині. В установці реалізовано резонансне збільшення інтенсивності ударних хвиль, турбулентність та багаторазове розширення активної зони так, що розширення межі розділу плазма-рідина стає реальною основою для масштабування установки. Незалежно від матеріалу електродів і в широкому діапазоні електропровідності (вимірюється від 100 до 5000 мкс/см) перебудова режиму горіння супроводжується збільшенням розміру та стабілізацією зони, що світиться, дробленням бульбашок, і збільшенням швидкості їх евакуації із зони розряду. Основними факторами такої перебудови є розміри каналу та температура розчину. Випробувалися різні матеріали стінок плазмохімічного реактора: оргскло, кераміка та іржостійка сталь завтовшки 2 мм. Максимальне збільшення амплітуди резонансних коливань залежить від радіусу комірки. Динамічний тиск, який в окремому розряді становить близько 15–5 мм водного стовпа в гирлі розряду, в резонансі збільшується до 200–150 мм водяного стовпа на дні плазмової комірки. Підвищення ефективності досягається оптимальним вибором тривалості струмової фази та відстані між електродами, яка становить 30–15 мм. Падіння напруги становить 80–70 % на іскровому розряді, решту посідає розчин. Виявлено перехід розряду в періодичний пульсуючий струмовий режим у разі підвищення температури розчину. Випробування на мобільній плазмохімічній установці процесу плазмового співосадження радіонуклідів ^{137}Cs , ^{134}Cs і ^{90}Sr з фероціанідними сорбентами в реальних умовах гідросепарації забрудненого ґрунту полів навколо АЕС Фукусіма-даїті показали зниження вмісту органічних речовин у воді у 40 разів, а радіоактивності у 75 разів.

Ключові слова: електричний розряд, водний розчин, електрогідролічна резонансна дезактивація ґрунту, радіонукліди, плазмова комірka, активні частинки.

DOI: 10.15587/2706-5448.2023.274763

ЗАЛЕЖНІСТЬ СТРУМОПРОВІДНОСТІ ПОЛІЕТИЛЕН-ГРАФІТОВИХ КОМПОЗИЦІЙ ВІД СПОСОБУ ЇХ ВИГОТОВЛЕННЯ сторінки 23–26

Мельник Л. І., Pavel Chulkin

У роботі представлені результати дослідження залежності властивостей полімерних композитів системи лінійний поліетилен високого тиску (ЛПЕВТ) – графітові наповнювачі різних видів: природний ГАК-2, терморозширений (ТРГ) та з ультразвуковою обробкою. Дослідні зразки містили наповнювач у широкому концентраційному інтервалі (5–35 мас. %). Виготовлення зразків проводили методами вальцювання, пресування та порошкової технології. Вимірювання електричного опору проводилося чотиризондовим потенціометричним методом при постійному струмі. Показано, що електричний опір різко зменшується у вузькому концентраційному інтервалі 5–15 мас. % від $6,77 \cdot 10^{10}$ до $4,9 \cdot 10^2$ Ом·м (для композицій, одержаних вальцюванням), від $2,96 \cdot 10^{10}$ до 1,2 Ом·м (для пресованих зразків), від $2,87 \cdot 10^9$ до 0,14 Ом·м (для композицій, отриманих порошковою технологією). Для зразків системи ЛПЕВТ – ГАК-2 стрімке зменшення електричного опору спостерігається при концентраціях наповнювача 5–30 мас. % від $1,36 \cdot 10^{12}$ Ом·м до $2,79 \cdot 10^2$ Ом·м. Використовуючи терморозширений графіт з і без ультразвуковою обробкою (і меншою мірою ГАК-2) можна отримувати полімерні композиційні матеріали (ПКМ) з об'ємним питомим опором в межах від 6,77 до $1,9 \cdot 10^{-3}$ Ом·м. Експериментально підтверджено, що електропровідність значною мірою залежить від технології виготовлення ПКМ. Встановлені залежності струмопровідності композитів в залежності від способу виготовлення пов'язуються з відповідними структурними відмінностями. Ці структурні відмінності проявляються у збільшенні числа і площі контактів частинок наповнювача – графіту та зміні товщини прошарків полімерної матриці. Найбільш ефективними методами отримання композицій ЛПЕВТ – графіт є суха порошкова технологія. Оптимальний склад композиції становить 25 мас. % ТРГ і 75 мас. % ЛПЕВТ. Напрямами практичного використання отриманих результатів можуть бути ефективно використані у промисловості та житлово-комунальному господарстві.

Ключові слова: терморозширений графіт, лінійний поліетилен високого тиску, порошкова технологія, електричний опір, поріг протікання.

DOI: 10.15587/2706-5448.2023.275074

ВИКОРИСТАННЯ СПОЖИВЧОЇ ПОЛІМЕРНОЇ С-РЕТ ТАРИ В ТЕХНОЛОГІЯХ ВИРОБНИЦТВА ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ сторінки 27–30

Верхівкер Я. Г., Walery Okulicz-Kozaryn, Мирошніченко О. М.

Для фасування харчових продуктів використовуються різні види споживчої тари: скляна, металева, полімерна. Найбільшим попитом у споживачів користується полімерна тара, за рахунок таких переваг, як дешевизна, невелика маса, необхідність за асортиментом продукції та об'ємом, приємний, яскравий зовнішній вигляд. У харчовій промисловості застосовується споживча полімерна тара жорстка, напівжорстка, м'яка та інші. Для використання такої упаковки у технології з високотемпературною тепловою обробкою харчових продуктів вона повинна мати бар'єрний термостійкий шар. Отже, об'єктом дослідження є полімерна комбінована С-РЕТ тара, яка складається з напівжорсткої тари-лотка та термостійкої багатошарової полімерної м'якої плівки для її закупорювання. С-РЕТ упаковка виготовлена з бар'єрних полімерних матеріалів, які забезпечують її механічну стійкість до високих температур. Тому така тара витримує високотемпературну обробку та гарантує герметичність упаковки та мікробіологічну стабільність продукту при зберіганні. Кожен полімерний матеріал має свої певні показники термостійкості. У роботі вирішується проблема використання новітньої полімерної С-РЕТ тари для харчових продуктів тривалого зберігання, досліджуються умови збереження герметичності тари при теплової обробці, які забезпечуються параметром міцності закупорювання. Також досліджуються різні види полімерних плівок для герметизації С-РЕТ упаковки з продуктом та порівнюються їх механічні характеристики. В ході дослідження використовували стандартний мембранно-компенсаційний метод для вимірювання міцності закупорювання або тиску розгерметизації упаковки. Суть отриманих результатів: експериментально визначено параметри використання різних видів полімерних плівок різних типів, на основі

чого обрано тип плівки, який забезпечує міцність закупорювання С-РЕТ тари. Результати пояснюються тим, що отриманні значення тиску розгерметизації дозволять розробити науково-обґрунтовані теплові режими стерилізації та пастеризації для харчових продуктів у С-РЕТ тарі. Це дасть змогу на практиці підприємствам застосовувати такі режими та випускати якісні, біологічно стабільні, безпечні продукти харчування з тривалим терміном зберігання.

Ключові слова: полімерна тара, С-РЕТ тара, термостійкість полімерних плівок, міцність закупорювання, режими теплової обробки.

DOI: 10.15587/2706-5448.2023.275236

ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ЗВУКОКАПІЛЯРНОГО ЕФЕКТУ НА ПРОЦЕС НАМОЧУВАННЯ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ В АКУСТИЧНОМУ ЕКСТРАКТОРІ сторінки 31–38

Остапенко Ж. І.

Об'єктом досліджень є процес руху рідини в капілярах при екстракції біологічно активних речовин (БАР) з рослинної сировини під дією звукокапілярного ефекту. Характерною особливістю рослинної сировини є велика кількість пор капілярного типу. Проникнення екстрагенту в сировину відбувається по капілярах і призводить до заповнення в ній клітин і пустот. Процес заповнення капілярів і пустот клітин екстрагентом може бути досить тривалим і суттєво збільшувати час екстрагування в цілому.

Встановлено, що на проникнення екстрагента в капіляри рослинної сировини впливають ультразвукові коливання, що викликають кавітацію. Під дією кавітації, яка виникає в ультразвуковому полі, проникнення екстрагента у вузькі порожнини та щілини прискорюється та поглиблюється. Це явище називають звукокапілярним ефектом. Аналіз літературних джерел показав, що данні про дослідження умов виникнення звукокапілярного ефекту та вплив на швидкість руху рідини в капілярах ультразвукового тиску при екстрагуванні БАР з рослинної сировини відсутні. Для дослідження руху рідини (екстрагента) в капілярах при екстракції БАР з рослинної сировини в умовах дії ультразвуку використовувалося чисельне моделювання.

В результаті виконаних досліджень знайдені умови виникнення ультразвукової кавітації в процесі екстракції БАР з рослинної сировини найбільш поширеними екстрагентами, такими як вода та розчини етанолу. Також знайдені значення амплітуди звукового тиску екстрагента, що виникає в умовах дії звукокапілярного ефекту безпосередньо біля входу в капіляр. Встановлені залежності звукокапілярного тиску від діаметру капіляру для найбільш поширених екстрагентів. Визначений вплив звукокапілярного ефекту на швидкість руху найбільш поширених екстрагентів в капілярах різного розміру.

Отримані результати досліджень дозволяють кількісно оцінити вплив звукокапілярного ефекту на рух екстрагентів в капілярах рослинної сировини, на швидкість намочування рослинної сировини та швидкість протікання масообмінних процесів при екстракції. Ці результати можуть бути використані при виборі режимів роботи існуючого та проектуванні нового обладнання для екстракції БАР з рослинної сировини в умовах дії ультразвуку.

Ключові слова: екстрагування біологічно активних речовин, рослинна сировина, ультразвук, екстрагент, звукокапілярний ефект, капіляр, кавітація.