



CHEMICAL AND TECHNOLOGICAL SYSTEMS

DOI: 10.15587/2706-5448.2024.297612

ANALYSIS OF THE STRUCTURE OF ELECTRICALLY CONDUCTIVE COMPOSITE CERAMICS

pages 6–8

Mykyta Maistat, Postgraduate Student, Department of Technology of Ceramics, Refractories, Glass and Enamel, National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv, Ukraine, e-mail: aichemict777@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1875-3946>

Andrii Kryvobok, Postgraduate Student, Department of Technology of Ceramics, Refractories, Glass and Enamel, National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5878-8732>

The object of the research is electrically conductive ceramics. It aims to analyze the microstructure of electrically conductive ceramic composites based on silicon carbide and investigate the influence of silicon carbide content on their properties. This study is pivotal for enhancing materials used in high-tech applications, particularly in fields where distinct electrical insulation and mechanical characteristics are crucial. The microstructure analysis conducted through scanning electron microscopy confirmed the presence of silicon carbide in all examined ceramic samples, except in those where silicon carbide was not added. Special attention should be given to the sample with 30 % silicon carbide, distinguished by the lowest open porosity. These findings are corroborated by previous research where this sample exhibited superior properties: open porosity – 12.51 %, water absorption – 5.88 %, apparent density – 2.13 g/cm³, specific resistance – 0.43·10⁶ Ω·m. These characteristics indicate low porosity and high structural-physical property values. The results not only affirm the successful incorporation of silicon carbide into the ceramic matrix but also highlight the prospects for applying the researched ceramic materials in areas where electrical insulation and mechanical properties are crucial. Specifically, the sample with 30 % silicon carbide appears particularly promising due to its high characteristics and lower porosity, making it potentially interesting for applications in high-tech industries such as electronics and telecommunications. The conclusions suggest the potential use of these ceramic materials in various high-tech industries where both electrical and mechanical properties are essential. The sample with 30 % silicon carbide, with its exceptional characteristics, holds potential for applications in advanced technologies. Further research in this direction could lead to the development of new materials for effective radiofrequency absorption, finding broad applications in different technological fields.

Keywords: electrically conductive ceramics, microstructure, silicon carbide, SiC, porosity, electrical insulation properties, electron microscopy, microstructure.

References

1. Tang, W., Lu, L., Xing, D., Fang, H., Liu, Q., Teh, K. S. (2018). A carbon-fabric/polycarbonate sandwiched film with high tensile and EMI shielding comprehensive properties: An experimental study. *Composites Part B: Engineering*, 152, 8–16. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2018.06.026>
2. Khodiri, A. A., Al-Ashry, M. Y., El-Shamy, A. G. (2020). Novel hybrid nanocomposites based on polyvinyl alcohol/graphene/magnetite nanoparticles for high electromagnetic shielding performance. *Journal of Alloys and Compounds*, 847. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2020.156430>
3. Yim, Y.-J., Rhee, K. Y., Park, S.-J. (2016). Electromagnetic interference shielding effectiveness of nickel-plated MWCNTs/high-density polyethylene composites. *Composites Part B: Engineering*, 98, 120–125. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2016.04.061>
4. Sun, X., Liu, X., Shen, X., Wu, Y., Wang, Z., Kim, J.-K. (2016). Graphene foam/carbon nanotube/poly(dimethyl siloxane) composites for exceptional microwave shielding. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 85, 199–206. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compositesa.2016.03.009>
5. Chung, D. D. L. (2000). Materials for Electromagnetic Interference Shielding. *Journal of Materials Engineering and Performance*, 9 (3), 350–354. doi: <https://doi.org/10.1361/105994900770346042>
6. Xia, F., Xia, Y., Chen, S., Chen, L., Zhu, W., Chen, Y. et al. (2017). Erratum to: Lipid emulsion mitigates impaired pulmonary function induced by limb I/R in rats through attenuation of local cellular injury and the subsequent systemic inflammatory response/inflammation. *BMC Anesthesiology*, 17 (1). doi: <https://doi.org/10.1186/s12871-017-0407-2>
7. Gargama, H., Thakur, A. K., Chaturvedi, S. K. (2016). Polyvinylidene fluoride/nanocrystalline iron composite materials for EMI shielding and absorption applications. *Journal of Alloys and Compounds*, 654, 209–215. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2015.09.059>
8. Wang, L., Chen, L., Song, P., Liang, C., Lu, Y., Qiu, H. et al. (2019). Fabrication on the annealed Ti3C2Tx MXene/Epoxy nanocomposites for electromagnetic interference shielding application. *Composites Part B: Engineering*, 171, 111–118. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2019.04.050>
9. Geetha, S., Satheesh Kumar, K. K., Rao, C. R. K., Vijayan, M., Trivedi, D. C. (2009). EMI shielding: Methods and materials – A review. *Journal of Applied Polymer Science*, 112 (4), 2073–2086. doi: <https://doi.org/10.1002/app.29812>
10. Saini, P., Arora, M., Gupta, G., Gupta, B. K., Singh, V. N., Choudhary, V. (2013). High permittivity polyaniline–barium titanate nanocomposites with excellent electromagnetic interference shielding response. *Nanoscale*, 5 (10), 4330. doi: <https://doi.org/10.1039/c3nr00634d>
11. Thomassin, J.-M., Jérôme, C., Pardoën, T., Bailly, C., Huynen, I., Detrembleur, C. (2013). Polymer/carbon based composites as electromagnetic interference (EMI) shielding materials. *Materials Science and Engineering: R: Reports*, 74 (7), 211–232. doi: <https://doi.org/10.1016/j.mser.2013.06.001>
12. Joseph, A. M. (2013). The stage 3 meaningful use preliminary recommendations: concerns are being raised. *MLO Med. Lab. Obs.*, 45 (7), 64.
13. Duan, S., Zhu, D., Zhou, W., Luo, F., Chen, Q. (2020). Mechanical and microwave absorption properties of SiCf/SiC–Al₄C₃ composite with EPD-SiO₂/ZrO₂ interphase prepared by precursor infiltration and active filler-controlled pyrolysis method. *Ceramics International*, 46 (8), 12344–12352. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2020.01.285>
14. Katoh, Y., Snead, L. L., Henager, C. H., Nozawa, T., Hinoki, T., Iveković, A., Novak, S., Gonzalez de Vicente, S. M. (2014). Current status and recent research achievements in SiC/SiC composites. *Journal of Nuclear Materials*, 455 (1-3), 387–397. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jnucmat.2014.06.003>
15. Morscher, G. N. (2004). Stress-dependent matrix cracking in 2D woven SiC-fiber reinforced melt-infiltrated SiC matrix composites. *Composites Science and Technology*, 64 (9), 1311–1319. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compscitech.2003.10.022>

16. Lisachuk, G. V., Sakhnenko, N. D., Pitak, Ya. M., Krivobok, R. V., Maystat, M. S., Zakharov, A. V. et al. (2021). Creation of electrically conductive composite ceramics based on facing tiles with the addition of SiC. *Scientific Research on Refractories and Technical Ceramics*, 121, 121–128. doi: <https://doi.org/10.35857/2663-3566.121.13>

DOI: 10.15587/2706-5448.2024.297846

INVESTIGATION OF PHYSICO-CHEMICAL CHARACTERIZATION AND MAGNETIC ENRICHMENT OF IRON ORE FROM SIDI MAAROUF DEPOSIT

pages 9–14

Abdeslam Chaib, PhD, Lecturer, Head of Mining Department, Laboratory of Valorisation of Mining Resources and Environment (LAVAMINE), Badji Mokhtar University, Annaba, Algeria, ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-9778-013X>

Soufiane Bouabdallah, PhD, Lecturer, Abderrahmane Mira University, Bejaia, Algeria, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8540-093X>

Meriem Ferfar, PhD, Researcher, Environmental Research Center (C.R.E), Annaba, Algeria, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2028-5213>

Aissa Bensehoub, Associate Researcher, Environment, Modeling and Climate Change Division, Environmental Research Center (C.R.E), Annaba, Algeria, e-mail: bensehoub@yahoo.fr, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5891-2860>

Nadiia Dovbash, Researcher, National Scientific Centre «Institute of Agriculture of the National Academy of Agricultural Sciences», Chabany, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4741-2657>

Stefano Bellucci, Senior Researcher, INFN-Laboratori Nazionali di Frascati, Frascati, Italy, e-mail: bellucci@lnf.infn.it, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0326-6368>

The establishment of a new metallurgical complex in Bellara, located in El-Milia in the Jijel region, is geographically advantageous due to its proximity to the Sidi Maarouf deposit (Algeria). This proximity has been a fundamental motivation for the completion of the current study. The object of research is the quality of iron products from Sidi Maarouf. The research is aimed at developing a treatment process aimed at improving the quality of iron products from Sidi Maarouf, while reducing the impurities of quartz and clay present in this ore. This approach will be based on an approved technological treatment scheme, implemented through an experimental approach to ensure reliable results that meet the requirements of the steel industry. The problem issue revolves around the difficulties encountered in the production of steels due to the natural characteristics of the raw material.

In the absence of a physico-chemical characterization of the Sidi Maarouf iron ore deposit, samples taken undergo a series of thorough analyses, including microscopic examinations, X-ray diffraction (XRD), as well as additional chemical analyses using X-ray fluorescence (XRF). The identified minerals are predominantly composed of hematite in terms of iron. As for the gangue, it is mainly composed of calcite and quartz. Through to the pre-treatment process involving washing, we have successfully removed lightweight particles, resulting in a concentrate containing dense particles. This approach was crucial in achieving satisfactory results during the high-intensity dry magnetic separation. As a result of the research it is shown that the enrichment of the Sidi Maarouf iron ore through high-intensity dry magnetic separation, a final concentrate was

obtained with a Fe₂O₃ content exceeding 67 %, along with a significant reduction in silica impurities to 0.92 % and alumina to 0.77 %. It was concluded that this concentrate, derived from the -1+0.5 mm fraction and obtained under a current intensity of 12 A, meets the requirements of the steel industry.

Following the work carried out, it is found that the methods of valorization of iron ore through mineralogical processes consistently require a high level of efficiency and performance in terms of equipment and characterization of the products obtained. In the future, iron ore processing will be conducted using innovative methods, integrating advanced technologies to enhance its characteristics while adopting environmentally friendly practices.

Keywords: iron oxide, characterization, steel industry, magnetic separation, washing, Jijel region, eastern Algeria.

References

- Zerzour, O., Gadri, L., Hadji, R., Mebrouk, F., Hamed, Y. (2020). Semi-variograms and kriging techniques in iron ore reserve categorization: application at Jebel Wenza deposit. *Arabian Journal of Geosciences*, 13 (16). doi: <https://doi.org/10.1007/s12517-020-05858-x>
- Filippov, L. O., Severov, V. V., Filippova, I. V. (2014). An overview of the beneficiation of iron ores via reverse cationic flotation. *International Journal of Mineral Processing*, 127, 62–69. doi: <https://doi.org/10.1016/j.minpro.2014.01.002>
- Selim, K. A., Rostom, M. (2018). Bioflocculation of (Iron oxide – Silica) system using *Bacillus cereus* bacteria isolated from Egyptian iron ore surface. *Egyptian Journal of Petroleum*, 27 (2), 235–240. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ejpe.2017.07.002>
- Xiong, D., Lu, L., Holmes, R. J. (2015). Developments in the physical separation of iron ore: magnetic separation. *Iron ore*. Woodhead Publishing, 283–307.
- Suthers, S. P., Nunna, V., Tripathi, A., Douglas, J., Hapugoda, S. (2014). Experimental study on the beneficiation of low-grade iron ore fines using hydrocyclone desliming, reduction roasting and magnetic separation. *Mineral Processing and Extractive Metallurgy*, 123 (4), 212–227. doi: <https://doi.org/10.1179/1743285514y.0000000067>
- Nadir, D. E. G. H. F. E. L., Chouki, F. A. R. S. I., Azzedine, B. E. N. Y. A. H. I. A., Moussa, Z. A. O. U. I. (2021). Evaluation of materials from the excavation of the Ouenza hematite deposit (North-East Algeria) by gravimetric enrichment. *Natural Volatiles & Essential Oils*, 8 (4), 11529–11537.
- Zhang, X., Gu, X., Han, Y., Parra-Álvarez, N., Claremboux, V., Kawatra, S. K. (2019). Flotation of Iron Ores: A Review. *Mineral Processing and Extractive Metallurgy Review*, 42 (3), 184–212. doi: <https://doi.org/10.1080/08827508.2019.1689494>
- Rath, S. S., Sahoo, H. (2020). A Review on the Application of Starch as Depressant in Iron Ore Flotation. *Mineral Processing and Extractive Metallurgy Review*, 43 (1), 122–135. doi: <https://doi.org/10.1080/08827508.2020.1843028>
- Sis, H., Karaağaç, T., Birinci, M., Kiyak, T. (2021). Düşük tenörlü manyetik cevherinin manyetik ayırma ve yerçekimi ile zenginleştirilmesi: tane boyu etkisi. *Bilimsel Madencilik Dergisi*, 60 (1), 31–39. doi: <https://doi.org/10.30797/madencilik.796806>
- Akbari, H., Noaparast, M., Shafaei, S. Z., Hajati, A., Aghazadeh, S., Akbari, H. (2018). A Beneficiation Study on a Low Grade Iron Ore by Gravity and Magnetic Separation. *Russian Journal of Non-Ferrous Metals*, 59 (4), 353–363. doi: <https://doi.org/10.3103/s1067821218040028>
- Siame, M., Kaoma, J., Shibayama, A. (2021). Development of impurities removal process for low-grade Sanje iron ore using mineral processing technologies. *Journal of Natural and Applied Sciences*, 3 (1), 36–52. doi: <https://doi.org/10.53974/unza.jonas.3.1.460>

12. Nameni, A., Nazari, M., Shahmardan, M. M., Nazari, M., Mashayekhi, V. (2022). Separation and trapping of magnetic particles by insertion of ferromagnetic wires inside a microchip: Proposing a novel geometry in magnetophoresis. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 560, 169424. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jmmm.2022.169424>

DOI: 10.15587/2706-5448.2024.298969

RESEARCH INTO ARSENIC (III) EFFECTIVE CATALYTIC OXIDATION IN AN AQUEOUS SOLUTION ON A NEW ACTIVE MANGANESE DIOXIDE IN A FLOW COLUMN

pages 15–23

Denis Abowyer, Independent Researcher, Jerusalem, Israel, e-mail: denis.abowyer@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-4546-0572>

Groundwater in many places on Earth contains arsenic compounds. Arsenic (III) compounds must be oxidised to purify water containing arsenic effectively. The subject of this study is oxidation of arsenic (III) compounds in an aqueous solution.

Today's most common industrial arsenic oxidation method using aggressive oxidising agents such as chlorine or ozone has a number of serious disadvantages. The most problematic of these include extremely high risks to human health and the environment, the cost and overall complexity of the process. Catalytic oxidation of arsenic (III) compounds using atmospheric oxygen is an alternative free from the above disadvantages, yet, to date, no information about effective catalysts for this process has been presented in the literature.

The arsenic (III) catalytic oxidation process is studied in an aqueous solution on a new active manganese dioxide (NAMD) synthesised by the author. A comparative experimental analysis is performed with other known modifications of manganese dioxide. It is shown that the new active manganese dioxide (NAMD) has high catalytic activity towards arsenic (III), this being confirmed experimentally in both a limited volume and a flow column mode. Some theoretical aspects of the mechanism for catalytic oxidation of arsenic (III) with oxygen on active manganese dioxide in an aqueous solution are also discussed on the basis of the research results.

Experimental work is required at pilot plants in the field for successful industrial implementation of the technology for catalytic oxidation of arsenic (III) compounds on NAMD. Further laboratory research is necessary for developing a detailed theoretical basis for catalytic oxidation of arsenic in aqueous solutions.

The results of this research are of interest to industrial companies specialising in removing arsenic compounds from water, to scientists and researchers studying catalytic oxidation of arsenic (III), as well as heterogeneous catalytic oxidation with oxygen in general.

Keywords: groundwater, removal of arsenic from water, arsenic (III) oxidation, arsenic (III) oxidation catalysts, arsenic sorption, manganese dioxide.

References

- Shaji, E., Santosh, M., Sarath, K. V., Prakash, P., Deepchand, V., Divya, B. V. (2021). Arsenic contamination of groundwater: A global synopsis with focus on the Indian Peninsula. *Geoscience Frontiers*, 12 (3), 101079. doi: <https://doi.org/10.1016/j.gsf.2020.08.015>
- Rajakovic, L., Rajakovic-Ognjanovic, V. (2018). Arsenic in Water: Determination and Removal. *Arsenic – Analytical and Toxicological Studies*. doi: <https://doi.org/10.5772/intechopen.75531>
- Hering, J. G., Katsoyiannis, I. A., Theoduloz, G. A., Berg, M., Hug, S. J. (2017). Arsenic Removal from Drinking Water: Experiences with Technologies and Constraints in Practice. *Journal of Environmental Engineering*, 143 (5). doi: [https://doi.org/10.1061/\(asce\)ee.1943-7870.0001225](https://doi.org/10.1061/(asce)ee.1943-7870.0001225)
- Ghurye, G., Clifford, D. (2004). As(III) oxidation using chemical and solid-phase oxidants. *Journal AWWA*, 96 (1), 84–96. doi: <https://doi.org/10.1002/j.1551-8833.2004.tb10536.x>
- Zhang, W., Singh, P., Issa, T. B. (2011). Arsenic(III) Remediation from Contaminated Water by Oxidation and Fe/Al Co-Precipitation. *Journal of Water Resource and Protection*, 3 (9), 655–660. doi: <https://doi.org/10.4236/jwarpp.2011.39075>
- Ghurye, V. (2001). *Laboratory study on the oxidation of Arsenic III to Arsenic Clifford*. University of Houston.
- Pokhrel, R., Goetz, M. K., Shaner, S. E., Wu, X., Stahl, S. S. (2015). The «Best Catalyst» for Water Oxidation Depends on the Oxidation Method Employed: A Case Study of Manganese Oxides. *Journal of the American Chemical Society*, 137 (26), 8384–8387. doi: <https://doi.org/10.1021/jacs.5b05093>
- Bajpai, S., Chaudhuri, M. (1999). Removal of Arsenic from Ground Water by Manganese Dioxide-Coated Sand. *Journal of Environmental Engineering*, 125 (8), 782–784. doi: [https://doi.org/10.1061/\(asce\)0733-9372\(1999\)125:8\(782\)](https://doi.org/10.1061/(asce)0733-9372(1999)125:8(782))
- Villalobos, M., Escobar-Quiroz, I. N., Salazar-Camacho, C. (2014). The influence of particle size and structure on the sorption and oxidation behavior of birnessite: I. Adsorption of As(V) and oxidation of As(III). *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 125, 564–581. doi: <https://doi.org/10.1016/j.gca.2013.10.029>
- Ajith, N., Dalvi, A. A., Swain, K. K., Devi, P. S. R., Kalekar, B. B., Verma, R., Reddy, A. V. R. (2013). Sorption of As(III) and As(V) on chemically synthesized manganese dioxide. *Journal of Environmental Science and Health, Part A*, 48 (4), 422–428. doi: <https://doi.org/10.1080/10934529.2013.728919>
- Dalvi, A. A., Ajith, N., Swain, K. K., Verma, R. (2015). Sorption of arsenic on manganese dioxide synthesized by solid state reaction. *Journal of Environmental Science and Health, Part A*, 50 (8), 866–873. doi: <https://doi.org/10.1080/10934529.2015.1019808>
- Shih, Y.-J., Huang, R.-L., Huang, Y.-H. (2015). Adsorptive removal of arsenic using a novel akhtenskite coated waste goethite. *Journal of Cleaner Production*, 87, 897–905. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.10.065>
- Oscarson, D. W., Huang, P. M., Defosse, C., Herbillon, A. (1981). Oxidative power of Mn(IV) and Fe(III) oxides with respect to As(III) in terrestrial and aquatic environments. *Nature*, 291 (5810), 50–51. doi: <https://doi.org/10.1038/291050a0>
- Oscarson, D. W., Huang, P. M., Liaw, W. K., Hammer, U. T. (1983). Kinetics of Oxidation of Arsenite by Various Manganese Dioxides. *Soil Science Society of America Journal*, 47 (4), 644–648. doi: <https://doi.org/10.2136/sssaj1983.03615995004700040007x>
- Scott, M. J., Morgan, J. J. (1996). Reactions at Oxide Surfaces. 2. Oxidation of Se(IV) by Synthetic Birnessite. *Environmental Science & Technology*, 30 (6), 1990–1996. doi: <https://doi.org/10.1021/es950741d>
- Manning, B. A., Fendorf, S. E., Bostick, B., Suarez, D. L. (2002). Arsenic(III) Oxidation and Arsenic(V) Adsorption Reactions on Synthetic Birnessite. *Environmental Science & Technology*, 36 (5), 976–981. doi: <https://doi.org/10.1021/es0110170>
- Kariakin, Iu. V. (1947). *Chistye khimicheskie reaktivy*. Moscow, 574.
- Murray, J. W. (1974). The surface chemistry of hydrous manganese dioxide. *Journal of Colloid and Interface Science*, 46 (3), 357–371. doi: [https://doi.org/10.1016/0021-9797\(74\)90045-9](https://doi.org/10.1016/0021-9797(74)90045-9)
- McKenzie, R. (1970). The reaction of cobalt with manganese dioxide minerals. *Soil Research*, 8 (1), 97–106. doi: <https://doi.org/10.1071/sr9700097>
- Driehaus, W., Seith, R., Jekel, M. (1995). Oxidation of arsenate(III) with manganese oxides in water treatment. *Water Research*, 29 (1), 297–305. doi: [https://doi.org/10.1016/0043-1354\(94\)e0089-o](https://doi.org/10.1016/0043-1354(94)e0089-o)

DOI: 10.15587/2706-5448.2024.299227

EXPLORING THE POSSIBILITY OF UNDESIRABLE MANUFACTURING HERITAGE REDUCTION IN PARTS MADE OF COMPOSITES AND THEIR JOINTS

pages 24–28

Igor Taranenko, PhD, Associate Professor, Professor of Department of Composite Structures and Aviation Materials Science, National Aerospace University «Kharkiv Aviation Institute», Kharkiv, Ukraine, e-mail: igor.taranenko@khai.edu, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9554-0162>

Tetiana Kupriianova, Methodist of First Category, Center for International Relations and European Integration, National Aerospace University «Kharkiv Aviation Institute», Kharkiv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-4152-1104>

The object of the research is the possibility of improving the quality of parts made of composites (CM) by means of pre-polymerization treatment of the wet package with intensive pulse loading. The existing technologies for forming parts from CM involve the compaction of the collected impregnated package of reinforcement layers and their subsequent polymerization under the influence of pressure and temperature. As a result of this technology, residual thermal and shrinkage stresses occur in the composite package, which lead to undesirable spatial deformations of profile parts, a violation of monolithicity in the areas of the connection of the composite and metal ends.

Using the example of an angular composite profile with a profile with doubler on one of the caps, the residual stress calculation is given and the method of choosing rational angles for stacking the reinforcing material is demonstrated in order to reduce the amount of residual thermal stresses that arise in the composite during its polymerization. The dependence of the twisting parameter of a long-dimensional composite profile of constant cross-section along its axis on the modulus of elasticity and the coefficient of linear temperature expansion is plotted. The work explains the mechanism of the emergence of such harmful technological heredity. The value of the residual deformations was estimated.

Based on the analysis of the impregnation process of dry reinforcing material with a binder, the task of increasing the maximum contact area of the binder with fibers is formulated and a possible method of its increase is analyzed. Thus, using the model of capillaries between the fibers of the composite, it is concluded that it is necessary to apply additional pressure to the binder for its deeper advancement between the fibers.

Using a synergistic method of combining knowledge from various branches of industry and based on experimental data, a process of pre-polymerization loading of the impregnated package with intense impulse loading (shock waves) is proposed. This process greatly improves the quality of parts of the units produced.

Keywords: residual stress, reinforcing material, synergetic method, composites, impulse loading, metal tips.

References

- Guz, A. N., Tomashevskii, V. T., Shulga, N. A., Iakovlev, V. S. (1982). *Tekhnologicheskie napriazheniia i deformatsii v kompozitsionnykh materialakh*. Kyiv: Vishcha shkola, 270.
- Cappello, R., Pitarresi, G., Catalanotti, G. (2023). Thermoelastic Stress Analysis for composite laminates: A numerical investigation. *Composites Science and Technology*, 241, 110103. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compscitech.2023.110103>
- Kučera, P., Kondratiev, A., Pištěk, V., Taranenko, I., Nabokina, T., Kaplan, Z. (2023). Thin-walled open-profile composite beams under thermo-mechanical loading. *Composite Structures*, 312, 116844. doi: <https://doi.org/10.1016/j.comstruct.2023.116844>
- Taranenko, I. M. (2003). Raschet deformirovannogo sostoiianii z-obraznogo kompozitnogo profilia. *Voprosy proektirovaniia i proizvodstva konstrukticii letatelnykh apparatov*, 33 (2), 67–73.
- Belmas, I., Bilous, O., Tantsura, H. (2022). Determination of the stress-deformed state of a multilayer composite. *Strength of Materials and Theory of Structures*, 109, 426–440. doi: <https://doi.org/10.32347/2410-2547.2022.109.426-440>
- Teixidó, H., Staal, J., Caglar, B., Michaud, V. (2022). Capillary Effects in Fiber Reinforced Polymer Composite Processing: A Review. *Frontiers in Materials*, 9. doi: <https://doi.org/10.3389/fmats.2022.809226>
- Krivtsov, V. S., Gilmanov, E. S. (1998). Formovanie kompozitnykh konstrukticii impulsnym metodom. *Sovershenstvovanie protsessov i oborudovaniia obrabotki davleniem v metallurgii i mashinostroenii*. Kramatorsk, 268–272.
- de Almeida, E., Hofland, B. (2020). Validation of pressure-impulse theory for standing wave impact loading on vertical hydraulic structures with short overhangs. *Coastal Engineering*, 159, 103702. doi: <https://doi.org/10.1016/j.coastaleng.2020.103702>
- Gulyi, G. A. (1990). *Nauchnye osnovy razriadnoimpulsnykh tekhnologii*. Kyiv: Naukova dumka, 208.
- Taranenko, M. E. (2011). *Elektrogidravlicheskaia shtampovka: teoriia, oborudovanie, tekhnoprotsessy*. Kharkiv: Natc. aerokosm. un-t im. N. E. Zhukovskogo «Khark. aviats. in-t», 272.

DOI: 10.15587/2706-5448.2024.299270

COMPREHENSIVE PHYSICO-CHEMICAL CHARACTERIZATION OF ALGERIAN COAL POWDERS FOR THE ENGINEERING OF ADVANCED SUSTAINABLE MATERIALS

pages 29–36

Meriem Ferfar, PhD, Researcher, Environmental Research Center (C.R.E), Annaba, Algeria, e-mail: meriemferfar@yahoo.fr, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2028-5213>

Elfahem Sakher, PhD, Lecturer, Laboratory of Energy Environment and Information System (LEEIS), Department of Material Science, African University Ahmed Draia, Adrar, Algeria; Associate Researcher, Environmental Research Center (C.R.E), Annaba, Algeria, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0235-2873>

Amina Bouras, Postgraduate Student, Badji Mokhtar University, Annaba, Algeria, ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-0840-7679>

Aissa Benselhoub, Associate Researcher, Environmental Research Center (C.R.E), Annaba, Algeria, e-mail: benselhoub@yahoo.fr, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5891-2860>

Nadir Hachemi, Postgraduate Student, Laboratory of Energy Environment and Information System (LEEIS), Department of Material Science, African University Ahmed Draia, Adrar, Algeria, ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-7643-1902>

Mohammed Massaoudi, PhD, Lecturer, Department of Biological Sciences, African University Ahmed Draia, Adrar, Algeria, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9893-5987>

Nadiia Dvobash, Researcher, National Scientific Centre «Institute of Agriculture of the National Academy of Agricultural Sciences», Chabany, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4741-2657>

Stefano Bellucci, Senior Researcher, INFN-Laboratori Nazionali di Frascati, Frascati, Italy, e-mail: bellucci@lnf.infn.it, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0326-6368>

The object of the research is the intriguing and versatile material known as coal that attracted a lot of attention lately because of its potential use in a variety of fields, including cutting-edge building materials, environmental remediation methods, and creative energy storage solutions. This study presents an extensive characterization of Algerian natural coal powders, employing a multifaceted analytical approach that includes Scanning Electron Microscopy (SEM), X-ray Diffraction (XRD), Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR), and Raman Spectroscopy, to reveal their physico-chemical properties including morphology, particle size distribution, crystalline structure, and functional groups.

The SEM analysis unveiled a heterogeneous morphology with a broad particle size distribution, indicative of the coal's complex structure. The XRD findings, refined using Rietveld analysis, distinguish Carbon (C) and Silicon Dioxide (SiO₂) as the primary phases, with crystallite sizes measuring 18.7539 nm for C and 16.6291 nm for SiO₂. These phases constitute 98.8 % and 12 % of the composition, respectively, while the presence of quartz underscores the coal's geological background and its thermal resilience.

Regarding the results of the FTIR spectroscopy, absorption peaks corresponding to various functional groups are highlighted, suggesting a rich organic and inorganic composition. Raman spectroscopy corroborates the presence of disordered and graphitic carbon structures, emphasizing the coal's potential for diverse applications. These findings underline the significance of Algerian coal powders for environmental remediation, energy storage, and advanced construction materials, contributing to the advancement of sustainable energy solutions.

Keywords: coal, SEM, XRD, FTIR, RAMAN, environmental remediation, energy storage, sustainable energy solutions.

References

- Cui, B., Wu, B., Wang, M., Jin, X., Shen, Y., Chang, L. (2024). A preliminary study on the quality evaluation of coking coal from its structure thermal transformation: Applications of fluidity and swelling indices. *Fuel*, 355, 129418. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2023.129418>
- Li, J., Shan, Y., Ni, P., Cui, J., Li, Y., Zhou, J. (2024). Mechanics, durability, and microstructure analysis of marine soil stabilized by an eco-friendly calcium carbide residue-activated coal gangue geopolymer. *Case Studies in Construction Materials*, 20, e02687. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2023.e02687>
- Akimbekov, N. S., Digel, I., Tastambek, K. T., Marat, A. K., Turaliyeva, M. A., Kaiymanova, G. K. (2022). Biotechnology of Microorganisms from Coal Environments: From Environmental Remediation to Energy Production. *Biology*, 11 (9), 1306. doi: <https://doi.org/10.3390/biology11091306>
- Wu, F., Liu, Y., Gao, R. (2024). Challenges and opportunities of energy storage technology in abandoned coal mines: A systematic review. *Journal of Energy Storage*, 83, 110613. doi: <https://doi.org/10.1016/j.est.2024.110613>
- Zhao, T., Yao, Y., Wang, M., Chen, R., Yu, Y., Wu, F., Zhang, C. (2017). Preparation of MnO₂-Modified Graphite Sorbents from Spent Li-Ion Batteries for the Treatment of Water Contaminated by Lead, Cadmium, and Silver. *ACS Applied Materials & Interfaces*, 9 (30), 25369–25376. doi: <https://doi.org/10.1021/acsami.7b07882>
- Cheng, Y., Jiang, H., Zhang, X., Cui, J., Song, C., Li, X. (2017). Effects of coal rank on physicochemical properties of coal and on methane adsorption. *International Journal of Coal Science & Technology*, 4 (2), 129–146. doi: <https://doi.org/10.1007/s40789-017-0161-6>
- Xu, Y., Huo, X., Wang, L., Gong, X., Lv, Z., Zhao, T. (2023). Study of the Microstructure of Coal at Different Temperatures and Quantitative Fractal Characterization. *ACS Omega*, 8 (25), 23098–23111. doi: <https://doi.org/10.1021/acsomega.3c02480>
- Zhang, N., Qi, S.-Y., Guo, Y.-F., Wang, P.-F., Ren, N., Yi, T.-F. (2023). Approaching high-performance lithium storage materials of CoNiO₂ microspheres wrapped coal tar pitch-derived porous carbon. *Dalton Transactions*, 52 (25), 8704–8715. doi: <https://doi.org/10.1039/d3dt01263h>
- Dhara, A., Sain, S., Sadhukhan, P., Das, S., Pradhan, S. K. (2019). Effect of lattice distortion in optical properties of CeO₂ nanocrystals on Mn substitution by mechanical alloying. *Journal of Alloys and Compounds*, 786, 215–224. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2019.01.350>
- Aggarwal, J., Habicht-Mauche, J., Juarez, C. (2008). Application of heavy stable isotopes in forensic isotope geochemistry: A review. *Applied Geochemistry*, 23 (9), 2658–2666. doi: <https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2008.05.016>
- Sakher, E., Loudjani, N., Benchiheb, M., Belkahla, S., Bououdina, M. (2017). Microstructure Characterization of Nanocrystalline Ni₅₀Ti₅₀ Alloy Prepared Via Mechanical Alloying Method Using the Rietveld Refinement Method Applied to the X-Ray Diffraction. *Nanosistemi, Nanomateriali, Nanotehnologii*, 15 (3), 401–416. doi: <https://doi.org/10.15407/nnn.15.03.0401>
- Yu, S., Bo, J., Ming, L., Chenliang, H., Shaochun, X. (2020). A review on pore-fractures in tectonically deformed coals. *Fuel*, 278, 118248. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2020.118248>
- Al Biajawi, M. I., Embong, R., Muthusamy, K., Ismail, N., Obianyo, I. I. (2022). Recycled coal bottom ash as sustainable materials for cement replacement in cementitious Composites: A review. *Construction and Building Materials*, 338, 127624. doi: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.127624>
- Xu, M., Yu, D., Yao, H., Liu, X., Qiao, Y. (2011). Coal combustion-generated aerosols: Formation and properties. *Proceedings of the Combustion Institute*, 33 (1), 1681–1697. doi: <https://doi.org/10.1016/j.proci.2010.09.014>
- Cai, L., Pan, X., Chen, X., Zhao, C. (2012). Flow characteristics and stability of dense-phase pneumatic conveying of pulverized coal under high pressure. *Experimental Thermal and Fluid Science*, 41, 149–157. doi: <https://doi.org/10.1016/j.expthermflusci.2012.04.011>
- Matjie, R. H., Li, Z., Ward, C. R., Bunt, J. R., Strydom, C. A. (2016). Determination of mineral matter and elemental composition of individual macerals in coals from Highveld mines. *Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy*, 116 (2). doi: <https://doi.org/10.17159/2411-9717/2016/v116n2a8>
- Zheng, H., Xu, R., Zhang, J., Daghighheleh, O., Schenk, J., Li, C., Wang, W. (2021). A Comprehensive Review of Characterization Methods for Metallurgical Coke Structures. *Materials*, 15 (1), 174. doi: <https://doi.org/10.3390/ma15010174>
- Liu, X., Nie, B. (2016). Fractal characteristics of coal samples utilizing image analysis and gas adsorption. *Fuel*, 182, 314–322. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2016.05.110>
- Keboletse, K. P., Ntuli, F., Oladijo, O. P. (2021). Influence of coal properties on coal conversion processes-coal carbonization, carbon fiber production, gasification and liquefaction technologies: a review. *International Journal of Coal Science & Technology*, 8 (5), 817–843. doi: <https://doi.org/10.1007/s40789-020-00401-5>
- Talovskaya, A. V., Adil'bayeva, T. E., Yazikov, E. G. (2024). Monitoring For Elemental Composition Of Particulate Matter Deposited In Snow Cover Around Coal-Fired Thermal Power Plant (Karaganda, Central Kazakhstan). *Geography, Environment, Sustainability*, 16 (4), 180–192. doi: <https://doi.org/10.24057/2071-9388-2023-2829>
- Lipp, J., Banerjee, R., Patwary, Md. F., Patra, N., Dong, A., Girgsdies, F. et al. (2022). Extension of Rietveld Refinement for Benchtop Powder XRD Analysis of Ultrasmall Supported Nanoparticles. *Chemistry of Materials*, 34 (18), 8091–8111. doi: <https://doi.org/10.1021/acs.chemmater.2c00101>
- Sakher, E., Loudjani, N., Benchiheb, M., Bououdina, M. (2018). Influence of Milling Time on Structural and Microstructural Parameters of Ni₅₀Ti₅₀ Prepared by Mechanical Alloying Using Riet-

- veld Analysis. *Journal of Nanomaterials*, 2018, 1–11. doi: <https://doi.org/10.1155/2018/2560641>
23. Sakher, E., Smili, B., Bououdina, M., Bellucci, S. (2022). Structural Study of Nano-Clay and Its Effectiveness in Radiation Protection against X-rays. *Nanomaterials*, 12 (14), 2332. doi: <https://doi.org/10.3390/nano12142332>
 24. Pang, Z., Gu, X., Wei, Y., Yang, R., Dresselhaus, M. S. (2016). Bottom-up Design of Three-Dimensional Carbon-Honeycomb with Superb Specific Strength and High Thermal Conductivity. *Nano Letters*, 17 (1), 179–185. doi: <https://doi.org/10.1021/acs.nanolett.6b03711>
 25. Atsumi, H., Iseki, M., Shikama, T. (1994). Trapping and detrapping of hydrogen in carbon-based materials exposed to hydrogen gas. *Journal of Nuclear Materials*, 212-215, 1478–1482. doi: [https://doi.org/10.1016/0022-3115\(94\)91073-1](https://doi.org/10.1016/0022-3115(94)91073-1)
 26. Burzo, E. (2009). Serpentine and related silicates: Phyllosilicates. *Magnetic Properties of Non-Metallic Inorganic Compounds Based on Transition Elements*, 211–234.
 27. Cui, Z., Zhang, Z., Huang, W., Liu, L., Wang, J., Wei, X., Shen, J. (2024). Pore-Fracture Structure Characteristics of Low-Medium Rank Coals from Eastern Surat Basin by FE-SEM and NMR Experiments. *Natural Resources Research*. doi: <https://doi.org/10.1007/s11053-023-10304-2>
 28. Chen, Y., Gao, N., Sha, G., Ringer, S. P., Starink, M. J. (2016). Microstructural evolution, strengthening and thermal stability of an ultrafine-grained Al–Cu–Mg alloy. *Acta Materialia*, 109, 202–212. doi: <https://doi.org/10.1016/j.actamat.2016.02.050>
 29. Slama, C., Jaafar, H., Karouia, A., Abdellaoui, M. (2021). Diffraction Crystallite Size Effects on Mechanical Properties of Nanocrystalline (Ti_{0.8}W_{0.2})C. *Chemistry Africa*, 4 (4), 809–819. doi: <https://doi.org/10.1007/s42250-021-00264-6>
 30. Wang, Y., Bai, Y., Zou, L., Liu, Y., Li, F., Zhao, Q. (2022). Co-Combustion Characteristics And Ash Melting Behavior Of Sludge/High-Alkali Coal Blends. *Combustion Science and Technology*, 196 (2), 177–194. doi: <https://doi.org/10.1080/00102202.2022.2065879>
 31. Pardhi, E., Tomar, D. S., Khemchandani, R., Samanthula, G., Singh, P. K., Mehra, N. K. (2024). Design, development and characterization of the Apremilast and Indomethacin coamorphous system. *Journal of Molecular Structure*, 1299, 137045. doi: <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2023.137045>
 32. Liu, H., Xin, Z., Cao, B., Xu, Z., Xu, B., Zhu, Q. et al. (2023). Poly-hydroxylated Organic Molecular Additives for Durable Aqueous Zinc Battery. *Advanced Functional Materials*, 34 (4). doi: <https://doi.org/10.1002/adfm.202309840>
 33. He, X., Liu, X., Nie, B., Song, D. (2017). FTIR and Raman spectroscopy characterization of functional groups in various rank coals. *Fuel*, 206, 555–563. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2017.05.101>
 34. Morales-Verdejo, C., Schott, E., Zarate, X., Manriquez, J. M. (2014). Novel mono- and heterobimetallic chromium-nickel s-indacene complexes: synthesis, characterization, and DFT studies. *Canadian Journal of Chemistry*, 92 (7), 677–683. doi: <https://doi.org/10.1139/cjc-2014-0126>
 35. Ding, X. D., Wang, S. L., Rittby, C. M. L., Graham, W. R. M. (1999). Fourier-transform infrared observation of SiC_n chains. I. The ν₄(σ) mode of linear SiC₉ in Ar at 10 K. *The Journal of Chemical Physics*, 110 (23), 11214–11220. doi: <https://doi.org/10.1063/1.479062>
 36. Ward, C. R. (2016). Analysis, origin and significance of mineral matter in coal: An updated review. *International Journal of Coal Geology*, 165, 1–27. doi: <https://doi.org/10.1016/j.coal.2016.07.014>
 37. Belskaya, O. B., Danilova, I. G., Kazakov, M. O., Mironenko, R. M., Lavrenov, A. V., Likholobov, V. A. (2013). ChemInform Abstract: FTIR Spectroscopy of Adsorbed Probe Molecules for Analyzing the Surface Properties of Supported Pt (Pd) Catalysts. *ChemInform*, 44 (51). doi: <https://doi.org/10.1002/chin.201351237>
 38. Zhang, Y., Wang, J., Xue, S., Wu, J., Chang, L., Li, Z. (2016). Kinetic study on changes in methyl and methylene groups during low-temperature oxidation of coal via in-situ FTIR. *International Journal of Coal Geology*, 154-155, 155–164. doi: <https://doi.org/10.1016/j.coal.2016.01.002>
 39. Sarvamangala, H., Raghavendra, V. B., Girisha, S. T. (2017). Biobenefication of oxide minerals from *Bacillus subtilis* Using FTIR and MALDI-TOF techniques. *Journal of Environmental Protection*, 8 (2), 194–205. doi: <https://doi.org/10.4236/jep.2017.82015>
 40. Yin, Yin, Wu, Qi, Tian, Zhang, Hu, Feng. (2019). Characterization of Coals and Coal Ashes with High Si Content Using Combined Second-Derivative Infrared Spectroscopy and Raman Spectroscopy. *Crystals*, 9 (10), 513. doi: <https://doi.org/10.3390/cryst9100513>
 41. Le, K. C., Lefumeux, C., Pino, T. (2017). Differential Raman back-scattering cross sections of black carbon nanoparticles. *Scientific Reports*, 7 (1). doi: <https://doi.org/10.1038/s41598-017-17300-6>
 42. Nestler, K., Dietrich, D., Witke, K., Röbler, R., Marx, G. (2003). Thermogravimetric and Raman spectroscopic investigations on different coals in comparison to dispersed anthracite found in permineralized tree fern *Psaronius* sp. *Journal of Molecular Structure*, 661-662, 357–362. doi: <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2003.09.020>

ECOLOGY AND ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY

DOI: 10.15587/2706-5448.2024.298569

INVESTIGATION OF GREENHOUSE EMISSION INVENTORY FROM TRANSPORT SYSTEM FUNCTIONING IN LARGE AND MEDIUM CITIES

pages 37–42

Tetiana Tokmylenko, Senior Lecturer, Department of Transport Systems and Logistics, Kharkiv National Automobile and Highway University, Kharkiv, Ukraine, e-mail: tetyana@tokmylenko.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-2542-1452>

Olena Chernyshova, PhD, Consultant, International Finance Corporation, Vienna, Austria, ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-9710-3459>

Vitalii Chyzhyk, PhD, Assistant, Department of Transport Systems and Logistics, Kharkiv National Automobile and Highway University, Kharkiv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0518-5246>

The object of the research of the article is transport system of a city. The paper reviews the necessity to assess the greenhouse emissions in the city and proposes the methods for greenhouse emissions inventory of the urban transport system. The proposed approach is aligned with guidelines for the development of Sustainable Energy and Climate Action Plan (SECAP) of Mayor Covenants of European Union (EU). The methodologies outlined in the paper allow to estimate annual greenhouse emissions from transport sector.

The SECAP defines transport sectors based on ownership and functioning as following: municipal transport fleet, public transport, and private and commercial transport. The paper proposes the methodology to estimate direct and indirect emissions in each of the described sector based on the information that is typically available to municipalities in Ukraine. The assessment is conducted on disaggregated level for different fuel types (diesel, petroleum, natural gas, biofuel, electricity, etc.) and separately for each fleet type (buses, trucks, passenger vehicles, specialized machinery). Total CO₂ emissions are then estimated by multiplying the amount of fuel

consumed by the emission factor for each fuel type and vehicle type. Information of fuel consumption is estimated based on annual mileage and estimated based on available data and number of assumptions proposed in the paper. The proposed methodology for greenhouse emissions inventory for the transport sector allows to analyze available data, recommendations for data collection and a methodology for determining CO₂ emissions from the operation of the transport system with sufficient accuracy of calculations.

Based on these results, it is possible to forecast changes in energy consumption and emissions in the transport sector as a result of various interventions. For example, in Zhytomyr city the results of inventory were used to develop a set of measures, which include updating the rolling stock of electric transport; increasing the energy efficiency of the power grids of the transport system, developing cycling infrastructure.

Keywords: transport system, greenhouse emissions, SECAP, energy efficiency, CO₂, fuel type, transport categories.

References

1. Reitsen, Ye. O., Stepanchuk, O. V. (2004). Metody stvorennia i vedennia transportno-ekolohichnoho monitorynhu u mistakh Ukrainy. *Mistobuduvannia ta teryt. planuv.*, 18, 178–186.
2. Wallington, T. J., Anderson, J. E., Dolan, R. H., Winkler, S. L. (2022). Vehicle Emissions and Urban Air Quality: 60 Years of Progress. *Atmosphere*, 13 (5), 650. doi: <https://doi.org/10.3390/atmos13050650>
3. Wallington, T. J., Kaiser, E. W., Farrell, J. T. (2006). Automotive fuels and internal combustion engines: a chemical perspective. *Chemical Society Reviews*, 35 (4), 335–347. doi: <https://doi.org/10.1039/b410469m>
4. *Use of energy explained Energy use for transportation* (2022). U.S. Energy Information Agency. 2022. Available at: <https://www.eia.gov/energy-explained/use-of-energy/transportation.php> Last accessed: 12.01.2022
5. *European Environmental Agency, EEA. Air Pollutant Emissions Data Viewer (Gothenburg Protocol, LRTAP Convention 1990–2019)*. Available at: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/dashboards/air-pollutant-emissions-data-viewer-4> Last accessed: 19.08.2021
6. *Environmental Protection Agency. The 2021 EPA Automotive Trends Report, EPA-420-R-21-023*. Environmental Protection Agency. Washington.
7. Nelson, P. F. (1981). Evaporative Hydrocarbon Emissions from a Large Vehicle Population. *Journal of the Air Pollution Control Association*, 31 (11), 1191–1193. doi: <https://doi.org/10.1080/00022470.1981.10465347>
8. *United States: Cars and Light-Duty Trucks: Tier 3. DieselNet Emission Standards*. Available at: https://dieselnet.com/standards/us/ld_t3.php Last accessed: 12.01.2022
9. Bishop, G. A. (2019). Three decades of on-road mobile source emissions reductions in South Los Angeles. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 69 (8), 967–976. doi: <https://doi.org/10.1080/10962247.2019.1611677>
10. Bishop, G. A. (2021). *On-Road Remote Sensing of Automobile Emissions in the Chicago Area: Fall 2020*. CRC Report No. E-123, Coordinating Research Council. Available at: <https://crcao.org/published-report/> Last accessed: 21.09.2021
11. Stepanchuk, O. V. (2004). *Metody stvorennia i vedennia transportno-ekolohichnoho monitorynhu v krupnykh i naikrupnishykh mistakh na prykladi*. KNUBA.
12. Reporting guidelines (2020). *Covenants of Mayors for Climate and Energy*, 51.
13. *Rukovodstvo «Kak razrabotat Plan deistvii po ustojchivomu energeticheskomu razvitiuu i klimatu v stranakh Vostochnogo Partnerstva»*. Available at: <https://com-east.eu/ru/tekhnicheskoe-i-metodologicheskoe-materialy/item/14753-rukovodstvo-kak-razrabotat-plan-dejstvij-po-ustojchivomu-energeticheskomu-razvitiyu-i-klimatu-v-stranah-vostochnogo-partnerstva/>
14. *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 2 Energy*. Available at: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol2.html> Last accessed: 06.04.2022
15. *Nakaz No. 43 «Normy vytrat palyva i mastylnykh materialiv na avtomobilnomu transporti» (Mintrans vid 10.02.98). iz zminamy i dopovneniamy, ostanni z yakykh uneseno nakazom Ministerstva infrastruktury Ukrainy vid 24 sichnia 2012 roku No. 36*. Available at: <https://www.buhoblik.org.ua/uchet/uchet-tovarov-i-materialov/888-normy-rasxoda-topliva.html> Last accessed: 06.04.2022
16. *Statystychnyi zbirnyk «Chyselnist naiavnoho naselennia Ukrainy» (2019)*. Available at: http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2019/zb/06/zb_chnn2019.pdf Last accessed: 06.04.2022



CHEMICAL AND TECHNOLOGICAL SYSTEMS

DOI: 10.15587/2706-5448.2024.297612

АНАЛІЗ СТРУКТУРИ ЕЛЕКТРОПРОВІДНОЇ КОМПОЗИЦІЙНОЇ КЕРАМІКИ (стор. 6–8)**Майстат М. С., Кривобок А. В.**

Об'єктом дослідної роботи є електропровідна композиційна кераміка. Дослідження спрямоване на аналіз мікроструктури електропровідних керамічних композитів на основі карбіду кремнію та вивчення впливу вмісту карбіду кремнію на їхні властивості. Це дослідження є ключовим для вдосконалення матеріалів, які використовуються в високотехнологічних застосуваннях, зокрема в галузях, де важливі відмінні електроізоляційні та механічні характеристики. Аналіз мікроструктури, проведений за допомогою растрової електронної мікроскопії, підтвердив присутність карбіду кремнію у всіх досліджених керамічних зразках, крім того, куди карбід кремнію не добавляли. Особливу увагу слід приділити зразку із 30 % карбіду кремнію, який відзначається найменшою відкритою пористістю. Ці дані також підтверджуються попередніми дослідженнями, де у цього зразка були кращі властивості: відкрита пористість – 12,51 %, водопоглинання – 5,88 %, уявна густина – 2,13 г/см³, питомий опір – 0,43·10⁶ Ом·м. Ці властивості свідчать про малу пористість та високі показники структурно-фізичних характеристик матеріалу. Отримані результати не лише підтверджують успішне включення карбіду кремнію у керамічну матрицю, але також вказують на перспективи застосування досліджених керамічних матеріалів в галузях, де важливі електроізоляційні та механічні властивості. Зокрема, зразок із 30 % карбіду кремнію видається особливо перспективним завдяки своїм високим характеристикам та меншій пористості, що робить його потенційно цікавим для застосувань у високотехнологічних галузях, таких як електроніка та телекомунікації. Отримані висновки свідчать про можливість використання цих керамічних матеріалів у різноманітних високотехнологічних галузях, де важливі як електричні, так і механічні властивості. Зразок із 30 % карбіду кремнію, завдяки своїм винятковим характеристикам, має потенціал для застосувань у передових технологіях. Подальші дослідження в цьому напрямку можуть призвести до створення нових матеріалів для ефективного поглиблення радіочастот та знайти широке застосування в різних технологічних галузях.

Ключові слова: електропровідна кераміка, мікроструктура, карбід кремнію, SiC, пористість, електроізоляційні властивості, електронна мікроскопія, мікроструктура.

DOI: 10.15587/2706-5448.2024.297846

ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНОЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТА МАГНІТНОГО ЗБАГАЧЕННЯ ЗАЛІЗНОЇ РУДИ РОДОВИЩА СІДІ МААРУФ (стор. 9–14)**Abdeslam Chaib, Soufiane Bouabdallah, Meriem Ferfar, Aissa Benselhoub, Nadia Dovbash, Stefano Bellucci**

Створення нового металургійного комплексу в Белларі, розташованому в Ель-Мілія в регіоні Джіджел, є географічно вигідним через його близькість до родовища Сіді-Мааруф (Алжир). Ця близькість була фундаментальною мотивацією для завершення цього дослідження. Об'єктом дослідження є якість виробів із заліза з Сіді-Мааруф. Дослідження направлене на розробку процесу обробки, спрямованого на покращення якості виробів із заліза з Сіді-Мааруф, одночасно зменшуючи домішки кварцу та глини, присутні в цій руді. Цей підхід базуватиметься на затвердженій технологічній схемі обробки, реалізованій шляхом експериментального підходу для забезпечення надійних результатів, які відповідають вимогам сталеливарної промисловості. Проблема пов'язана з труднощами, які виникають у виробництві сталі через природні властивості сировини.

У зв'язку з відсутністю фізико-хімічної характеристики родовища залізної руди Сіді-Мааруф, відібрані проби проходять серію ретельних аналізів, включаючи мікроскопічні дослідження, рентгеновську дифракцію (XRD), а також додаткові хімічні аналізи з використанням рентгеновської флуоресценції (XRF). Виявлені мінерали переважно складаються з гематиту в перерахунку на залізо. Що стосується пустої породи, то вона в основному складається з кальциту та кварцу. Завдяки процесу попередньої обробки, що включає промивання, успішно було видалено легкі частинки, у результаті чого утворився концентрат, що містить щільні частинки. Цей підхід був вирішальним для досягнення задовільних результатів під час високоінтенсивної сухої магнітної сепарації. В результаті досліджень показано, що при збагаченні залізної руди Сіді-Мааруф за допомогою високоінтенсивної сухої магнітної сепарації отримано кінцевий концентрат із вмістом Fe₂O₃ понад 67 %, а також значним зниженням домішок кремнезему до 0,92 % і глинозему до 0,77 %. Зроблено висновок, що цей концентрат, отриманий із фракції –1+0,5 мм і отриманий при силі струму 12 А, відповідає вимогам сталеливарної промисловості.

Після проведеної роботи було виявлено, що методи валоризації залізної руди за допомогою мінералогічних процесів постійно вимагають високого рівня ефективності та продуктивності з точки зору обладнання та характеристик отриманих продуктів. У майбутньому переробка залізної руди буде здійснюватися з використанням інноваційних методів, інтегруючи передові технології для покращення її характеристик із застосуванням екологічно чистих практик.

Ключові слова: оксид заліза, характеристика, сталеливарна промисловість, магнітна сепарація, промивання, регіон Джіджел, східний Алжир.

DOI: 10.15587/2706-5448.2024.298969

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОГО КАТАЛІТИЧНОГО ОКИСНЕННЯ МИШ'ЯКУ (III) У ВОДНОМУ РОЗЧИНІ НА НОВОМУ АКТИВНОМУ ДІОКСИДІ МАРГАНЦЮ В ПРОТОЧНІЙ КОЛОКІ (стор. 15–23)**Denis Abower**

У багатьох місцях Землі ґрунтові води містять сполуки миш'яку. Для ефективного очищення води, що містить миш'як, з'єднання миш'яку (III) необхідно окислювати. Об'єктом цього дослідження є окислення сполук миш'яку (III) у водному розчині.

Промислова технологія окислення миш'яку, що застосовується сьогодні в більшості випадків, агресивними окислювачами, такими як хлор або озон, має ряд серйозних недоліків. До найбільш проблематичних з них відносяться вкрай високі ризики для здоров'я

людей та навколишнього середовища, собівартість та загальна трудомісткість процесу. Каталітичне окиснення сполук миш'яку (III) киснем повітря є вільною від перерахованих вище недоліків альтернативою, проте дотепер відомостей про ефективність каталізаторів даного процесу в літературі не представлено.

У цій роботі досліджується процес каталітичного окиснення миш'яку (III) у водному розчині на синтезованому автором новому активному діоксиді марганцю (НАДМ). Проводиться порівняльний експериментальний аналіз з іншими відомими модифікаціями діоксиду марганцю. Показано, що новий активний діоксид марганцю (НАДМ) має високу каталітичну активність по відношенню до миш'яку (III), що підтверджено експериментально як в обмеженому обсязі, так і в режимі проточної колони. За результатами дослідження також обговорюються деякі теоретичні аспекти механізму каталітичного окиснення миш'яку (III) киснем активного діоксиду марганцю у водному розчині.

Для успішного промислового впровадження технології каталітичного окиснення сполук миш'яку (III) на НАДМ необхідно проведення дослідних робіт на пілотних установках у польових умовах. Для розробки детального теоретичного обґрунтування механізму каталітичного окиснення миш'яку у водних розчинах необхідні подальші лабораторні дослідження.

Результати даної роботи становлять інтерес як для промислових компаній, що спеціалізуються на очищенні води від сполук миш'яку, так і для вчених та дослідників, які вивчають каталітичне окиснення миш'яку (III), а також гетерогенне каталітичне окиснення киснем в цілому.

Ключові слова: ґрунтові води, очищення води від миш'яку, окиснення миш'яку (III), каталізatori окиснення миш'яку (III), сорбція миш'яку, діоксид марганцю.

DOI: 10.15587/2706-5448.2024.299227

РОЗГЛЯД МОЖЛИВОСТІ ЗНИЖЕННЯ ШКІДЛИВОЇ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СПАДКОВОСТІ У ВИРОБАХ З КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ ТА ЇХ З'ЄДНАННЯХ (стор. 24–28)

Тараненко І. М., Купріянова Т. А.

Об'єктом дослідження є можливість підвищення якості деталей із композитних матеріалів (КМ) шляхом дополімеризаційної обробки вологого пакету інтенсивним імпульсним навантаженням. Існуючі технології формоутворення деталей з КМ припускають ущільнення набраного просоченого пакету шарів арматури та їх наступну полімеризацію під дією тиску та температури. У результаті такої технології у пакеті композиту виникають остаткові термічні та усадкові напруження, які призводять до небажаних просторових деформацій профільних деталей, порушенню монолітності у зонах з'єднання композиту та металевих закінцівків.

На прикладі кутового композитного профілю з накладкою на одній з полиць дано розрахунок остаточних напружень та продемонстровано методику вибору раціональних кутів укладання армувального матеріалу з метою зниження величини остаточних термічних напружень, які виникають у композиті у процесі його полімеризації. Побудовано залежності параметра закручування довгомірного композитного профілю постійного перерізу вздовж його осі від модуля пружності та коефіцієнта лінійного температурного розширення. У роботі дано пояснення механізму виникнення подібної шкідливої технологічної спадковості. Оцінено значення остаточних деформацій.

На основі аналізу процесу просочення сухого армувального матеріалу сполучною речовиною сформульована задача збільшення максимальної площі контакту сполучного з волокнами та проаналізовано можливий метод її підвищення. Так, використовуючи модель капілярів між волокнами композиту, зроблено висновок про те, що необхідно прикладати додатковий тиск до сполучного для більш глибокого його просування між волокнами.

Використовуючи синергетичний метод поєднання знань з різних галузей промисловості та на основі експериментальних даних запропоновано процес дополімеризаційного навантаження просоченого пакету інтенсивним імпульсним навантаженням (ударними хвилями). Цій процесу у значній мірі покращує якість деталей агрегатів, що виробляються.

Ключові слова: остаточні напруження, армувальний матеріал, синергетичний метод, композиційні матеріали, імпульсне навантаження, металеві закінцівки.

DOI: 10.15587/2706-5448.2024.299270

КОМПЛЕКСНА ФІЗИКО-ХІМІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА АЛЖИРСЬКОГО ВУГІЛЬНОГО ПОРОШКУ ДЛЯ ІНЖЕНЕРНОЇ ПРОЕКТИВНОЇ СТАЛОЇ МАТЕРІАЛІВ (стор. 29–36)

Meriem Ferfar, Elfahem Sakher, Amina Bouras, Aissa Benselhoub, Nadir Hachemi, Mohammed Massaoudi, Nadiia Dovbash, Stefano Bellucci

Об'єктом дослідження є інтригуючий та універсальний матеріал, відомий як вугілля, який останнім часом привернув багато уваги через його потенційне використання в різних сферах, включаючи передові будівельні матеріали, методи відновлення навколишнього середовища та творчі рішення для зберігання енергії. Це дослідження представляє широкую характеристику алжирських природних вугільних порошоків із застосуванням багатогранного аналітичного підходу. Цей підхід включає скануючу електронну мікроскопію (SEM), дифракцію рентгенівських променів (XRD), інфрачервону спектроскопію з перетворенням Фур'є (FTIR) і спектроскопію комбінаційного розсіювання, щоб виявити їх фізико-хімічні властивості. властивості, які включають морфологію, розподіл частинок за розміром, кристалічну структуру та функціональні групи.

Аналіз SEM виявив неоднорідну морфологію з широким розподілом частинок за розміром, що вказує на складну структуру вугілля. Дані XRD, уточнені за допомогою аналізу Рітвельда, виділяють вуглець (C) і діоксид кремнію (SiO₂) як первинні фази з розміром кристалітів 18,7539 нм для C і 16,6291 нм для SiO₂. Ці фази становлять 98,8 % і 12 % складу відповідно, тоді як присутність кварцу підкреслює геологічну основу вугілля та його термостійкість.

Що стосується результатів спектроскопії FTIR, виділено піки поглинання, що відповідають різним функціональним групам, що свідчить про багатий органічний та неорганічний склад. Раманівська спектроскопія підтверджує наявність неупорядкованих і графітних структур вуглецю, підкреслюючи потенціал вугілля для різноманітних застосувань. Ці висновки підкреслюють важливість

алжирського вугільного порошку для оздоровлення навколишнього середовища, зберігання енергії та передових конструкційних матеріалів, сприяючи розвитку стійких енергетичних рішень.

Ключові слова: вугілля, SEM, XRD, FTIR, рамановське оздоровлення навколишнього середовища, зберігання енергії, стійкі енергетичні рішення.

ECOLOGY AND ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY

DOI: 10.15587/2706-5448.2024.298569

ДОСЛІДЖЕННЯ ОЦІНКИ ВИКИДІВ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ ВІД ФУНКЦІОНУВАННЯ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ В ВЕЛИКИХ ТА СЕРЕДНІХ МІСТАХ (стор. 37–42)

Токмиленко Т. Т., Чернишова О. С., Чижик В. М.

У роботі в якості об'єкта дослідження виступає транспортна система міста. Розглянуто необхідність оцінки викидів парникових газів у місті та запропоновано методикку інвентаризації викидів парникових газів міського транспорту. Запропонований підхід узгоджується з керівними принципами розробки Плану дій зі сталого розвитку енергетики та клімату (SECAP) Головних угод Європейського Союзу (ЄС). Методології, викладені в документі, дозволяють оцінити щорічні викиди парникових газів від транспортного сектору.

SECAP визначає транспортні сектори на основі власності та функціонування таким чином: муніципальний транспортний парк, громадський транспорт, приватний та комерційний транспорт. У роботі пропонується методологія оцінки прямих і непрямих викидів у кожному з описаних секторів на основі інформації, яка зазвичай доступна для муніципалітетів в Україні. Оцінка проводиться на дезагрегованому рівні для різних типів палива (дизельне паливо, нафта, природний газ, біопаливо, електроенергія тощо) та окремо для кожного типу парку (автобуси, вантажівки, легковий транспорт, спецтехніка). Потім загальні викиди CO₂ оцінюються шляхом множення кількості спожитого палива на коефіцієнт викидів для кожного типу палива та типу транспортного засобу. Інформація про споживання палива оцінюється на основі річного пробігу та оцінюється на основі доступних даних і кількості припущень, запропонованих у документі. Запропонована методологія інвентаризації викидів парникових газів для транспортного сектору дозволяє проаналізувати наявні дані, рекомендації щодо збору даних та методологію визначення викидів CO₂ від роботи транспортної системи з достатньою точністю розрахунків.

На основі цих результатів можна спрогнозувати зміни у споживанні енергії та викидах у транспортному секторі в результаті різних втручань. Наприклад, у м. Житомирі за результатами інвентаризації розроблено комплекс заходів, серед яких – оновлення рухомого складу електротранспорту; підвищення енергоефективності енергомереж транспортної системи, розвиток велоінфраструктури.

Ключові слова: транспортна система, парникові викиди, SECAP, енергоефективність, CO₂, вид палива, категорії транспорту.