

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.236984

**RATIONAL CONDITIONS OF FATTY ACIDS OBTAINING BY SOAPSTOCK TREATMENT WITH SULFURIC ACID (p. 6–13)**

**Natalia Sytnik**

Ukrainian Research Institute of Oils and Fats of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Kharkiv, Ukraine  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3970-086X>

**Ekaterina Kunitsia**

Kharkiv Institute of Trade and Economics of Kyiv National University of Trade and Economics, Kharkiv, Ukraine  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5577-7026>

**Viktoriya Mazaeva**

Ukrainian Research Institute of Oils and Fats of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Kharkiv, Ukraine  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5560-9126>

**Viktoriiia Kalyna**

Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3061-3313>

**Andrii Chernukha**

National University of Civil Defence of Ukraine, Kharkiv, Ukraine  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3604-1149>

**Serhii Vazhynskyi**

National University of Civil Defence of Ukraine, Kharkiv, Ukraine  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1671-3684>

**Oleksandr Yashchenko**

National University of Civil Defence of Ukraine, Kharkiv, Ukraine  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7129-389X>

**Murat Maliarov**

National University of Civil Defence of Ukraine, Kharkiv, Ukraine  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4052-7128>

**Oleg Bogatov**

Kharkiv National Automobile and Highway University, Kharkiv, Ukraine  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7342-7556>

**Borys Bolibrukh**

Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9879-7454>

As a result of alkaline neutralization of oils, a significant amount of soapstock is formed, the utilization of which creates an environmental and economic problem. The production of fatty acids from soapstock using sulfuric acid decomposition is investigated in this work.

The peculiarity of the work is the determination of regression dependences of the yield and neutralization number of fatty acids on the soapstock processing conditions: temperature and duration.

Soapstock obtained after neutralization of sunflower oil was used as raw material. Soapstock indicators: mass fraction of moisture – 15.4 %, total fat – 71.9 %, fatty acids – 64.5 %, neutral fat – 7.4 %.

Rational conditions of soapstock processing are determined: temperature (90–95) °C, duration 40 min. Under these condi-

tions, the fatty acid yield is 79.0 %, the neutralization number is 180.0 mg KOH/g. Quality indicators of the obtained fatty acids: mass fraction of moisture and volatile substances – 1.8 %, mass fraction of total fat – 97.0 %, cleavage depth – 64.5 % of oleic acid, the presence of mineral acids – no. Fatty acids correspond to fatty acids of the first grade according to DSTU 4860 (CAS 61788-66-7).

An increase in the temperature and duration of soapstock contact with sulfuric acid increases the yield and neutralization number of fatty acids. This is due to a decrease in the viscosity of the reaction medium, an increase in the depth of cleavage of soapstock soaps with sulfuric acid, an increase in the intensity and duration of mass transfer.

The developed rational conditions allow obtaining fatty acids from soapstock, which correspond in composition to fatty acids from refined deodorized sunflower oil.

The results allow solving a number of economic and environmental problems associated with soapstock utilization and can be implemented in oil refineries and fatty acid production.

**Keywords:** oil and fat industry waste, alkaline neutralization, soapstock, fatty acids, sunflower oil.

#### References

- Sytnik, N., Kunitsia, E., Mazaeva, V., Chernukha, A., Kovalov, P., Grigorenko, N. et. al. (2020). Rational parameters of waxes obtaining from oil winterization waste. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (10 (108)), 29–35. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.219602>
- Strizhenok, A., Ivanov, A. (2021). Monitoring of Air Pollution in the Area Affected by the Storage of Primary Oil Refining Waste. *Journal of Ecological Engineering*, 22 (1), 60–67. doi: <https://doi.org/10.12911/22998993/128873>
- Sytnik, N., Kunitsia, E., Mazaeva, V., Chernukha, A., Bezuglov, O., Bogatov, O. et. al. (2020). Determination of the influence of natural antioxidant concentrations on the shelf life of sunflower oil. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (11 (106)), 55–62. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.209000>
- Kovari, K., Denise, J., Hollo, J. (2006). Seed crushing, oil refining and environmental problem. *Olaj. Szap.*, 45 (2), 45–52.
- Teslenko, A., Chernukha, A., Bezuglov, O., Bogatov, O., Kunitsia, E., Kalyna, V. et. al. (2019). Construction of an algorithm for building regions of questionable decisions for devices containing gases in a linear multidimensional space of hazardous factors. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (10 (101)), 42–49. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.181668>
- Khedkar, R., Singh, K. (2018). Food Industry Waste: A Panacea or Pollution Hazard? *Paradigms in Pollution Prevention*, 35–47. doi: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-58415-7\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-319-58415-7_3)
- Molchenko, S. M., Demydov, I. M., Vied, V. Ye. (2015). Odezhanntia zhyrnykh kyslot z soapstoku shliakhom rozkladannia myla karbonatnoiu kyslotoiu. *Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu «KhPI»*, 7 (1116), 76–82. Available at: [http://repository.kpi.kharkov.ua/bitstream/KhPI-Press/15991/1/vestnik\\_HPI\\_2015\\_7\\_Molchenko\\_Odezhanntia.pdf](http://repository.kpi.kharkov.ua/bitstream/KhPI-Press/15991/1/vestnik_HPI_2015_7_Molchenko_Odezhanntia.pdf)

8. Levterov, A. M., Levterov, A. A. (2018). Thermodynamic properties of fatty acid esters in some biodiesel fuels. *Functional Materials*, 25 (2), 308–312. doi: <https://doi.org/10.15407/fm25.02.308>
9. Wang, Y., Ke, L., Peng, Y., Yang, Q., Du, Z., Dai, L. et. al. (2020). Characteristics of the catalytic fast pyrolysis of vegetable oil soapstock for hydrocarbon-rich fuel. *Energy Conversion and Management*, 213, 112860. doi: <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2020.112860>
10. Kondratenko, O. M., Vambol, S. O., Stokov, O. P., Avramenko, A. M. (2015). Mathematical model of the efficiency of diesel particulate matter filter. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho hirnychoho universytetu*, 6, 55–61. Available at: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84959270723&origin=inward&txGid=a41878294c3ff8332ad19932a6bd41ff>
11. Tripathi, S., Subramanian, K. A. (2017). Experimental investigation of utilization of Soya soap stock based acid oil biodiesel in an automotive compression ignition engine. *Applied Energy*, 198, 332–346. doi: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2017.02.057>
12. Chervakov, V. O., Filinskaja, T. G., Kapiton, V. O. (2009). The methods of transesterification feedstock containing of fat by alcoholysis. *Problems of Chemistry and Chemical Technologies*, 4, 72–79.
13. Sánchez Faba, E. M., Ferrero, G. O., Dias, J. M., Eimer, G. A. (2019). Alternative Raw Materials to Produce Biodiesel through Alkaline Heterogeneous Catalysis. *Catalysts*, 9 (8), 690. doi: <https://doi.org/10.3390/catal9080690>
14. Ostafin, M. M., Lenik, E., Bulski, K., Kielbasa, P., Drozd, T., Trzyniec, K., Tarniowy, A. (2018). Recovering of the long-chain fatty acids from soapstock. *Przemysl chemiczny*, 97 (3), 387–392. doi: <https://doi.org/10.15199/62.2018.3.9>
15. Abdikamalova, A. B., Sharipova, A. Sh., Artikova, G. N., Seytnazarova, O. M., Ismaylov, B. M. (2016). Sposoby vydeleniya zhirnyh kislot iz soapstokov. *Sovremennye innovatsii*, 6 (8), 12–14. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/sposoby-vydeleniya-zhirnyh-kislot-iz-soapstokov>
16. Demidov, I., Sytnik, N., Mazaeva, V. (2014). Sunflower and problem alternative fuel in Ukraine. *Naukovo-tehnichniy biuletyn Instytutu oliynykh kultur NAAN*, 21, 137–146.
17. Pospelov, B., Meleshchenko, R., Asotskyi, V., Petukhova, O., Gornostal, S., Harbuz, S. (2019). Development of a self-adjusting method for calculating recurrent diagrams in a space with a scalar product. *EUREKA: Physics and Engineering*, 5, 10–18. doi: <https://doi.org/10.21303/2461-4262.2019.00981>
18. Chernukha, A., Teslenko, A., Kovalov, P., Bezuglov, O. (2020). Mathematical Modeling of Fire-Proof Efficiency of Coatings Based on Silicate Composition. *Materials Science Forum*, 1006, 70–75. doi: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/msf.1006.70>

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.237323

**ESTIMATING THE EFFECT OF AQUEOUS CATIONIC LATEX FROM THE CLASS OF THERMAL ELASTIC PLASTICS ON THE PROPERTIES OF BITUMEN EMULSIONS (p. 14–22)**

**Valeriy Zhdaniuk**

Kharkiv National Automobile and Highway University,  
Kharkiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0420-7036>

**Victoria Novakovska**

Kharkiv National Automobile and Highway University,  
Kharkiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4496-5301>

To produce cationic bitumen emulsions, bitumen is used, whose penetration is not lower than 90 mm<sup>-1</sup>. Such bitumen has a small plasticity interval, which leads to a deterioration in its heat resistance at elevated temperatures and narrows the scope of application of emulsions based on it.

Based on the review of emulsion modification methods, the modification has been proposed that involves mixing the finished bitumen emulsions with aqueous cationic latex.

The process of interaction between a bituminous emulsion and an aqueous cationic latex has been considered. A mechanism for the disintegration of the modified bitumen emulsion on the surface of mineral materials was proposed. The emulsifiers have been selected and the composition of the aqueous phase has been chosen based on the analysis of surface tension isotherms. The influence of the modification on the properties of bitumen emulsions was investigated.

It was established that the main physicochemical characteristics of the interphase surface accept similar values for the aqueous phase and emulsions based on it.

It has been proven that the introduction of aqueous cationic latex quite moderately affects the basic physical-mechanical properties of emulsions, which makes it possible not to change the main technological parameters when using them.

It was established that increasing the concentration of the polymer in the emulsion has a positive effect on the physical-mechanical properties of the binder. With an increase in the concentration of the polymer to 6 % the softening temperature increases by 16 °C, elasticity is 74 %, and the holding capacity at minus 25 °C is approaching 100 %.

Improving the physical-mechanical properties of residual binder as a result of emulsion modification could increase the durability of layers in a roadbed based on bitumen emulsions and expand the scope of their application in the construction and repair of motorways.

**Keywords:** bitumen emulsions, aqueous cationic latex, surface tension, polymers, softening temperature.

**References**

1. Zhu, J., Birgisson, B., Kringos, N. (2014). Polymer modification of bitumen: Advances and challenges. *European Polymer Journal*, 54, 18–38. doi: <https://doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2014.02.005>
2. Shafii, M. A., Abdul Rahman, M. Y., Ahmad, J. (2011). Polymer Modified Asphalt Emulsion. *International Journal of Civil & Environmental Engineering IJCEE-IJENS*, 11 (06), 43–49.
3. Lesueur, D. (2011). Polymer modified bitumen emulsions (PMBEs). *Polymer Modified Bitumen*, 25–42. doi: <https://doi.org/10.1533/9780857093721.1.25>
4. Takamura, K. (2003). Improved fatigue resistance of Asphalt emulsion residue modified with SBR Latex. *Materials of AEMA Annual Meeting in Nashville*.
5. Abedini, H., Naimi, S., Abedini, M. (2017). Rheological properties of bitumen emulsion modified with NBR latex. *Petroleum Science and Technology*, 35 (15), 1576–1582. doi: <https://doi.org/10.1080/10916466.2017.1319386>
6. Abedini, M., Hassani, A., Kaymanesh, M. R., Yousefi, A. A. (2016). Low-temperature adhesion performance of polymer-modified Bitumen emulsion in chip seals using different SBR latexes. *Petroleum Science and Technology*, 35 (1), 59–65. doi: <https://doi.org/10.1080/10916466.2016.1238932>
7. Zolotarev, V. A., Bratchun, V. I. (Eds.) (2003). *Modifitsirovannyye bitumnyye vyazhuschie, spetsial'nyye bitumy i bitumy s dobavkami v dorozhnom stroitel'stve*. Kharkiv, 229.

8. Carpani, C., Bocci, E., Bocci, M. (2021). Rheological and performance characterisation of the bitumen recovered from different emulsions for cold mixtures. *Road Materials and Pavement Design*, 22 (sup1), S214–S231. doi: <https://doi.org/10.1080/14680629.2021.1906735>
9. M. Warid, M. N., Hainin, M. R., Yaacob, H., A. Aziz, M. M., Idham, M. K., Abdul Raman, N. A., Mamat, R. (2015). Effect of styrene-butadiene on rheological properties of asphalt emulsion. *Jurnal Teknologi*, 77 (23). doi: <https://doi.org/10.11113/jt.v77.6678>
10. Sherman, F.; Abramzon, A. A. (Ed.) (1972). *Emul'sii*. Leningrad: «Himiya», 448.
11. Takamura, K., James, A. (2015). Paving with asphalt emulsions. *Advances in Asphalt Materials*, 393–426. doi: <https://doi.org/10.1016/b978-0-08-100269-8.00013-1>
12. Novakovska, V. (2015). Investigation of bitumen and modified bitumen emulsions breaking process. *Collected scientific works of Ukrainian State University of Railway Transport*, 157, 92–96. doi: <https://doi.org/10.18664/1994-7852.157.2015.61519>
13. Zhdanyuk, V. K., Shevchenko, V. P., Masyuk, Yu. A. (2002). Termodynamicheskie karakteristiki smachivaniya poverhnosti mineral'nykh materialov zhidkimi bitumami i bitumopolimernymi vyazhuschimi. *Vestnik KhNADU*, 19, 124–126.
14. Shekhovtsova, S., Korotkov, A., Vysotskaya, M. (2018). Method of forecasting the effectiveness of cationic bitumen emulsions. *Magazine of Civil Engineering*, 2, 91–100. doi: <https://doi.org/10.18720/MCE.78.7>
15. Zhdaniuk, V. K., Terletska, V. Ya. (2006). Doslidzhennia vlastyvoستي emulhatoriv dlia dorozhnikh bitumnykh emulsiy. *Visnyk KhNADU*, 34-36, 142–145.
16. DSTU B V.2.7-129:2013. Bituminous road emulsions. Specification.
17. Louw, K., Rossmann, D., Cupido, D. (2004). The vialit adhesion test: is it an appropriate test to predict low temperature binder/aggregate failure? *Proceedings of the 8th Conference on Asphalt Pavements for Southern Africa (CAPSA'04)*. Available at: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.616.4213&rep=rep1&type=pdf>
18. Method of test for residue by evaporation of latex modified asphaltic emulsion. *California Test 331*. Available at: <https://dot.ca.gov/-/media/dot-media/programs/engineering/documents/californiatest-methods-ctm/ctm-331-a11y.pdf>

**DOI: 10.15587/1729-4061.2021.239122**

**DETERMINING THE MAIN REGULARITIES IN THE PROCESS OF MINERAL FERTILIZER GRANULE ENCAPSULATION IN THE FLUIDIZED BED APPARATUS (p. 23–32)**

**Ruslan Ostroha**

Sumy State University, Sumy, Ukraine

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-0045-3416>

**Mykola Yukhymenko**

Sumy State University, Sumy, Ukraine

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-1405-1269>

**Jozef Bocko**

Technical University of Kosice, Kosice, Slovakia

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-3158-3507>

**Artem Artyukhov**

Sumy State University, Sumy, Ukraine

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-1112-6891>

**Jan Krmela**

Alexander Dubcek University of Trencin, Puchov, Slovakia

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-9767-9870>

This paper has substantiated the expediency and prospects of obtaining organomineral fertilizers by encapsulating mineral granules with an organic suspension in fluidized bed apparatuses. An overview of existing approaches to the mathematical description of the kinetics of granule growth in granulation processes in fluidized bed apparatuses is presented. A mathematical model of the kinetics of the formation of a hard shell around granules in a fluidized bed has been built. It shows that the kinetics depend on the size of the return particles, the specific flow rate of the suspension, the density of the suspension and granules, and the time of the process. Equations have been derived for determining the thickness of the hard shell and the specific flow rate of the suspension for individual granulation stages in a multi-stage granulator of the fluidized layer. Analytically, graphical dependences were built, which showed an increase in the thickness of the hard shell due to an increase in the specific flow rate of the suspension, the diameter of the return particles, and the time of the encapsulation process. The equations make it possible to determine the rational regime and technological parameters of the encapsulation process in order to obtain a coating of the pre-defined thickness at the surface of the granules. This ensures that a quality product is obtained, with a granulometric composition in a narrower range of particle size. To obtain granules of 2.5–4 mm in size, it is necessary to carry out the process in three- or four-stage granulators of the fluidized bed at specific suspension consumption of  $(10-20) \cdot 10^{-4}$  kg/(kg.s.). It is shown that with uniform growing of granules with a constant increase in the thickness of the shell in multistage granulators, the suspension consumption decreases by 2–3 times from the first stage to the subsequent ones. This approach reduces the operating and energy costs of the process.

**Keywords:** granulation, fluidized bed, encapsulation, organic suspension, shell thickness, growth kinetics.

**References**

1. Saikh, M. A. (2013). A Technical Note on Granulation Technology: A Way to Optimise Granules. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 4 (1), 55–67. doi: [https://doi.org/10.13040/IJPSR.0975-8232.4\(1\).55-67](https://doi.org/10.13040/IJPSR.0975-8232.4(1).55-67)
2. Ostroha, R., Yuhymenko, M., Mikhajlovskiy, Y., Litvinenko, A. (2016). Technology of producing granular fertilizers on an organic basis. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (6 (79)), 19–26. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.60314>
3. Kaur, G., Singh, M., Kumar, J., De Beer, T., Nopens, I. (2018). Mathematical Modelling and Simulation of a Spray Fluidized Bed Granulator. *Processes*, 6 (10), 195. doi: <https://doi.org/10.3390/pr6100195>
4. Lipin, A. G., Nebukin, V. O., Lipin, A. A. (2019). Assessment of coverage degree during particulate material encapsulation in fluidized bed. *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii Khimiya Khimicheskaya Tekhnologiya*, 62 (5), –84–90. doi: <https://doi.org/10.6060/ivkkt201962fp.5793>
5. Li, Z., Kind, M., Gruenewald, G. (2010). Modeling Fluid Dynamics and Growth Kinetics in Fluidized Bed Spray Granulation. *The Journal of Computational Multiphase Flows*, 2 (4), 235–248. doi: <https://doi.org/10.1260/1757-482x.2.4.235>
6. Grimmett, E. S. (1964). Kinetics of particle growth in the fluidized bed calcination process. *AIChE Journal*, 10 (5), 717–722. doi: <https://doi.org/10.1002/aic.690100527>
7. Yuhymenko, M., Ostroga, R., Artyukhov, A. (2016). Hydrodynamic and kinetic processes of the mineral fertilizer granules encapsulating in the multistage device with suspended layer. *Eastern-European*

- Journal of Enterprise Technologies, 6 (6 (84)), 22–28. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.84179>
8. Kaur, G., Singh, M., Matsoukas, T., Kumar, J., De Beer, T., Nopens, I. (2019). Two-compartment modeling and dynamics of top-sprayed fluidized bed granulator. *Applied Mathematical Modelling*, 68, 267–280. doi: <https://doi.org/10.1016/j.apm.2018.11.028>
  9. Hussain, M., Kumar, J., Tsotsas, E. (2015). Modeling aggregation kinetics of fluidized bed spray agglomeration for porous particles. *Powder Technology*, 270, 584–591. doi: <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2014.07.015>
  10. Vesjolaja, L., Lie, B., Glemmestad, B. (2021). Solving the population balance equation for granulation processes: particle layering and agglomeration. *Proceedings of The 61st SIMS Conference on Simulation and Modelling SIMS 2020*, September 22-24, Virtual Conference, Finland. doi: <https://doi.org/10.3384/ecp20176180>
  11. Seyedin, S. H., Ardjmand, M., Safekordi, A. A., Raygan, S. (2017). Experimental Investigation and CFD Simulation of Top Spray Fluidized Bed Coating System. *Periodica Polytechnica Chemical Engineering*, 61 (2), 117–127. doi: <https://doi.org/10.3311/ppch.8611>
  12. Neugebauer, C., Bück, A., Kienle, A. (2020). Control of Particle Size and Porosity in Continuous Fluidized-Bed Layering Granulation Processes. *Chemical Engineering & Technology*, 43 (5), 813–818. doi: <https://doi.org/10.1002/ceat.201900435>
  13. Dürr, R., Neugebauer, C., Palis, S., Bück, A., Kienle, A. (2020). Inferential control of product properties for fluidized bed spray granulation layering. *IFAC-PapersOnLine*, 53 (2), 11410–11415. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2020.12.576>
  14. Dosta, M., Antonyuk, S., Heinrich, S. (2013). Detailed Macroscopic Flowsheet Simulation of Fluidized Bed Granulation Process Based on Microscale Models. *The 14th International Conference on Fluidization – From Fundamentals to Products*. Available at: [https://dc.engconfintl.org/cgi/viewcontent.cgi?article=1087&context=fluidization\\_xiv](https://dc.engconfintl.org/cgi/viewcontent.cgi?article=1087&context=fluidization_xiv)
  15. Ming, L., Li, Z., Wu, F., Du, R., Feng, Y. (2017). A two-step approach for fluidized bed granulation in pharmaceutical processing: Assessing different models for design and control. *PLOS ONE*, 12 (6), e0180209. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0180209>
  16. Bertin, D., Cotabarren, I. M., Veliz Moraga, S., Piña, J., Bucalá, V. (2018). The effect of binder concentration in fluidized-bed granulation: Transition between wet and melt granulation. *Chemical Engineering Research and Design*, 132, 162–169. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cherd.2017.11.046>
  17. Korniyenko, B. Y., Borzenkova, S. V., Ladieva, L. R. (2019). Research of Three-Phase Mathematical Model of Dehydration and Granulation Process in the Fluidized Bed. *ARP Journal of Engineering and Applied Sciences*, 14 (12), 2329–2332. Available at: [http://www.arpnjournals.org/jeas/research\\_papers/rp\\_2019/jeas\\_0619\\_7811.pdf](http://www.arpnjournals.org/jeas/research_papers/rp_2019/jeas_0619_7811.pdf)
  18. Villa, M. P., Bertin, D. E., Cotabarren, I. M., Piña, J., Bucalá, V. (2016). Fluidized-bed melt granulation: Coating and agglomeration kinetics and growth regime prediction. *Powder Technology*, 300, 61–72. doi: <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2016.06.006>
  19. Kazakova, E. A. (1980). *Granulirovanie i ohlazhdenie azotsoderzhashchih udobreniy*. Moscow: Himiya, 288.
  20. Ostroha, R., Yukhymenko, M., Yakushko, S., Artyukhov, A. (2017). Investigation of the kinetic laws affecting the organic suspension granulation in the fluidized bed. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (1 (88)), 4–10. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.107169>
  21. Yukhymenko, M., Ostroha, R., Litvinenko, A., Bocko, J. (2017). Estimation of gas flow dustiness in the main pipelines of booster compressor stations. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 233, 012026. doi: <https://doi.org/10.1088/1757-899x/233/1/012026>
- 
- DOI: 10.15587/1729-4061.2021.236977**
- DEVELOPMENT OF A METHOD OF PROTECTION OF CONCRETE FLOORS OF ANIMAL BUILDINGS FROM CORROSION AT THE EXPENSE OF USING DRY DISINFECTANTS (p. 33–40)**
- Oksana Shkromada**  
Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-1751-7009>
- Tatiana Fotina**  
Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-5079-2390>
- Roman Petrov**  
Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-6252-7965>
- Liudmyla Nagorna**  
Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-8307-183X>
- Olexandr Bordun**  
Institute of Agriculture of the Northeast of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Sad vil., Sumy dist., Sumy reg., Ukraine  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-6144-771X>
- Marina Barun**  
Kharkiv National Automobile and Highway University, Kharkiv, Ukraine  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-6183-9462>
- Olena Babenko**  
Sumy State Pedagogical University named after A. S. Makarenko, Sumy, Ukraine  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-1416-2700>
- Maksym Karpulenko**  
State Scientific and Research Institute of Laboratory Diagnostics and Veterinary and Sanitary Expertise, Kyiv, Ukraine  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-8982-9031>
- Taras Tsarenko**  
Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, Ukraine  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-4373-5958>
- Vyacheslav Solomon**  
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-2757-9668>
- Concrete floors are most commonly used in animal housing. However, the specific environment of livestock buildings (moisture, urine, disinfectants) has a negative effect on concrete and leads to its corrosion. The influence of chemical and physical factors on concrete is reinforced by the development of microorganisms, which quickly adapt and use concrete as a living environment.
- To reduce the influence of an aggressive environment on the concrete floor, an experimental mixture of dry disinfectants was proposed.
- The components of the disinfection mixture have been selected taking into account the safety for animals and humans.

The TPD-MS method was used to determine the change in the chemical composition of concrete. To study the microstructure of concrete, the method of scanning electron microscopy was used.

Microbiological studies revealed bacteria *A. Thiooxidans*, *S. aureus*, *E. coli*, *S. enteritidis*, *S. Choleraesuis*, *C. Perfringens* and micro-mycetes of the genus *Cladosporium*, *Fusariums*, *Aspergillus*, which contribute to the development of biological corrosion of concrete in livestock buildings. The fact of the negative impact of concentrated disinfectants on the structure of concrete was also established.

As a result of the studies carried out, it was proved that a mixture of dry components for disinfection exhibits antimicrobial properties to varying degrees to the strains of field isolates of bacteria and fungi isolated in a pig-breeding farm. It was found that when using the proposed mixture of dry disinfectants in the research room of the pigsty, the relative humidity decreases by 38.5 %; ammonia content – by 46.2 %; hydrogen sulfide – by 57.8 %; microbial bodies – by 74.7 %, compared with the control room.

It has been experimentally proven that the proposed mixture of dry disinfecting components has hygroscopic and antimicrobial properties and is promising for use in livestock farms.

**Keywords:** corrosion of concrete floors, sum of dry disinfectant components, aggressive environment, antimicrobial and hygroscopic properties.

## References

- Qiu, L., Dong, S., Ashour, A., Han, B. (2020). Antimicrobial concrete for smart and durable infrastructures: A review. *Construction and Building Materials*, 260, 120456. doi: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.120456>
- Noeiaghahi, T., Mukherjee, A., Dhama, N., Chae, S.-R. (2017). Biogenic deterioration of concrete and its mitigation technologies. *Construction and Building Materials*, 149, 575–586. doi: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.05.144>
- Wang, J., Shen, J., Ye, D., Yan, X., Zhang, Y., Yang, W. et al. (2020). Disinfection technology of hospital wastes and wastewater: Suggestions for disinfection strategy during coronavirus Disease 2019 (COVID-19) pandemic in China. *Environmental Pollution*, 262, 114665. doi: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114665>
- Assaad Abdelmaseh, V., Jofriet, J., Hayward, G. (2008). Sulphate and sulphide corrosion in livestock buildings, Part I: Concrete deterioration. *Biosystems Engineering*, 99 (3), 372–381. doi: <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2007.11.002>
- Shkromada, O., Paliy, A., Yurchenko, O., Khabot, N., Pikhtirova, A., Vysochin, I. et al. (2020). Influence of fine additives and surfactants on the strength and permeability degree of concrete. *EU-REKA: Physics and Engineering*, 2, 19–29. doi: <https://doi.org/10.21303/2461-4262.2020.001178>
- Johnson, T., Brineman, R., Schultze, C., Barkovskii, A. L. (2020). Efficient removal of bacteria from aqueous media with kaolinite and diatomaceous earth products. *Journal of Applied Microbiology*, 129 (3), 466–473. doi: <https://doi.org/10.1111/jam.14642>
- Pereira, M. O., Vieira, M. J., Melo, L. F. (2002). The Role of Kaolin Particles in the Performance of a Carbamate-Based Biocide for Water Bacterial Control. *Water Environment Research*, 74 (3), 235–241. doi: <https://doi.org/10.2175/106143002x139956>
- Douglas Hooton, R. (2019). Future directions for design, specification, testing, and construction of durable concrete structures. *Cement and Concrete Research*, 124, 105827. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2019.105827>
- Shkromada, O., Paliy, A., Nechyporenko, O., Naumenko, O., Nechyporenko, V., Burlaka, O. et al. (2019). Improvement of functional performance of concrete in livestock buildings through the use of complex admixtures. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (6 (101)), 14–23. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.179177>
- Maraveas, C. (2020). Durability Issues and Corrosion of Structural Materials and Systems in Farm Environment. *Applied Sciences*, 10 (3), 990. doi: <https://doi.org/10.3390/app10030990>
- Veras, H. N. H., Rodrigues, F. F. G., Botelho, M. A., Menezes, I. R. A., Coutinho, H. D. M., da Costa, J. G. M. (2014). Antimicrobial Effect of *Lippia sidoides* and Thymol on *Enterococcus faecalis* Biofilm of the Bacterium Isolated from Root Canals. *The Scientific World Journal*, 2014, 1–5. doi: <https://doi.org/10.1155/2014/471580>
- Pilotto, F., Rodrigues, L., Santos, L., Klein, W., Colussi, E., Nascimento, V. (2007). Antibacterial efficacy of commercial disinfectants on dirt floor used in poultry breeder houses. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, 9 (2), 127–131. doi: <https://doi.org/10.1590/s1516-635x2007000200009>
- Di Gregorio, M. C., Neeff, D. V. de, Jager, A. V., Corassin, C. H., Carão, Á. C. de P., Albuquerque, R. de et al. (2014). Mineral adsorbents for prevention of mycotoxins in animal feeds. *Toxin Reviews*, 33 (3), 125–135. doi: <https://doi.org/10.3109/15569543.2014.905604>
- Hassan, Y. I., Lahaye, L., Gong, M. M., Peng, J., Gong, J., Liu, S. et al. (2018). Innovative drugs, chemicals, and enzymes within the animal production chain. *Veterinary Research*, 49 (1). doi: <https://doi.org/10.1186/s13567-018-0559-1>
- Čolović, R., Puvača, N., Cheli, F., Avantaggiato, G., Greco, D., Đuragić, O. et al. (2019). Decontamination of Mycotoxin-Contaminated Feedstuffs and Compound Feed. *Toxins*, 11 (11), 617. doi: <https://doi.org/10.3390/toxins11110617>
- Benhalima, L., Amri, S., Bensouilah, M., Ouzrout, R. (2019). Antibacterial effect of copper sulfate against multi-drug resistant nosocomial pathogens isolated from clinical samples. *Pakistan Journal of Medical Sciences*, 35 (5). doi: <https://doi.org/10.12669/pjms.35.5.336>
- Zhao, T., Zhao, P., West, J. W., Bernard, J. K., Cross, H. G., Doyle, M. P. (2006). Inactivation of Enterohemorrhagic *Escherichia coli* in Rumen Content-or Feces-Contaminated Drinking Water for Cattle. *Applied and Environmental Microbiology*, 72 (5), 3268–3273. doi: <https://doi.org/10.1128/aem.72.5.3268-3273.2006>
- Pokrovskiy, V. A. (2000). Temperature-programmed Desorption Mass Spectrometry. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 62, 407–415. doi: <https://doi.org/10.1023/A:1010177813557>
- Wasik, A. (2007). *Electron Microscopy: Methods and Protocols*, by J. Kuo, ed. Humana Press 2007. 608 pp. ISSN 1064-3745. *Acta Biochimica Polonica*, 54 (4), 887–888. Available at: <https://ojs.ptbioch.edu.pl/index.php/abp/article/view/5078/4128>
- Ettenauer, J. D. (2010). Culture dependent and -independent identification of microorganisms on monuments. University of Vienna. doi: <https://doi.org/10.25365/thesis.9752>
- Nieminen, S. M., Kärki, R., Auriola, S., Toivola, M., Laatsch, H., Laatikainen, R. et al. (2002). Isolation and Identification of *Aspergillus fumigatus* Mycotoxins on Growth Medium and Some Building Materials. *Applied and Environmental Microbiology*, 68 (10), 4871–4875. doi: <https://doi.org/10.1128/aem.68.10.4871-4875.2002>
- Balouiri, M., Sadiki, M., Ibensouda, S. K. (2016). Methods for in vitro evaluating antimicrobial activity: A review. *Journal of Phar-*

maceutical Analysis, 6 (2), 71–79. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jppha.2015.11.005>

23. Bertron, A., Peyre Lavigne, M., Patapy, C., Erable, B. (2017). Biodegradation of concrete in agricultural, agro-food and biogas plants: state of the art and challenges. *RILEM Technical Letters*, 2, 83–89. doi: <https://doi.org/10.21809/rilemtechlett.2017.42>
24. Hong, M., Jang, I., Son, Y., Yi, C., Park, W. (2021). Agricultural by-products and oyster shell as alternative nutrient sources for microbial sealing of early age cracks in mortar. *AMB Express*, 11 (1). doi: <https://doi.org/10.1186/s13568-020-01166-5>
25. Shkromada, O., Ivchenko, V., Chivanov, V., Tsyhanenko, L., Tsyhanenko, H., Moskalenko, V. et. al. (2021). Defining patterns in the influence exerted by the interrelated biochemical corrosion on concrete building structures under the conditions of a chemical enterprise. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (6 (110)), 52–60. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.226587>
26. Strokova, V., Nelyubova, V., Rykunova, M., Dukhanina, U. (2019). Strength and structure of cement stone exposed to domestic chicken coop. *Journal of Physics: Conference Series*, 1145, 012015. doi: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1145/1/012015>
27. Huber, B., Hilbig, H., Drewes, J. E., Müller, E. (2017). Evaluation of concrete corrosion after short- and long-term exposure to chemically and microbially generated sulfuric acid. *Cement and Concrete Research*, 94, 36–48. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2017.01.005>

**DOI 10.15587/1729-4061.2021.237879**

**OPTIMIZATION OF TITANIUM DIOXIDE WETTING IN ALKYD PAINT AND VARNISH MATERIALS IN THE PRESENCE OF SURFACTANTS (p. 41–50)**

**Kirill Ostrovnoy**

Non-profit limited company “Manash Kozybayev North Kazakhstan university”, Petropavlovsk, Republic of Kazakhstan  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-3309-0965>

**Antonina Dyuryagina**

Non-profit limited company “Manash Kozybayev North Kazakhstan university”, Petropavlovsk, Republic of Kazakhstan  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-9109-8159>

**Alexandr Demyanenko**

Non-profit limited company “Manash Kozybayev North Kazakhstan university”, Petropavlovsk, Republic of Kazakhstan  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-5698-8140>

**Vitaliy Tyukanko**

Non-profit limited company “Manash Kozybayev North Kazakhstan university”, Petropavlovsk, Republic of Kazakhstan  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-1736-0323>

This paper reports the results of studying the influence of surfactants (SAS) on the wetting of titanium dioxide in alkyd paint and varnish materials (PVM), based on pentaphthalic (PPh) and alkyd-urethane (AU) film-forming substances. Edge wetting angle ( $\theta^\circ$ ) and adhesion work ( $W_a$ ) were used as the criteria for assessing the wettability of titanium dioxide. Three additives were used as SAS: the original product AS-1, obtained from waste of oil refining (with low cost), and industrial additives: “Telaz” and polyethylene polyamine (PEPA). All the studied additives in PPh and AU PVM improve the wetting of titanium dioxide. At the 30 % content of AS

film-forming substance in the composition, the maximum decrease in  $\theta^\circ$  for AS-1 is 4.5°, for PEPA and Telaz it is 4°. For pentaphthalic composition under similar conditions, a decrease in edge wetting angle for AS-1 is 10°, for Telaz 8.6°, and for PEPA 5.9°. According to the relative change in edge wetting angle for both systems, the maximum decrease in  $\theta^\circ$  is about 10 %. The introduction of SAS into the composition of AU ambiguously affects the adhesion work, for PPh, the introduction of SAS causes a decrease in adhesion work ( $W_a$ ). AS-1 is the SAS that minimally reduces adhesion work. The compositions of the PVM by the method of probabilistic-deterministic planning, which ensures maximum wetting of titanium dioxide with film-forming solutions, were analyzed. The equations for calculating the edge angle of wetting of titanium dioxide depending on the content of solvent and the SAS in the PVM were derived. The effectiveness of the AS-1 product as a wetting additive for alkyd paints and varnishes was proven. The wetting ability of the original SAS – AS-1 is close to industrial additives PEPA and Telaz.

**Keywords:** wetting, SAS, titanium dioxide, pigment, alkyd enamels, adhesion work.

**References**

1. Chardon, F., Denis, M., Negrell, C., Caillol, S. (2021). Hybrid alkyds, the glowing route to reach cutting-edge properties? *Progress in Organic Coatings*, 151, 106025. doi: <http://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2020.106025>
2. Bolatbaev, K. N., Dyuryagina, A. N., Nurushov, A. K., Korytina, O. G. (2004). Pat. No. 14467 RK. Sposob polucheniya ingibitorov kislотноy korrozii metallov (varianty). MPK: C23F 11/10, C23F 11/04. published: 25.02.2004.
3. Wypych, G. (2018). Surface tension reduction and wetting. *Data-book of Surface Modification Additives*. ChemTec Publishing, 492–585. doi: <http://doi.org/10.1016/b978-1-927885-35-2.50010-6>
4. Jeffs, R. A., Jones, W.; Lambourne, R., Strivens, T. A. (Eds.) (1999). Additives for paint. *Paint and Surface Coatings* Woodhead Publishing, 185–197. doi: <http://doi.org/10.1533/9781855737006.185>
5. Kornum, L. O., Raaschou Nielsen, H. K. (1980). Surface defects in drying paint films. *Progress in Organic Coatings*, 8 (3), 275–324. doi: [http://doi.org/10.1016/0300-9440\(80\)80019-1](http://doi.org/10.1016/0300-9440(80)80019-1)
6. Chistyakov, B. E.; Fainerman, V. B., Möbius, D., Miller, R. (2001). 6. Theory and practical application aspects of surfactants. *Surfactants – Chemistry, Interfacial Properties, Applications*. Elsevier, 511–618. doi: [http://doi.org/10.1016/s1383-7303\(01\)80067-3](http://doi.org/10.1016/s1383-7303(01)80067-3)
7. Doroszowski, A.; Lambourne, R., Strivens, T. A. (Eds.) (1999). The physical chemistry of dispersion. *Paint and Surface Coatings*. Woodhead Publishing, 198–242. doi: <http://doi.org/10.1533/9781855737006.198>
8. Basin, V. E. (1984). Advances in understanding the adhesion between solid substrates and organic coatings. *Progress in Organic Coatings*, 12 (3), 213–250. doi: [http://doi.org/10.1016/0033-0655\(84\)80010-2](http://doi.org/10.1016/0033-0655(84)80010-2)
9. Parfitt (deceased), G. D., Barnes, H. A.; Harnby, N., Edwards, M. F., Nienow, A. W. (1992). The dispersion of fine particles in liquid media. *Mixing in the Process Industries*. Butterworth-Heinemann, 99–117. doi: <http://doi.org/10.1016/b978-075063760-2/50027-5>
10. Moncayo-Riascos, I., Hoyos, B. A. (2020). Fluorocarbon versus hydrocarbon organosilicon surfactants for wettability alteration: A molecular dynamics approach. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 88, 224–232. doi: <http://doi.org/10.1016/j.jiec.2020.04.017>

11. Loganina, V., Mazhitov, E. (2018). The research of inter-phase interaction in sol-silicate paints. Bulletin of Belgorod State Technological University Named after. V. G. Shukhov, 3 (3), 13–17. doi: [http://doi.org/10.12737/article\\_5abfc9b826b8c4.02971523](http://doi.org/10.12737/article_5abfc9b826b8c4.02971523)
12. Sharmin, E., Zafar, F., Akram, D., Alam, M., Ahmad, S. (2015). Recent advances in vegetable oils based environment friendly coatings: A review. Industrial Crops and Products, 76, 215–229. doi: <http://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.06.022>
13. Randall, P. M. (1992). Pollution prevention methods in the surface coating industry. Journal of Hazardous Materials, 29 (2), 275–295. doi: [http://doi.org/10.1016/0304-3894\(92\)85073-a](http://doi.org/10.1016/0304-3894(92)85073-a)
14. Malyshev, V. P. (1981). Veroyatnostno-determinirovannoe planirovanie eksperimenta. Alma-Ata: Nauka AN KazSSR, 116.
15. Finni, D. (1970). Vvedenie v teoriyu planirovaniya eksperimentov. Moscow: Nauka, 288.
16. Demyanenko, A. V. (2006). Matematicheskie i kompyuternye metody v khimii. Petropavlovsk: SKGU im. M. Kozybaeva, 81.
17. Protodyakonov, M. M. (1932). Sostavlenie gornykh norm i polzovanie imi. Moscow-Leningrad, Novosibirsk: Gos. Nauchno-tekhn. Gornoe izd-vo, 36.
18. Lvovskiy, E. N. (1982). Statisticheskie metody postroeniya empiricheskikh formul. Moscow: Vysshaya shkola, 224.

**DOI: 10.15587/1729-4061.2021.239208**

**DEVELOPMENT OF SEDIMENTATION RESISTANT WATER-ACRYLIC TITANIUM DIOXIDE DISPERSIONS (p. 51–59)**

**Antonina Dyuryagina**

Manash Kozybayev North Kazakhstan University, Petropavlovsk, Republic of Kazakhstan

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-9109-8159>

**Aida Lutsenko**

Manash Kozybayev North Kazakhstan University, Petropavlovsk, Republic of Kazakhstan

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-8047-5916>

According to the results of the research, the effect of stabilization of dispersions of titanium dioxide in water-acrylic compositions was established. It was proved that in aqueous-acrylic suspensions at all variations of film-forming agent (from 0 to 5 g/dm<sup>3</sup>), the maximum of stabilizing activity of the surfactants under study is achieved at  $C_{SAS}=0.25$  g/dm<sup>3</sup>. The minimum deposition rate of titanium dioxide dispersions at a dosing of 0.25 g/dm<sup>3</sup> of sodium polyacrylate was at the level of 0.097 10<sup>-3</sup> g/s at any content of film-forming agent ( $C_{ff}=0.5\div 5$  g/dm<sup>3</sup>) in suspensions. At the introduction of the same concentration ( $C_{SAS}=0.25$  g/dm<sup>3</sup>) of the polyether siloxane copolymer, a decrease in sedimentation rate to 0.053 10<sup>-3</sup> g/s in suspensions with a limited acryl content ( $C\leq 1$  g/dm<sup>3</sup>) was recorded. At an increase in the concentration of a film-forming agent ( $C>1$  g/dm<sup>3</sup>) in suspensions, sedimentation stability decreased, which is proved by an increase in the sedimentation rate of TiO<sub>2</sub> to 0.110·10<sup>-3</sup> g/s at  $C_{ff}=5.0$  g/dm<sup>3</sup>. It was found that in aqueous-acrylic suspensions with the film-forming content from 0.5 to 1 g/dm<sup>3</sup>, the minimum average diameter was 2.64÷3.1 μm  $C_{SAS}=0.25$  g/dm<sup>3</sup>. Further concentration of acryl ( $C_{ff}=4\div 5$  g/dm<sup>3</sup>) at the same dosage of polyether siloxane copolymer was accompanied by an increase in the average particle size up to 4.30÷4.61 μm. The maximum of wedging activity of sodium polyacrylate ( $C_{SAS}=0.25$  g/dm<sup>3</sup>) corresponds to the same minimum of the average diameter (2–3 μm).

**Keywords:** water-acrylic compositions, adsorption, titanium dioxide, sodium polyacrylate, polyether siloxane copolymer.

**References**

1. Kozlova, A. A., Kondrashov, E. K., Deev, I. S., Schegoleva, N. E. (2013). Issledovanie vliyaniya fraktsionnogo sostava i udel'noy poverhnosti antikorrozionnykh pigmentov na zaschitnye svoystva epoksidnykh pokrytiy. Korroziya: materialy, zaschita, 3, 42–44.
2. Ur'ev, N. B. (2019). Dinamicheskaya agregativnaya ustoychivost' i sverhvyssokaya tekuchest' vysokokontsentririrovannykh nanodispersnykh sistem. Kolloidnyy zhurnal, 81 (5), 642–649. doi: <https://doi.org/10.1134/s0023291219050197>
3. Uriev, N. B. (2004). Physicochemical dynamics of disperse systems. Russian Chemical Reviews, 73 (1), 37–58. doi: <https://doi.org/10.1070/rc2004v073n01abeh000861>
4. Van Kao, S., Nielsen, L. E., Hill, C. T. (1975). Rheology of concentrated suspensions of spheres. I. Effect of the liquid – solid interface. Journal of Colloid and Interface Science, 53 (3), 358–366. doi: [https://doi.org/10.1016/0021-9797\(75\)90051-x](https://doi.org/10.1016/0021-9797(75)90051-x)
5. Yaminskiy, V. V., Pchelin, V. A., Amelina, E. A., Schukin, E. D. (1982). Koagulyatsionnye kontakty v dispersnykh sistemah. Moscow: Himiya, 185.
6. Schukin, E. D., Pertsov, A. V., Amelina, E. A. (2006). Kolloidnaya himiya. Moscow: Vysshaya shkola, 444.
7. Wu, F., Misra, M., Mohanty, A. K. (2021). Challenges and new opportunities on barrier performance of biodegradable polymers for sustainable packaging. Progress in Polymer Science, 117, 101395. doi: <https://doi.org/10.1016/j.progpolymsci.2021.101395>
8. Ziman, J. M. (1979). Models of Disorder: The Theoretical Physics of Homogeneously Disordered Systems. Cambridge University Press, 540.
9. Jullien, R., Botet, R. (1987). Aggregation and Fractal Aggregates. Singapore: World Scientific, 120.
10. Löf, D., Hamieau, G., Zalich, M., Ducher, P., Kynde, S., Midtgaard, S. R. et. al. (2020). Dispersion state of TiO<sub>2</sub> pigment particles studied by ultra-small-angle X-ray scattering revealing dependence on dispersant but limited change during drying of paint coating. Progress in Organic Coatings, 142, 105590. doi: <https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2020.105590>
11. Tager, A. A. (2007). Fizikohimiya polimerov. Moscow: Himiya, 536.
12. Yoshida, J., Tateyama, K., Kasahara, Y., Yuge, H. (2020). Stabilization of oxidized ruthenium complexes by adsorption on clay minerals. Applied Clay Science, 199, 105869. doi: <https://doi.org/10.1016/j.clay.2020.105869>
13. Das, S., Kashyap, N., Kalita, S., Bora, D. B., Borah, R. (2020). A brief insight into the physicochemical properties of room-temperature acidic ionic liquids and their catalytic applications in C–C bond formation reactions. Advances in Physical Organic Chemistry, 1–98. doi: <https://doi.org/10.1016/bs.apoc.2020.07.002>
14. Fernandez, A. M., Held, U., Willing, A., Breuer, W. H. (2005). New green surfactants for emulsion polymerization. Progress in Organic Coatings, 53 (4), 246–255. doi: <https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2004.12.011>
15. Fernández-Merino, M. J., Paredes, J. I., Villar-Rodil, S., Guardia, L., Solís-Fernández, P., Salinas-Torres, D. et. al. (2012). Investigating the influence of surfactants on the stabilization of aqueous reduced graphene oxide dispersions and the characteristics of their composite films. Carbon, 50 (9), 3184–3194. doi: <https://doi.org/10.1016/j.carbon.2011.10.039>
16. Thompson, S. A., Williams, R. O. (2021). Specific mechanical energy – An essential parameter in the processing of amorphous solid dis-

- persions. *Advanced Drug Delivery Reviews*, 173, 374–393. doi: <https://doi.org/10.1016/j.addr.2021.03.006>
17. Fardi, T., Pintus, V., Kampasakali, E., Pavlidou, E., Papaspyropoulos, K. G., Schreiner, M., Kyriacou, G. (2018). A novel methodological approach for the assessment of surface cleaning of acrylic emulsion paints. *Microchemical Journal*, 141, 25–39. doi: <https://doi.org/10.1016/j.microc.2018.04.033>
  18. Dyuryagina, A. N., Lugovitskaya, T. N., Ostrovnoy, K. A. (2007). Avtomatizatsiya analiza poroshkov i suspenziy na osnove komp'yuterno-opticheskikh sistem. Sbornik trudov tret'ey mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Issledovanie, razrabotka i primeneniye vysokih tekhnologiy v promyshlennosti». Vol. 9. Sankt-Peterburg, 47–48.
  19. Dyuryagina, A. N., Ostrovnoy, K. A. (2007). Otsenka dezagregiruyushchego efekta PAV v lakokrasochnykh kompozitsiyah putem sopryazheniya opticheskoy mikroskopii i personal'nyh EVM. Lakokrasochnyye materialy i ih primeneniye, 7-8, 77–80.
  20. Lunkenheimer, K., Wantke, K. D. (1978). On the applicability of the du Nouy (ring) tensiometer method for the determination of surface tensions of surfactant solutions. *Journal of Colloid and Interface Science*, 66 (3), 579–581. doi: [https://doi.org/10.1016/0021-9797\(78\)90079-6](https://doi.org/10.1016/0021-9797(78)90079-6)
  21. De la Rosa, Á., Poveda, E., Ruiz, G., Moreno, R., Cifuentes, H., Garijo, L. (2020). Determination of the plastic viscosity of superplasticized cement pastes through capillary viscometers. *Construction and Building Materials*, 260, 119715. doi: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.119715>
  22. Karlsson, P., Palmqvist, A. E. C., Holmberg, K. (2006). Surface modification for aluminium pigment inhibition. *Advances in Colloid and Interface Science*, 128-130, 121–134. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cis.2006.11.010>
  23. Yang, Y.-J., Kelkar, A. V., Zhu, X., Bai, G., Ng, H. T., Corti, D. S., Franses, E. I. (2015). Effect of sodium dodecylsulfate monomers and micelles on the stability of aqueous dispersions of titanium dioxide pigment nanoparticles against agglomeration and sedimentation. *Journal of Colloid and Interface Science*, 450, 434–445. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jcis.2015.02.051>
  24. Nsib, F., Ayed, N., Chevalier, Y. (2007). Comparative study of the dispersion of three oxide pigments with sodium polymethacrylate dispersants in alkaline medium. *Progress in Organic Coatings*, 60(4), 267–280. doi: <https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2007.07.021>

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.239151

**DETERMINATION OF THE EFFECT OF EXPOSURE CONDUCTED IN KOH SOLUTIONS AT DIFFERENT TEMPERATURES ON THE PROPERTIES OF ELECTROCHROMIC Ni(OH)<sub>2</sub>-PVA FILMS (p. 60–66)**

**Valerii Kotok**

Ukrainian State University of Chemical Technology,  
Dnipro, Ukraine  
Competence Center «Ecological Technologies and Systems»  
Vyatka State University, Kirov, Russian Federation  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8879-7189>

**Vadym Kovalenko**

Ukrainian State University of Chemical Technology,  
Dnipro, Ukraine  
Competence Center «Ecological Technologies and Systems»  
Vyatka State University, Kirov, Russian Federation  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8012-6732>

**Rovil Nafeev**

State University of Telecommunications, Kyiv, Ukraine  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2721-9718>

**Volodymyr Verbitskiy**

National Pedagogical Dragomanov University, Ukraine  
National Ecology and Nature Center, Kyiv, Ukraine  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7045-8293>

**Elena Lominoga**

Ukrainian State University of Chemical Technology,  
Dnipro, Ukraine  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2911-5085>

**Olena Melnyk**

Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5763-0431>

**Sergey Vlasov**

Dnipro University of Technology, Dnipro, Ukraine  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5537-6342>

**Iryna Plaksiienko**

Poltava State Agrarian Academy, Poltava, Ukraine  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1002-4984>

**Larisa Kolesnikova**

Poltava State Agrarian Academy, Poltava, Ukraine  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8394-7715>

**Volodymyr Kalinichenko**

Poltava State Agrarian Academy, Poltava, Ukraine  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6901-0392>

To determine the effect of exposure of film composite electrodes based on Ni(OH)<sub>2</sub>-polyvinyl alcohol to an alkaline solution at high temperatures on the electrochromic and electrochemical characteristics, a series of films was obtained. The films were obtained on a glass substrate coated with fluorine-doped tin oxide. The coating of the substrates was carried out by the cathodic template method under the same conditions. The resulting precipitates were treated by keeping them in an alkali solution at different temperatures: 30, 40, 50, 60, and 70 °C for 8 hours, thereby simulating the operating conditions of an electrochromic device in a hot climate.

It was found that the exposure temperature directly affected the electrochemical and electrochromic properties of the treated films. In this case, the cyclic volt-ampere curves showed a decrease in the peak values of the current densities and a lower rate of establishment of characteristics with an increase in the treatment temperature. At a maximum treatment temperature of 70 °C, the properties of the film significantly changed towards deterioration.

According to the results of the experiments, three temperature ranges of treatment were identified. The first one was in the range up to 40 °C, in which the films showed significant electrochromic and electrochemical activity after treatment. The second interval was between 40 and 60 °C, in which the coatings showed a reversible deterioration in electrochromic and electrochemical activity. After treatment in the second interval, the films gradually restored their performance during electrochemical cycling. The third interval was from 70 °C and above. The films treated in this temperature range irreversibly lost their electrochemical and electrochromic activity.

The study also proposed mechanisms to explain changes in the characteristics of electrodes during treatment, as well as possible ways to combat temperature degradation.



**Keywords:** electrochromism, electrodeposition, nickel hydroxide, temperature, potassium hydroxide, recrystallization, aging, degradation.

### References

- McGlade, C., Ekins, P. (2015). The geographical distribution of fossil fuels unused when limiting global warming to 2 °C. *Nature*, 517 (7533), 187–190. doi: <https://doi.org/10.1038/nature14016>
- Cannavale, A., Ayr, U., Fiorito, F., Martellotta, F. (2020). Smart Electrochromic Windows to Enhance Building Energy Efficiency and Visual Comfort. *Energies*, 13 (6), 1449. doi: <https://doi.org/10.3390/en13061449>
- Smart Windows: Energy Efficiency with a View. Available at: <https://www.nrel.gov/news/features/2010/1555.html>
- Liu, S., Zhang, D., Peng, H., Jiang, Y., Gao, X., Zhou, G. et al. (2021). High-efficient smart windows enabled by self-forming fractal networks and electrophoresis of core-shell TiO<sub>2</sub>@SiO<sub>2</sub> particles. *Energy and Buildings*, 232, 110657. doi: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2020.110657>
- Shin, Y., Wang, Q., Qin, G., Yang, D.-K. (2020). P-82: Color Flexible Waveguide Display using Polymer Stabilized Liquid Crystal. SID Symposium Digest of Technical Papers, 51 (1), 1664–1667. doi: <https://doi.org/10.1002/sdtp.14215>
- Purushothaman, K. K., Muralidharan, G., Vijayakumar, S. (2021). Sol-Gel coated WO<sub>3</sub> thin films based complementary electrochromic smart windows. *Materials Letters*, 296, 129881. doi: <https://doi.org/10.1016/j.matlet.2021.129881>
- Park, S.-I., Quan, Y.-J., Kim, S.-H., Kim, H., Kim, S., Chun, D.-M. et al. (2016). A review on fabrication processes for electrochromic devices. *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing-Green Technology*, 3 (4), 397–421. doi: <https://doi.org/10.1007/s40684-016-0049-8>
- Kotok, V. A., Kovalenko, V. L., Kovalenko, P. V., Solovov, V. A., Deabate, S., Mehdi, A. et al. (2017). Advanced electrochromic Ni(OH)<sub>2</sub>/PVA films formed by electrochemical template synthesis. *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, 12 (13), 3962–3977. Available at: [http://www.arpnjournals.org/jeas/research\\_papers/rp\\_2017/jeas\\_0717\\_6156.pdf](http://www.arpnjournals.org/jeas/research_papers/rp_2017/jeas_0717_6156.pdf)
- Kotok, V. A., Malyshev, V. V., Solovov, V. A., Kovalenko, V. L. (2017). Soft Electrochemical Etching of FTO-Coated Glass for Use in Ni(OH)<sub>2</sub>-Based Electrochromic Devices. *ECS Journal of Solid State Science and Technology*, 6 (12), P772–P777. doi: <https://doi.org/10.1149/2.0071712jss>
- Kotok, V., Kovalenko, V. (2021). A study of the possibility of conducting selective laser processing of thin composite electrochromic Ni(OH)<sub>2</sub>-PVA films. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (12 (109)), 6–15. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.225355>
- Lampert, C. M., Agrawal, A., Baertlien, C., Nagai, J. (1999). Durability evaluation of electrochromic devices – an industry perspective. *Solar Energy Materials and Solar Cells*, 56 (3-4), 449–463. doi: [https://doi.org/10.1016/s0927-0248\(98\)00185-8](https://doi.org/10.1016/s0927-0248(98)00185-8)
- Matthews, J. P., Bell, J. M., Skryabin, I. L. (1999). Effect of temperature on electrochromic device switching voltages. *Electrochimica Acta*, 44 (18), 3245–3250. doi: [https://doi.org/10.1016/s0013-4686\(99\)00043-2](https://doi.org/10.1016/s0013-4686(99)00043-2)
- Kotok, V., Kovalenko, V., Anataichuk, I., Mochalov, A., Makarchenko, N., Nafeev, R., Verbitskiy, V. (2020). Effect of variable temperature loads on characteristics of electrochrome composite Ni(OH)<sub>2</sub>-PVA films. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (5 (108)), 6–14. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.220302>
- Kotok, V., Kovalenko, V. (2020). A study of the increased temperature influence on the electrochromic and electrochemical characteristics of Ni(OH)<sub>2</sub>-PVA composite films. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (6 (105)), 6–12. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.205352>
- Purushothaman, K. K., Muralidharan, G. (2009). The effect of annealing temperature on the electrochromic properties of nanostructured NiO films. *Solar Energy Materials and Solar Cells*, 93 (8), 1195–1201. doi: <https://doi.org/10.1016/j.solmat.2008.12.029>
- Da Rocha, M., He, Y., Diao, X., Rougier, A. (2018). Influence of cycling temperature on the electrochromic properties of WO<sub>3</sub>/NiO devices built with various thicknesses. *Solar Energy Materials and Solar Cells*, 177, 57–65. doi: <https://doi.org/10.1016/j.solmat.2017.05.070>
- Kovalenko, V. L., Kotok, V. A., Sykchin, A. A., Mudryi, I. A., Ananchenko, B. A., Burkov, A. A. et al. (2016). Nickel hydroxide obtained by high-temperature two-step synthesis as an effective material for supercapacitor applications. *Journal of Solid State Electrochemistry*, 21 (3), 683–691. doi: <https://doi.org/10.1007/s10008-016-3405-2>
- He, X., Ren, J., Li, W., Jiang, C., Wan, C. (2006). Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> coating of spherical Ni(OH)<sub>2</sub> cathode materials for Ni–MH batteries at elevated temperature. *Electrochimica Acta*, 51 (21), 4533–4536. doi: <https://doi.org/10.1016/j.electacta.2006.01.009>
- Kotok, V., Kovalenko, V. (2018). Definition of the aging process parameters for nickel hydroxide in the alkaline medium. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (12 (92)), 54–60. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.127764>
- Bernard, M. C., Cortes, R., Keddad, M., Takenouti, H., Bernard, P., Senyari, S. (1996). Structural defects and electrochemical reactivity of β-Ni(OH)<sub>2</sub>. *Journal of Power Sources*, 63 (2), 247–254. doi: [https://doi.org/10.1016/s0378-7753\(96\)02482-2](https://doi.org/10.1016/s0378-7753(96)02482-2)
- Tessier, C., Haumesser, P., Bernard, P., Delmas, C. (1999). The Structure of Ni(OH)<sub>2</sub>: From the Ideal Material to the Electrochemically Active One. *Journal of The Electrochemical Society*, 146 (6), 2059–2067.
- Ash, B., Nalajala, V. S., Popuri, A. K., Subbaiah, T., Minakshi, M. (2020). Perspectives on Nickel Hydroxide Electrodes Suitable for Rechargeable Batteries: Electrolytic vs. Chemical Synthesis Routes. *Nanomaterials*, 10 (9), 1878. doi: <https://doi.org/10.3390/nano10091878>
- Hall, D. S., Lockwood, D. J., Bock, C., MacDougall, B. R. (2015). Nickel hydroxides and related materials: a review of their structures, synthesis and properties. *Proceedings of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 471 (2174), 20140792. doi: <https://doi.org/10.1098/rspa.2014.0792>
- Jayashree, R. S., Kamath, P. V. (1999). Factors governing the electrochemical synthesis of α-nickel (II) hydroxide. *Journal of Applied Electrochemistry*, 29, 449–454. doi: <https://doi.org/10.1023/A:1003493711239>
- Kovalenko, V. L., Kotok, V. A., Sykchin, A., Ananchenko, B. A., Chernyad'ev, A. V., Burkov, A. A. et al. (2020). Al<sup>3+</sup> Additive in the Nickel Hydroxide Obtained by High-Temperature Two-Step Synthesis: Activator or Poisoner for Chemical Power Source Application? *Journal of The Electrochemical Society*, 167 (10), 100530. doi: <https://doi.org/10.1149/1945-7111/ab9a2a>

26. Tan, Y., Srinivasan, S., Choi, K.-S. (2005). Electrochemical Deposition of Mesoporous Nickel Hydroxide Films from Dilute Surfactant Solutions. *Journal of the American Chemical Society*, 127 (10), 3596–3604. doi: <https://doi.org/10.1021/ja0434329>
27. Lorenzen, A. L., Rossi, T. S., Vidotti, M. (2016). Synthesis of Ni(OH)<sub>2</sub> in micellar environment: structural, spectroscopic, and electrochemical studies. *Journal of Solid State Electrochemistry*, 20 (9), 2525–2531. doi: <https://doi.org/10.1007/s10008-015-3115-1>
28. Cheng, X., Zhang, D., Liu, X., Cao, D., Wang, G. (2014). Influence of CTAB on morphology, structure, and supercapacitance of β-Ni(OH)<sub>2</sub>. *Ionics*, 21 (2), 533–540. doi: <https://doi.org/10.1007/s11581-014-1205-1>
29. Kolesnikov, A. V., Kuznetsov, V. V., Kolesnikov, V. A., Kapustin, Y. I. (2015). The role of surfactants in the electroflotation extraction of copper, nickel, and zinc hydroxides and phosphates. *Theoretical Foundations of Chemical Engineering*, 49 (1), 1–9. doi: <https://doi.org/10.1134/s0040579515010042>
30. Lominoga, E. A., Burmistrov, K. S., Gevod, V. S. (2014). Synthesis and properties of synthanol ALM-10 acylated by phthalic anhydride. *Voprosy himii i himicheskoy tekhnologii*, 3, 52–55.

**DOI: 10.15587/1729-4061.2021.238347**

**INFLUENCE OF YTTRIUM AND NIOBIUM OXIDES MODIFIERS ON PHYSICO-CHEMICAL AND PHOTOCATALYTIC PROPERTIES OF TITANIUM (IV) OXIDE (p. 67–74)**

**Svitlana Kyrii**

National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-2805-7821>

**Tetiana Dontsova**

National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-8189-8665>

**Iryna Kosogina**

National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-9795-7110>

**Valeriia Podopryhor**

National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-5239-0966>

**Alla Serhiienko**

National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-2153-9836>

The photocatalytic and physicochemical properties of titanium (IV) oxide modified by yttrium and niobium oxides were studied. It is shown that modification is a powerful way to increase the efficiency of catalysts' photocatalytic properties and improve the photocatalytic process as a whole. Commercial and laboratory-synthesized titanium (IV) oxides were used as catalysts for modification. Modification of titanium (IV) oxide powders in an amount of 1 wt. % by appropriate modifiers was performed by the hydrothermal method, after which they were characterized by diffraction and X-ray fluorescence methods. The structural characteristics of modified and non-modified titanium (IV) oxide samples

by the method of low-temperature nitrogen adsorption-desorption have been studied. A slight increase in the specific surface area was found: from 61 m<sup>2</sup>/g to 70 m<sup>2</sup>/g for the commercial sample and from 172 m<sup>2</sup>/g to 180 m<sup>2</sup>/g for the synthesized one in this work. Similar dependencies are observed when studying the optical properties by the spectrophotometric method. Determination of surface properties (surface acidity) of modified and non-modified photocatalysts based on TiO<sub>2</sub> showed different effects of modifiers on TiO<sub>2</sub> acidity: in the modification by yttrium oxide, the acidity decreases, and in the case of niobium oxide – increases. Studies of photocatalytic and sorption activities with respect to dyes of different nature are not the same – the photocatalytic activity after modification increases, the sorption capacity with the cationic dye decreases, anionic – increases. Additional studies on dye destruction are in full accordance with photocatalytic and sorption experiments.

**Keywords:** modification, TiO<sub>2</sub> photocatalysts, yttrium oxide, niobium oxide, photocatalytic properties, structural characteristics, band gap, water purification.

**References**

1. Horikoshi, S., Serpone, N. (2020). Can the photocatalyst TiO<sub>2</sub> be incorporated into a wastewater treatment method? Background and prospects. *Catalysis Today*, 340, 334–346. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cattod.2018.10.020>
2. Das, A., Adak, M. K., Mahata, N., Biswas, B. (2021). Wastewater treatment with the advent of TiO<sub>2</sub> endowed photocatalysts and their reaction kinetics with scavenger effect. *Journal of Molecular Liquids*, 338, 116479. doi: <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2021.116479>
3. Kutuzova, A. S., Dontsova, T. A. (2018). Characterization and properties of TiO<sub>2</sub>-SnO<sub>2</sub> nanocomposites, obtained by hydrolysis method. *Applied Nanoscience*, 9 (5), 873–880. doi: <https://doi.org/10.1007/s13204-018-0754-4>
4. Dontsova, T. A., Kutuzova, A. S., Bila, K. O., Kyrii, S. O., Kosogina, I. V., Nechyporuk, D. O. (2020). Enhanced Photocatalytic Activity of TiO<sub>2</sub>/SnO<sub>2</sub> Binary Nanocomposites. *Journal of Nanomaterials*, 2020, 1–13. doi: <https://doi.org/10.1155/2020/8349480>
5. Yanushevskaya, O., Dontsova, T., Nahirniak, S., Alisova, V. (2020). TiO<sub>2</sub>-ZnO Nanocomposites for Photodegradation of Dyes in Water Bodies. *Nanomaterials and Nanocomposites, Nanostructure Surfaces, and Their Applications*, 719–731. doi: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-51905-6\\_49](https://doi.org/10.1007/978-3-030-51905-6_49)
6. Belošević-Čavor, J., Koteski, V., Umićević, A., Ivanovski, V. (2018). Effect of 5d transition metals doping on the photocatalytic properties of rutile TiO<sub>2</sub>. *Computational Materials Science*, 151, 328–337. doi: <https://doi.org/10.1016/j.commatsci.2018.05.022>
7. Prakash, J., Samriti, Kumar, A., Dai, H., Janegitz, B. C., Krishnan, V. et. al. (2021). Novel rare earth metal-doped one-dimensional TiO<sub>2</sub> nanostructures: Fundamentals and multifunctional applications. *Materials Today Sustainability*, 13, 100066. doi: <https://doi.org/10.1016/j.mtsust.2021.100066>
8. Zhou, F., Yan, C., Sun, Q., Komarneni, S. (2019). TiO<sub>2</sub>/Sepiolite nanocomposites doped with rare earth ions: Preparation, characterization and visible light photocatalytic activity. *Microporous and Mesoporous Materials*, 274, 25–32. doi: <https://doi.org/10.1016/j.micromeso.2018.07.031>
9. Litynska, M., Dontsova, T., Yanushevskaya, O., Tarabaka, V. (2021). Development of iron-containing sorption materials for water purification from arsenic compounds. *Eastern-European Journal of*

- Enterprise Technologies, 2 (10 (110)), 35–42. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.230216>
10. Kyrii, S., Dontsova, T., Kosogina, I., Astrelin, I., Klymenko, N., Nechyporuk, D. (2020). Local Wastewater Treatment by Effective Coagulants Based on Wastes. *Journal of Ecological Engineering*, 21 (5), 34–41. doi: <https://doi.org/10.12911/22998993/122184>
  11. Mykhailenko, N., Makarchuk, O., Dontsova, T., Gorobets, S., Astrelin, I. (2015). Purification of aqueous media by magnetically operated saponite sorbents. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (10 (76)), 13–20. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2015.46573>
  12. Wetchakun, K., Wetchakun, N., Sakulsermsuk, S. (2019). An overview of solar/visible light-driven heterogeneous photocatalysis for water purification: TiO<sub>2</sub>- and ZnO-based photocatalysts used in suspension photoreactors. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 71, 19–49. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jiec.2018.11.025>
  13. Tichapondwa, S. M., Newman, J. P., Kubheka, O. (2020). Effect of TiO<sub>2</sub> phase on the photocatalytic degradation of methylene blue dye. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 118–119, 102900. doi: <https://doi.org/10.1016/j.pce.2020.102900>
  14. Jiménez-Tototzintle, M., Ferreira, I. J., da Silva Duque, S., Guimarães Barrocas, P. R., Saggioro, E. M. (2018). Removal of contaminants of emerging concern (CECs) and antibiotic resistant bacteria in urban wastewater using UVA/TiO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> photocatalysis. *Chemosphere*, 210, 449–457. doi: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.07.036>
  15. Chen, D., Cheng, Y., Zhou, N., Chen, P., Wang, Y., Li, K. et al. (2020). Photocatalytic degradation of organic pollutants using TiO<sub>2</sub>-based photocatalysts: A review. *Journal of Cleaner Production*, 268, 121725. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121725>
  16. Pillai, K. (2021). Single crystalline rutile TiO<sub>2</sub> nanorods synthesis by onestep catalyst-free vapor transport method. *Solid State Communications*, 333, 114342. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ssc.2021.114342>
  17. Garzon-Roman, A., Zuñiga-Islas, C., Quiroga-González, E. (2020). Immobilization of doped TiO<sub>2</sub> nanostructures with Cu or In inside of macroporous silicon using the solvothermal method: Morphological, structural, optical and functional properties. *Ceramics International*, 46 (1), 1137–1147. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2019.09.082>
  18. Kosohin, O., Makohoniuk, O., Kushmyruk, A. (2019). Electrochemical Oxidation of Thiocyanate on Metal Oxide Electrodes. *Materials Today: Proceedings*, 6, 219–226. doi: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2018.10.097>
  19. Wang, W., Zhang, F., Zhang, C., Wang, Y., Tao, W., Cheng, S., Qian, H. (2017). TiO<sub>2</sub> composite nanotubes embedded with CdS and upconversion nanoparticles for near infrared light driven photocatalysis. *Chinese Journal of Catalysis*, 38 (11), 1851–1859. doi: [https://doi.org/10.1016/s1872-2067\(17\)62929-2](https://doi.org/10.1016/s1872-2067(17)62929-2)
  20. Qian, R., Zong, H., Schneider, J., Zhou, G., Zhao, T., Li, Y. et al. (2019). Charge carrier trapping, recombination and transfer during TiO<sub>2</sub> photocatalysis: An overview. *Catalysis Today*, 335, 78–90. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cattod.2018.10.053>
  21. Kutuzova, A., Dontsova, T. (2017). Synthesis, characterization and properties of titanium dioxide obtained by hydrolytic method. 2017 IEEE 7th International Conference Nanomaterials: Application & Properties (NAP). doi: <https://doi.org/10.1109/nap.2017.8190182>
  22. Asjad, M., Arshad, M., Zafar, N. A., Khan, M. A., Iqbal, A., Saleem, A., Aldawsari, A. (2021). An intriguing case of morphology control and phase transitions in TiO<sub>2</sub> nanostructures with enhanced photocatalytic activity. *Materials Chemistry and Physics*, 265, 124416. doi: <https://doi.org/10.1016/j.matchemphys.2021.124416>
  23. Parnicka, P., Mazierski, P., Lisowski, W., Klimczuk, T., Nadolna, J., Zaleska-Medynska, A. (2019). A new simple approach to prepare rare-earth metals-modified TiO<sub>2</sub> nanotube arrays photoactive under visible light: Surface properties and mechanism investigation. *Results in Physics*, 12, 412–423. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rinp.2018.11.073>
  24. Lin, J., Yu, J. C. (1998). An investigation on photocatalytic activities of mixed TiO<sub>2</sub>-rare earth oxides for the oxidation of acetone in air. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, 116 (1), 63–67. doi: [https://doi.org/10.1016/s1010-6030\(98\)00289-5](https://doi.org/10.1016/s1010-6030(98)00289-5)
  25. Shaari, N., Tan, S., Mohamed, A. (2012). Synthesis and characterization of CNT/Ce-TiO<sub>2</sub> nanocomposite for phenol degradation. *Journal of Rare Earths*, 30 (7), 651–658. doi: [https://doi.org/10.1016/s1002-0721\(12\)60107-0](https://doi.org/10.1016/s1002-0721(12)60107-0)
  26. Prakash, J., Samriti, Kumar, A., Dai, H., Janegitz, B. C., Krishnan, V. et al. (2021). Novel rare earth metal-doped one-dimensional TiO<sub>2</sub> nanostructures: Fundamentals and multifunctional applications. *Materials Today Sustainability*, 13, 100066. doi: <https://doi.org/10.1016/j.mtsust.2021.100066>
  27. Liu, H., Yu, L., Chen, W., Li, Y. (2012). The progress of TiO<sub>2</sub> nanocrystals doped with rare earth ions. *Journal of Nanomaterials*, 2012, 1–9. doi: <https://doi.org/10.1155/2012/235879>
  28. Xiuqin, O., Junping, M., Qimin, W., Junmei, Y. (2006). Enhanced Photoactivity of Layered Nanocomposite Materials Containing Rare Earths, Titanium Dioxide and Clay. *Journal of Rare Earths*, 24 (1), 251–254. doi: [https://doi.org/10.1016/s1002-0721\(07\)60373-1](https://doi.org/10.1016/s1002-0721(07)60373-1)
  29. Tobaldi, D. M., Sever Škapin, A., Pullar, R. C., Seabra, M. P., Labrincha, J. A. (2013). Titanium dioxide modified with transition metals and rare earth elements: Phase composition, optical properties, and photocatalytic activity. *Ceramics International*, 39 (3), 2619–2629. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2012.09.027>
  30. Nadolna, J., Arenas-Esteban, D., Gazda, M., Zaleska-Medynska, A. (2014). Pr-doped TiO<sub>2</sub>. The effect of metal content on photocatalytic activity. *Physicochemical Problems of Mineral Processing*, 50 (2), 515–524. doi: <https://doi.org/10.5277/ppmp140208>
  31. Nadolna, J., Iwulska, A., Sliwinski, G., Zaleska-Medynska, A. (2012). Characterization and photocatalytic activity of rare earth metal-doped titanium dioxide. *Physicochemical Problems of Mineral Processing*, 48 (1), 201–208.
  32. Lai, C. W., Juan, J. C., Ko, W. B., Bee Abd Hamid, S. (2014). An Overview: Recent Development of Titanium Oxide Nanotubes as Photocatalyst for Dye Degradation. *International Journal of Photoenergy*, 2014, 1–14. doi: <https://doi.org/10.1155/2014/524135>
  33. Habib, I. Y., Zain, N. M., Lim, C. M., Usman, A., Kumara, N. T. R. N., Mahadi, A. H. (2021). Effect of Doping Rare-Earth Element on the Structural, Morphological, Optical and Photocatalytic Properties of ZnO Nanoparticles in the Degradation of Methylene Blue Dye. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1127 (1), 012004. doi: <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1127/1/012004>
  34. Saqib, N. us, Adnan, R., Shah, I. (2016). A mini-review on rare earth metal-doped TiO<sub>2</sub> for photocatalytic remediation of wastewater. *Environmental Science and Pollution Research*, 23 (16), 15941–15951. doi: <https://doi.org/10.1007/s11356-016-6984-7>
  35. Xu, J., Ao, Y., Fu, D., Yuan, C. (2008). A simple route for the preparation of Eu, N-codoped TiO<sub>2</sub> nanoparticles with enhanced

- visible light-induced photocatalytic activity. *Journal of Colloid and Interface Science*, 328 (2), 447–451. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jcis.2008.08.053>
36. Reséndiz López, E., Morales-Luna, M., Vega González, M., Aruna-Devi, R., de Moure-Flores, F., Mayen Hernández, S. A., Santos Cruz, J. (2020). Bandgap modification of titanium dioxide doped with rare earth ions for luminescent processes. *Journal of Applied Physics*, 128 (17), 175106. doi: <https://doi.org/10.1063/5.0021616>
37. Liang, C., Liu, C., Li, F., Wu, F. (2009). The effect of Praseodymium on the adsorption and photocatalytic degradation of azo dye in aqueous Pr<sup>3+</sup>-TiO<sub>2</sub> suspension. *Chemical Engineering Journal*, 147 (2-3), 219–225. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cej.2008.07.004>
38. Song, L., Zhao, X., Cao, L., Moon, J.-W., Gu, B., Wang, W. (2015). Synthesis of rare earth doped TiO<sub>2</sub> nanorods as photocatalysts for lignin degradation. *Nanoscale*, 7 (40), 16695–16703. doi: <https://doi.org/10.1039/c5nr03537f>
39. Wang, Z., Song, Y., Cai, X., Zhang, J., Tang, T., Wen, S. (2019). Rapid preparation of terbium-doped titanium dioxide nanoparticles and their enhanced photocatalytic performance. *Royal Society Open Science*, 6 (10), 191077. doi: <https://doi.org/10.1098/rsos.191077>
40. Tobaldi, D. M., Pullar, R. C., Seabra, M. P., Labrincha, J. A. (2014). Fully quantitative X-ray characterisation of Evonik Aeroxide TiO<sub>2</sub> P25®. *Materials Letters*, 122, 345–347. doi: <https://doi.org/10.1016/j.matlet.2014.02.055>

**DOI 10.15587/1729-4061.2021.236984****РАЦІОНАЛЬНІ УМОВИ ОДЕРЖАННЯ ЖИРНИХ КИСЛОТ ШЛЯХОМ ОБРОБКИ СОАПСТОКУ СІРЧАНОЮ КИСЛОТОЮ (с. 6–13)****Н. С. Ситнік, К. В. Куниця, В. С. Мазасва, В. С. Калина, А. М. Чернуха, С. Е. Важинський, О. А. Ященко, М. В. Маляров, О. І. Богатов, Б. В. Болібрух**

В результаті лужної нейтралізації олій утворюється значна кількість соапстоку, утилізація якого створює екологічну та економічну проблему. В роботі досліджено одержання жирних кислот із соапстоку із застосуванням розкладання сірчаною кислотою.

Особливістю роботи є встановлення регресійних залежностей виходу та числа нейтралізації жирних кислот від умов обробки соапстоку: температури та тривалості.

В якості сировини використано соапсток, одержаний після нейтралізації соняшникової олії. Показники соапстоку: масова частка вологи – 15,4 %, загального жиру – 71,9 %, жирних кислот – 64,5 %, нейтрального жиру – 7,4 %.

Визначено раціональні умови обробки соапстоку: температура (90–95) °С, тривалість 40 хв. За цих умов вихід жирних кислот становить 79,0 %, число нейтралізації 180,0 мг КОН/г. Якісні показники одержаних жирних кислот: масова частка вологи та летких речовин – 1,8 %, масова частка загального жиру – 97,0 %, глибина розщеплення – 64,5 % олеїнової кислоти, наявність мінеральних кислот – відсутні. Жирні кислоти відповідають жирним кислотам першого ґатунку згідно з ДСТУ 4860 (CAS 61788-66-7).

Зростання температури та тривалості контактування соапстоку з сірчаною кислотою збільшує вихід та число нейтралізації жирних кислот. Це пояснюється зниженням в'язкості реакційного середовища, збільшенням глибини розщеплення мил соапстоку сірчаною кислотою, підвищенням інтенсивності та тривалості масообміну.

Розроблені раціональні умови дозволяють одержувати жирні кислоти з соапстоку, які за складом відповідають жирним кислотам із олії соняшникової рафінованої дезодорованої.

Результати роботи дозволяють вирішувати ряд економічних та екологічних проблем, пов'язаних з утилізацією соапстоку та можуть бути впроваджені на підприємствах з рафінації олій та у виробництві жирних кислот.

**Ключові слова:** відходи олієжирової галузі, лужна нейтралізація, соапсток, жирні кислоти, олія соняшникова.

**DOI: 10.15587/1729-4061.2021.237323****ОЦІНКА ВПЛИВУ ВОДНОГО КАТІОННОГО ЛАТЕКСУ КЛАСУ ТЕРМОЕЛАСТОПЛАСТІВ НА ВЛАСТИВОСТІ БІТУМНИХ ЕМУЛЬСІЙ (с. 14–22)****В. К. Жданюк, В. Я. Новаковська**

Для виробництва катіонних бітумних емульсій використовують бітум з пенетрацією не нижче 90 мм<sup>-1</sup>. Такі бітуми мають великий інтервал пластичності, що приводить до погіршення його теплостійкості при підвищених температурах і звужує сферу застосування емульсій на його основі.

На основі проведеного огляду методів модифікації емульсій було запропоновано виконувати модифікацію змішуванням готових бітумних емульсій з водним катіонним латексом.

Було розглянуто процес взаємодії бітумної емульсії з водним катіонним латексом. Запропоновано механізм розпаду модифікованої бітумної емульсії на поверхні мінеральних матеріалів. Проведено вибір емульгаторів та підібрано склад водної фази на основі аналізу ізотерм поверхневого натягу. Досліджено вплив модифікації на властивості бітумних емульсій.

Встановлено, що основні фізико-хімічні характеристики поверхні розділу фаз мають близькі значення для водної фази та емульсій на її основі.

Доведено, що введення водного катіонного латексу досить помірно впливає на основні фізико-механічні властивості емульсій, що дозволяє не змінювати основні технологічні параметри при їх застосуванні.

Встановлено, що збільшення концентрації полімеру у складі емульсії позитивно впливає на фізико-механічні властивості в'язучого. При збільшенні концентрації полімеру до 6 % температура розм'якшеності збільшується на 16 °С, еластичність дорівнює 74 %, а утримуюча здатність при мінус 25 °С наближається до 100 %.

Покращення фізико-механічних властивостей залишкового в'язучого в наслідок модифікації емульсій дозволить підвищити довговічність шарів дорожнього одягу на основі бітумних емульсій та розширити сферу їх застосування при будіванні та ремонтіванні автомобільних доріг.

**Ключові слова:** бітумні емульсії, водний катіонний латекс, поверхневий натяг, полімери, температура розм'якшеності.

---

**DOI: 10.15587/1729-4061.2021.239122****ВИЯВЛЕННЯ ОСНОВНИХ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ПРОЦЕСУ КАПСУЛЮВАННЯ ГРАНУЛ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ В АПАРАТІ ПСЕВДОЗРІДЖЕНОГО ШАРУ (с. 23–32)****Р. О. Острога, М. П. Юхименко, Jozef Vocko, А. Є. Артюхов, Jan Krmela**

Обґрунтовано доцільність і перспективність отримання орґано-мінеральних добрив шляхом капсулювання мінеральних гранул орґанічною суспензією в апаратах псевдозрідженого шару. Представлений огляд існуючих підходів до математичного опису кінетики росту гранул в процесах грануляції в апаратах псевдозрідженого шару. Розроблено математичну модель кінетики формування твердої оболонки навколо гранул в псевдозрідженому шарі. Вона показує, що динаміка залежить від розміру часток ретури, питомої витрати суспензії, щільності суспензії та гранул, часу процесу. Отримано рівняння для визначення товщини твердої оболонки та питомої витрати суспензії за окремими ступенями грануляції в багатоступеневому грануляторі псевдозрідженого шару. Аналітично отримані графічні залежності, які показали зростання товщини твердої оболонки від збільшення питомої витрати суспензії, діаметра часток ретури та часу процесу капсулювання. Отримані рівняння дозволяють визначити раціональні режимно-технологічні параметри процесу капсулювання з метою отримання на поверхні гранул покриття заданої товщини. Це забезпечує отримання якісного продукту з гранулометричним складом в більш вузькому діапазоні за розміром часток. Для отримання гранул розміром 2,5–4 мм необхідно здійснювати процес в трьох- або чотиріступінчастих грануляторах псевдозрідженого шару при питомих витратах суспензії  $(10-20) \cdot 10^{-4}$  кг/(кг·с). Показано, що при рівномірному дорощуванні гранул з постійним приростом товщини оболонки в багатоступеневих грануляторах витрата суспензії знижується в 2–3 рази від першої сходинки до наступної. Такий підхід знижує експлуатаційні та енергетичні витрати на процес.

**Ключові слова:** гранулювання, псевдозріджений шар, капсулювання, орґанічна суспензія, товщина оболонки, кінетика зростання.

---

**DOI: 10.15587/1729-4061.2021.236977****РОЗРОБКА СПОСОБУ ЗАХИСТУ БЕТОННИХ ПІДЛОГ ТВАРИННИЦЬКИХ БУДІВЕЛЬ ВІД КОРОЗІЇ ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ СУХИХ ДЕЗІНФІКУЮЧИХ ЗАСОБІВ (с. 33–40)****О. І. Шкромада, Т. І. Фотіна, Р. В. Петров, Л. В. Нагорна, О. М. Бордун, М. В. Барун, Е. М. Бабенко, М. С. Карпуленко, Т. М. Царенко, В. В. Соломон**

Бетонні підлоги найчастіше використовуються у приміщеннях для утримання тварин. Однак специфічне середовище тваринницьких приміщень (волога, сеча, дезінфікуючі засоби) має негативний вплив на бетон та призводить до його корозії. Вплив хімічних та фізичних факторів на бетон підкріплюється розвитком мікроорґанізмів, які швидко адаптуються та використовують бетон, як середовище для існування.

Для зменшення впливу агресивного середовища на бетонну підлогу була запропонована експериментальна суміш сухих дезінфікуючих речовин підібраних з урахуванням синергетичної дії. Компоненти суміші для дезінфекції відносяться до малотоксичних речовин і можуть використовуватись в присутності тварин і людей.

Методом TPD-MS визначали зміну хімічного складу бетону. Для дослідження мікроструктури бетону застосовували метод растрової електронної мікроскопії.

Мікробіологічними дослідженнями виявлені бактерії *A. Thiooxidans*, *S. aureus*, *E. coli*, *S. enteritidis*, *S. Choleraesuis*, *C. Perfringen* та мікроміцети роду *Cladosporium*, *Fusariums*, *Aspergillus*, які сприяють розвитку біологічній корозії бетону у тваринницьких приміщеннях. Також встановлений факт негативного впливу концентрованих дезінфікуючих засобів на структуру бетону.

В результаті проведених досліджень доведено, що суміш сухих компонентів для дезінфекції проявляє протимікробні властивості в різному ступені до виділених у свинарському господарстві штамів польових ізолятів бактерій та грибів. Встановлено, що при застосуванні запропонованої суміші сухих дезінфікуючих компонентів у дослідному приміщенні свинарника зменшується відносна вологість на 38,5 %; вміст амоніаку – на 46,2 %; сірководню – на 57,8 %; мікробних тіл – на 74,7 %, порівняно до контрольного приміщення.

Експериментально доведено, що запропонована суміш сухих дезінфікуючих речовин має гігроскопічні та протимікробні властивості і є перспективним для використання в умовах тваринницьких ферм.

**Ключові слова:** корозія бетонної підлоги, суміш сухих дезінфікуючих компонентів, агресивне середовище, протимікробні та гігроскопічні властивості.

---

**DOI 10.15587/1729-4061.2021.237879****ОПТИМІЗАЦІЯ ЗМОЧУВАННЯ ДІОКСИДУ ТИТАНУ В АЛКІДНИХ ЛАКОФАРБОВИХ МАТЕРІАЛАХ В ПРИСУТНОСТІ ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНИХ РЕЧОВИН (с. 41–50)****Kirill Ostrovnoy, Antonina Dyuryagina, Alexander Demyanenko, Vitaliy Tyukanko**

В роботі представлені результати дослідження впливу поверхнево-активних речовин (ПАР) на змочування діоксиду титану в алкідних лакофарбових матеріалах (ЛФМ), на основі пентафталевого (ПФ) і алкідно-уретанового (АУ) плівкоутворювачів. В якості

критерію оцінки змочування діоксиду титану використовували крайовий кут змочування ( $\theta^\circ$ ) та роботу адгезії ( $W_a$ ). Як ПАР використовували три добавки-адгезиви: оригінальний продукт АС-1, що отримується з відходів переробки нафти (з низькою собівартістю) та промислові добавки: «Телаз» і поліетиленполіамін (ПЕПА). Всі досліджені адгезиви в ПФ і АУ ЛФМ покращують змочування діоксиду титану. При вмісті АС плівкоутворювача в композиції 30 %, максимальне зменшення  $\theta^\circ$  для АС-1 становить  $4,5^\circ$  для ПЕПА та Телаз  $4^\circ$ . Для пентафталевої композиції в аналогічних умовах зменшення крайового кута змочування для АС-1 становить  $10^\circ$ , Телаз  $8,6^\circ$  та ПЕПА  $5,9^\circ$ . За відносної зміни крайового кута змочування для обох систем, максимальне зменшення  $\theta^\circ$  становить близько 10 %. Введення ПАР в композиції АУ неоднозначно впливає на роботу адгезії, для ПФ введення ПАР викликає зменшення роботи адгезії ( $W_a$ ). ПАР, що мінімально зменшує роботу адгезії, є АС-1. Проведено оптимізацію складів ЛФМ методом ймовірно-детермінованого планування, що забезпечує максимальне змочування діоксиду титану розчинами плівкоутворювачів. Отримано рівняння для розрахунку крайового кута змочування діоксиду титану в залежності від вмісту розчинника та ПАР в ЛФМ. Доведено ефективність продукту АС-1 в якості добавки-змочувача для алкідних лакофарбових матеріалів. Здатність змочування оригінального ПАР – АС-1 близька до промислових добавок ПЕПА та Телаз.

**Ключові слова:** змочування, ПАР, діоксид титану, пігмент, алкідні емалі, робота адгезії.

**DOI: 10.15587/1729-4061.2021.239208**

## **РОЗРОБКА СЕДИМЕНТАЦІЙНО СТІЙКИХ ВОДНО-АКРИЛОВИХ ДИСПЕРСІЙ ДІОКСИДУ ТИТАНУ (с. 51–59)**

**Antonina Dyuryagina, Aida Lutsenko**

За результатами досліджень встановлено ефект стабілізації дисперсій діоксиду титану в водно-акрилових композиціях. Доведено, що в водно-акрилових суспензіях при всіх варіаціях плівкоутворювача (від 0 до  $5 \text{ г/дм}^3$ ), максимум стабілізуючої активності досліджуваних ПАР досягається при  $C_{\text{ПАР}}=0,25 \text{ г/дм}^3$ . Мінімальна швидкість осадження дисперсій діоксиду титану при дозуванні  $0,25 \text{ г/дм}^3$  поліакрилату натрію була на рівні  $0,097 \cdot 10^{-3} \text{ г/с}$  при будь-якому вмісті плівкоутворювача ( $C_{\text{пл}}=0,5+5 \text{ г/дм}^3$ ) в суспензіях. При введенні такої ж концентрації ( $C_{\text{ПАР}}=0,25 \text{ г/дм}^3$ ) полієфірсілоксанового сополімеру фіксували зниження швидкості седиментації до показника  $0,053 \cdot 10^{-3} \text{ г/с}$  в суспензіях з обмеженим вмістом акрилу ( $C \leq 1 \text{ г/дм}^3$ ). При підвищенні концентрації плівкоутворювача ( $C > 1 \text{ г/дм}^3$ ) в суспензіях, седиментаційна стійкість знижувалася, це доводить збільшення швидкості осадження  $\text{TiO}_2$  до  $0,110 \cdot 10^{-3} \text{ г/с}$  при  $C_{\text{пл}}=5,0 \text{ г/дм}^3$ . Встановлено, що в водно-акрилових суспензіях з вмістом плівкоутворювача від  $0,5$  до  $1 \text{ г/дм}^3$  мінімальний середньостатистичний діаметр склав  $2,64 \div 3,1 \text{ мкм}$   $C_{\text{ПАР}}=0,25 \text{ г/дм}^3$ . Подальше концентрування акрилу ( $C_{\text{пл}}=4 \div 5 \text{ г/дм}^3$ ) при тому ж дозуванні полієфірсілоксанового сополімеру супроводжувалося збільшенням середньостатистичного розміру часток до  $4,30 \div 4,61 \text{ мкм}$ . Максимум розклинювальної активності поліакрилату натрію ( $C_{\text{ПАР}}=0,25 \text{ г/дм}^3$ ) відповідає одному і тому ж мінімуму середньостатистичного діаметру ( $2-3 \text{ мкм}$ ).

**Ключові слова:** водно-акрилові композиції, адсорбція, діоксид титану, поліакрилат натрію, полієфірсілоксановий сополімер.

**DOI: 10.15587/1729-4061.2021.239151**

## **ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ВИТРИМКИ В РОЗЧИНАХ КОН ПРИ РІЗНИХ ТЕМПЕРАТУРАХ НА ВЛАСТИВОСТІ ЕЛЕКТРОХРОМНИХ ПЛІВОК $\text{Ni}(\text{OH})_2$ -ПВС (с. 60–66)**

**В. А. Коток, В. Л. Коваленко, Р. К. Нафесєв, В. В. Вербицький, О. О. Ломинога, О. С. Мельник, С. Ф. Власов, І. Л. Плаксієнко, Л. А. Колеснікова, В. М. Калиниченко**

Для визначення впливу на електрохромні та електрохімічні характеристики витримки при високій температурі в лужному розчині плівкових композитних електродів на основі  $\text{Ni}(\text{OH})_2$ -полівінілового спирту була отримана серія плівок. Плівки отримували на скляній підкладці, що була покрита оксидом олова, допованого фтором. Покриття основ проводилося катодним темплатним способом при однакових умовах. Отримані осади обробляли, витримуючи їх протягом 8 годин в розчині лугу при різних температурах:  $30$ ,  $40$ ,  $50$ ,  $60$  і  $70^\circ\text{C}$ , тим самим імітуючи умови роботи електрохромного пристрою у жаркому кліматі.

Було з'ясовано, що температура витримки безпосередньо впливає на електрохімічні та електрохромні властивості оброблених плівок. При цьому циклічні вольтамперні криві показували зменшення величин піків густини струмів і меншу швидкість встановлення характеристик зі збільшенням температури обробки. При максимальній температурі обробки в  $70^\circ\text{C}$  плівка значно змінювала свої властивості в бік погіршення.

За результатами експериментів було виділено три температурних діапазони обробки. Перший лежить в інтервалі до  $40^\circ\text{C}$ , в якому після обробки плівки демонстрували значну електрохромну і електрохімічну активність. Другий інтервал між  $40$  і  $60^\circ\text{C}$ , після обробки в якому покриття показували оборотне погіршення електрохромної та електрохімічної активності. Після обробки в цьому інтервалі плівки поступово відновлювали свою працездатність при електрохімічному циклюванні. Третій інтервал починаючи від  $70^\circ\text{C}$  і вище. Оброблені плівки в цьому інтервалі температур необоротно втрачали електрохімічну і електрохромну активність.

У дослідженні також запропоновані механізми, які пояснюють зміни характеристик електродів при обробці, а також можливі шляхи боротьби з температурною деградацією.

**Ключові слова:** електрохромізм, електроосадження, гідроксид нікелю, температура, калію гідроксид, рекристалізація, старіння, деградація.

---

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.238347

**ВПЛИВ МОДИФІКАТОРІВ ОКСИДІВ ІТРІЮ ТА НІОБІЮ НА ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ТА ФОТОКАТАЛІТИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ТИТАНУ (IV) ОКСИДУ (с. 67–74)**

**С. О. Кирій, Т. А. Донцова, І. В. Косогіна, В. О. Подопрigor, А. С. Сергієнко**

Досліджено фотокаталітичні і фізико-хімічні властивості модифікованого титану (IV) оксиду оксидами ітрію та ніобію. Показано, що модифікування – це потужний спосіб збільшення ефективності фотокаталітичних властивостей каталізаторів, і як результат поліпшення фотокаталітичного процесу в цілому. Як каталізатор для модифікування використовували титану (IV) оксид комерційного і власного виробництва. Модифікування порошоків титану (IV) оксиду в кількості 1 % мас. відповідним модифікатором проводили гідротермальним способом, після чого здійснювали їх характеристизацію дифракційним і рентгенофлуоресцентним методами аналізу. Досліджено структурні характеристики модифікованих і немодифікованих зразків титану (IV) оксиду методом низькотемпературної адсорбції-десорбції азоту. Встановлено несуттєве збільшення питомої площі поверхні: з 61 м<sup>2</sup>/г до 70 м<sup>2</sup>/г для комерційного зразка та з 172 м<sup>2</sup>/г до 180 м<sup>2</sup>/г для синтезованого зразка у даній роботі. Аналогічні залежності спостерігаються і в разі дослідження оптичних властивостей спектрофотометричним методом. Визначення поверхневих властивостей (кислотності поверхні) модифікованих і немодифікованих фотокаталізаторів на основі TiO<sub>2</sub> показали різний вплив модифікаторів на кислотність TiO<sub>2</sub>: в разі модифікування оксидом ітрію кислотність зменшується, а в разі оксиду ніобію – збільшується. Дослідження фотокаталітичної і сорбційної активностей по відношенню до барвників різної природи не однакові – фотокаталітична активність після модифікування зростає, сорбційна здатність по відношенню до катіонного барвника падає, аніонного – зростає. Додаткові дослідження щодо деструкції барвників знаходяться в повній відповідності з фотокаталітичними і сорбційними експериментами.

**Ключові слова:** модифікування, TiO<sub>2</sub> фотокаталізатори, оксид ітрію, оксид ніобію, фотокаталітичні властивості, структурні характеристики, ширина забороненої зони, очищення води.