

ABSTRACT AND REFERENCES

TECHNOLOGY ORGANIC AND INORGANIC SUBSTANCES

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.344900

ESTABLISHING THE INFLUENCE OF SUNFLOWER OIL QUALITY INDICATORS ON THE EFFICIENCY OF THE TRANSESTERIFICATION CATALYST (p. 6–13)**Mykola Korchak**Higher Educational Institution “Podillia State University”,
Kamianets-Podilskyi, UkraineORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8726-1881>**Vladyslav Knysh**Institute of Water Problems and Land Reclamation of the National
Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Kyiv, UkraineORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3220-9883>**Anatolii Shostia**

Poltava State Agrarian University, Poltava, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1475-2364>**Svitlana Usenko**

Poltava State Agrarian University, Poltava, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9263-5625>**Yevgenia Hmel'nitska**

Luhansk Taras Shevchenko National University, Poltav, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2513-3032>**Zoja Rachynska**

Poltava University of Economics and Trade, Poltava, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4210-7119>**Volodymyr Viaskov**Educational and Scientific Institute of Logistics of National
Academy of the National Guard of Ukraine, Kharkiv, UkraineORCID: <https://orcid.org/0009-0006-9838-7304>**Ivan Kostenko**O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv,
Kharkiv, UkraineORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8170-7432>**Vita Glavatchuk**

Vinnytsia National Agrarian University, Vinnitsa, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9794-319X>**Sergii Zygin**

Kharkiv National University of Radio Electronics, Kharkiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-3537-7713>

The object of the study is the process of chemical transesterification of sunflower oil with increased mass fraction of moisture and acid value.

Transesterification technology allows obtaining fats with the necessary physico-chemical properties without changing the fatty acid composition. The problem of using alkaline catalysts is rapid deactivation under the influence of impurities present in the fatty raw material. The greatest influence is exerted by moisture and fatty acids.

Transesterification of sunflower oil with increased mass fraction of moisture and acid value in the presence of potassium glyceroxide, which is more resistant to deactivating impurities, was studied. Oil parameters: peroxide value 0.18 $\frac{1}{2}$ O mmol/kg, acid value 0.08 mg KOH/g, mass fraction of moisture 0.05%, crystallization temperature -18.38°C .

Oil samples with mass fractions of moisture from 0.1 to 0.75% (obtained by adding water) were stored for two months under the following conditions: temperature $(20 \pm 2)^{\circ}\text{C}$, air humidity not more than 70%. After storage, the acid value was measured in each sample and transesterification was performed. The efficiency of the process was assessed by the oil crystallization temperature.

The maximum values of oil indicators at which the potassium glyceroxide catalyst is effective were established: mass fraction of moisture 0.4%, acid value 0.28 mg KOH/g. At the same time, the crystallization temperature of sunflower oil is -3.95°C , which corresponds to the maximum increase in the crystallization temperature of oil as a result of transesterification.

The results obtained make it possible to effectively transesterify sunflower and other types of non-standard quality oils without preliminary treatment. This will reduce the cost of production and increase the profitability of enterprises (depending on the indicators of non-standard raw materials).

Keywords: transesterification catalyst, potassium glyceroxide, chemical transesterification, sunflower oil, crystallization temperature.

References

1. Sulaiman, N. F., Gunasekaran, S. S., Mohd Nashruddin, S. N. A., Mohd Nashruddin, S. N. A., Sofiah, A. G. N., Abd Mubin, M. H., Lee, S. L. (2025). Advancements in transesterification of waste cooking oil to biodiesel using rare earth metal oxide catalysts: A bibliometric analysis and future prospects. *Fuel*, 394, 135158. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2025.135158>
2. Almazrouei, M., Elagroudy, S., Janajreh, I. (2019). Transesterification of waste cooking oil: Quality assessment via thermogravimetric analysis. *Energy Procedia*, 158, 2070–2076. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2019.01.478>
3. Razzak, S. A., Zakir Hossain, S. M., Ahmed, U., Hossain, M. M. (2025). Cleaner biodiesel production from waste oils (cooking/vegetable/frying): Advances in catalytic strategies. *Fuel*, 393, 134901. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2025.134901>
4. Al-Sakkari, E. G., Abdeldayem, O. M., El-Sheltawy, S. T., Abadir, M. F., Soliman, A., Rene, E. R., Ismail, I. (2020). Esterification of high FFA content waste cooking oil through different techniques including the utilization of cement kiln dust as a heterogeneous catalyst: A comparative study. *Fuel*, 279, 118519. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2020.118519>
5. Korchak, M., Bliznjuk, O., Nekrasov, S., Gavrish, T., Petrova, O., Shevchuk, N., Strikha, L. et al. (2022). Development of rational technology for sodium glyceroxide obtaining. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (6 (119)), 15–21. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.265087>
6. Korchak, M., Bragin, O., Petrova, O., Shevchuk, N., Strikha, L., Stankevych, S. et al. (2022). Development of transesterification model for safe technology of chemical modification of oxidized fats. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (6 (120)), 14–19. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.266931>
7. Asfaw, B. T., Gari, M. T., Jayakumar, M. (2025). Transesterification of biodiesel from non-edible oils using heterogeneous base catalysts:

- A comprehensive review of potential renewable biomass feedstocks. *Chemical Engineering Journal*, 511, 162028. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2025.162028>
8. Abu-Ghazala, A. H., Abdelhady, H. H., Mazhar, A. A., El-Deab, M. S. (2023). Exceptional room temperature catalytic transesterification of waste cooking oil to biodiesel using environmentally-benign $K_2CO_3/\gamma-Al_2O_3$ nano-catalyst. *Chemical Engineering Journal*, 474, 145784. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2023.145784>
 9. Prajapati, N., Singh Kachhwaha, S., Kodgire, P., Kumar Vij, R. (2025). A novel high-speed homogenizer assisted process intensification technique for biodiesel production using soya acid oil: Process optimization, kinetic and thermodynamic modelling. *Energy Conversion and Management*, 324, 119302. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2024.119302>
 10. Miladinović, M. R., Krstić, J. B., Zdujić, M. V., Veselinović, L. M., Veljović, D. N., Banković-Ilić, I. B. et al. (2022). Transesterification of used cooking sunflower oil catalyzed by hazelnut shell ash. *Renewable Energy*, 183, 103–113. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.10.071>
 11. Liu, J., Lin, T., Niu, S., Zhu, J., Yang, Z., Geng, J. et al. (2024). Transesterification of acidic palm oil using solid waste/CaO as a bifunctional catalyst. *Fuel*, 362, 130913. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2024.130913>
 12. Chaveanghong, S., Smith, S. M., Smith, C. B., Luengnaruemitchai, A., Boonyuen, S. (2018). Simultaneous transesterification and esterification of acidic oil feedstocks catalyzed by heterogeneous tungsten loaded bovine bone under mild conditions. *Renewable Energy*, 126, 156–162. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2018.03.036>
 13. Chen, Y.-C., Lin, D.-Y., Chen, B.-H. (2017). Transesterification of acid soybean oil for biodiesel production using lithium metasilicate catalyst prepared from diatomite. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, 79, 31–36. <https://doi.org/10.1016/j.jtice.2017.05.001>
 14. Al-Saadi, A., Mathan, B., He, Y. (2020). Biodiesel production via simultaneous transesterification and esterification reactions over $SrO-ZnO/Al_2O_3$ as a bifunctional catalyst using high acidic waste cooking oil. *Chemical Engineering Research and Design*, 162, 238–248. <https://doi.org/10.1016/j.cherd.2020.08.018>
 15. Yasvanthrajan, N., Sivakumar, P., Muthukumar, K., Thanabalan, M., Arunagiri, A. (2025). Ultrasound assisted lipase catalysed transesterification using waste cottonseed oil. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, 177, 106076. <https://doi.org/10.1016/j.jtice.2025.106076>
 16. Li, L., Li, L., Ma, J., Xie, F. (2024). Biodiesel production from the transesterification of waste cooking oil via $CaO/HAP/MnFe@K$ magnetic nanocatalyst derived from eggshells and chicken bones: Diesel engine and kinetic studies. *Renewable Energy*, 237, 121563. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2024.121563>
 17. Shah, M., Poudel, J., Kwak, H., Oh, S. C. (2015). Kinetic analysis of transesterification of waste pig fat in supercritical alcohols. *Process Safety and Environmental Protection*, 98, 239–244. <https://doi.org/10.1016/j.psep.2015.08.002>
 18. Maddikeri, G. L., Pandit, A. B., Gogate, P. R. (2013). Ultrasound assisted interesterification of waste cooking oil and methyl acetate for biodiesel and triacetin production. *Fuel Processing Technology*, 116, 241–249. <https://doi.org/10.1016/j.fuproc.2013.07.004>
 19. Korchak, M., Shostia, A., Usenko, S., Floka, L., Hniti, N., Morozova, L. et al. (2024). Determination of rational parameters of chemical transesterification technology of sunflower oil. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (6 (131)), 26–33. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.313095>

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.339703

IDENTIFYING THE FEATURES OF MECHANICAL AND PHYSICOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF POLYETHERSULFONE MEMBRANES USING ELECTRIC FIELD METHOD FOR WATER FILTRATION APPLICATIONS (p. 14–27)

Aneka Firdaus

Universitas Sriwijaya, Indralaya, Indonesia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2552-855X>

Rahma Dani

Universitas Sriwijaya, Indralaya, Indonesia
ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-3522-3082>

Muhammad Satya Putra Gantada

Universitas Sriwijaya, Indralaya, Indonesia
ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-4775-8680>

Ahmad Fauzi Ismail

Universiti Teknologi Malaysia, Johor Bahru, Johor, Malaysia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0150-625X>

Nukman

Universitas Sriwijaya, Indralaya, Indonesia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6275-7621>

Irwin Bizzzy

Universitas Sriwijaya, Indralaya, Indonesia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1059-7897>

Agung Mataram

Universitas Sriwijaya, Indralaya, Indonesia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6064-9704>

Electric-field assisted prepared polyethersulfone (PES) membranes were selected as the research object in this paper, aiming to address how to control membrane morphology, mechanical property and water permeation at the same time through a simple and environmentally friendly method for filtration purposes. Three PES membranes were fabricated and denoted as MP1 (25% PES), MP2 (30% PES) and MP3 (35% PES). Results indicated that the electric field can be used as a feasible method to design desired membrane structure and performance, SEM observations shows average pore sizes of 0.062–0.095 μm , AFM images showed MP1 has rough surface with larger pores, and MP3 has smoother surface with finer pores. Tensile test results as well indicated that the mechanical properties of MP were evidently reinforced when adding PES, and all tensile strengths increased monotonous with increase in the concentration of PES, wherein MP3 had the best maximum tensile strength (5.64907407 MPa). FTIR spectra were in agreement with characteristic PES functional groups, XRD showed an overall amorphous nature and some semi-crystalline order developed that was predominantly exerted along the vertical direction to the support surface with concentration within PES-rich membranes. These findings account for the reported compromise of the filtration performance, MP1 presented in NWP with best permeability (4.2012164.L.m⁻².h⁻¹. bar⁻¹; MP3 had better mechanical stability to the detriment of flux. All tests results demonstrated how membranes can be tailored to maximize either permeability (MP1) or mechanical strength and selectivity (MP3), thereby allowing them to be employed as direct water filtration materials and could be utilized as a support for advanced composite membrane systems.

Keyword: chemical resistance, electric field, mechanical properties, physicochemical characteristics, water filtration.

References

- Sriyanti, I., Dani, R., Almafie, M. R., Partan, R. U., Ap Idjan, M. K. N., Marlina, L. (2024). Optimization of diameter and mechanical properties of Polyacrylonitrile/ Polyvinylidene fluoride/ Graphene oxide coconut shell composite nanofiber mats with using response surface methodology. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 10, 101030. <https://doi.org/10.1016/j.csee.2024.101030>
- Sriyanti, I., Almafie, M. R., Nuha Ap Idjan, M. K., Dani, R., Solihah, I., Syafri, E. et al. (2025). Electrospun nanofiber membrane of Piper beetle loaded PVDF/PAN for medical mask applications: psychochemical characteristics, antibacterial and air filter test. *Advanced Membranes*, 5, 100149. <https://doi.org/10.1016/j.advmem.2025.100149>
- Idjan, M. K. N. A., Fatmawati, Almafie, M. R., Dani, R., Subandrate, Fudholi, A., Sriyanti, I. (2025). Physicochemical properties and antioxidant activity of PVP/CA membranes nanofiber loaded *Arcangelisia flava* L. Merr. stem extract using electrospinning technique. *Next Materials*, 8, 100839. <https://doi.org/10.1016/j.nxmte.2025.100839>
- Almafie, M. R., Fudholi, A., Dani, R., Idjan, M. K. N. A., Royani, I., Sriyanti, I. (2025). Effects of electrospinning parameters on polycaprolactone membrane diameter: An investigation utilizing central composite design and characterization. *Results in Engineering*, 25, 104002. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2025.104002>
- Jauhari, J., Almafie, M. R., Annisa, M., Mataram, A., Marlina, L., Idjan, M. K. N. A., Sriyanti, I. (2021). The morphology and scaling law model of polyvinylidene fluoride/carbon fiber using electrospinning technique. *Journal of Physics: Conference Series*, 1796 (1), 012076. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1796/1/012076>
- Mataram, A., Firdaus, A., Yanis, M., Dani, R., Nasir, S., Ismail, A. F., Othman, M. H. D. (2024). Synthesis of polyethersulfone/titanium dioxide membranes: analysis of morphology, mechanical properties, and water filtration performance. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (6 (132)), 16–25. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.316523>
- Nasution, M. S., Mataram, A., Yani, I., Septano, G. D. (2022). Characteristics of a PVDF–Tin Dioxide Membrane Assisted by Electric Field Treatment. *Membranes*, 12 (8), 772. <https://doi.org/10.3390/membranes12080772>
- Firdaus, A., Nasir, S., Dani, R., Prasatya, I. N., Ismail, A. F., Othman, M. H. D., Mataram, A. (2024). Synthesis of polyethersulfone membranes with the addition of silver nitrate for water filter applications. *EUREKA: Physics and Engineering*, 1, 121–131. <https://doi.org/10.21303/2461-4262.2025.003394>
- Ngoma, M. M., Mathaba, M., Moothi, K. (2021). Effect of carbon nanotubes loading and pressure on the performance of a polyethersulfone (PES)/carbon nanotubes (CNT) membrane. *Scientific Reports*, 11 (1). <https://doi.org/10.1038/s41598-021-03042-z>
- Malatjie, K. I., Moutloali, R. M., Mishra, A. K., Mishra, S. B., Nxumalo, E. N. (2024). Photodegradation of imidacloprid insecticide using polyethersulfone membranes modified with iron doped cerium oxide. *Journal of Applied Polymer Science*, 141 (16). <https://doi.org/10.1002/app.55255>
- Barzegar, H., Shahsavari, S., Vatanpour, V., Masteri-Farahani, M. (2021). Peroxopolyoxometalate nanoparticles blended PES membrane with improved hydrophilicity, anti-fouling, permeability, and dye separation properties. *Journal of Applied Polymer Science*, 138 (31). <https://doi.org/10.1002/app.50764>
- Machodi, M. J., Daramola, M. O. (2020). Synthesis of PES and PES/chitosan membranes for synthetic acid mine drainage treatment. *Water SA*, 46 (1). <https://doi.org/10.17159/wsa/2020.v46.i1.7891>
- Ashori, A., Rafieyan, F., Kian, F., Jonoobi, M., Rezaei Tavabe, K. (2018). Effect of cellulose nanocrystals on performance of polyether-sulfone nanocomposite membranes using electrospinning technique. *Polymer Composites*, 40 (S1). <https://doi.org/10.1002/pc.25046>
- Gohari, B., Abu-Zahra, N. (2018). Polyethersulfone Membranes Prepared with 3-Aminopropyltriethoxysilane Modified Alumina Nanoparticles for Cu(II) Removal from Water. *ACS Omega*, 3 (8), 10154–10162. <https://doi.org/10.1021/acsomega.8b01024>
- Elsayed, R., Teow, Y. H. (2024). Advanced functional polymer materials for biomedical applications. *Journal of Applied Polymer Science*, 142 (3). <https://doi.org/10.1002/app.56391>
- Rothermund, M. A., Koehler, S. J., Vaissier Welborn, V. (2024). Electric Fields in Polymeric Systems. *Chemical Reviews*, 124 (23), 13331–13369. <https://doi.org/10.1021/acs.chemrev.4c00490>
- Zhang, M., Hadi, M. K., Guo, D., Yao, T., Ran, F. (2024). Polyethersulfone mixed matrix membrane with abundant sponge pores for high-separation performance with high flux retention and cycling stability. *Journal of Applied Polymer Science*, 141 (38). <https://doi.org/10.1002/app.55979>
- Grylewicz, A., Szymański, K., Darowna, D., Mozia, S. (2021). Influence of Polymer Solvents on the Properties of Halloysite-Modified Polyethersulfone Membranes Prepared by Wet Phase Inversion. *Molecules*, 26 (9), 2768. <https://doi.org/10.3390/molecules26092768>
- Śalacińska, A., Sienkiewicz, P., Szymański, K., Mozia, S. (2024). Polyethersulfone mixed matrix membranes modified with pore formers and Ag-titanate nanotubes: physicochemical characteristics and (bio) fouling study. *Environmental Science and Pollution Research*, 31 (55), 63876–63894. <https://doi.org/10.1007/s11356-024-35461-6>
- Ibrahim, Y., Hilal, N. (2024). Integration of Porous and Permeable Poly(ether sulfone) Feed Spacer onto Membrane Surfaces via Direct 3D Printing. *ACS Applied Engineering Materials*, 2 (4), 1094–1109. <https://doi.org/10.1021/acsaenm.4c00086>
- Huang, J., Tang, J., Zhang, J., Yang, L., Zhang, M. (2024). Waste mask supported PES membranes for efficient separation of oil/water emulsion. *Polymer Engineering & Science*, 64 (8), 3522–3529. <https://doi.org/10.1002/pen.26777>
- Butt, A. S., Qaiser, A. A., Abid, N., Mahmood, U. (2022). Novel poly-aniline–polyethersulfone nanofiltration membranes: effect of in situ polymerization time on structure and desalination performance. *RSC Advances*, 12 (52), 33889–33898. <https://doi.org/10.1039/d2ra05735b>
- Güneş-Durak, S., Acarer-Arat, S., Tüfekci, M., Pir, İ., Üstakaya, Z., Öz, N., Tüfekci, N. (2024). Mechanical Enhancement and Water Treatment Efficiency of Nanocomposite PES Membranes: A Study on Akçay Dam Water Filtration Application. *ACS Omega*, 9 (29), 31556–31568. <https://doi.org/10.1021/acsomega.4c01410>
- Aumeier, B. M., Vollmer, F., Lenfers, S., Yüce, S., Wessling, M. (2021). Polymeric Membranes With Sufficient Thermo-Mechanical Stability to Deploy Temperature Enhanced Backwash. *Chemie Ingenieur Technik*, 93 (9), 1417–1422. <https://doi.org/10.1002/cite.202100020>
- Matebese, F., Malomane, N., Motloutsi, M. L., Moutloali, R. M., Managa, M. (2025). Porphyrin-Modified Polyethersulfone Ultrafiltration Membranes for Enhanced Bacterial Inactivation and Filtration Performance. *Membranes*, 15 (8), 239. <https://doi.org/10.3390/membranes15080239>
- Khoerunnisa, F., Sihombing, M., Nurhayati, M., Dara, F., Triadi, H. A., Nasir, M. et al. (2022). Poly(ether sulfone)-based ultrafiltration membranes using chitosan/ammonium chloride to enhance permeability and antifouling properties. *Polymer Journal*, 54 (4), 525–537. <https://doi.org/10.1038/s41428-021-00607-7>

27. Meng, N., Mi, J., Chen, X., Liu, J., Zhu, H., Zheng, X. (2025). Preparation of Highly Antibacterial Polyethersulfone/Sulfonated Polyethersulfone Blend Composite Membrane and Research on Its Dye Separation Performance. *Molecules*, 30 (4), 781. <https://doi.org/10.3390/molecules30040781>
28. Abu-Zurayk, R., Alnairat, N., Waleed, H., Khalaf, A., Abu-Dalo, D., Bozeya, A., Afaneh, R. (2025). Dual-Mode Integration of a Composite Nanoparticle in PES Membranes: Enhanced Performance and Photocatalytic Potential. *Nanomaterials*, 15 (14), 1055. <https://doi.org/10.3390/nano15141055>
29. Ambarita, A. C., Mulyati, S., Arahman, N., Bilad, M. R., Shamsuddin, N., Ismail, N. M. (2021). Improvement of Properties and Performances of Polyethersulfone Ultrafiltration Membrane by Blending with Bio-Based Dragonbloodin Resin. *Polymers*, 13 (24), 4436. <https://doi.org/10.3390/polym13244436>
30. Dani, R., Ismet, I., Marlina, L., Alisya, R., Aldi, M. A. K., Ludiansyah, A. et al. (2024). Synthesis of Activated Carbon from Coconut Shell and Recycled Styrofoam Nanofiber for Water Filtration. *Makara Journal of Science*, 28 (4), 357–369. <https://doi.org/10.7454/mss.v28i4.2284>

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.347916

DEVELOPMENT OF A PRELIMINARY MODEL FOR ADDRESSING NAPHTHENIC ACID CORROSION OF ASTM A-335 P9 USING AN ECO-ENZYME GREEN INHIBITOR ON HEAVY-VACUUM GAS OIL RESIDUE (p. 28–41)

Kadek Ambara Jaya

Universitas Indonesia, Jawa Barat, Indonesia
ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-9193-8347>

Johny Soedarsono

Universitas Indonesia, Jawa Barat, Indonesia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6051-2866>

Yudha Pratesa

Universitas Indonesia, Jawa Barat, Indonesia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2929-7963>

Rini Riastuti

Universitas Indonesia, Jawa Barat, Indonesia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3431-0413>

Agus Kaban

Universitas Indonesia, Jawa Barat, Indonesia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9706-0506>

ASTM A-335 P9 is widely employed within the piping infrastructure of the crude distillation unit for the conveyance of heavy vacuum gas oil (HVGO) crude residue before subsequent downstream processing, owing to its high mechanical properties.

Due to elevated operating temperatures, the presence of sulfur, the material remains vulnerable to naphthenic acid corrosion, which can compromise its structural and operational integrity. This study examines the material's response to the application of eco-enzyme as a green corrosion inhibitor (GCI) employing extensive several tests under naphthenic acid distillate which collected and processed from the heavy vacuum gas oil piping. optical emission spectroscopy (OES), ultraviolet-visible spectroscopy (UV-Vis), and Fourier transform infra-red (FTIR) equipped with potentiodynamic polarization and electrochemical impedance spectroscopy (EIS) to dive into the corrosion resistance of EE inhibitor under the naphthenic acid extracts. Moreover, the scanning electronic microscopy and energy

X-Ray dispersive (SEM-EDX) was utilized to reveal the surface morphology and the elemental identity of the retained inhibition mechanism. Based on the OES, the presence of Cr and Mo are highlighted with the composition of 9.135% and 0.894% which aligned with the 9Cr-1Mo material specification. The electronic transition of $\pi-\pi^*$ and $n-\pi^*$ transitions is in good agreement with the presence of aromatic -OH, C-H sp^3 , R-CHO, C=O, C-O and aromatic absorption at 525 nm, which correlates with peaks observed in FTIR spectra at 3200–3400, 2800–3000 cm^{-1} . The high inhibition efficiency beyond 77% is correlated to the adsorption of the inhibitor that thermodynamically adheres to the Langmuir adsorption isotherm and applicable of model the HVGO system.

Keywords: green corrosion inhibitor, biomass, eco-enzyme, Langmuir isotherm, adsorption, refinery.

References

1. Rodríguez-Antón, L. M., Gutiérrez-Martín, F., Martínez-Arevalo, C. (2015). Experimental determination of some physical properties of gasoline, ethanol and ETBE ternary blends. *Fuel*, 156, 81–86. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2015.04.040>
2. Esouilem, M., Bouzid, A.-H., Nadeau, S. (2022). Pressure Vessels and Piping Accident Analysis and Prevention: A Case Study in Canada. *International Journal of Safety and Security Engineering*, 12 (1), 105–114. <https://doi.org/10.18280/ijssse.120113>
3. Stepanova, N. E. (2022). Environmental safety and environmental protection at an oil refinery. *Advances in Current Natural Sciences*, 5, 78–83. <https://doi.org/10.17513/use.37828>
4. Rajaram, K., Jaikumar, R., Behlaur, F., van Esch, F., Heynen, C., Kaiser, R. et al. (1999). Robust Process Control at Ceresstar's Refineries. *Interfaces*, 29 (1), 30–48. <https://doi.org/10.1287/inte.29.1.30>
5. Sukcharoen, K., Leatham, D. J. (2017). Hedging downside risk of oil refineries: A vine copula approach. *Energy Economics*, 66, 493–507. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2017.07.012>
6. Verma, C., Ebenso, E. E., Quraishi, M. A. (2017). Corrosion inhibitors for ferrous and non-ferrous metals and alloys in ionic sodium chloride solutions: A review. *Journal of Molecular Liquids*, 248, 927–942. <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2017.10.094>
7. Siler-Evans, K., Hanson, A., Sunday, C., Leonard, N., Tumminello, M. (2014). Analysis of pipeline accidents in the United States from 1968 to 2009. *International Journal of Critical Infrastructure Protection*, 7 (4), 257–269. <https://doi.org/10.1016/j.ijcip.2014.09.002>
8. Matthews, C. (2023). API RP 571: Damage Mechanisms (API 653). *The API ICP Exam Handbook: Complete Guide to Passing the API 510/570/653 ICP Exams*, 792–800. https://doi.org/10.1115/1.862api_ch38
9. Qu, D., Zheng, Y., Jiang, X., Ke, W. (2007). Correlation between the corrosivity of naphthenic acids and their chemical structures. *Anti-Corrosion Methods and Materials*, 54 (4), 211–218. <https://doi.org/10.1108/00035590710762348>
10. Chakravarthy, R., Naik, G. N., Savalia, A., Sridharan, U., Saravanan, C., Das, A. K., Gudasi, K. B. (2016). Determination of Naphthenic Acid Number in Petroleum Crude Oils and Their Fractions by Mid-Fourier Transform Infrared Spectroscopy. *Energy & Fuels*, 30 (10), 8579–8586. <https://doi.org/10.1021/acs.energyfuels.6b01766>
11. Qu, D. R., Zheng, Y. G., Jing, H. M., Yao, Z. M., Ke, W. (2006). High temperature naphthenic acid corrosion and sulphidic corrosion of Q235 and 5Cr1/2Mo steels in synthetic refining media. *Corrosion Science*, 48 (8), 1960–1985. <https://doi.org/10.1016/j.corsci.2005.08.016>

12. Moura, L. B., Guimarães, R. F., Abreu, H. F. G. de, Miranda, H. C. de, Tavares, S. S. M. (2012). Naphthenic corrosion resistance, mechanical properties and microstructure evolution of experimental Cr-Mo steels with high Mo content. *Materials Research*, 15 (2), 277–284. <https://doi.org/10.1590/s1516-14392012005000024>
13. Huang, B. S., Li, H., Liu, Q. Y., Ma, X., Wang, Y. (2009). Inhibitor of naphthenic acid corrosion in atmospheric and vacuum distillation unit. *Corrosion & Protection*, 30 (10), 721–723. Available at: <https://www.mat-test.com/en/article/id/5fa03a84-16a8-4975-9869-9e40a292caff>
14. Sun, M., Nicosia, D., Prins, R. (2003). The effects of fluorine, phosphate and chelating agents on hydrotreating catalysts and catalysis. *Catalysis Today*, 86 (1-4), 173–189. [https://doi.org/10.1016/s0920-5861\(03\)00410-3](https://doi.org/10.1016/s0920-5861(03)00410-3)
15. Salem, S. M., Abdelaleem, G. M., Elsayed, N. A., Saad, W. O. (2011). Improving the quality of petroleum crude oils by deasphalting. *JES. Journal of Engineering Sciences*, 39 (4), 885–896. <https://doi.org/10.21608/jesaun.2011.127722>
16. Tang, C., Farhadian, A., Berisha, A., Deyab, M. A., Chen, J., Iravani, D. et al. (2022). Novel Biosurfactants for Effective Inhibition of Gas Hydrate Agglomeration and Corrosion in Offshore Oil and Gas Pipelines. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 11 (1), 353–367. <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.2c05716>
17. Wang, Q., Wang, R., Zhang, Q., Zhao, C., Zhou, X., Zheng, H. et al. (2023). Application of Biomass Corrosion Inhibitors in Metal Corrosion Control: A Review. *Molecules*, 28 (6), 2832. <https://doi.org/10.3390/molecules28062832>
18. Kaban, A. P. S., Ridhova, A., Priyotomo, G., Elya, B., Maksum, A., Sadeli, Y. et al. (2021). Development of white tea extract as green corrosion inhibitor in mild steel under 1 M hydrochloric acid solution. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (6 (110)), 6–20. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.224435>
19. Riastuti, R., Mashanafie, G., Rizkia, V., Maksum, A., Prifiarni, S., Kaban, A. et al. (2022). Effect of syzygium cumini leaf extract as a green corrosion inhibitor on API 5L carbon steel in 1M HCL. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (6 (120)), 30–41. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.267232>
20. Muliarta, I. N., Darmawan, I. K. (2021). Processing Household Organic Waste into Eco-Enzyme as an Effort to Realize Zero Waste. *Agriwar Journal*, 1 (1), 6–11.
21. Moradi, M., Topchii, E., Lehmann, T. E., Alvarado, V. (2013). Impact of ionic strength on partitioning of naphthenic acids in water–crude oil systems – Determination through high-field NMR spectroscopy. *Fuel*, 112, 236–248. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2013.05.024>
22. ASTM G5-94(1999)e1. Standard Reference Test Method for Making Potentiostatic and Potentiodynamic Anodic Polarization Measurements. <https://doi.org/10.1520/g0005-94r99e01>
23. Soedarsono, J. W., Shihab, M. N., Azmi, M. F., Maksum, A. (2018). Study of curcuma xanthorrhiza extract as green inhibitor for API 5L X42 steel in 1M HCl solution. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 105, 012060. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/105/1/012060>
24. Jayakumar, S., Nandakumar, T., Vadivel, M., Thinaharan, C., George, R. P., Philip, J. (2019). Corrosion inhibition of mild steel in 1 M HCl using Tamarindus indica extract: electrochemical, surface and spectroscopic studies. *Journal of Adhesion Science and Technology*, 34 (7), 713–743. <https://doi.org/10.1080/01694243.2019.1681156>
25. Vorobyova, V., Skiba, M. (2024). Mechanism of inhibitory action of fruit cake extracts as a new environmentally inhibitors of carbon steel corrosion. *Results in Chemistry*, 7, 101317. <https://doi.org/10.1016/j.rechem.2024.101317>
26. Li, Y., Xu, W., Lai, J., Qiang, S. (2022). Inhibition Effect and Mechanism Explanation of Perilla Seed Extract as a Green Corrosion Inhibitor on Q235 Carbon Steel. *Materials*, 15 (15), 5394. <https://doi.org/10.3390/ma15155394>
27. Liao, B., Ma, S., Zhang, S., Li, X., Quan, R., Wan, S., Guo, X. (2023). Fructus cannabis protein extract powder as a green and high effective corrosion inhibitor for Q235 carbon steel in 1 M HCl solution. *International Journal of Biological Macromolecules*, 239, 124358. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2023.124358>
28. Arslanhan, S., Siğircik, G., Yıldız, R., Baran, M. F. (2024). Lavandula angustifolia Extract as a Green Corrosion Inhibitor for Protection of Mild Steel in HCl Acid Solution. *Protection of Metals and Physical Chemistry of Surfaces*, 60 (3), 554–570. <https://doi.org/10.1134/s2070205124701739>
29. Banda-Cruz, E. E., Gallardo-Rivas, N. V., Martínez-Orozco, R. D., Páramo-García, U., Mendoza-Martínez, A. M. (2021). Derivative UV-Vis Spectroscopy of Crude Oil and Asphaltene Solutions for Composition Determination. *Journal of Applied Spectroscopy*, 87 (6), 1157–1162. <https://doi.org/10.1007/s10812-021-01124-4>
30. Lin, T.-C., Cole, J. M., Higginbotham, A. P., Edwards, A. J., Piltz, R. O., Pérez-Moreno, J. et al. (2013). Molecular Origins of the High-Performance Nonlinear Optical Susceptibility in a Phenolic Polyene Chromophore: Electron Density Distributions, Hydrogen Bonding, and ab Initio Calculations. *The Journal of Physical Chemistry C*, 117 (18), 9416–9430. <https://doi.org/10.1021/jp400648q>
31. Kochowski, S., Nitsch, K. (2002). Description of the frequency behaviour of metal–SiO₂–GaAs structure characteristics by electrical equivalent circuit with constant phase element. *Thin Solid Films*, 415 (1-2), 133–137. [https://doi.org/10.1016/s0040-6090\(02\)00506-0](https://doi.org/10.1016/s0040-6090(02)00506-0)
32. Elaraby, A., El-samad, Shrouk. A., khamis, Eman. A., Zaki, E. G. (2023). Theoretical and electrochemical evaluation of tetra-cationic surfactant as corrosion inhibitor for carbon steel in 1 M HCl. *Scientific Reports*, 13 (1). <https://doi.org/10.1038/s41598-023-27513-7>
33. Vashishth, P., Bairagi, H., Narang, R., Shukla, S. K., Mangla, B. (2022). Thermodynamic and electrochemical investigation of inhibition efficiency of green corrosion inhibitor and its comparison with synthetic dyes on MS in acidic medium. *Journal of Molecular Liquids*, 365, 120042. <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2022.120042>
34. Sedik, A., Lerari, D., Salci, A., Athmani, S., Bachari, K., Gecibesler, İ. H., Solmaz, R. (2020). Dardagan Fruit extract as eco-friendly corrosion inhibitor for mild steel in 1 M HCl: Electrochemical and surface morphological studies. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, 107, 189–200. <https://doi.org/10.1016/j.jtice.2019.12.006>
35. Li, X.-H., Deng, S.-D., Fu, H. (2010). Inhibition by Jasminum nudiflorum Lindl. leaves extract of the corrosion of cold rolled steel in hydrochloric acid solution. *Journal of Applied Electrochemistry*, 40 (9), 1641–1649. <https://doi.org/10.1007/s10800-010-0151-5>
36. Kaban, A. P. S., Soedarsono, J. W., Mayangsari, W., Anwar, M. S., Maksum, A., Ridhova, A., Riastuti, R. (2023). Insight on Corrosion Prevention of C1018 in 1.0 M Hydrochloric Acid Using Liquid Smoke of Rice Husk Ash: Electrochemical, Surface Analysis, and Deep Learning Studies. *Coatings*, 13 (1), 136. <https://doi.org/10.3390/coatings13010136>

37. Xhanari, K., Finšgar, M., Knez Hrnčič, M., Maver, U., Knez, Ž., Seiti, B. (2017). Green corrosion inhibitors for aluminium and its alloys: a review. *RSC Advances*, 7 (44), 27299–27330. <https://doi.org/10.1039/c7ra03944a>
38. Al Otaibi, N., Hammud, H. H. (2021). Corrosion Inhibition Using Harmal Leaf Extract as an Eco-Friendly Corrosion Inhibitor. *Molecules*, 26 (22), 7024. <https://doi.org/10.3390/molecules26227024>
39. Huang, J., Hu, J., Cai, J., Huang, H., Wei, J., Yu, Q. (2022). Inhibition Effect of Hydrophobic Functional Organic Corrosion Inhibitor in Reinforced Concrete. *Materials*, 15 (20), 7124. <https://doi.org/10.3390/ma15207124>
40. Raja, P. B., Qureshi, A. K., Abdul Rahim, A., Osman, H., Awang, K. (2013). Neolamarckia cadamba alkaloids as eco-friendly corrosion inhibitors for mild steel in 1M HCl media. *Corrosion Science*, 69, 292–301. <https://doi.org/10.1016/j.corsci.2012.11.042>
41. Zou, Z., Liu, Z., Yang, L., Tang, Y., Qiao, Y., Lu, D. (2024). Corrosion behavior of different building planes of selective laser melting 316L stainless steel in 0.1 M HCl solution. *Journal of Materials Research and Technology*, 28, 4738–4753. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2024.01.078>
42. Yadav, A. K., Pandey, R., Singh, P. (2025). Impedance spectroscopy in perovskite materials: From fundamentals to applications. *Inorganic Chemistry Communications*, 182, 115524. <https://doi.org/10.1016/j.inoche.2025.115524>
43. Meng, Y., Li, S., Zhang, Z. (2024). Inhibition performance of uni-conazole on steel corrosion in simulated concrete pore solution: An eco-friendly way for steel protection. *Heliyon*, 10 (3), e24688. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e24688>
44. Tang, Z., Huang, W., Liu, L., Li, H., Meng, H., Zeng, T. et al. (2024). Study on structure and molecular scale protection mechanism of green Ce,N-CDs anti-bacterial and anti-corrosive inhibitor. *Journal of Materials Research and Technology*, 28, 3865–3881. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2023.12.250>
45. Mabrouk, D. H., El-Morsy, F. E., Alsam, A. A. (2024). Electrochemical studies, adsorption behavior, and spectroscopic analysis of vanadyl complex of bis(1-(pyridin-2-yl)ethylidene)malonohydrazide as efficient eco-friendly corrosion inhibitor for low carbon steel in 1M HCl. *International Journal of Electrochemical Science*, 19 (5), 100528. <https://doi.org/10.1016/j.ijoes.2024.100528>
46. Silva, R. M. P., Suffredini, H. B., Bastos, I. N., Santos, L. F., Simões, A. M. P. (2022). Naphthenic acid corrosion of API 5L X70 steel in aqueous/oil environment using electrochemical surface-resolved and analytical techniques. *Electrochimica Acta*, 407, 139900. <https://doi.org/10.1016/j.electacta.2022.139900>
47. Pessu, F., Barker, R., Chang, F., Chen, T., Neville, A. (2021). Iron sulphide formation and interaction with corrosion inhibitor in H₂S-containing environments. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 207, 109152. <https://doi.org/10.1016/j.petrol.2021.109152>

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.347912

IDENTIFYING THE VARIATION OF ACID IMMERSION AND CONCRETE COVER ON THE CRACK WIDTH OF REINFORCED CONCRETE BEAMS (p. 42–49)

Faris Rizal Andardi

Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia
Universitas Muhammadiyah Malang, Malang, Indonesia
ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-3379-3442>

Agoes Soehardjono

Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6172-4457>

Wisnumurti

Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2939-2170>

Ari Wibowo

Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9423-2248>

This paper discusses the effect of acidic environments on concrete structures, particularly crack width. This study was conducted to investigate the effect of acid pH on crack width in reinforced concrete beams with different cover depths. Reinforced concrete beams were immersed in phosphoric acid (H₃PO₄) solution with a pH of 5.0 for 28 days using this technique. Three concrete cover thicknesses were tested: 20 mm, 30 mm, and 40 mm. The materials used include coarse aggregate, fine aggregate, cement and phosphoric acid solution. Crack width, concrete compressive strength and steel stress were measured while the two-span beams with different section shapes experiencing point loads. The findings demonstrated that exposure of concrete to an acidic environment led to a decrease in compressive strength between 15% and 40%, cracking becoming significant with the beams having thin layers, while these results range a crack width ranging from no visible cracks until cracks resulted opened up. Crack width is directly dependent upon the thickness of concrete, for thicker concrete layer reducing crack width. On the other hand, steel stress increases crack width, with more the steel stress greater is crack wider. This study is unique in that an empirical formula related to crack width can be used for the prediction and has a good agreement with experimental results. The results yield new understanding on the significance of controlling concrete cover depth and steel stress level in the design methodologies for reinforced-concrete structures to be more acid-resisting. These findings may have implications for the design of reinforced concrete structures that are more resistant to acidic environmental conditions.

Keywords: acidic pH, reinforced concrete beams, concrete layers, crack width.

References

1. Pouya, J., Neji, M., De Windt, L., Perales, F., Socié, A. (2025). Effect of pre-crack on the degradation of cement pastes exposed to a low concentration external sulfate attack. *Construction and Building Materials*, 496, 143818. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2025.143818>
2. Mehdinazar, M., Kordani, A. A., Arabani, M. (2024). Effects of Changes in Runoff Characteristics on Asphalt Mixtures' Performance Against Low-Temperature Cracking. *Results in Engineering*, 24, 103246. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2024.103246>
3. Mayandi, K., Rajini, N., Ayrlimis, N., Indira Devi, M. P., Siengchin, S., Mohammad, F., Al-Lohedan, H. A. (2020). An overview of endurance and ageing performance under various environmental conditions of hybrid polymer composites. *Journal of Materials Research and Technology*, 9 (6), 15962–15988. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2020.11.031>
4. Suhudi, S., Frida S, K., Damayanti, F. (2024). Analysis of the Stability Plan for Kambaniru Weir, East Sumba District. *Journal of Evrimata: Engineering and Physics*, 02 (02), 138–143. <https://doi.org/10.70822/journalofevrmata.v2i02.65>
5. Kanagaraj, B., Lubloy, E., Anand, N., Hlavicka, V., Kiran, T. (2023). Investigation of physical, chemical, mechanical, and microstructural properties of cement-less concrete – state-of-the-art review. *Construction and Building Materials*, 365, 130020. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.130020>

6. Deng, Y., Yang, Y. (2024). An Experimental Study on Corrosion Resistance and Bond Behavior of Reinforced Concrete Structures with Various Fibers. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 28 (12), 5593–5603. <https://doi.org/10.1007/s12205-024-1672-5>
7. Zhang, C., Chen, W., Zhu, H., An, R. (2025). Fatigue behavior and impedance spectrum characteristics of Cr-modified stainless-steel rebars after corrosion. *Case Studies in Construction Materials*, 23, e04964. <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2025.e04964>
8. XWang, X., Cao, H., Li, C., Wang, Y. (2025). Synergistic optimization of mechanical and corrosion resistance properties of epoxy resin modified with green synthetic silica/graphene nanoplatelets composite particles. *Materials & Design*, 258, 114634. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2025.114634>
9. Keller, T., Zand, S. M., Habibi, T. (2025). Composite engineering structures in seawater – Review of durability and environmental performance. *Composite Structures*, 357, 118891. <https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2025.118891>
10. Standard specifications for concrete structures-2007, design (2010). JSCE Guidelines for Concrete No. 15. Tokyo: Japan Society of Civil Engineers. Available at: https://www.jsce-int.org/system/files/JGC15_Standard_Specifications_Design_1.0.pdf
11. ACI 318: Building Code Requirements for Reinforced Concrete (1995). American Concrete Institute. Available at: https://archive.org/stream/gov.law.aci.318.1995/aci.318.1995_djvu.txt
12. Thauae, W., Iwanami, M., Nakayama, K., Chijiwa, N. (2025). MICP using calcium-rich waste solution from acetic acid treatment as a calcium source to improve the properties of recycled coarse aggregate. *Construction and Building Materials*, 489, 142333. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2025.142333>
13. Risdanareni, P., Fatkhurrahman, Moch., Hastuti, A. A. M. B., Zai, K., Karolina, R., Mustafa, I., Kristiawan, S. A., Kusbiantoro, A. (2025). pH responsive natural-based hydrogel: Application in bacteria-based self-healing mortar. *Results in Engineering*, 28, 107932. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2025.107932>
14. Azimi, N., Schollbach, K., Oliveira, D. V., Lourenço, P. B. (2024). Effect of acidic environment exposure on mechanical properties of TRM composites. *Construction and Building Materials*, 438, 137142. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2024.137142>
15. Abdulkadir, I., Mohammed, B. S., Woen, E. L., Sing, W. L., Al-Yacoub, A. M. (2024). Optimizing sulfate and acid resistance in rubberized engineered cementitious composite with graphene oxide-pretreated crumb rubber: A response surface methodology approach. *Developments in the Built Environment*, 18, 100405. <https://doi.org/10.1016/j.dibe.2024.100405>
16. Koseoglu, S., Kubat, M., Uysal, M., Arslan Aydogdu, E. O., Aygun, B. F., Canpolat, O. (2025). Innovative gel method: Sustainable crack healing in ceramic powder geopolymer mortars via marine actinomycetes and bioactivated carriers. *Case Studies in Construction Materials*, 23, e04954. <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2025.e04954>
17. Suhudi, S., Damayanti, F. (2024). Stability Analysis of Retaining Soil Walls Protecting Banu Canal, Ngantru Village, Ngantang District, Malang-Indonesia. *Journal of Evrimata: Engineering and Physics*, 02 (01), 95–103. <https://doi.org/10.70822/journalofevrimata.vi.37>
18. Li, X., Liang, X., Li, Z., Ye, Y. (2025). Preparation, microstructural characterization, and bio-corrosion resistance of novel high-performance marine concrete admixture. *Case Studies in Construction Materials*, 23, e05239. <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2025.e05239>
19. Li, X., Zhan, Q. W., Fu, C. H., Zhang, X., Zhao, Y. Q. (2025). Study on mechanism of concrete crack development control based on LDH and microbial carbon fixation mineralization. *Case Studies in Construction Materials*, 22, e04875. <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2025.e04875>

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.344900

ВСТАНОВЛЕННЯ ВПЛИВУ ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ СОНЯШНИКОВОЇ ОЛІЇ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ КАТАЛІЗАТОРУ ПЕРЕЕТЕРИФІКУВАННЯ (с. 6–13)**М. М. Корчак, В. В. Книш, А. М. Шостя, С. О. Усенко, Є. В. Хмельницька, З. П. Рачинська, В. М. В'ясков, І. О. Костенко, В. А. Главатчук, С. Є. Зигін**

Об'єктом дослідження є процес хімічного переетерифікування соняшникової олії з підвищеними показниками масової частки вологи та кислотного числа.

Технологія переетерифікування дозволяє отримувати жири з необхідними фізико-хімічними властивостями без зміни жирно-кислотного складу. Проблема використання лужних каталізаторів є швидка дезактивація під впливом домішок, присутніх у жирній сировині. Найбільший вплив чинять вологи та жирні кислоти.

Досліджено переетерифікування олії соняшникової з підвищеними масовою часткою вологи та кислотним числом у присутності калій гліцерату, більш стійкого до дезактивуючих домішок. Показники олії: пероксидне число 0,18 ½ О ммоль/кг, кислотне число 0,08 мг КОН/г, масова частка вологи 0,05%, температура кристалізації –18,38°C.

Зразки олії з масовими частками вологи від 0,1 до 0,75% (отримані шляхом додавання води) зберігали протягом двох місяців за умов: температура (20±2)°C, вологість повітря не більше 70%. Після зберігання у кожному зразку вимірювали значення кислотного числа та проводили переетерифікування. Оцінку ефективності процесу проведено за температурою кристалізації олії.

Встановлено максимальні значення показників олії, за яких каталізатор калій гліцерат є ефективним: масова частка вологи 0,4%, кислотне число 0,28 мг КОН/г. При цьому температура кристалізації соняшникової олії становить –3,95°C, що відповідає максимальному підвищенню температури кристалізації олії в результаті переетерифікування.

Отримані результати дають можливість ефективно проводити переетерифікування соняшникової та інших видів олій нестандартної якості без попередньої обробки. Це дозволить знизити собівартість продукції та збільшити рентабельність підприємств (в залежності від показників нестандартної сировини).

Ключові слова: каталізатор переетерифікування, калій гліцерат, хімічне переетерифікування, олія соняшникова, температура кристалізації.

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.339703

ВИЗНАЧЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ МЕХАНІЧНИХ ТА ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЛІЕФІРСУЛЬФОНОВИХ МЕМБРАН З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДУ ЕЛЕКТРИЧНОГО ПОЛЯ ДЛЯ ФІЛЬТРАЦІЇ ВОДИ (с. 14–27)**Aneka Firdaus, Rahma Dani, Muhammad Satya Putra Gantada, Ahmad Fauzi Ismail, Nukman, Irwin Bizzy, Agung Mataram**

В якості об'єкта дослідження в цій роботі було обрано поліетерсульфонові (ПЕС) мембрани, підготовлені за допомогою електричного поля, з метою вирішення питань одночасного контролю морфології мембран, механічних властивостей та водонепроникності за допомогою простого та екологічно чистого методу фільтрації. Було виготовлено три ПЕС мембрани, позначені як MP1 (25% ПЕС), MP2 (30% ПЕС) та MP3 (35% ПЕС). Результати показали, що електричне поле може бути використане як практичний метод для проектування бажаної структури та характеристик мембрани, спостереження скануючою електронною мікроскопією (СЕМ) показують середні розміри пор 0,062–0,095 мкм, зображення атомною силовою мікроскопією (АСМ) показали, що MP1 має шорстку поверхню з більшими порами, а MP3 має гладшу поверхню з дрібнішими порами. Результати випробувань на розтяг також показали, що механічні властивості MP явно посилюються при додаванні ПЕС, і всі показники міцності на розтяг монотонно зростають зі збільшенням концентрації ПЕС, де MP3 мав найкращу максимальну міцність на розтяг (5,64907407 МПа). Спектри Фур'є-трансформаційної інфрачервоної спектроскопії узгоджувалися з характерними функціональними групами ПЕС, Рентгенівська дифракція показала загальну аморфну природу та деякий напівкристалічний порядок, що розвивався переважно вздовж вертикального напрямку до поверхні носія з концентрацією в межах мембран, багатих на ПЕС. Ці результати пояснюють зареєстроване зниження продуктивності фільтрації, MP1 представлений у NWP з найкращою проникністю (4.2012164 лм⁻².г⁻¹. бар⁻¹; MP3 мав кращу механічну стабільність на шкоду потоку. Усі результати випробувань продемонстрували, як мембрани можна адаптувати для максимізації проникності (MP1) або механічної міцності та селективності (MP3), що дозволяє використовувати їх як матеріали для прямої фільтрації води та як носії для вдосконалених композитних мембранних систем.

Ключові слова: хімічна стійкість, електричне поле, механічні властивості, фізико-хімічні характеристики, фільтрація води.

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.347916**РОЗРОБКА ПОПЕРЕДНЬОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ КОРОЗІЇ НАФТЕНОВОЇ КИСЛОТИ, СПРИЧИНЕНОЇ ASTM A-335 P9, З ВИКОРИСТАННЯМ ЕКОФЕРМЕНТНОГО ЗЕЛЕНОГО ІНГІБІТОРА НА ЗАЛИШКАХ ВАЖКОГО ВАКУУМНОГО ГАЗОЙЛЮ (с. 28–41)****Kadek Ambara Jaya, Johny Wahyuadi Soedarsono, Yudha Pratesa, Rini Riasuti, Agus Paul Setiawan Kaban**

Стандарт ASTM A-335 P9 широко використовується в трубопровідній інфраструктурі установки дистиляції сирої нафти для транспортування залишків важкого вакуумного газойлю (ЗВВГ) перед подальшою обробкою завдяки своїм високим механічним властивостям.

Через підвищені робочі температури та наявність сірки матеріал залишається вразливим до корозії нафтенової кислоти, що може поставити під загрозу його структурну та експлуатаційну цілісність. У цьому дослідженні вивчається реакція матеріалу на застосування екоферменту як інгібітора зеленої корозії з використанням кількох ретельних випробувань під дією дистиляту нафтенової кислоти, зібраного та обробленого з трубопроводу важкого вакуумного газойлю. Оптична емісійна спектроскопія (ОЕС), ультрафіолетово-видима спектроскопія та інфрачервона спектроскопія з перетворенням Фур'є з потенціодинамічною поляризацією та електрохімічною імпедансною спектроскопією досліджують корозійну стійкість інгібітора ЕЕ під дією екстрактів нафтенової кислоти. Крім того, для виявлення морфології поверхні та елементної ідентичності механізму збереженого інгібування було використано скануючу електронну мікроскопію та енергетичну рентгенівську дисперсію. На основі ОЕС виявлено присутність Cr та Mo зі складом 9,135% та 0,894%, що відповідає специфікації матеріалу 9Cr-1Mo. Електронний перехід $\pi-\pi^*$ та $n-\pi^*$ переходів добре узгоджується з наявністю ароматичних -OH, C-H sp^3 , R-CHO, C=O, C-O та ароматичним поглинанням при 525 нм, що корелює з піками, що спостерігаються в ІЧ-спектрах з перетворенням Фур'є при 3200–3400, 2800–3000 cm^{-1} . Висока ефективність інгібування понад 77% корелює з адсорбцією інгібітора, який термодинамічно дотримується ізотерми адсорбції Ленгмюра та застосовний до моделі системи ЗВВГ.

Ключові слова: інгібітор зеленої корозії, біомаса, екофермент, ізотерма Ленгмюра, адсорбція, нафтопереробний завод.

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.347912**ВИЗНАЧЕННЯ ЗМІНИ КИСЛОТНОГО ЗАНУРЕННЯ ТА ПОКРИТТЯ БЕТОНОМ ЗАЛЕЖНО ВІД ШИРИНИ ТРІЩИНИ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ БАЛОК (с. 42–49)****Faris Rizal Andardi, Agoes Soehardjono, Wisnumurti, Ari Wibowo**

У цій статті розглядається вплив кислого середовища на бетонні конструкції, зокрема на ширину тріщин. Це дослідження було проведено для вивчення впливу кислотного pH на ширину тріщин у залізобетонних балках з різною глибиною покриття. Залізобетонні балки були занурені в розчин фосфорної кислоти (H_3PO_4) з pH 5,0 на 28 днів за допомогою цієї методики. Були випробувані три товщини бетонного покриття: 20 мм, 30 мм та 40 мм. Використані матеріали включали крупний заповнювач, дрібний заповнювач, цемент та розчин фосфорної кислоти. Ширину тріщини, міцність бетону на стиск та напруження сталі вимірювали, коли двопробльотні балки з різною формою перерізу зазнавали точкових навантажень. Результати показали, що вплив кислого середовища на бетон призвів до зниження міцності на стиск від 15% до 40%, причому розтріскування стало значним у балках з тонкими шарами, тоді як ці результати варіюються від відсутності видимих тріщин до їх розкриття. Ширина тріщини безпосередньо залежить від товщини бетону, причому товщий шар бетону зменшує ширину тріщини. З іншого боку, напруження сталі збільшує ширину тріщини, і чим більше напруження сталі, тим ширша тріщина. Це дослідження унікальне тим, що для прогнозування можна використовувати емпіричну формулу, пов'язану з шириною тріщини, і вона добре узгоджується з експериментальними результатами. Результати дають нове розуміння важливості контролю глибини бетонного шару та рівня напружень у сталі в методологіях проектування залізобетонних конструкцій для підвищення кислотостійкості. Ці результати можуть мати значення для проектування залізобетонних конструкцій, більш стійких до кислотних умов середовища.

Ключові слова: кислотний pH, залізобетонні балки, бетонні шари, ширина тріщини.