



MECHANICAL ENGINEERING TECHNOLOGY

DOI: 10.15587/2706-5448.2023.284032

ENSURING THE OPERATIONAL-TECHNOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE NEW DESIGN SOLUTION OF THE SUCKER-ROD PUMPING UNIT

pages 6–9

Beyali Ahmedov, Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Mechatronics and Machine Design, Azerbaijan Technical University, Baku, Azerbaijan, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5022-8757>

Isa Khalilov, Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Mechatronics and Machine Design, Azerbaijan Technical University, Baku, Azerbaijan, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5026-5742>

Anar Hajiyev, Postgraduate Student, Senior Lecturer, Department of Mechatronics and Machine Design, Azerbaijan Technical University, Baku, Azerbaijan, e-mail: anar_hajiyev_1991@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0636-9397>

In Azerbaijan oil production is carried out both in the offshore and onshore. Offshore production is carried out on special platforms, while the onshore exploitation carried out directly by a mechanized method. Thus, the object of study is downhole pumps, which consist of a surface mechanical transmission and downhole equipment. For direct mechanization of ground equipment, a device called rocking machine is used, consisting of transmission and converting mechanisms. The main task of the rocking machine is to ensure the conversion of the rotational motion of the engine into the up and down stroke of the plunger of the pump. The downhole equipment includes rods column that lift liquid from the well, a cylinder and a plunger. However, the existing classic rocking machines have some advantages as well as some disadvantages. In order to overcome them, developed new design solution of the sucker-rod pumping unit, which consisting of a crank-rope-movable counterweight system has been designed. As a result of the research carried out in the article, a progressive expression was proposed for determining the strength condition of the rods column, which is one of the main working elements of the rocking machine. Then, in order to specify the wells in which the rocking machine can be applied, the statement regarding the determination of the value of the linear density of liquid column based on the strength condition of the rod column was put forward. These, in turn, can be determined in which oil wells with specific physical characteristics of the rocking machine with the given technical characteristics can be applied. All this can contribute to the prevention of accidents that may occur due to the breakage of the rods column of rocking machine. The formula proposed in this paper can be applied not only to the existing classic rocking machines, but also to other new design of rocking machines.

Keywords: rocking machine, oil production, rods column, strength condition, linear density.

References

1. Janahmadov, A. Kh., Humbatov, H. H., Vahidov, M. A. (1999). *Well pumping unit*. Baku, 463.
2. Mishchenko, I. T. (2003). *Well oil production*. Publishing House «Oil and Gas» Russian State University of Oil and Gas, 816.
3. Gabor, T. (2015). *Sucker-Rod Pumping Handbook*. Gulf Professional Publishing. doi: <https://doi.org/10.1016/c2013-0-05182-1>
4. Elias, S. K., Rutácio, O. C. (2020). *Sucker Rod Pumping: Design, Operation and Maintenance*. Independently published, 430.
5. Guo, B., Liu, X., Tan, X. (2017). *Petroleum Production Engineering*. Chapter 16 – Sucker Rod Pumping, 515–548. doi: <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-809374-0.00016-7>
6. Li, K., Gao, X., Yang, W., Dai, Y., Tian, Z. (2013). Multiple fault diagnosis of down-hole conditions of sucker-rod pumping wells based on Freeman chain code and DCA. *Petroleum Science*, 10 (3), 347–360. doi: <https://doi.org/10.1007/s12182-013-0283-4>
7. Zhanyu, G. E. (1998). *Statistical analysis of sucker rod pumping failures in the permian basin*. A thesis in petroleum engineering, 170.
8. Kumar, A., Upadhyay, R., Kumar, S. (2022). Tubing and Rod Failure Analysis in Rod Pumped Wells in an Indian Western Oil Field. *SPE Journal*, 28 (3), 1481–1501. doi: <https://doi.org/10.2118/212848-pa>
9. Ramez, A. (2018). *Automatic well failure analysis for the sucker rod pumping systems*. Giza, 105.
10. Evstifeev, V. G. (2017). Increasing the Reliability, Service Life, and Ecological Safety of the Stuffing Boxes of Wellhead Equipment of Wells that Operate by Means of Deep-Well Sucker-Rod Pumping Units. *Chemical and Petroleum Engineering*, 53 (7-8), 484–487. doi: <https://doi.org/10.1007/s10556-017-0368-9>
11. Najafov, A. M. (2013). *Exploratory design of a mechanical drive of sucker-rod pumps*. Palmarium Academic Publishing, 135.
12. Abdullaev, A. I., Najafov, A. M., Ahmedov, B. B., Chelebi, I. G., Abdullaev, A. A., Hajiyev, A. B. (2022). Eurasian patent for invention No. 039650. *Mechanical drive of sucker-rod pumping unit*.
13. Abdullaev, A. I., Najafov, A. M., Ahmedov, B. B., Chelebi, I. G., Abdullaev, A. A., Hajiyev, A. B. (2021). Azerbaijan Intellectual Property Agency patent for invention No. a2019 0162. *Mechanical drive of sucker-rod pumping unit*.
14. Hajiyev, A. (2020). About new constructive solution of sucker-rod oil pumping unit. *Topical Issues of Rational Use of Natural Resources. St Petersburg, Vol. 1. EDN KETGHE*. Saint Petersburg: Saint Petersburg Mining University, 29–30.
15. Gesslbauer, H., Eisner, P., Langbauer, C., Knauhs, P. et al. (2021). Sucker rod pump performance in polymer back-producing wells – simulation, laboratory and field testing. *EEK journal*, 9, 14–19.
16. Leiming, L., Chaonan, T., Jianqin, W., Ranbing, L. (2004). A Uniform and Reduced Mathematical Model for Sucker Rod Pumping. *International Conference on Computational Science – ICCS 2004*, 372–379. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-540-24687-9_47
17. Denney, D. (2001). Laboratory-Instrumented Sucker-Rod Pump. *Journal of Petroleum Technology*, 53 (5), 50–51. doi: <https://doi.org/10.2118/0501-0050-jpt>
18. Araújo, R. R. F., Xavier-de-Souza, S. (2021). A simulation model for dynamic behavior of directional sucker-rod pumping wells: implementation, analysis, and optimization. *Journal of Petroleum Exploration and Production Technology*, 11 (6), 2635–2659. doi: <https://doi.org/10.1007/s13202-021-01161-x>
19. Fakher, S., Khlaifat, A., Hossain, M. E., Nameer, H. (2021). A comprehensive review of sucker rod pumps' components, diagnostics, mathematical models, and common failures and mitigations. *Journal of Petroleum Exploration and Production Technology*, 11 (10), 3815–3839. doi: <https://doi.org/10.1007/s13202-021-01270-7>
20. Stanghelle, K. U. (2009). *Evaluation of artificial lift methods on the Gyda field*. Stavanger: University of Stavanger, 97.

MATERIALS SCIENCE

DOI: 10.15587/2706-5448.2023.283267

DETERMINATION OF THE INFLUENCE OF TEMPERATURE, CONCENTRATION OF FERRIC OXIDES AND OXIDATIVE CONDITIONS OF GLASS BOILING ON THE DISPLACEMENT OF THE EQUILIBRIUM OF FERRIC OXIDES $Fe_2O_3 \leftrightarrow FeO$

pages 10–14

Mykola Plemiannikov, PhD, Associate Professor, Department of Chemical Technology of Ceramics and Glass, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4756-3540>

Nataliia Zhdaniuk, PhD, Senior Lecturer, Department of Chemical Technology of Ceramics and Glass, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine, e-mail: zhdanyukn.kpi@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3771-5045>

The object of research is the state of equilibrium of ferrum(II) and ferrum(III) oxides in glass melts at temperatures of 1000–1400 °C, welded in oxidizing, neutral and reducing conditions with a content of ferrum oxides up to 1.5 %.

This problem is relevant in the following aspects.

The first aspect of this problem is the unwanted coloring of the glass: FeO colors the glass blue, and Fe₂O₃ – yellow. The combined presence of ferrum(II) oxide and ferrum(III) oxide determines the gradations of glass shades that fall on the green spectrum.

The second aspect concerns the thermophysics of processes of boiling glasses containing iron oxides. Ferrum(II) oxide causes a strong absorption band of infrared radiation in the region of 1.1 μm. This becomes an obstacle to the volumetric heating of glass in the processes of cooking, forming, and annealing.

The third aspect of the problem concerns the structure of glasses and glass-crystalline materials with an increased content of iron oxides. Iron oxides significantly affect the processes of glass structuring, as ferrum(III) oxide is a typical network former, and ferrum(II) oxide is a typical modifier.

The state of $FeO \leftrightarrow Fe_2O_3$ equilibrium in glass is significantly influenced by the glass cooking environment, the total amount of iron oxides, and the temperature of the melt. The glass brewing environment has the greatest influence on the balance of iron oxides in the glass. The share of FeO oxide in the total amount of iron oxides ($FeO + Fe_2O_3$) increases sharply when moving from an oxidizing medium to a neutral one and then to a reducing one. During thermostating at a temperature of 1400 °C, the proportion of FeO in the glass increases by 1.4–1.7 times during cooking in an oxidizing environment, by 1.2–1.3 times in a neutral environment, and by approximately 1.1 times in a reducing environment. At the same time, this growth is more noticeable in glasses with a lower iron content.

Thus, the equilibrium state of $FeO \leftrightarrow Fe_2O_3$ in glass significantly affects the technological and operational properties of silicate melts and the final glass. The ratio of formed oxides of trivalent and divalent ferrum was studied by chemical (titrometric) analysis.

The research results can be used in practice to develop the composition of glasses with an increased content of iron oxides.

Keywords: iron oxides, equilibrium state, redox potential, glass boiling, chemical analysis.

References

- Plemyannikov, M., Zhdaniuk, N. (2020). Study of the possibility of recycling waste of metallurgical products for receipt of glass crystal. *Norwegian Journal of Development of the International Science*, 42-1, 51–58.
- Vercamer, V. (2016). *Spectroscopic and Structural Properties of Iron in Silicate Glasses*. Paris, 251.
- Falkovskaia, T. I. (1989). *Pogloshchatelnaia sposobnost stekol, soderzhashchikh oksidy elementov perekhodnoi valentnosti v oblasti temperatur 290–1400*. Kyiv.
- Calas, G., Petiau, J. (1983). Coordination of iron in oxide glasses through high-resolution K-edge spectra: Information from the pre-edge. *Solid State Communications*, 48 (7), 625–629. doi: [https://doi.org/10.1016/0038-1098\(83\)90530-6](https://doi.org/10.1016/0038-1098(83)90530-6)
- Tasheva, T., Harizanova, R., Mihailova, I., Cherkezova-Zheleva, Z., Paneva, D., Nedkova, M., Rüssel, C. (2023). Structure and redox ratio of soda-lime-silica glasses with high iron oxide concentrations. *International Journal of Applied Glass Science*, 14 (3), 445–454. doi: <https://doi.org/10.1111/ijag.16626>
- Alderman, O. L. G., Lazareva, L., Wilding, M. C., Benmore, C. J., Heald, S. M., Johnson, C. E. et al. (2017). Local structural variation with oxygen fugacity in Fe₂SiO₄+fayalitic iron silicate melts. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 203, 15–36. doi: <https://doi.org/10.1016/j.gca.2016.12.038>
- Peys, A., White, C. E., Olds, D., Rahier, H., Blanpain, B., Pontikes, Y. (2018). Molecular structure of CaO–FeO_x–SiO₂ glassy slags and resultant inorganic polymer binders. *Journal of the American Ceramic Society*, 101 (12), 5846–5857. doi: <https://doi.org/10.1111/jace.15880>
- Wisniewski, W., Harizanova, R., Völksch, G., Rüssel, C. (2011). Crystallisation of iron containing glass-ceramics and the transformation of hematite to magnetite. *CrystEngComm*, 13 (12), 4025–4031. doi: <https://doi.org/10.1039/c0ce00629g>
- Chevrel, M. O., Giordano, D., Potuzak, M., Courtial, P., Dingwell, D. B. (2013). Physical properties of CaAl₂Si₂O₈–CaMgSi₂O₆–FeO–Fe₂O₃ melts: Analogues for extra-terrestrial basalt. *Chemical Geology*, 346, 93–105. doi: <https://doi.org/10.1016/j.chemgeo.2012.09.004>
- Plemyannikov, M. M., Zhdaniuk, N. V. (2021). Ferrosilicate glass ceramics based on wastes from ore concentration. *Voprosy Khimii i Khimicheskoi Tekhnologii*, 2, 95–103. doi: <https://doi.org/10.32434/0321-4095-2021-135-2-95-103>
- Kress, V. C., Carmichael, I. S. E. (1991). The compressibility of silicate liquids containing Fe₂O₃ and the effect of composition, temperature, oxygen fugacity and pressure on their redox states. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 108 (1-2), 82–92. doi: <https://doi.org/10.1007/bf00307328>
- Di Genova, D., Hess, K.-U., Chevrel, M. O., Dingwell, D. B. (2016). Models for the estimation of Fe³⁺/Fetotratio in terrestrial and extraterrestrial alkali- and iron-rich silicate glasses using Raman spectroscopy. *American Mineralogist*, 101 (4), 943–952. doi: <https://doi.org/10.2138/am-2016-5534ccbyncnd>
- Plemyannikov, M. M., Krupa, A. A. (2000). *Khimiia ta teplofizyka skla*. Kyiv: NTUU «KPI», 560.
- Hughes, E. C., Buse, B., Kearns, S. L., Brooker, R. A., Di Genova, D., Kilgour, G., Mader, H. M., Blundy, J. D. (2020). The microanaly-

sis of iron and sulphur oxidation states in silicate glass – Understanding the effects of beam damage. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 891 (1), 012014. doi: <https://doi.org/10.1088/1757-899x/891/1/012014>

15. Mysen, B., Virgo, D., Sieferd, F. (1984). Redox equilibria of iron in alkaline earth silicate melts: relationships between melt structure, oxygen fugacity, temperature and properties of iron-bearing silicate liquids. *American Mineralogist*, 69, 834–847.

DOI: 10.15587/2706-5448.2023.284648

CHARD POWDER AS NATURAL SOURCE OF NITRITES FOR FERMENTED DRIED SAUSAGES: PHYSICO-CHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL STUDIES

pages 15–21

Tetyana Holovko, Doctor of Technical Science, Professor, Department of Meat Technology, State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7059-3620>

Vasyl Pasichnyi, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of Department of Meat and Meat Products Technology, National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0138-5590>

Nadiia Lapytska, PhD, Senior Lecturer, Department of Chemistry, Technology and Pharmacy, T. H. Shevchenko National University «Chernihiv Colehium», Chernihiv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2431-4373>

Mykola Holovko, Doctor of Technical Science, Professor, Department of Chemistry, Biochemistry, Microbiology and Food Hygiene, State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1778-4847>

Olha Vasilenko, PhD, Associate Professor, Department of Occupational Safety and Physics, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1643-0702>

Daria Mishan, Department of Food Technology and Safety, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-1809-5516>

Yaroslav Dziuba, Department of Food Technology and Safety, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine, e-mail: yaroslav.dziuba.snau@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-8373-1333>

Nitrites are added to sausage products to accelerate ripening, improve color and microbiological indicators. Chard (*Beta vulgaris var. cicla*) is one of the best natural sources of nitrites, as it contains a lot of nitrates – 1680 mg/kg in a fresh vegetable. However, chard has not been used as a source of nitrites in sausage technology and in cooking it is used only in fresh, boiled or sautéed form. There are no technologies for industrial drying and processing of chard into powder. Chard powder was obtained by microwave vacuum drying and grinding to 200 microns, which was determined by the appropriate sieve size. Five samples of fermented dried sausages were prepared and evaluated during the ripening process: C1 (without nitrite and sodium nitrate), C2 (100 mg/kg sodium nitrite and 100 mg/kg sodium nitrate), M1 (0.5 %

chard powder), M2 (1 % chard powder) and M3 (1.5 % chard powder). With the addition of 1.5 % chard powder (Sample M3), the protein content increased by 22.74 %, ash content increased by 41.82 %, and dietary fiber content increased by 93.75 % compared to the control sample C2. Nitrite was formed from chard powder during the ripening process, especially in treatments M2 and M3. After the entire production process of fermented dried sausages for 35 days, nitrates were detected only in sample C2. The yield of fermented dried sausages enriched with chard powder decreased by 15.95 % compared to the control sample C2. Chard powder improved the microbiological parameters of sausage products, especially in sample M3. The content of aerobic mesophilic bacteria increased by 5.84 % and the content of lactic acid bacteria increased by 8.96 % in sample M3 compared to control C2 after 35 days of fermentation and drying, which is related to the activity of the starter. The organoleptic parameters of fermented dried sausages enriched with chard powder for samples M2 and M3 were better in terms of color and texture. The results of the analysis of nutritional value, pH, nitrites and nitrates indicate the effectiveness of adding 1.5 % chard powder (Sample M3) obtained by microwave vacuum drying as a potential source of nitrites in fermented dried sausages.

Keywords: chard powder, drying, nitrate-rich beets, vegetables, food coloring, minced meat products, quality characteristics.

References

- De Smet, S., Vossen, E. (2016). Meat: The balance between nutrition and health. A review. *Meat Science*, 120, 145–156. doi: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.04.008>
- McAfee, A. J., McSorley, E. M., Cuskelly, G. J., Moss, B. W., Wallace, J. M. W., Bonham, M. P., Fearon, A. M. (2010). Red meat consumption: An overview of the risks and benefits. *Meat Science*, 84 (1), 1–13. doi: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.08.029>
- Biesalski, H.-K. (2005). Meat as a component of a healthy diet – are there any risks or benefits if meat is avoided in the diet? *Meat Science*, 70 (3), 509–524. doi: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2004.07.017>
- Gao, D., Helikh, A. O., Filon, A. M., Duan, Z., Vasilenko, O. O. (2022). Effect of Ph-shifting treatment on the gel properties of pumpkin seed protein isolate. *Journal of Chemistry and Technologies*, 30 (2), 198–204. doi: <https://doi.org/10.15421/jchemtech.v30i2.241145>
- Gao, D., Helikh, A., Duan, Z. (2021). Determining the effect of pH-shifting treatment on the solubility of pumpkin seed protein isolate. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (11 (113)), 29–34. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.242334>
- Pegg, R. B., Honikel, K. O.; Toldrá, F., Hui, Y. H., Astiasarán, I., Sebranek, J. G., Talon, R. (Eds.) (2014). Principles of Curing. *Handbook of Fermented Meat and Poultry*, 19–30. doi: <https://doi.org/10.1002/9781118522653.ch4>
- Honikel, K.-O. (2008). The use and control of nitrate and nitrite for the processing of meat products. *Meat Science*, 78 (1-2), 68–76. doi: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.05.030>
- Marco, A., Navarro, J. L., Flores, M. (2006). The influence of nitrite and nitrate on microbial, chemical and sensory parameters of slow dry fermented sausage. *Meat Science*, 73 (4), 660–673. doi: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.03.011>
- Vidal, V. A. S., Lorenzo, J. M., Munekata, P. E. S., Pollonio, M. A. R. (2020). Challenges to reduce or replace NaCl by chloride salts in meat products made from whole pieces – a review. *Critical*

- Reviews in Food Science and Nutrition*, 61 (13), 2194–2206. doi: <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1774495>
10. Holck, A., Axelsson, L., McLeod, A., Rode, T. M., Heir, E. (2017). Health and Safety Considerations of Fermented Sausages. *Journal of Food Quality*, 2017, 1–25. doi: <https://doi.org/10.1155/2017/9753894>
 11. De Mey, E., De Maere, H., Paelinck, H., Fraeye, I. (2015). Volatile N-nitrosamines in meat products: Potential precursors, influence of processing, and mitigation strategies. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57 (13), 2909–2923. doi: <https://doi.org/10.1080/10408398.2015.1078769>
 12. Mortensen, A., Aguilar, F., Crebelli, R., Di Domenico, A., Dusemund, B., Frutos, M. J. et al. (2017). Re-evaluation of potassium nitrite (E 249) and sodium nitrite (E 250) as food additives. *EFSA Journal*, 15 (6). doi: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2017.4786>
 13. Drabik-Markiewicz, G., Dejaegher, B., De Mey, E., Kowalska, T., Paelinck, H., Vander Heyden, Y. (2011). Influence of putrescine, cadaverine, spermidine or spermine on the formation of N-nitrosamine in heated cured pork meat. *Food Chemistry*, 126 (4), 1539–1545. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.11.149>
 14. Pegg, R. B., Shahidi, F. (2000). *Nitrite curing of meat: The N-nitrosamine problem and nitrite alternatives*. Food and Nutrition Press.
 15. Toldrà, F., Reig, M. (2011). Innovations for healthier processed meats. *Trends in Food Science & Technology*, 22 (9), 517–522. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2011.08.007>
 16. Hospital, X. F., Carballo, J., Fernández, M., Arnau, J., Gratacós, M., Hierro, E. (2015). Technological implications of reducing nitrate and nitrite levels in dry-fermented sausages: Typical microbiota, residual nitrate and nitrite and volatile profile. *Food Control*, 57, 275–281. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2015.04.024>
 17. Gao, D., Helikh, A., Duan, Z., Liu, Y., Shang, F. (2022). Study on application of pumpkin seed protein isolate in sausage production process. *Technology Audit and Production Reserves*, 2 (3 (64)), 31–35. doi: <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2022.255785>
 18. Bázan-Lugo, E., García-Martínez, I., Alfaro-Rodríguez, R. H., Totosaus, A. (2011). Color compensation in nitrite-reduced meat batters incorporating paprika or tomato paste. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92 (8), 1627–1632. doi: <https://doi.org/10.1002/jsfa.4748>
 19. Deda, M. S., Bloukas, J. G., Fista, G. A. (2007). Effect of tomato paste and nitrite level on processing and quality characteristics of frankfurters. *Meat Science*, 76 (3), 501–508. doi: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.01.004>
 20. Sebranek, J. G., Jackson-Davis, A. L., Myers, K. L., Lavieri, N. A. (2012). Beyond celery and starter culture: Advances in natural/organic curing processes in the United States. *Meat Science*, 92 (3), 267–273. doi: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.03.002>
 21. Shin, D.-M., Hwang, K.-E., Lee, C.-W., Kim, T.-K., Park, Y.-S., Han, S. G. (2017). Effect of Swiss Chard (*Beta vulgaris* var. cicla) as Nitrite Replacement on Color Stability and Shelf-Life of Cooked Pork Patties during Refrigerated Storage. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 37 (3), 418–428. doi: <https://doi.org/10.5851/kosfa.2017.37.3.418>
 22. Sebranek, J. G., Bacus, J. N. (2007). Cured meat products without direct addition of nitrate or nitrite: what are the issues? *Meat Science*, 77 (1), 136–147. doi: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.03.025>
 23. Golovko, N., Golovko, T., Gelikh, A. (2015). Investigation of amino acid structure of proteins of freshwater bivalve mussels from the genus *Anodonta* of the northern Ukraine. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (11 (77)), 10–16. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2015.51072>
 24. Vasilenko, O., Gelikh, A., Filon, A. (2019). Development of personal farm: independent sources of electricity. *Scientific Bulletin of the Tavria State Agrotechnological University*, 9 (1). doi: <https://doi.org/10.31388/2220-8674-2019-1-48>
 25. Casaburi, A., Blaiotta, G., Mauriello, G., Pepe, O., Villani, F. (2005). Technological activities of *Staphylococcus carnosus* and *Staphylococcus simulans* strains isolated from fermented sausages. *Meat Science*, 71 (4), 643–650. doi: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.05.008>
 26. Gøtterup, J., Olsen, K., Knöchel, S., Tjener, K., Stahnke, L. H., Møller, J. K. S. (2007). Relationship between nitrate/nitrite reductase activities in meat associated staphylococci and nitrosylmyoglobin formation in a cured meat model system. *International Journal of Food Microbiology*, 120 (3), 303–310. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2007.08.034>
 27. Löfblom, J., Rosenstein, R., Nguyen, M.-T., Ståhl, S., Götz, F. (2017). *Staphylococcus carnosus*: from starter culture to protein engineering platform. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 101 (23-24), 8293–8307. doi: <https://doi.org/10.1007/s00253-017-8528-6>
 28. Golovko, N., Golovko, T., Gelikh, A. (2013). Perspectives for the use of freshwater bivalve mussels from genus *Anodonta* in restaurant industry. *Progressive technique and technologies of food production enterprises, catering business and trade*, 1 (17), 150–157. Available at: https://repo.btu.kharkov.ua/bitstream/123456789/3978/1/Pt_2013_1%282%29_25.pdf
 29. Jin, S.-K., Choi, J. S., Yang, H.-S., Park, T.-S., Yim, D.-G. (2018). Natural curing agents as nitrite alternatives and their effects on the physicochemical, microbiological properties and sensory evaluation of sausages during storage. *Meat Science*, 146, 34–40. doi: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.07.032>
 30. Kim, T.-K., Kim, Y.-B., Jeon, K.-H., Park, J.-D., Sung, J.-M., Choi, H.-W. et al. (2017). Effect of Fermented Spinach as Sources of Pre-Converted Nitrite on Color Development of Cured Pork Loin. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 37 (1), 105–113. doi: <https://doi.org/10.5851/kosfa.2017.37.1.105>
 31. Palamutoglu, R., Fidan, A., Kasnak, C. (2018). Spinach powder addition to sucuk for alternative to nitrite addition. *Bulletin of the Transilvania University of Brasov. Forestry, Wood Industry. Agricultural Food Engineering. Series II*, 11 (60), 155–162. Available at: https://webbut.unitbv.ro/index.php/Series_II/article/view/700/634
 32. Qadir, O., Siervo, M., Seal, C. J., Brandt, K. (2017). Manipulation of Contents of Nitrate, Phenolic Acids, Chlorophylls, and Carotenoids in Lettuce (*Lactuca sativa* L.) via Contrasting Responses to Nitrogen Fertilizer When Grown in a Controlled Environment. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 65 (46), 10003–10010. doi: <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.7b03675>
 33. Ahn, S.-J., Kim, H. J., Lee, N., Lee, C.-H. (2019). Characterization of pork patties containing dry radish (*Raphanus sativus*) leaf and roots. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 32 (3), 413–420. doi: <https://doi.org/10.5713/ajas.18.0384>
 34. Bahadoran, Z., Mirmiran, P., Jeddi, S., Azizi, F., Ghasemi, A., Hadaegh, F. (2016). Nitrate and nitrite content of vegetables, fruits, grains, legumes, dairy products, meats and processed meats. *Journal of Food Composition and Analysis*, 51, 93–105. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2016.06.006>
 35. Chhikara, N., Kushwaha, K., Sharma, P., Gat, Y., Panghal, A. (2019). Bioactive compounds of beetroot and utilization in food processing industry: A critical review. *Food Chemistry*, 272, 192–200. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.08.022>
 36. Panghal, A., Virkar, K., Kumar, V., B. Dhull, S., Gat, Y., Chhikara, N. (2017). Development of Probiotic Beetroot Drink. *Current*

- Research in Nutrition and Food Science Journal*, 5 (3), 257–262. doi: <https://doi.org/10.12944/crnfsj.5.3.10>
37. Helikh, A., Samilyk, M., Prymenko, V., Vasylenko, O. (2020). Modeling of Craft Technology of Boiled Sausage «Firm Plus». *Restaurant and Hotel Consulting. Innovations*, 3 (2), 237–251. doi: <https://doi.org/10.31866/2616-7468.3.2.2020.219708>
38. *Official methods of analysis of AOAC international* (2005). Gaithersburg: AOAC.
39. Bligh, E. G., Dyer, W. J. (1959). A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, 37 (8), 911–917. doi: <https://doi.org/10.1139/o59-099>
40. AOAC (2000). *Method 973.31. Official methods of analysis*. Gaithersburg.
41. Salfinger, Y., Tortorello, M. L. (Eds.) (2015). *Compendium of methods for the microbiological examinations of foods*. American Public Health Association Washington. doi: <https://doi.org/10.2105/MBEF.0222>
42. *Microbiology of food and animal feeding stuffs-horizontal method for the enumeration of mesophilic lactic acid bacteria-colony-count technique at 30 degrees C* (1998). ISO 15214 International Organization of Standardization.
43. Amerine, M., Pangborn, R., Roessler, E. (2013). *Principles of sensory evaluation of food*. New York: Academic Press.
44. Santamaria, P. (2005). Nitrate in vegetables: toxicity, content, intake and EC regulation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86 (1), 10–17. doi: <https://doi.org/10.1002/jsfa.2351>

TECHNOLOGY AND SYSTEM OF POWER SUPPLY

DOI: 10.15587/2706-5448.2023.282214

EXPERIMENTAL STUDIES OF THE PLANT RAW MATERIAL DRYING PROCESSES IN THE CONDITIONS OF INFRARED AND MICROWAVE FIELDS

pages 22–29

Yevgen Pylypenko, Postgraduate Student, Department of Processes, Equipment and Energy Management, Odesa National University of Technology, Odesa, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8059-3835>, e-mail: pylypenkojack@gmail.com

Dmytro Zaporozhets, Postgraduate Student, Department of Processes, Equipment and Energy Management, Odesa National University of Technology, Odesa, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-0567-4297>

The object of research is the process of drying food plant raw materials. Among the existing methods of drying, convective has become the most common in industry, due to its practicality and ease of organization. However, modern convective drying technologies are accompanied by high-energy consumption, which is a serious problem in the conditions of global energy shortage. An analysis of options for solving drying problems proposed by the scientific community was carried out. The paper presents a solution to the problem through the use of electrodynamic dehydration technologies based on directed energy action. The principle of operation of such technologies is that the electromagnetic field directly interacts with polar molecules, which includes water, which leads to a significant increase in the energy efficiency of the drying process and a reduction in its duration. A set of experimental studies aimed at determining the effect of regime parameters, namely specific power, thickness of the product layer and type of edible vegetable raw materials on the drying process under the conditions of infrared and microwave fields, was carried out. The obtained graphic dependences indicate that the treatment of raw materials with ultra-high frequency radiation significantly reduces the time of the drying process and, as a result, is characterized by a low thermal load on the product, which is a significant advantage when processing heat-labile raw materials. This is due to the deeper penetration of the microwave field (up to 30 mm) compared to infrared (up to 0.003 m). In order to determine the effectiveness of innovative equipment, the paper presents the number of energy action, thanks to which a generalization of the experimental data base was carried out. As a result,

criterion equations were obtained, which with an accuracy of $\pm 16\%$ make it possible to calculate drying devices with infrared and microwave energy sources.

Keywords: drying, dehydration, infrared and microwave radiation, edible vegetable raw materials, experimental modeling.

References

- Burdo, O. G. (2010). *Evolutsiia sushilnyh ustanovok*. Odesa: Poligraf, 368.
- Qu, F., Zhu, X., Ai, Z., Ai, Y., Qiu, F., Ni, D. (2019). Effect of different drying methods on the sensory quality and chemical components of black tea. *LWT*, 99, 112–118. doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.09.036>
- Zielinska, M., Zielinska, D., Markowski, M. (2017). The Effect of Microwave-Vacuum Pretreatment on the Drying Kinetics, Color and the Content of Bioactive Compounds in Osmo-Microwave-Vacuum Dried Cranberries (*Vaccinium macrocarpon*). *Food and Bioprocess Technology*, 11 (3), 585–602. doi: <https://doi.org/10.1007/s11947-017-2034-9>
- Liu, H., Liu, H., Liu, H., Zhang, X., Hong, Q., Chen, W., Zeng, X. (2021). Microwave Drying Characteristics and Drying Quality Analysis of Corn in China. *Processes*, 9 (9), 1511. doi: <https://doi.org/10.3390/pr9091511>
- de Faria, R. Q., dos Santos, A. R. P., Garipey, Y., da Silva, E. A. A., Sartori, M. M. P., Raghavan, V. (2019). Optimization of the process of drying of corn seeds with the use of microwaves. *Drying Technology*, 38 (5-6), 676–684. doi: <https://doi.org/10.1080/07373937.2019.1686009>
- Bahloul, N., Balti, M. A., Guellouze, M. S., Kechaou, N. (2018). Coupling of microwave radiations to convective drying for improving fruit quality. *Proceedings of 21th International Drying Symposium*. doi: <https://doi.org/10.4995/ids2018.2018.7794>
- Wei, Q., Huang, J., Zhang, Z., Lia, D., Liu, C., Xiao, Y., Lagnika, C., Zhang, M. (2018). Effects of different combined drying methods on drying uniformity and quality of dried taro slices. *Drying Technology*, 37 (3), 322–330. doi: <https://doi.org/10.1080/07373937.2018.1445639>
- Yildiz, G., İzli, G. (2018). Influence of microwave and microwave-convective drying on the drying kinetics and quality characteristics of pomelo. *Journal of Food Processing and Preservation*, 43 (6), e13812. doi: <https://doi.org/10.1111/jfpp.13812>
- Horuz, E., Bozkurt, H., Karataş, H., Maskan, M. (2017). Effects of hybrid (microwave-convective) and convective drying on drying kinetics, total phenolics, antioxidant capacity, vitamin C, color and rehydration capacity of sour cherries. *Food Chemistry*, 230, 295–305. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.03.046>

10. Abbaspour-Gilandeh, Y., Kaveh, M., Fatemi, H., Hernández-Hernández, J. L., Fuentes-Penna, A., Hernández-Hernández, M. (2020). Evaluation of the Changes in Thermal, Qualitative, and Antioxidant Properties of Terebinth (*Pistacia atlantica*). *Fruit under Different Drying Methods. Agronomy*, 10 (9), 1378. doi: <https://doi.org/10.3390/agronomy10091378>
11. Burdo, O. G. (2005). Nanoscale effects in food-production technologies. *Journal of Engineering Physics and Thermophysics*, 78 (1), 90–96. doi: <https://doi.org/10.1007/s10891-005-0033-6>
12. Burdo, O. G., Terziev, S. G., Gavrilov, A. V., Sirotyuk, I. V., Shcherbich, M. V. (2020). System of Innovative Energy Technologies of Food Raw Material Dehydration. *Problemele energeticii regionale*, 46 (2), 92–107. doi: <https://doi.org/10.5281/zenodo.3898317>
13. Burdo, O. G., Bandura, V. N., Levtrinskaya, Yu. O. (2018). Electrotechnologies of Targeted Energy Delivery in the Processing of Food Raw Materials. *Surface Engineering and Applied Electrochemistry*, 54 (2), 210–218. doi: <https://doi.org/10.3103/s1068375518020047>
14. Burdo, O., Bandura, V., Zykov, A., Zozulyak, I., Levtrinskaya, J., Marenchenko, E. (2017). Development of wave technologies to intensify heat and mass transfer processes. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (11 (88)), 34–42. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.108843>
15. Burdo, O., Sirotyuk, I., Shcherbich, M., Akimov, A., Poyan, A. (2021). Innovation of Energy Technologies of Food Raw Material Dehydration and Extraction. *Problems of the Regional Energetics*, 1 (49). doi: <https://doi.org/10.52254/1857-0070.2021.1-49.13>

DOI: 10.15587/2706-5448.2023.283160

CONSIDERATION OF LIQUEFIED NATURAL GAS AS AN ALTERNATIVE SOURCE OF GAS SUPPLY TO UKRAINE

pages 30–37

Tetiana Diachenko, PhD, Department of Oil and Gas Technologies, Engineering and Power Engineering, Odesa National University of Technology, Odesa, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9275-187X>, e-mail: diachenko.tetiana.v@gmail.com

Yevgen Garanin, Postgraduate Student, Department of Oil and Gas Technologies, Engineering and Power Engineering, Odesa National University of Technology, Odesa, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-0122-3040>

Dmytro Tyshko, Department of Oil and Gas Technologies, Engineering and Power Engineering, Odesa National University of Technology, Odesa, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9598-6292>

The object of research is the energy sector of Ukraine, specifically the gas supply system of the national economy. One of the most problematic places is the dependence of the Ukrainian economy on the import of natural gas (NG). Ukraine is rich in various natural resources, in particular, in natural and associated gas. However, own wells for NG extraction are not enough for gas supply to industrial enterprises and the population. Therefore, part of the necessary gas is imported. In the course of the study, methods of alternative supplies were analyzed, namely, liquefied natural gas (LNG), options for its supply with subsequent regasification were analyzed.

The global market for liquefied natural gas (LNG) was studied and it was shown that the production and consumption of LNG is constantly increasing. Since Ukraine is part of Europe, and the main suppliers of LNG for European countries are the USA and Norway, one of the options for gas supply for Ukraine considered the supply of LNG to the territory of Poland by sea transport, its regasification and subsequent transportation to consumers through existing pipelines. The second option is the supply of LNG to the Ukrainian coast of the Black Sea. To do this, it is necessary to study prospective transportation routes, build logistics and terminals for receiving and regasifying LNG. Since the depth of the channels from the Mediterranean to the Black Sea is small, the option of supplying natural gas from Central Asia by pipeline to the Black Sea coast of Georgia, its liquefaction, transportation by sea and regasification is proposed. This option requires significant capital expenditures for the construction of a natural gas liquefaction plant on the territory of Georgia and a regasification complex on the Ukrainian coast or a floating terminal.

In the course of the work, LNG quality criteria used in the world were studied, and it was noted that for the purchase and use of LNG in Ukraine, it is necessary to develop own standards for controlling its composition. Because the technology of providing the consumer with natural gas using LNG is more flexible than pipeline transport. Its implementation will make it possible to provide Ukraine with natural gas in the required quantities and, if necessary, to promptly change the volume of deliveries.

Keywords: liquefied natural gas, quality of liquefied natural gas, regasification, regasification costs.

References

1. *10 faktiv pro vydobutok ukrainskoho hazu* (2019). Available at: <https://www.epravda.com.ua/projects/gazpravda/2019/09/5/650837/>
2. Pushkar, T. (2021). Oil and gas industry of Ukraine in regional development. *Eastern Europe: Economy, Business and Management*, 4 (31), 83–87. doi: <https://doi.org/10.32782/easterneurope.31-13>
3. Chervinska, O. S., Hrytsyk, A. Ya. (2014). The State and Prospects of the Development of Enterprises of Oil and Gas Complex of Ukraine. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy*, 24.6, 300–307.
4. *Vydobutok hazu: chy mozhe Ukraina perekryty svoi potreby vitchyznianym hazom* (2021). Available at: <https://www.slovo-dilo.ua/2021/07/14/infografika/ekonomika/vydobutok-hazu-chy-mozhe-ukrayina-perekryty-svoiyi-potreby-vitchyznyanym-hazom>
5. *Natural gas supply-demand balance of the European Union in 2023* (2023). IEA. Available at: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/56573ad3-ff4f-412f-a8ea-2dc70a150001/Naturalgas-supply-demandbalanceoftheEuropeanUnionin2023.pdf>
6. *Gas Market Report, Q2-2023* (2023). Available at: <https://www.iea.org/reports/gas-market-report-q2-2023>
7. Sukhan, O. (2021). *Skandal na milliard dollarov: pochemu Ukraina ne postroila LNG-terminal pod Odessoj*. Available at: <https://dilova.com.ua/ukraina/kak-stroitelstva-lng-terminala-pod-odessoj-iz-proekta-veka-stalo-aferoj/>
8. Gurkov, A. (2021). *Mirovoi rynek szhizhennogo gaza: prosnushhisia gigant*. Available at: <https://www.dw.com/ru/мировой-рынок-сжиженного-газа-проснувшийся-гигант/a-47735120>
9. Diachenko, T. V., Artiukh, V. N., Tytlov, S. A. (2017). Liquefied Gas – Alternative Source of Natural Gas Supply to the World's Industrialized Regions. *Kholodylna tekhnika i tekhnolohiia*, 53 (2), 49–58. doi: <https://doi.org/10.15673/ret.v53i2.595>

10. *Natural Gas Weekly Update* (2023). U.S. Energy Information Administration. Available at: https://www.eia.gov/naturalgas/weekly/archivenew_ngwu/2023/02_02/#itn-tabs-0
11. Shall LNG. Outlook 2023 (2023). Available at: https://www.shell.com/energy-and-innovation/natural-gas/liquefied-natural-gas-lng/lng-outlook-2023/_jcr_content/root/main/section_599628081_co/promo_copy_copy/links/item0.stream/1676487838925/410880176bce66136fc24a70866f941295eb70e7/lng-outlook-2023.pdf
12. Pospíšil, J., Charvát, P., Arsenyeva, O., Klimeš, L., Špiláček, M., Klemeš, J. J. (2019). Energy demand of liquefaction and regasification of natural gas and the potential of LNG for operative thermal energy storage. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 99, 1–15. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.09.027>
13. Bondarenko, V. L., D'yachenko, T. V. (2020). Utilization of LNG Exergy. Main Directions. *Chemical and Petroleum Engineering*, 56 (3-4), 247–254. doi: <https://doi.org/10.1007/s10556-020-00766-z>
14. *Algeria's Sonatrach resumes Skikda LNG production* (2021). Available at: <https://lngprime.com/africa/algerias-sonatrach-resumes-skikda-lng-production/26272/>
15. Kasiian, V. (2021). *V Ukraini znayshly rodovishche hazu na 5 mlrd kubometriu*. Available at: https://lb.ua/economics/2021/12/03/500089_ukraini_znayshli_rodovishche_gazu_5.html
16. *Novi hazovi hihanty: skilky palyva mozhut daty perspektyvni ukraïnski rodovishcha* (2022). Available at: <https://www.epravda.com.ua/projects/gazpravda/2022/01/20/681455/>
17. *Kabmin zatverdyl TEO terminalu skraplenoho hazu* (2012). Available at: https://lb.ua/economics/2012/08/08/164758_kabmin_utverdil_teo_terminala.html
18. *Ukraina vyvchaie mozhlyvist vidrodzhennia proektu SPH-terminala* (2019). Available at: <https://interfax.com.ua/news/economic/620300.html>
19. *Ukraina, Polshcha i SShA pidpysaly «hazovyi» memorandum* (2019). Available at: <https://www.ukrinform.ua/rubric-economy/2770923-ukraina-polsa-i-ssa-pidpisali-gazovij-memorandum.html>
20. Dumanska, M. (2019). *Ukraina, Polshcha ta SShA pidpysaly hazovu uhodu*. Available at: <https://www.dw.com/uk/україна-польща-та-сша-підписали-меморандум-про-співпрацю-у-газовій-сфері/a-50242802>
21. Izotov, N. I. (2014). Trebovaniia k kachestvu SPG za rubezhom. *Transport na alternativnom toplive*, 5 (41), 20–35.
22. Gnedova, L. A., Gritcenko, K. A., Lapushkin, N. A. et al. (2015). Analiz kachestva iskhodnogo syria, primeniaemogo dlia poluchennia komprimirovannogo prirodnogo gaza. *Nauchno-tekhnicheskii sbornik «Vesti gazovoi nauki»*, 1 (21), 98–107.
23. Kozlov, A. M., Karpov, A. B., Fedorova, E. B. et al. (2015). Opredelenie energii – vazhnyi faktor pri realizatsii prirodnogo gaza. *NefteGazoKhimiia*, 4, 31–34.
24. Hensing, I., Pfaffenberger, W., Ströbele, W. (1998). *Energiawirtschaft*. Oldenbourg Wissenschaftsverlag. doi: <https://doi.org/10.1515/9783486794069>

**MECHANICAL ENGINEERING TECHNOLOGY**

DOI: 10.15587/2706-5448.2023.284032

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК НОВОГО КОНСТРУКТИВНОГО РІШЕННЯ ШТАНГОВОЇ НАСОСНОЇ УСТАНОВКИ сторінки 6–9

Beyali Ahmedov, Isa Khalilov, Anar Hajiyev

Видобуток нафти в Азербайджані ведеться як на шельфі, так і на суші. Морський видобуток ведеться на спеціальних платформах, а береговий – безпосередньо механізованим способом. Отже, об'єктом дослідження є свердловинні насоси, які складаються з поверхневої механічної передачі та свердловинного обладнання. Для безпосередньої механізації наземної техніки використовується пристрій, що називається верстат-качалкою, що складається з передавального та перетворювального механізмів. Основне завдання верстата-качалки – забезпечити перетворення обертового руху двигуна в хід плунжера насоса вгору та вниз. Свердловинне обладнання включає колону штанг, що піднімають рідину зі свердловини, циліндр і плунжер. Однак існуючі класичні верстати-качалки мають як переваги, так і недоліки. Для їх подолання розроблено нове конструктивне рішення штангового насосного агрегату, який складається з кривошипно-канатно-рухливої системи противаг. У результаті проведених у роботі досліджень запропоновано прогресивний вираз для визначення стану міцності стрижневої колони, яка є одним із основних робочих елементів верстата-качалки. Потім, щоб уточнити свердловини, в яких може бути застосований верстат-качалка, було висунуто твердження щодо визначення величини лінійної густини стовпа рідини на основі стану міцності стовпа стрижня. Вони, у свою чергу, можуть визначити, в яких нафтових свердловинах з конкретними фізичними характеристиками може бути застосована верстат-качалка із заданими технічними характеристиками. Все це може сприяти попередженню нещасних випадків, які можуть статися через поломку стрижнів колони верстат-качалки. Запропонована в роботі формула може бути застосована не тільки до існуючих класичних верстатів-качалок, а й до інших нових конструкцій верстатів-качалок.

Ключові слова: верстат-качалка, видобуток нафти, стержнева колона, стан міцності, лінійна щільність.

MATERIALS SCIENCE

DOI: 10.15587/2706-5448.2023.283267

ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ТЕМПЕРАТУРИ, КОНЦЕНТРАЦІЇ ОКСИДІВ ФЕРУМУ ТА ОКИСНИХ УМОВ ВАРКИ СКЛА НА ЗМІЩЕННЯ РІВНОВАГИ ОКСИДІВ ФЕРУМУ $Fe_2O_3 \leftrightarrow FeO$ сторінки 10–14

Племяніков М. М., Жданюк Н. В.

Об'єктом дослідження є стан рівноваги ферум(II) та ферум(III) оксидів у розплавах скла при температурах 1000–1400 °С зварених в окисних, нейтральних та відновних умовах при вмісті оксидів феруму до 1,5 %.

Дана проблема актуальна в наступних аспектах.

Перший аспект даної проблеми – це небажана забарвленість скла: FeO забарвлює скло у синій колір, а Fe₂O₃ – у жовтий колір. Сумісна присутність ферум(II) оксиду та ферум(III) оксиду обумовлює градації відтінків скла, що припадають на область зелених кольорів спектру.

Другий аспект стосується теплофізики процесів варіння стекол, що містять оксиди заліза. Ферум(II) оксид обумовлює потужну смугу поглинання інфрачервоного випромінювання в області 1,1 мкм. Це стає на перешкоді об'ємному прогріванню скла в процесах варіння, формування, відпалу.

Третій аспект проблеми стосується питань будови стекол і склокристалічних матеріалів з підвищеним вмістом оксидів заліза. Оксиди заліза суттєво впливають на процеси структурування скла, так як ферум(III) оксид є типовим сіткоутворювачем, а ферум(II) оксид – типовим модифікатором.

На стан рівноваги FeO ↔ Fe₂O₃ у склі суттєво впливають середовище варки скла, сумарна кількість оксидів заліза та температура розплаву. Найбільший вплив на рівновагу оксидів феруму у склі має середовище варіння скла. Частка оксиду FeO у сумарній кількості оксидів феруму (FeO + Fe₂O₃) різко зростає при переході від окиснювального середовища до нейтрального та далі – до відновного. При термостатуванні при температурі 1400 °С частка FeO у склі зростає при варінні в окисному середовищі у 1,4–1,7 разів, у нейтральному у 1,2–1,3 разів, а у відновному – приблизно у 1,1 рази. При цьому це зростання більш помітне у стеклах з меншим вмістом заліза.

Таким чином, стан рівноваги FeO ↔ Fe₂O₃ у склі суттєво впливає на технологічні та експлуатаційні властивості силікатних розплавів та кінцевого скла. Співвідношення утворених оксидів тривалентного та двовалентного феруму досліджували хімічним (титрометричним) аналізом.

Результати роботи можуть бути використані на практиці для розробки складу стекол з підвищеним вмістом оксидів феруму.

Ключові слова: оксиди феруму, стан рівноваги, окисно-відновний потенціал, варіння скла, хімічний аналіз.

DOI: 10.15587/2706-5448.2023.284648

Порошок мангольду як натуральне джерело нітритів для ферментованих сушених ковбас: фізико-хімічні та мікробіологічні дослідження сторінки 15–21

Головко Т. М., Пасічний В. М., Лапидька Н. В., Головко М. П., Василенко О. О., Мішан Д. М., Дзюба Я. С.

Нітрити додають до ковбасних виробів для того, щоб прискорити дозрівання, покращити колір та мікробіологічні показники. Мангольд (*Beta vulgaris var. cicla*) є одним з найкращих природних джерел нітритів, оскільки містить багато нітратів – 1680 мг/кг у свіжому овочі. Однак мангольд не використовувався, як джерело нітритів в технології ковбасних виробів та в кулінарії, він використовується лише в свіжому, вареному або пасерованому вигляді. Технології промислової сушки та переробки мангольду у порошок відсутні. Порошок мангольду отримували мікрохвильовою вакуумною сушкою та подрібненням до 200 мкм, що визначалось

відповідним розміром сита. Було підготовлено та оцінено п'ять зразків ферментованих сушених ковбас протягом процесу дозрівання: С1 (без нітриту та нітрату натрію), С2 (100 мг/кг нітриту натрію та 100 мг/кг нітрату натрію), М1 (0,5 % порошку мангольду), М2 (1 % порошку мангольду) і М3 (1,5 % порошку мангольду). При додаванні 1,5 % порошку мангольду (Зразок М3) вміст білка збільшився на 22,74 %, золи на 41,82 % та харчових волокон на 93,75 % у порівнянні з контрольним зразком С2. Нітрит утворювався з порошку мангольду під час процесу дозрівання, особливо при обробках М2 та М3. Після всього процесу виробництва ферментованих сушених ковбас протягом 35 днів нітрати були виявлені лише в зразку С2. Вихід ферментованих сушених ковбас, збагачених порошком мангольду, зменшився на 15,95 % у порівнянні з контрольним зразком С2. Порошок мангольду покращив мікробіологічні показники ковбасних виробів, особливо у зразку М3. Вміст аеробних мезофільних бактерій підвищився на 5,84 %, а вміст молочнокислих бактерій збільшився на 8,96 % у зразку М3 у порівнянні з контролем С2 після 35 днів ферментації та сушки, що пов'язано з діяльністю закваски. Органолептичні показники ферментованих сушених ковбас, збагачених порошком мангольду, для зразків М2 та М3 були кращі по показниках кольору та текстури. Результати аналізу харчової цінності, рН, нітритів і нітратів свідчать про ефективність додавання 1,5 % порошку мангольду (Зразок М3), отриманого мікрохвильовою вакуумною сушкою, як потенційного джерела нітритів у ферментованих сушених ковбасах.

Ключові слова: порошок мангольду, сушка, багатий нітратами буряк, овочі, харчовий барвник, фаршеві вироби, якісні характеристики.

TECHNOLOGY AND SYSTEM OF POWER SUPPLY

DOI: 10.15587/2706-5448.2023.282214

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ СУШІННЯ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ В УМОВАХ ДІЇ ІНФРАЧЕРВОНОГО ТА МІКРОХВИЛЬОВОГО ПОЛІВ сторінки 22–29

Пилипенко Є. О., Запорожець Д. О.

Об'єктом дослідження є процес сушіння харчової рослинної сировини. Серед існуючих способів сушіння найбільш поширеним у промисловості стало конвективне, що зумовлено його практичністю та простотою в організації. Однак сучасні технології конвективного сушіння супроводжуються великими енерговитратами, що є серйозною проблемою в умовах світового енергодефіциту. Проведено аналіз запропонованих науковою спільнотою варіантів вирішення проблем сушіння. В роботі представлено рішення поставленої проблеми за рахунок використання електродинамічних технологій зневоднення, що базуються на направленій енергетичній дії. Принцип роботи таких технологій полягає в тому, що електромагнітне поле безпосередньо взаємодіє з полярними молекулами, до яких відносяться і вода, що зумовлює суттєве підвищення енергоефективності процесу сушіння та скорочення його тривалості. Проведений комплекс експериментальних досліджень, спрямованих на визначення впливу режимних параметрів, а саме питомої потужності, товщини шару продукту та типу харчової рослинної сировини на процес сушіння в умовах дії інфрачервоного та мікрохвильового полів. Отримані графічні залежності вказують на те, що обробка сировини надвисокочастотним випромінюванням суттєво скорочує час процесу сушіння і, як наслідок, характеризується низьким термічним навантаженням на продукт, що є досить вагомою перевагою при обробці термолабільної сировини. Зумовлено це більш глибокою проникністю мікрохвильового поля (до 30 мм) у порівнянні з інфрачервоним (до 0,003 м). З метою визначення ефективності інноваційного обладнання в роботі представлено число енергетичної дії, завдяки якому проведено узагальнення бази експериментальних даних. В результаті були отримані критеріальні рівняння, які з точністю в ± 16 % дають змогу розрахувати сушильні апарати з інфрачервоними та мікрохвильовими джерелами енергії.

Ключові слова: сушіння, зневоднення, інфрачервоне та мікрохвильове випромінювання, харчова рослинна сировина, експериментальне моделювання.

DOI: 10.15587/2706-5448.2023.283160

РОЗГЛЯД ЗРІДЖЕНОГО ПРИРОДНОГО ГАЗУ ЯК АЛЬТЕРНАТИВНОГО ДЖЕРЕЛА ГАЗОПОСТАЧАННЯ УКРАЇНИ сторінки 30–37

Дьяченко Т. В., Гаранін Є. В., Тишко Д. П.

Об'єктом дослідження є енергетика України, а саме система газопостачання народного господарства. Одним з найбільш проблемних місць є залежність української економіки від імпорту природного газу (ПГ). Україна багата на різні природні копалини, зокрема, на природний та супутній газ. Однак своїх свердловин для видобутку ПГ недостатньо для газопостачання промислових підприємств і населення. Тому частина необхідного газу імпортується. В ході дослідження були проаналізовані способи альтернативних поставок, а саме, зрідженого природного газу (ЗПГ), проаналізовано варіанти його постачання з подальшою регазифікацією.

Досліджено світовий ринок зрідженого природного газу (ЗПГ) і показано, що виробництво та споживання ЗПГ постійно зростає. Оскільки Україна є частиною Європи, а основним постачальником ЗПГ для європейських країн є США та Норвегія, одним із варіантів газопостачання для України розглядалося постачання ЗПГ на територію Польщі морським транспортом, його регазифікація з подальшим транспортуванням споживачам по існуючим трубопроводам. Другий варіант – постачання ЗПГ на українське узбережжя Чорного моря. Для цього потрібно вивчити перспективні маршрути транспортування, побудувати логістику та термінали для прийому та регазифікації ЗПГ. Оскільки глибина проток з Середземного в Чорне море невелика, запропоновано варіант постачання природного газу із Середньої Азії трубопроводом до чорноморського узбережжя Грузії, його зрідження, транспортування морським транспортом та регазифікація. Цей варіант потребує значних капітальних витрат на будівництво заводу для зрідження природного газу на території Грузії та комплексу регазифікації на українському узбережжі чи плаваючий термінал.

В ході роботи досліджено критерії якості ЗПГ, які використовуються в світі, та відмічено, що для закупівлі та використання ЗПГ в Україні необхідно розробити власні стандарти для контролю його складу. Оскільки технологія забезпечення споживача природним газом за допомогою ЗПГ є більш гнучкою, ніж трубопровідним транспортом. Її впровадження дозволить забезпечити Україну природним газом у потрібних кількостях та за необхідності оперативно змінювати обсяги поставок.

Ключові слова: зріджений природний газ, якість зрідженого природного газу, регазифікація, витрати на регазифікацію.