



DOI: 10.15587/2706-5448.2021.247667

APPLICATION OF INTELLIGENTLY CONTROLLED TECHNOLOGIES IN DESIGNING OF TECHNOLOGICAL PROCESSES FOR EXPLOSIVE FORMING OF SHELL PARTS

pages 6–13

Sergii Shlyk, PhD, Associate Professor, Department of Manufacturing Engineering, Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskiy National University, Kremenchuk, Ukraine, e-mail: svshlyk@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9422-1637>

The object of research is the processes of pulse metalworking (hydroexplosive, magnetic pulse, electrohydraulic, gas detonation forming, etc.). Among these methods of forming for the production of aircrafts engines parts from cylindrical and conical blanks, the most efficient in terms of its energy capabilities and overall dimensions is explosive. The modern level of theory and practice of metal forming processes allows, on the basis of a systematic approach and control theory, to determine the optimal parameters of plastic forming processes, select the best technical solutions, and create a precondition for the transition to complex automation. The most difficult task of metals forming methods optimizing is to find the best solution among many potentially possible ones, considering the introduced restrictions and efficiency criteria, environmental, economic, technical, ergonomic, and other requirements. The most problematic is that it is impossible to optimize the process of forming post-factum (finishing works, elimination of defects in shape and size, welding of cracks, etc. are required), therefore, when solving optimization problems, the implementation of the feedback principle is required — comparison of the value of the controlled variable, determined by the control program, with the desired value. In general, the processes of metal forming by pressure are characterized by a variety of problems of the theory of optimal control, the solution of which is carried out by methods of mathematical programming. And, although the equipment for pulse processing can have a different design, it necessarily includes structural elements that make it possible to convert the energy of the source and with its help (through the action of a solid body, transmitting medium, or field) to deform the metal of the workpiece. Due to this, in this work, it is proposed to control the quality of the obtained parts by varying the degree of deformation of the workpiece in the process of forming. The result of the work is the development of an integrated intelligent system, with the help of which it is possible to carry out the computer-aided design of almost all pulse-action processes based on the intelligent selection of suitable forming parameters.

Keywords: explosive forming, shell part, aircrafts engines parts, weld seam, intelligent system, finite element method.

References

1. Youngdahl, C. K. (1970). Correlation Parameters for Eliminating the Effect of Pulse Shape on Dynamic Plastic Deformation. *Journal of Applied Mechanics*, 37 (3), 744–752. doi: <https://doi.org/10.1115/1.3408605>
2. Bazant, Z., Cedolin, L. (2010). Three-Dimensional Continuum Instabilities and Effects of Finite Strain Tensor. *Stability of Structures*. World Scientific, 706–759. doi: https://doi.org/10.1142/9789814317047_0011
3. Dragobetskii, V., Shapoval, A., Naumova, E., Shlyk, S., Mospán, D., Sikulskiy, V. (2017). The technology of production of a copper – aluminum – copper composite to produce current lead buses of the high – voltage plants. *2017 International Conference on Modern Electrical and Energy Systems (MEES)*. IEEE, 400–403. doi: <https://doi.org/10.1109/mees.2017.8248944>
4. Anishchenko, A., Kukhar, V., Artiukh, V., Arkhipova, O.; Abramov, A. D., Murgul, V. (Eds.) (2018). Superplastic forming of shells from sheet blanks with thermally unstable coatings. *MATEC Web of Conferences*, 239, 06006. doi: <https://doi.org/10.1051/mateconf/201823906006>
5. Markov, O., Gerasimenko, O., Aliieva, L., Shapoval, A., Kosilov, M. (2019). Development of a new process for expanding stepped tapered rings. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (1 (98)), 39–46. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.160395>
6. Shlyk, S., Drahobetskyi, V., Trotsko, O., Chencheva, O., Klets, D. (2020). The Explosive Expansion of Electrical Equipment Housings with Variable Curvature. *2020 IEEE Problems of Automated Electrodrive. Theory and Practice (PAEP)*. IEEE, 381–385. doi: <https://doi.org/10.1109/paep49887.2020.9240822>
7. Kukhar, V., Artiukh, V., Butyrin, A., Prysiaznyi, A. (2017). Stress-Strain State and Plasticity Reserve Depletion on the Lateral Surface of Workpiece at Various Contact Conditions During Upsetting. *International Scientific Conference Energy Management of Municipal Transportation Facilities and Transport EMMFT 2017*. Springer International Publishing, 201–211. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-319-70987-1_22
8. Lutsenko, I. (2016). Definition of efficiency indicator and study of its main function as an optimization criterion. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (2 (84)), 24–32. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.85453>
9. Raskin, L., Sira, O., Sukhomlyn, L., Bachkir, I. (2017). Symmetrical criterion of random distribution discrimination. *2017 International Conference on Modern Electrical and Energy Systems (MEES)*. IEEE, 320–323. doi: <https://doi.org/10.1109/mees.2017.8248922>
10. Zagirnyak, M. V., Drahobetskyi, V. V. (2015). New methods of obtaining materials and structures for light armor protection. *2015 International Conference on Military Technologies (ICMT)*. IEEE, 709–710. doi: <https://doi.org/10.1109/miltechs.2015.7153695>
11. Jones, N., Alves, M. (2010). Post-failure behaviour of impulsively loaded circular plates. *International Journal of Mechanical Sciences*, 52 (5), 706–715. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijmecsci.2009.11.014>
12. Trotsko, O., Shlyk, S. (2018). Development of the Mathematical Model for Sheet Blanks Forming Calculation Using Simulation in ANSYS Software. *2018 IEEE 13th International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT)*. IEEE, 169–173. doi: <https://doi.org/10.1109/stc-csit.2018.8526614>
13. Cooper, P. W. (1996). *Explosives Engineering*. New York: Wiley-VCH, 480.
14. Duff, R. E., Houston, E. (1955). Measurement of the Chapman-Jouguet Pressure and Reaction Zone Length in a Detonating High Explosive. *The Journal of Chemical Physics*, 23 (7), 1268–1273. doi: <https://doi.org/10.1063/1.1742255>
15. Li, D. Y., Peng, Y. H., Yin, J. L. (2006). Optimization of metal-forming process via a hybrid intelligent optimization technique. *Structural and Multidisciplinary Optimization*, 34 (3), 229–241. doi: <https://doi.org/10.1007/s00158-006-0075-1>

MECHANICS

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.244597

INFLUENCE OF SOUND-ABSORPING PROPERTIES OF NOISE PROTECTION BARRIERS ON ROAD TRAFFIC PARTICIPANTS

pages 14–18

Vitaly Zaets, PhD, Department of Acoustic and Multimedia Electronic Systems, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine, e-mail: zaetsv@i.ua, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2232-9187>

Dmytro Bida, Postgraduate Student, Department of Acoustic and Multimedia Electronic Systems, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5185-0927>

The object of research is the sound field from linear sound sources between two parallel impedance noise barriers. The presence of barriers changes the structure of the sound field, as a result of which the sound pressure level in the area between the barriers increases. An increase in sound levels leads to both a decrease in the effectiveness of noise barriers and an increase in the negative impact on road users. One of the ways out of this situation is the construction of barriers with sound-absorbing properties. In this paper, the influence of the impedance properties of the barriers at the level of sound pressure in the area between the barriers is considered.

The finite element method was chosen to calculate the sound field around the barrier. A computer model of a linear sound source with vertical sound-absorbing barriers on both sides of the source was built in the Comsol Multiphysics software environment. The sound absorption properties of the barrier were determined by the acoustic impedance of the face of the barrier. The sound fields were calculated in octave bands with geometric mean frequencies from 31 to 500 Hz. In addition, the parameters that were also analyzed were the distance between the barriers and their height.

The solution of the problem made it possible to obtain a field of sound pressure levels around the barrier. Changeable simulation parameters made it possible to analyze a large number of situations of relative position of barriers and their heights encountered in engineering. Studies have shown that only at low frequencies and relatively small distances between barriers, the sound pressure level can increase significantly. However, it has also been shown that the use of sound-absorbing lining of noise barriers can reduce the sound pressure levels in the area between the barriers and improve the acoustic conditions for road users.

Keywords: noise barrier, sound pressure level, impedance properties, sound-absorbing barrier, sound reflection, parallel barriers.

References

- Halliwell, R. E. (1982). Field performance of parallel barriers. *Canadian Acoustics*, 10 (3), 9–18.
- Wang, Z. B., Choy, Y. S. (2019). Tunable parallel barriers using Helmholtz resonator. *Journal of Sound and Vibration*, 443, 109–123. doi: <http://doi.org/10.1016/j.jsv.2018.11.013>
- Watts, G. R. (1996). Acoustic performance of parallel traffic noise barriers. *Applied Acoustics*, 47 (2), 95–119. doi: [http://doi.org/10.1016/0003-682x\(95\)00031-4](http://doi.org/10.1016/0003-682x(95)00031-4)
- Li, K. M., Law, M. K., Kwok, M. P. (2008). Absorbent parallel noise barriers in urban environments. *Journal of Sound and Vibration*, 315 (1-2), 239–257. doi: <http://doi.org/10.1016/j.jsv.2008.02.023>
- Muradali, A., Fyfe, K. R. (1998). A study of 2D and 3D barrier insertion loss using improved diffraction-based methods. *Applied Acoustics*, 53 (1-3), 49–75. doi: [http://doi.org/10.1016/s0003-682x\(97\)00040-6](http://doi.org/10.1016/s0003-682x(97)00040-6)
- Maekawa, Z. (1968). Noise reduction by screens. *Applied Acoustics*, 1 (3), 157–173. doi: [http://doi.org/10.1016/0003-682x\(68\)90020-0](http://doi.org/10.1016/0003-682x(68)90020-0)
- Simón, F., Pfretzschner, J., de la Colina, C., Moreno, A. (1998). Ground influence on the definition of single rating index for noise barrier protection. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 104 (1), 232–236. doi: <http://doi.org/10.1121/1.423273>
- Reiter, P., Wehr, R., Ziegelwanger, H. (2017). Simulation and measurement of noise barrier sound-reflection properties. *Applied Acoustics*, 123, 133–142. doi: <http://doi.org/10.1016/j.apacoust.2017.03.007>
- Didkovskiy, V., Zaets, V., Kotenko, S. (2020). Improvement of the efficiency of noise protective screens due to sound absorption. *Technology Audit and Production Reserves*, 3 (1 (53)), 11–15. doi: <http://doi.org/10.15587/2706-5448.2020.206018>
- Panneton, R., L'Espérance, A., Nicolas, J., Daigle, G. A. (1993). Development and validation of a model predicting the performance of hard or absorbent parallel noise barriers. *Journal of the Acoustical Society of Japan (E)*, 14 (4), 251–258. doi: <http://doi.org/10.1250/ast.14.251>
- Fleming, G. G., Rickley, E. J. (1992). *Parallel barrier effectiveness under free-flowing traffic conditions (No. FHWA-RD-92-068; DOT-VNTSC-FHWA-92-1; HW227/H2002/4E7B1112)*. United States. Federal Highway Administration. Available at: <https://rosap.nsl.bts.gov/view/dot/8967>
- Papadakis, N. M., Stavroulakis, G. E. (2020). Finite Element Method for the Estimation of Insertion Loss of Noise Barriers: Comparison with Various Formulae (2D). *Urban Science*, 4 (4), 77. doi: <http://doi.org/10.3390/urbansci4040077>
- Ganesh, M., Morgenstern, C. (2016). High-order FEM–BEM computer models for wave propagation in unbounded and heterogeneous media: Application to time-harmonic acoustic horn problem. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 307, 183–203. doi: <http://doi.org/10.1016/j.cam.2016.02.024>
- Fard, S. M. B., Peters, H., Kessissoglou, N., Marburg, S. (2015). Three-dimensional analysis of a noise barrier using a quasi-periodic boundary element method. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 137 (6), 3107–3114. doi: <http://doi.org/10.1121/1.4921266>
- Fard, S. M., Kessissoglou, N., Samuels, S., Burgess, M. (2013). Numerical study of noise barrier designs. *Proceeding of Acoustics – Victor Harbor*. Available at: https://www.acoustics.asn.au/conference_proceedings/AAS2013/papers/p55.pdf
- Vovk, Y. V., Matsypura, V. T. (2010). Noise-protective properties of the barriers located along the both sides of traffic artery. *Akustychnyi visnyk*, 13 (4), 3–14. Available at: <http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/79836>
- Didkovskiy, V., Zaets, V., Kotenko, S., Denysenko, V., Didenko, Y. (2021). Estimating the influence of double-sided rounded screens on the acoustic field around a linear sound source. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (5 (111)), 38–46. doi: <http://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.234657>
- Didkovskiy, V., Zaets, V., Kotenko, S. (2021). Revealing the effect of rounded noise protection screens with finite sound insulation on an acoustic field around linear sound sources. *Eastern-*

European Journal of Enterprise Technologies, 1 (5 (109)), 16–22.
doi: <http://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.224327>

19. Luo, W.-J., Liu, G.-Y. (2017). Study on the Noise Reduction of Sound Absorption Noise Barrier. *Materials Science and Engineering*. doi: http://doi.org/10.1142/9789813226517_0133

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.244643

STUDY OF THE EFFECTS OF ULTRA-LOW INTENSITY ELECTROMAGNETIC FIELDS ON BIOLOGICAL OBJECTS

pages 19–26

Yuliia Voloshyn, Postgraduate Student, Department of Radioelectronic and Biomedical Computerized Means and Technologies, National Aerospace University «Kharkiv Aviation Institute», Kharkiv, Ukraine, e-mail: y.voloshyn@khai.edu, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4138-6731>

Sergey Kulish, PhD, Professor, Department of Radioelectronic and Biomedical Computerized Means and Technologies, National Aerospace University «Kharkiv Aviation Institute», Kharkiv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5506-2714>

Volodymyr Oliinyk, PhD, Professor, Department of Radioelectronic and Biomedical Computerized Means and Technologies, National Aerospace University «Kharkiv Aviation Institute», Kharkiv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7899-1591>

Andrei Frolov, PhD, Associate Professor, Department of Computer-Integrated Technologies, Automation and Mechatronics, Kharkiv National University of Radio Electronics, Kharkiv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7335-0712>

The object of research is the efficiency of exposure to electromagnetic field (EMF) of ultra-low intensity on biological objects, which is formed by a generator of broadband radiation. The principle of action of the generator is based on formation of electromagnetic radiation induced by periodic pulsed gas discharge in coaxial system of electrodes, which is loaded on a dielectric rod antenna. The method of selection of signals and corresponding equipment, which energy characteristics of radiation correspond to the criterion of non-thermal influence on bioobjects, is developed for obtaining a comparative assessment of influence bioefficiency. The proposed new method for processing experimental data using statistical calculations that meet the requirements for the processing and interpretation of the results. The seeds of wheat and interaction of millimeter range electromagnetic oscillations with bone marrow cells of rats were used as biological objects for investigating the effect of millimeter range electromagnetic oscillations. A biosensory effect was obtained when exposed to broadband radiation of ultra-low intensity, compared to the control sample. A change in the properties of the seeds, in particular, heat resistance, is observed. According to the experimental data, seeds turn out to be less susceptible to heat as a result of their pretreatment with EMF. The biological response is observed to depend on the frequency and time of irradiation. Also, the dependence of the decrease in the number of dead cells on the time of EMF irradiation was experimentally proved. The equation of dependence of selective average proportion of dead cells in rat bone marrow on irradiation time was calculated. Biosensory effect of exposure to broadband ultra-low intensity EMF of the developed

emitter was revealed. It was established and statistically proved that the minimum time with the maximum positive effect of exposure to electromagnetic radiation of millimeter range on bone marrow cells of rats is 30 minutes, compared with an unirradiated sample. The results make it possible to evaluate the positive effect of electromagnetic oscillations on biological objects and propose the results of studies for practical use in the development of medical systems.

Keywords: information-wave technology, ultra-low intensity electromagnetic radiation, non-thermal effect, coaxial antenna, pulsed gas discharge.

References

- Kulish, S. M., Oliinyk, V. P., Voloshyn, Yu. A. (2018). *Radiofizychni osnovy informatsiino-khvylovykh tekhnologii u biomedynzhenerii*. Kharkiv: Nats. aerokosm. un-t im. M. Ye. Zhukovskoho «Kharkiv aviats. in-t», 68.
- Extremely Low Frequency Fields* (2007). Environmental Health Criteria Monograph No. 238. World Health Organization. Available at: http://www.who.int/peh-emf/publications/Comple DEC_2007.pdf
- Kaszuba-Zwoińska, J., Gremba, J., Galdzińska-Calik, B., Wójcik-Piotrowicz, K., Thor, P. J. (2015). Electromagnetic field induced biological effects in humans. *Przegl Lek*, 72, 636–641.
- Markov, M. (2015). XXIst century magnetotherapy. *Electromagnetic Biology and Medicine*, 34 (3), 190–196. doi: <http://doi.org/10.3109/15368378.2015.1077338>
- Pilla, A. A. (2013). Nonthermal electromagnetic fields: From first messenger to therapeutic applications. *Electromagnetic Biology and Medicine*, 32 (2), 123–136. doi: <http://doi.org/10.3109/15368378.2013.776335>
- Jelenković, A., Janač, B., Pešić, V., Jovanović, D. M., Vasiljević, I., Prolić, Z. (2006). Effects of extremely low-frequency magnetic field in the brain of rats. *Brain Research Bulletin*, 68 (5), 355–360. doi: <http://doi.org/10.1016/j.brainresbull.2005.09.011>
- Torres-Duran, P. V., Ferreira-Hermosillo, A., Juarez-Oropeza, M. A., Elias-Viñas, D., Verdugo-Diaz, L. (2007). Effects of whole body exposure to extremely low frequency electromagnetic fields (ELF-EMF) on serum and liver lipid levels, in the rat. *Lipids in Health and Disease*, 6 (1). doi: <http://doi.org/10.1186/1476-511x-6-31>
- Devyatkov, N. D., Golant, M. B., Betskii, O. M. (1991). *Millimetrovye volny i ikh rol v protsessakh zhiznedeyatelnosti*. Moscow: Radio i svyaz, 168.
- Betskii, O. V., Lebedeva, N. N. (2001). Sovremennyye predstavleniya o mekhanizmaxh vozdeistviya nizkointensivnykh elektromagnitnykh voln na biologicheskie obekty. *Millimetrovye volny v biologii i meditsine*, 3 (33), 5–19.
- Kaznacheev, V. P., Mikhailova, L. P. (1985). *Bioinformatsionnaya funktsiya estestvennykh elektromagnitnykh polei*. Novosibirsk: Nauka, 170.
- Sitko, S. P., Skripnik, Yu. A., Yanenko, Yu. A.; Sitko, S. P. (Ed.) (1999). *Apparatnoe obespechenie sovremennykh tekhnologii kvantovoi meditsiny*. Kyiv: FADA, LTD, 199.
- Kolbun, N. D., Lobarev, V. E. (1988). Problema bioinformatsionnykh vzaimodeistvii: millimetrovyy diapazon dlin voln. *Kybernetika i vychislitel'naya tekhnika*, 78, 94–99.
- Smolyanskaya, A. Z., Vilenskaya, R. L. (1973). Deistvie elektromagnitnogo izlucheniya millimetrovogo diapazona na funktsionalnuyu aktivnost nekotorykh geneticheskikh elementov bakterialnykh kletok. *UFN*, 110 (3), 458–460.
- Fröhlich, H. (1980). The Biological Effects of Microwaves and Related Questions. *Advances in Electronics and Elec-*

- tron Physics*, 53, 85–152. doi: [http://doi.org/10.1016/s0065-2539\(08\)60259-0](http://doi.org/10.1016/s0065-2539(08)60259-0)
15. Tsong, T. Y., Liu, D. S., Chauvin, F., Gaigalas, A., Astumian, R. D. (1989). Electroconformational coupling (ECC): An electric field induced enzyme oscillation for cellular energy and signal transductions. *Bioelectrochemistry and Bioenergetics*, 21 (3), 319–331. doi: [http://doi.org/10.1016/0302-4598\(89\)85010-x](http://doi.org/10.1016/0302-4598(89)85010-x)
 16. Brayman, A. A., Megumi, T., Miller, M. W. (1990). Proportionality of ELF electric field-induced growth inhibition to induced membrane potential in *Zea mays* and *Vicia faba* roots. *Radiation and Environmental Biophysics*, 29 (2), 129–141. doi: <http://doi.org/10.1007/bf01210558>
 17. Lebedeva, N. (2001). Millimeter waves in biology and medicine. *Radiotekhnika*, 1–2 (21–22).
 18. Betskii, O. V., Lebedeva, N. N., Kotrovskaia, T. I. (2002). Stokhasticheskii rezonans i problema vozdeistviya slabyykh signalov na biologicheskie sistemy. *Millimetrovye volny v biologii i meditsine*, 3 (27), 3–11.
 19. Gotovskii, Yu. V., Perov, Yu. F. (2000). *Osobennosti biologicheskogo deistviya fizicheskikh faktorov malykh i sverkhmalykh intensivnosti i doz*. Moscow, 191.
 20. Kuchin, L. F., Kulish, S. N., Cherenkov, A. D., Litvin, V. V., Chernaya, M. A. (2009). Informatsionnoe pole i ego vzaimosvyaz s okruzhayushchim mirom. *Radioelektronni i komp'yuterni sistemi*, 2 (36), 142–147.
 21. Litvin, V. V. (2007). Sources of electromagnetic radiation with biologically significant influence. *Physical processes and fields of technical and biological objects*. Kremenchuk: KDPU, 55–56.
 22. Kulysh, S. N., Oleinyk, V. P., Lytvyn, V. V. (2008). Byomeditsynske prymerenyia myllymetrovikh tekhnolohiy. *Sohodennia ta maibutnie farmatsii*. Kharkiv: Vyd-vo NFaU, 595.
 23. Lytvyn, V. V., Kulysh, S. N., Oleinyk, V. P. (2009). Ynformatsyonno-volnovie tekhnolohyy korrektsyy funktsyonalnogo sostoiannya cheloveka pry chrezvichainikh sytuatsiyakh. *Suchasni informatsini tekhnolohii upravlinnia ekolohichnoi bezpekoiu, pryrodokorystuvanniam, zakhodamy v nadzvychainykh sytuatsiyakh*. Kyiv: vydavnychiy dim «ADEF-Ukraina», 99–105.
 24. Gulyaev, V. Yu., Oranskii, I. E. (1999). Mekhanizm i lechebnoe primenenie elektromagnitnykh voln millimetrovogo diapazona. *Tekhnologiya reabilitatsionnogo naznacheniya i vosstanovitelnoi terapii*. Ekaterinburg: «SV-96», 2837.
 25. Buheruk, B. B., Muravska, O. M., Berezhna, E. V. (2001). Imunomoduliuuchi mozhyvosti milimetrokhvylovoi tekhnolohii. *Visnyk morskoi medytyny*, 1, 131–134.
 26. Devyatkova, N. D. (Ed.) (1991). *Vozmozhnosti ispolzovaniya elektromagnitnykh izlucheni maloi moschnosti kraine vysokikh chastot (millimetrovyykh voln) v meditsine*. Izhevsk: Udmurtiya, 212.
 27. Shrivastava, R. (1997). In Vitro Tests in Pharmacotoxicology: Can We Fill the Gap between Scientific Advances and Industrial Needs? *Alternatives to Laboratory Animals*, 25 (3), 339–340. doi: <http://doi.org/10.1177/026119299702500315>
 28. Khadartseva, K. A. (1998). *Sochetannoe primenenie nizkointensivnykh krainevysokochastotnogo i lazernogo izlucheniya v ginekologicheskoi praktike*. Moscow, 105.
 29. Kovalenko, O. Y., Lytvyn, V. V., Kyvva, F. V. (2007). Modyfykatsiya byolohycheskoi aktyvnosti semen pshenytsi nyzkoynintensyvnim elektromagnitnym vozdeistviem. *Visnyk Kremenchutskoho derzhavnogo politekhnichnogo universytetu imeni Mykhaila Ostrohradskoho*, 47 (6), 36–44.
 30. Vainshtein, L. A. (1966). *Otkrytye volnovody rezonatory*. Moscow: Sovetskoe radio, 395.
 31. Oleinik, V. P., Kulish, S. N., Litvin, V. V. (2007). Apparatsnye metody issledovaniya vliyaniya elektromagnitnykh polii na organizm cheloveka. *Visnyk Kremenchutskoho derzhavnogo politekhnichnogo universitetu im. Mykhaila Ostrogradskoho*, 6 (47 (1)), 47–49.
 32. Litvin, V. V., Kolbun, N. D., Kulish, S. N., Oleinik, V. P., Sami, A. O. (2009). Modelirovaniye parametrov izluchatelya na nesimmetrichnykh volnakh v kruglom dielektricheskom volnovode. *Radioelektronni i komp'yuterni sistemi*, 1 (35), 23–35.
 33. Oleinyk, V. P., Kulysh, S. N., Lytvyn, V. V. (2007). Yskrovoy razriad kak ystochnyk elektromagnitnoho yzlucheniya dlia KVCh terapii. *Intehrovani kompiuterni tekhnolohii v mashynobuduvanni IKTM-2007*. Kharkiv: Nats. aerokosm. un-t im. M. Ye. Zhukovskoho «KhAI», 680.
 34. Litvin, V. V., Oleinik, V. P., Kulish, S. N., Sami, A. O. (2010). Generirovaniye i otsenka parametrov shirokopolosnogo elektromagnitnogo izlucheniya KVCh diapazona sverkhnikzkoii intensivnosti dlya informatsionnykh tekhnolohii v meditsine. *Radioelektronni i komp'yuterni sistemi*, 7 (48), 233–235.
 35. Kulish, S. N., Oleinik, V. P., Litvin, V. V., Sami, A. O. (2008). Osobennosti generirovaniya slabointensivnykh elektromagnitnykh voln spetsialnoi formy i energii dlya biologii i meditsyny. «*Prikladnaya radioelektronika. Sostoyaniye i perspektivy razvitiya*» MRF-2008. Vol. IV. *Aktualnye problemy biomedizhenerii*. Kharkiv: ANPRE, KHNURE, 184–185.
 36. Voloshyn, Y. A., Kulish, S. M. (2020). Assessment of the parameters of the spark discharge generator for compliance with sanitary standards. *Telecommunications and Radio Engineering*, 79 (12), 1095–1107. doi: <http://doi.org/10.1615/telecomradeng.v79.i12.70>
 37. Voloshyn, Yu. A., Kulish, S. M. (2019). Henerator MM-diapazona na volnovodno-shchelevoi lynny. *Suchasnyi rukh nauky*. Dnipro, 207–212.
 38. Voloshyn, Yu. A. (2019). Zasoby formuvannya EM vyprominiuvannya radiochastotnogo diapazonu z neteplovym efektom vplyvu na biolohichni obiekty. *Informatsini sistemi ta tekhnolohii v medytyni*. Kharkiv, 220.
 39. Voloshyn, Yu. A., Kulish, S. N., Oliinyk, V. P. (2019). Shliakhy pidvyshchenniia informatyvnosti analizu bioelektrychnykh syhnaliv. *Radyotekhnika*, 196, 98–105.
 40. Kolbun, N. D., Kulish, S. N., Oleinik, V. P., Litvin, V. V. (2009). Physical model of biological system in information-wave interaction with electromagnetic fields. *Radioelektronni i kompiuterni sistemi*, 2 (36), 148–154.
 41. Kolbun, N. D., Limanskii, Yu. P. (2000). *Atlas zon informatsionno-volnovoi terapii*. Kyiv: Biopolis, 115.
 42. Oleinik, V. P., Kulish, S. N., Litvin, V. V., Sami, A. O. (2008). Fizicheskie mekhanizmy vozdeistviya nizkointensivnogo elektromagnitnogo izlucheniya na bioobekty. «*Prikladnaya radioelektronika. Sostoyaniye i perspektivy razvitiya*» MRF-2008. Vol. IV. *Aktualnye problemy biomedizhenerii*. Kharkiv: ANPRE, KHNURE, 175–177.
 43. Fano, A. (1997). *Lethal laws: animal testing, human health and environmental policy*. London: Zed Books, 157–159.
 44. Stephens, M.; Langley, G. (Ed.) (1989). *Replacing animal experiments. Animal experimentation: the consensus changes*. New York, Charman and Hall, 144–168. doi: http://doi.org/10.1007/978-1-349-20376-5_7
 45. Spiridonov, I. N. (2002). *Osnovy statisticheskoi obrabotki mediko biologicheskoi informatsii*. Moscow: Izdatelstvo MGTO im. N. E. Bauman, 56.
 46. Glants, S. (1998). *Mediko-biologicheskaya statistika*. Moscow: Praktika, 459.

METALLURGICAL TECHNOLOGY

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.247736

COOLING PROCESS OPTIMIZATION DURING HARDENING STEEL IN WATER POLYALKYLENE GLYCOL SOLUTIONS

pages 27–35

Nikolai Kobasko, PhD, Fellow of ASM International, Consultant, Intensive Technologies Ltd, Kyiv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7636-5298>, e-mail: nkobasko@gmail.com

Objects of investigations are water solutions of polyalkylene glycol (PAG) which are used as the quenchants in the heat-treating industry. They are tested by standard cylindrical probe made of Inconel 600 material. The main and not solved yet is the problem of transition from data achieved for standard probe to data suitable for any form and size of real steel part. It opens possibility to make predictable calculations. Taken this into account, it has been investigated water solutions of PAG of different concentration. It is underlined that cooling intensity of quenchant can be evaluated by Kondratiev number Kn . The mentioned number Kn varies within $0 \leq Kn \leq 1$ when generalized Biot Bi_v number varies within $0 \leq Bi_v \leq \infty$. As a main achievement of investigation is established correlation between standard Kn number and Kn number of real steel part. In many cases, when film boiling is absent, the established correlation is a linear function. It allows optimizing quenching processes: obtain high surface compressive residual stresses, save alloy elements and improve environment condition. All of this is achieved by tolerating chemical composition of steel with size and form of quenched object as it is proposed by UA Patent No. 114174. Also, the number Kn allows interruption of quench process when surface compressive residual stresses are at their maximum value that essentially improves the quality of steel components. Moreover, interrupted cooling prevents quench crack formation, decreases distortion of quenched steel parts. The results of investigations can be used by engineers in the heat-treating industry and scientists for further research.

Keywords: quench process, Kondratiev number Kn , cooling time, chemical composition, water solutions of polyalkylene glycol (PAG).

References

1. ASTM D6482-06(2016). *Test Method for Determination of Cooling Characteristics of Aqueous Polymer Quenchants by Cooling Curve Analysis with Agitation (Tensi Method)*. (2016). ASTM International. doi: <https://doi.org/10.1520/d6482-06r16>
2. Tensi, H. M., Stich, A., Totten, G. E.; Totten, G. E., Howes, M. A. H. (Eds.) (1997). Quenching and Quenching Technology. *Heat Treatment of Steel Handbook*. NY: Marcel Dekker, 157–249.
3. Totten, G. E., Bates, C. E., Clinton, N. A. (1993). Polymer Quenchants. *Handbook of Quenchants and Quenching Technology*. OH: ASM International, Materials Park, 161–190.
4. Tamura, I., Shimizu, N., Okada, T. (1984). A method to judge the quench-hardening of steel from cooling curves of quenching oils. *Journal of Heat Treating*, 3 (4), 335–343. doi: <https://doi.org/10.1007/bf02833127>
5. Moore, D. L., Crawley, S. (1994). Applications of «Standard» Quenchant Cooling Curve Analysis. *Materials Science Forum*, 163–165, 151–158. doi: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/msf.163-165.151>
6. Kobasko, N., Aronov, M., Powell, J., Totten, G. (2010). *Intensive Quenching Systems: Engineering and Design*. ASTM International, 234. doi: <https://doi.org/10.1520/mnl64-eb>
7. Kobasko, N. (2018). *Optimal hardenability steel and method for its composing*. Lambert Academic Publishing, 124. ISBN: 978-613-9-82531-8.
8. Beck, J. V., Blackwell, B., St. Clair Jr., C. R. (1985). *Inverse Heat Conduction: Ill-Posed Problems*. New York: Wiley-Interscience, 308.
9. Kondrat'ev, G. M. (1957). *Teplovye Izmereniya [Thermal Measurements]*. Moscow: Mashgiz, 250.
10. Lykov, A. V. (1967). *Teoriya Teploprovodnosti [Theory of Heat Conductivity]*. Moscow: Vysshaya Shkola, 596.
11. Kobasko, N., Guseynov, Sh., Rimshans, J. (2019). *Core Hardness and Microstructure Prediction in Any Steel Part: Microstructure Prediction*. Lambert Academic Publishing, 104. ISBN: 978-613-9-94751-5
12. Grossmann, M. A. (1964). *Principles of Heat Treatment*. Ohio: American Society for Metals, 303.
13. French, H. J. (1930). *The Quenching of Steels*. Cleveland, OH: American Society for Steel Treating, 177.
14. Kobasko, N. (2019). Uniform and Intense Cooling During Hardening Steel in Low Concentration of Water Polymer Solutions. *American Journal of Modern Physics*, 8 (6), 76–85. doi: <https://doi.org/10.11648/j.ajmp.20190806.11>
15. Tensi, H. M. (1992). Wetting Kinematics. *Theory and Technology of Quenching*. Berlin, Heidelberg: Springer, 93–116. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-662-01596-4_5
16. Tolubinsky, V. I. (1980). *Heat Transfer at Boiling*. Kyiv: Naukova Dumka, 316.
17. Kobasko, N. (2015). *Sposib intensivnogo gartuvannya metal-evikh virobiv*. Ukrainian patent UA No. 109572. Filed on July 7, 2013. Published on September 10, 2015. Bulletin 7. Available at: <https://uapatents.com/5-109572-sposib-intensivnogo-gartuvannya-metal-evikh-virobiv.html>
18. Logvynenko, P., Moskalenko, A. (2020). Impact Mechanism of Interfacial Polymer Film Formation in Aqueous Quenchants. *International Journal of Fluid Mechanics & Thermal Sciences*, 6 (4), 108–123. doi: <https://doi.org/10.11648/j.ijfmts.20200604.12>
19. Kobasko, N. I., Moskalenko, A. A., Logvynenko, P. N., Dobryvchir, V. V. (2019). New direction in liquid quenching media development. *Thermophysics and Thermal Power Engineering*, 41 (3), 33–40. doi: <https://doi.org/10.31472/ttpe.3.2019.5>
20. Lišić, B. (2016). Measurement and Recording of Quenching Intensity in Workshop Conditions Based on Temperature Gradients. *Materials Performance and Characterization*, 5 (1), 209–226. doi: <https://doi.org/10.1520/mpc20160007>
21. Waldeck, S., Castens, M., Riefler, N., Frerichs, F., Lübben, Th., Fritsching, U. (2019). Mechanisms and Process Control for Quenching with Aqueous Polymer Solutions*. *HTM Journal of Heat Treatment and Materials*, 74 (4), 238–256. doi: <https://doi.org/10.3139/105.110387>
22. Bhadeshia, H. K. D. H. (2015). *Bainite in Steels: Theory and Practice*. CRC Press, 616. doi: <https://doi.org/10.1201/9781315096674>
23. Liscic, B., Tensi, H. M., Canale, L. C. F., Totten, G. E. (Eds.). (2010). *Quenching Theory and Technology*. CRC Press, 725. doi: <https://doi.org/10.1201/9781420009163>
24. Kerekes, G., Kocsis, M., Felde, I. (2014). The joint effect of temperature, agitation and concentration on the cooling power of a waterbased polymer quenchant. *European Conference on Heat Treatment and 21st IFHTSE Congress, 12–15 May 2014, Munich, Germany*, 261–266.

25. Canale, L. de C. F., Totten, G. E. (2005). Quenching technology: a selected overview of the current state-of-the-art. *Materials Research*, 8 (4), 461–467. doi: <https://doi.org/10.1590/s1516-14392005000400018>
26. Landek, D., Lišić, B., Filetin, T., Zupan, J. (2014). Selection of Optimal Conditions for Immersion Quenching. *European Conference on Heat Treatment and 21st IFHTSE Congress, 12–15 May 2014, Munich, Germany*, 187–195.
27. Landek, D., Župan, J., Filetin, T. (2012). Systematic analysis of cooling curves for liquid quenchants. *International Heat Treatment and Surface Engineering*, 6 (2), 51–55. doi: <https://doi.org/10.1179/1749514812z.00000000019>
28. Kozdoba, L. A., Krukovskiy, P. G. (1982). *Metody resheniya obratnykh zadach teploperenosa [Methods of Solving Inverse Heat Conduction Problems]*. Kiev: Naukova Dumka, 360.
29. Alifanov, O. M. (1875). Outer Inverse Heat Conduction Problems. *Engineering Physics Journal*, 29 (4), 13–25.
30. Banka, A., Franklin, J., Li, Z., Ferguson, B. L., Aronov, M. (2008). CFD and FEA Used to Improve the Quenching Process. *Heat Treating Progress*, 9, 50–56.

MATERIALS SCIENCE

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.244780

DEVELOPMENT OF ALKALINE CONCRETE ON THE BASIS OF ACTIVE AGGREGATES

pages 36–42

Oleksandr Kovalchuk, PhD, Senior Researcher, V. D. Glukhovskiy Scientific Research Institute for Binders and Materials, Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6337-0488>

Viktoriia Zozulynets, Postgraduate Student, Department of Technology of Building Structures and Products, Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine, e-mail: zozulynets555@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8066-2033>

The object of the research is the process of directed structure formation in the body of alkaline concrete, made using a reactive aggregate, in this case, basalt, and the process of deformation development in such concrete. The problem with using reactive aggregates is that they cause alkaline corrosion. It manifests itself in the form of cracks and layers of gel-like substances that form at the point of contact of the aggregate with the cement stone.

During the research, methods of physical and chemical analysis were used (X-ray phase, differential thermal and thermogravimetric analyzes, electron microscopy, infrared spectroscopy, microprobe analysis). And also methods of mathematical planning of experiments have been used for the dependence of the physical and technical properties of cements and the directions of their structure formation. Also, the research has been carried out based on the analysis of world achievements in solving the problem of alkaline corrosion of concrete.

The possibility of joint operation of the matrix of alkaline cements and active aggregates, represented by basalt, has been determined. The component composition of alkaline cement has been optimized and the need to increase the amount of the alkaline component in the system for the normal course of structure formation processes has been proved. The study of the influence of technical factors and conditions of hardening on the development of processes of structure formation of the investigated compositions has been carried out. The deformation properties of fine-grained concrete based on slag-alkaline cement and basalt aggregate have been investigated. It is shown that the expansion deformations of the samples, which accompany the process of alkaline corrosion of the aggregate in concrete, are directly related to the component composition and hardening conditions of the material.

The obtained research results confirm the possibility of using active aggregates for the manufacture of building materials, in particular, based on alkaline cements. But for the safe course of the processes of structure formation, the component composition of the system has to be adjusted by introducing an active mineral additive and an additional alkaline component. The use of hydrophobizing additives makes it possible to increase the strength of the material even when operating under normal heat and humidity conditions.

Keywords: alkaline cement, alkaline concrete, reactive aggregate, alkaline aggregate corrosion, alkalinity index (pH).

References

1. Krivenko, P. V., Ilin, V. P., Zgardan, E. P. (1998). Dolgovechnost shlakoschelochnykh betonov s zapolnitelyami, sposobnymi k reaktsii «scheloch-silikat». *4-i Kitaiskii Mezhdunarodnyi Simpozium po tsementu i betonu*. Pekin, 54–61.
2. Krivenko, P. V., Mkhitaryan, N. M., Chirkova, V. V., Zgardan, E. P. (1999). Dolgovechnost schelochnykh portlandtsementnykh betonov, sdelaynykh s scheloch-reaktivnym zapolnitelem. *Chetvertaya Mezhdunarodnaya Konferentsiya po dolgovechnosti betona*. Sidnei, 17–22.
3. Krivenko, P. V., Kovalchuk, O. Y. (2020). Influence of Type of Alkaline Activator on Durability of Alkali Activated Concrete Using Aggregates Capable to Alkali-Silica Reaction. *Key Engineering Materials*, 864, 180–188. doi: <http://doi.org/10.4028/www.scientific.net/kem.864.180>
4. Kovalchuk, O., Kochetov, G., Samchenko, D., Kolodko, A. (2019). Development of a technology for utilizing the electroplating wastes by applying a ferritization method to the alkalineactivated materials. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (10 (98)), 27–34. doi: <http://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.160959>
5. Zhang, C., Wang, A., Tang, M., Wu, B., Zhang, N. (1999). Influence of aggregate size and aggregate size grading on ASR expansion. *Cement and Concrete Research*, 29 (9), 1393–1396. doi: [http://doi.org/10.1016/s0008-8846\(99\)00099-x](http://doi.org/10.1016/s0008-8846(99)00099-x)
6. Yang, T., Zhang, Z., Wang, Q., Wu, Q. (2020). ASR potential of nickel slag fine aggregate in blast furnace slag-fly ash geopolymer and Portland cement mortars. *Construction and Building Materials*, 262, 119990. doi: <http://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.119990>
7. Khan, M. N. N., Sarker, P. K. (2019). Alkali silica reaction of waste glass aggregate in alkali activated fly ash and GGBFS mortars. *Materials and Structures*, 52 (5). doi: <http://doi.org/10.1617/s11527-019-1392-3>
8. Peng, Z., Shi, C., Shi, Z., Lu, B., Wan, S., Zhang, Z. et. al. (2020). Alkali-aggregate reaction in recycled aggregate concrete. *Journal of Cleaner Production*, 255, 120238. doi: <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120238>

9. Barreto Santos, M., De Brito, J., Santos Silva, A. (2020). A Review on Alkali-Silica Reaction Evolution in Recycled Aggregate Concrete. *Materials*, 13 (11), 2625. doi: <http://doi.org/10.3390/ma13112625>
10. Leemann, A., Borchers, I., Shakoorioskooie, M., Griffa, M., Müller, C., Lura, P. (2019). Microstructural analysis of ASR in concrete – accelerated testing versus natural exposure. *International Conference on Sustainable Materials, Systems and Structures (SMSS) Durability, monitoring and repair of structures*. Rovinj, 222–229. Available at: <https://www.dora.lib4ri.ch/empa/islandora/object/empa:19231>
11. Mahanama, D., De Silva, P., Kim, T., Castel, A., Khan, M. S. H. (2019). Evaluating Effect of GGBFS in Alkali-Silica Reaction in Geopolymer Mortar with Accelerated Mortar Bar Test. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 31 (8), 04019167. doi: [http://doi.org/10.1061/\(asce\)mt.1943-5533.0002804](http://doi.org/10.1061/(asce)mt.1943-5533.0002804)

TECHNOLOGY AND SYSTEM OF POWER SUPPLY

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.247551

INCREASE OF DYNAMIC STABILITY OF A BASIS AT OPERATION OF THE COMPRESSOR EQUIPMENT OF THE ABAZIVKA UNIT OF COMPLEX GAS PREPARATION

pages 43–47

Olena Mykhailovska, PhD, Associate Professor, Department of Oil and Gas Engineering and Technology, National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic», Poltava, Ukraine, e-mail: helena_2005@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7451-3210>

Mykola Zotsenko, Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Building Structures, National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic», Poltava, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1886-8898>

The object of research is the basis of the compressor equipment of the complex gas treatment plant at the Abazivka field and the strengthening of the base soils with soil-cement elements, which are proposed to be arranged with the use of drilling technology. The research area is located on the territory of the current Abazivka Integrated Gas Preparation, near the village of Bugaivka, Poltava region, Ukraine. Abazivka Integrated Gas Preparation receives products from wells in Abazivka and Sementsivske deposits. It is proposed to carry out the reconstruction of Integrated Gas Preparation, which includes strengthening the foundation of the compressor model C1004-JGT/2-1 manufactured by «Propak» (Alberta, Canada). The amplitudes of oscillations of the compressor foundation were determined at a speed of 1400 rpm at the appropriate site with geological conditions. The magnitudes of oscillations and subsidence of the compressor foundation of the Abazivka complex of complex gas treatment were investigated experimentally. When determining the amplitudes of oscillations of the compressor foundations, only the amplitudes of oscillations in the direction parallel to the sliding of the pistons were calculated, and the influence of the vertical component of the perturbing forces was not taken into account. It is established that the amplitude of horizontal-rotational oscillations of the upper face of the compressor foundation relative to the horizontal axis exceeds the maximum allowable. It is substantiated that soil cement is a sufficiently strong and waterproof material that can be used to strengthen the base during the construction of equipment foundations. The possibility of application of the technology of application of soil-cement piles, made by brown-mixing technology for strengthening the base under the foundation of the compressor, is described and investigated. It is proposed to reinforce the base with rows of soil-cement elements, which will increase the modulus of deformation of the base, which is represented by loam, light

to 14.3 MPa. In the case of strengthening the base, the amplitude of horizontal-rotational oscillations of the upper face of the compressor foundation is much less than the maximum allowable 0.1 mm. The subsidence of the foundation at reinforcement of the base, which does not exceed the maximum allowable value, is determined. Soil-cement elements are proposed to be arranged according to the drilling technology.

Keywords: complex gas treatment plant, soil cement, vibration amplitude, compressor foundation, drilling technology, deformation module.

References

1. Bida, S. V., Velykodnyy, Yu. Y., Lartseva, I. I., Yaholnyk, A. M., Paltsun, O. A. (2017). Zakriplennya skhlyiv gruntotsementnyy elementamy vyhotovleny za burozmishuval'noyu tekhnolohiyeyu. *Novi tekhnolohiyi v budivnytstvi*, 32, 101–106.
2. Petrash, A. V., Petrash, R. V., Petrash, S. S. (2014). Burosmyetel'naya tekhnolohyya dlya yz-hotovlenyya fundamentov pod sotsyal'noe zhyly'e. *Visnyk Donbas'koyi natsional'noyi akademiyi budivnytstva i arkhitektury. Budivli ta konstruksiyi iz zastosuvannyam novykh materialiv ta tekhnolohiy*, 4 (108), 67–70.
3. Zotsenko, M. L., Pavlikov, A. M., Petrash, O. V. (2012). Vplyv povzdovzhn'oho armuvannya na nesuchu zdatnist' pal' z gruntotsementu. *Stroytel'stvo, materiyalovedenye, mashynostroenye*, 65, 240–244.
4. Krysan, V., Krysan, V. (2018). Jet and jet-mixing grouting. *Academic journal. Series: Industrial Machine Building, Civil Engineering*, 2 (51), 68–72. doi: <https://doi.org/10.26906/znp.2018.51.1294>
5. Lartseva, I. I., Rozhovska, L. I. (2012). Budivnytstvo ob'yektiv hirnycho-zbahachuval'noho kombinatu na gruntakh, zakriplenykh z vykorystannyam burozmishuval'noyi tekhnolohiyi. *Zbirnyk naukovykh prats' (haluzeve mashynobuduvannya, budivnytstvo)*, 4, 165–170.
6. Kirichek, Yu. O., Komissarov, H. V. (2019). Soil-cement structures at the erection of foundations of buildings and structures. *Bulletin of Prydniprov'ska State Academy of Civil Engineering and Architecture*, 3, 42–50. doi: <https://doi.org/10.30838/j.bp-sacea.2312.040719.42.462>
7. Seco e Pinto, P. S.; Sravits-Nossan, V. (Ed.). (2006). Ground improvement. New developments. *Proceedings of the 17 th. EYGEC*, 3–36.
8. Kuokkanen, M. (2006). Mass and Column for a Stabilization of Peat and Clay for a Road Embankment in Sodertalje, Sweden. *Proceedings of the 17 th. EYGEC*, 123–132.
9. Marchenko, V., Nesterenko, T. (2014). Influence of vibration time during preparation soil-cement piles on their bearing capacity. *Conference reports materials «Problems of energy saving and nature use 2013»*. Budapest, 78–83.
10. Zotsenko, N. L., Vynnykov, Yu. L., Zotsenko, V. N. (2016). *Soil-cement piles by drilling-mixing technology*. Kharkiv: Drukarnya Madryd, 94.

11. Larsson, S. (2003). *Mixing processes for ground improvement by deep mixing*. Stockholm: Royal Institute of Technology, 218.

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.247226

SELECTION OF EFFECTIVE METHODS OF INCREASING OIL RECOVERY IN DEPLETED FIELDS BASED ON RETROSPECTIVE ANALYSIS

pages 48–51

Volodymyr Doroshenko, Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Oil and Gas Technologies, Engineering and Heat Power Engineering, Odessa National Academy of Food Technologies, Odessa, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3408-6124>

Oleksandr Titlov, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of Department, Department of Oil and Gas Technologies, Engineering and Heat Power Engineering, Odessa National Academy of Food Technologies, Odessa, Ukraine, E-mail: titlov1959@gmail.com, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1908-5713>

The object of research is methods of increasing oil recovery in «old», depleted oilfields. One of the main tasks of the oil-extracting industry in any country in the world was and still is ensuring the project level of oil production at the maximum possible coefficient of its extraction from the subsoil. In this case it is extremely important to study and use technological methods and means of acquired experience in oilfield development.

The paper considers the historical aspects of the development of stabilization and oil recovery methods from 1770s to the present day on the example of Ukrainian oilfields. In parallel with the history of the implementation of methods, their physical and technological content and conditions of application are discussed. Of all the methods used to increase the level of oil production, the most effective ones, which have found application at certain stages of the Ukrainian oilfields' development, are considered. This is, first of all, a vacuum process, areal flooding, cyclic flooding, gas and water-gas repression, injection of surfactants, surfactant polymer-containing systems, polymer flooding, horizontal branched drilling. The methods development analysis is considered against the background of their geological and industrial acceptability and obtaining technical and economic effects. Based on the results of the study, a group of methods has been identified. These methods are advised to apply in geological and industrial conditions, similar to those described, which should ensure the expected efficiency. Undoubtedly, along with this, it is advisable to use the methods of mathematical modeling of oilfield development processes. Proposals are formulated on the conditions and

principles of applying the methods under consideration in order to improve the systems for the development of oilfields. It has been established that the most acceptable methods of increasing oil recovery in depleted oilfields are the injection of surfactant solutions both independently and together with an aqueous solution of polyacrylamide, creation of gas-water repression and polymer flooding, in which preference is given to AN132SH and AN125SH reagents of FLOPAAM S series from SNF FIOERGEL.

Keywords: depleted oilfields, stabilization of the production level, surfactants, polymer systems, additional oil production.

References

1. Tarianyk, T. N. (2021). *Problemy neftianoï promyshlennosti*. Available at: https://spravochnik.ru/ekonomika/vidy_i_formy_promyshlennosti/problemy_neftyanoy_promyshlennosti/
2. *RD 153-39.0-110-01. Geologo-promyslovii analiz razrobotki neftianykh i gazoneftianykh mestorozhdenii*. (2002). Moscow. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/1200039442>
3. *Pennsylvania oil rush*. Available at: https://en.wikipedia.org/wiki/Pennsylvania_oil_rush
4. *My byli pervymi: vsia mirovaia morskaiia nefte dobycha nachinalas s Neftianykh Kamnei*. Available at: <https://news.day.az/politics/1173427.html>
5. *Neftegazovye mestorozhdeniia: Krasnodarskii krai*. Available at: https://www.nftn.ru/oilfields/russian_oilfields/krasnodarskij_kraj/25
6. *Nafta i haz Prykarpattia. Narisy istorii*. (2004). Krakiv-Kyiv: Naukova dumka, 570.
7. Kovalko, M. P. (Ed.) (1997). *Nafta i haz Ukrainy*. Kyiv: Naukova dumka, 376.
8. Ivanishin, V. S. (1981). *Osobennosti razrobotki mnogoplastovykh neftianykh zalezhei s nizkopronitsaemyimi kolektorami*. Moscow: Nedra, 167.
9. Malinowski, J. (2005). *Galicja pachmaca nafta*. Krosno: Hedom, 133.
10. Firman, V., Tarnavskiy, R. (2012). *Boryslav-nashe misto*. Lviv: Svichado, 152.
11. Ivanytskyi, Ye., Mykhalevych, V. (1995). *Istoriia Boryslavskoho naftopromyslovoho raionu*. Drohobych: Dobre sertse, 128.
12. Yatsura, Ya., Nazarchuk, V. (2004). *Nafta Nadvirmishchyny*. Lviv: Atlas, 126.
13. Ohanov, K. O., Doroshenko, V. M., Yeher, D. O., Zarubin, Yu. O., Kovalko, M. P. (2005). *Novi metody pidvyshchennia naftovylyuchennia plastiv*. Kyiv: Naukova dumka, 352.
14. Boiko, V. S., Kondrat, R. M., Yaremiichuk, R. S. (Eds.) (1996). *Dovidnyk z naftohazovoi spravy*. Kyiv: Lviv, 620.
15. Doroshenko, V. M., Prokopiv, V. Y., Rudyi, M. I., Shcherbii, R. B. (2013). Shchodo vprovadzhennia polimernoho zavodnennia na naftovykh rodovyshchakh Ukrainy. *Naftohazova haluz Ukrainy*, 3, 29–32.

MECHANICAL ENGINEERING TECHNOLOGY

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.247667

ЗАСТОСУВАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНО-КЕРОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ШТАМПУВАННЯ ВИБУХОМ ОБОЛОНКОВИХ ДЕТАЛЕЙ сторінки 6–13

Шлык С. В.

Об'єктом дослідження є процеси імпульсної металообробки (гідровибухове штампування, магнітно-імпульсне, електрогідравлічне, газодетонаційне тощо). Серед цих методів штампування для отримання деталей авіадвигунів з циліндричних та конічних заготовок найбільш ефективним за своїми енергосиловими можливостями та габаритними розмірами є вибуховий. Сучасний рівень теорії та практики процесів обробки металів тиском дозволяє на базі системного підходу та теорії керування визначити оптимальні параметри процесів пластичної формозміни, обрати найкращі технічні рішення та створити передумови переходу до комплексної автоматизації. Найскладнішою задачею оптимізації методів пластичного формоутворення є знаходження найкращого рішення серед багатьох потенційно можливих, з урахуванням введених обмежень та критеріїв ефективності, враховуючи екологічні, економічні, технічні, ергономічні та інші вимоги. Найбільш проблемним є те, що оптимізувати процес формозміни *post factum* неможливо (необхідні доводочні роботи, усунення дефектів форми та розмірів, заварювання тріщин тощо). Тому при рішенні задач оптимізації потрібна реалізація принципу зворотного зв'язку – порівняння значення регульованої змінної, що визначається керуючою програмою, з потрібним значенням. В цілому, процесам обробки металів тиском властиве різноманіття задач теорії оптимального керування, рішення яких здійснюється методами математичного програмування. І, хоча устаткування для імпульсної обробки може мати різну конструкцію, однак обов'язково включає в себе конструктивні елементи, що дозволяють перетворити енергію джерела та з її допомогою (за допомогою впливу твердого тіла, передавального середовища або поля) деформувати метал заготовки. Завдяки цьому у даній роботі пропонується керування якістю отримуваних деталей здійснювати шляхом варіювання ступеня деформації заготовки у процесі формоутворення. Результатом роботи є розробка комплексної інтелектуальної системи, за допомогою якої можна здійснити автоматизоване проектування практично всіх процесів імпульсної дії на основі інтелектуального вибору найбільш підходящих параметрів формоутворення.

Ключові слова: штампування вибухом, оболонкова деталь, деталі авіадвигуна, зварювальний шов, інтелектуальна система, метод скінченних елементів.

MECHANICS

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.244597

ВПЛИВ ЗВУКОПОГЛИНАЛЬНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ШУМОЗАХИСНИХ ЕКРАНІВ НА УЧАСНИКІВ ДОРОЖНЬОГО РУХУ сторінки 14–18

Заєць В. П., Біда Д. В.

Об'єктом дослідження є звукове поле від лінійних джерел звуку між двома паралельними імпедансними шумозахисними екранами. Наявність екранів призводить до зміни структури звукового поля, внаслідок чого рівень звукового тиску в області між екранами зростає. Збільшення рівнів звуку призводить як до зменшення ефективності шумозахисних екранів, так і до збільшення негативного впливу на учасників транспортного руху. Одним із виходів з цієї ситуації є будівництво екранів зі звукопоглинальними властивостями. В даній роботі розглянуто вплив імпедансних властивостей екранів на рівні звукового тиску в області між екранами.

Для обчислення звукового поля довкола екрану було обрано метод скінченних елементів. В програмному середовищі *Comsol Multiphysics* було побудовано комп'ютерну модель лінійного джерела звуку з вертикальними звукопоглинальними екранами з обох боків від джерела. Звукопоглинальні властивості екрану було задано акустичним імпедансом лицьової сторони екрану. Розрахунок звукових полів було проведено в октавних смугах з середньгеометричними частотами від 31 до 500 Гц. Крім того, параметрами, які також піддавалися аналізу, були відстань між екранами та їх висота.

Розв'язання задачі дозволило отримати поле рівнів звукового тиску довкола екранів. Змінні параметри моделювання дозволили провести аналіз великої кількості ситуацій взаємного розташування екранів та їх висот, що зустрічаються в інженерній діяльності. Проведені дослідження показали, що лише на низьких частотах і відносно невеликих відстанях між екранами рівні звукового тиску можуть суттєво зростати. Однак було також показано, що використання звукопоглинального облицювання шумозахисних екранів дозволяє зменшити рівні звукового тиску в області між екранами та покращити акустичні умови перебування учасників дорожнього руху.

Ключові слова: шумозахисний екран, рівень звукового тиску, імпедансні властивості, звукопоглинальний екран, відбиття звуку, паралельні екрани.

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.244643

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПОЛІВ НАДНИЗЬКОЇ ІНТЕНСИВНОСТІ НА БІОЛОГІЧНІ ОБ'ЄКТИ сторінки 19–26

Волошик Ю. А., Куліш С. М., Олійник В. П., Фролов А. В.

Об'єктом дослідження є ефективність впливу електромагнітного поля (ЕМП) наднизької інтенсивності на біологічні об'єкти (БО), яке формується генератором широкодіапазона випромінювання. Принцип дії генератора базується на формуванні

електромагнітного випромінювання, збудженого періодичним імпульсним газовим розрядом в коаксіальній системі електродів, навантажений на діелектричну стержневу антену. Для отримання порівняльної оцінки біоефективності впливу розроблена методика вибору сигналів і відповідної апаратури, енергетичні характеристики випромінювання якої відповідають критерію нетеплового впливу на біооб'єкти. Запропоновано новий метод обробки даних експерименту з використанням статистичних розрахунків, який відповідає вимогам щодо обробки та інтерпретації результатів. В якості біологічних об'єктів дослідження впливу електромагнітних коливань міліметрового діапазону використано насіння пшениці та взаємодія електромагнітних коливань міліметрового діапазону із клітини кісткового мозку щурів. Отримано біосенсорний ефект при впливі ширококутового випромінювання наднизької інтенсивності, в порівнянні з контрольною вибіркою. Спостерігається зміна властивостей насіння, зокрема, теплостійкість. Згідно з експериментальними даними насіння виявляється менш схильним до впливу тепла в результаті їх попередньої обробки ЕМП. Спостерігається залежність біологічного відгуку від частоти та часу опромінення. Також експериментально доведена залежність зменшення кількості мертвих клітин від часу опромінення ЕМП. Розраховано рівняння залежності вибіркової середньої частки мертвих клітин кісткового мозку щурів від часу опромінення. Виявлено біосенсорний ефект при впливі ширококутового ЕМП наднизької інтенсивності розробленого випромінювача. Встановлено та статистично доведено, що мінімальний час з максимальним позитивним ефектом впливу електромагнітним випромінюванням міліметрового діапазону (ЕМВ ММД) на клітини кісткового мозку щурів становить 30 хвилин, в порівнянні з неопроміненим зразком. Отримані результати дозволяють оцінити позитивний вплив електромагнітних коливань на БО та запропонувати результати проведених досліджень для практичного використання при розробці медичних систем.

Ключові слова: інформаційно-хвильова технологія, електромагнітне випромінювання наднизької інтенсивності, нетепловий вплив, коаксіальна антена, імпульсний газовий розряд.

METALLURGICAL TECHNOLOGY

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.247736

ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ОХОЛОДЖЕННЯ ПІД ЧАС ГАРТУВАННЯ СТАЛІ У ВОДНИХ РОЗЧИНАХ ПОЛІАЛКІЛЕНГЛІКОЛЮ

сторінки 27–35

Кобаско М. І.

Об'єктом досліджень є водні розчини поліалкіленгліколя (ПАГ), що застосовуються в якості гартувальних середовищ. Гартувальні середовища тестують за допомогою стандартного циліндричного зразка, виготовленого з матеріалу Інконел 600. Основною та не вирішеною проблемою є перехід від стандартного зразка до реальної деталі, що дасть змогу робити інженерні розрахунки. Приймаючи це до уваги, в роботі досліджені охолоджуючі здібності ПАГ різної концентрації та підкреслена можливість характеризувати інтенсивність гартування числом Кондратева K_n , яке змінюється в межах $0 \leq K_n \leq 1$ при зміні узагальненого числа Біо Bi_v в інтервалі $0 \leq Bi_v \leq \infty$. Головним результатом досліджень є кореляція між числом K_n стандартного зразка та реального виробу, яка в більшості випадків при відсутності плівкового кипіння представляє собою лінійну залежність. Це дає змогу оптимізувати процес гартування: отримати стискні залишкові напруження на поверхні загартованих виробів, заощадити легуючі елементи, та покращити екологію. Досягається це за рахунок належного вибору сталі, яка забезпечує оптимальну глибину гартування. Згідно патенту України № 114174, хімічний склад сталі узгоджується з формою та розмірами виробу. Також число K_n дає змогу привирати процес охолодження в момент досягнення максимальних стискних напружень на поверхні загартовуваних виробів, що суттєво збільшує якість гартування. Прерване охолодження запобігає також утворенню гартувальних мікротріщин та зменшує деформацію загартованих виробів. Отримані результати досліджень можуть бути корисними для інженерів на виробництві та науковцям для подальших досліджень.

Ключові слова: процес гартування, число Кондратева K_n , час охолодження, хімічний склад, водні розчини поліалкіленгліколя (ПАГ).

MATERIALS SCIENCE

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.244780

РОЗРОБКА СКЛАДУ ШЛАКОЛУЖНОГО БЕТОНУ НА ОСНОВІ РЕАКЦІЙНО ЗДАТНИХ ЗАПОВНЮВАЧІВ

сторінки 36–42

Ковальчук О. Ю., Зозулинець В. В.

Об'єктом дослідження є процес направленої структуроутворення в тілі лужного бетону, виготовленого з використанням реакційно здатного заповнювача, у даному випадку базальту, та процес розвитку деформацій в такому бетоні. Проблема використання реакційно здатних заповнювачів полягає у тому, що вони є причиною виникнення лужної корозії. Вона проявляється у вигляді тріщин та прошарків гелеподібних речовин, що утворюються в місці контакту заповнювача з цементним каменем.

При проведенні досліджень було використано методи фізико-хімічного аналізу (рентгенофазовий, диференційно-термічний та термогравіметричний аналізи, електронна мікроскопія, інфрачервона спектроскопія, мікрозондовий аналіз). А також було використано методи математичного планування експериментів залежності фізико-технічних властивостей цементів та напрямків їх структуроутворення. Також проведення досліджень здійснювалось, спираючись на аналіз світових здобутків у вирішенні питання лужної корозії бетону.

Визначено можливість спільної роботи матриці лужних цементів і активних заповнювачів, представлених базальтом. Оптимізовано компонентний склад лужного цементу та доведено необхідність підвищення кількості лужного компоненту в системі для нормального протікання процесів структуроутворення. Проведено дослідження впливу технічних факторів та умов тверднення на розвиток

процесів структуроутворення досліджуваних композицій. Досліджено деформаційні властивості дрібнозернистого бетону на основі шлаколужного цементу та базальтового заповнювача. Показано, що деформації розширення зразків, що супроводжують процес лужної корозії заповнювача в бетоні, напряму пов'язані із компонентним складом та умовами тверднення матеріалу.

Отримані результати досліджень підтверджують можливість використання активних заповнювачів для виготовлення будівельних матеріалів, зокрема, на основі лужних цементів. Але для безпечного перебігу процесів структуроутворення компонентний склад системи доводиться коригувати шляхом введення активної мінеральної добавки та додаткового лужного компоненту. Використання ж гідрофобізуючих добавок дозволяє підвищити міцність матеріалу навіть при експлуатації в нормальних тепловологісних умовах.

Ключові слова: лужний цемент, лужний бетон, реакційно здатний заповнювач, лужна корозія заповнювача, показник лужності (рН).

TECHNOLOGY AND SYSTEM OF POWER SUPPLY

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.247551

ПІДВИЩЕННЯ ДИНАМІЧНОЇ СТІЙКОСТІ ОСНОВИ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ КОМПРЕСОРНОГО ОБЛАДНАННЯ АБАЗІВСЬКОЇ УСТАНОВКИ КОМПЛЕКСНОЇ ПІДГОТОВКИ ГАЗУ сторінки 43–47

Михайловська О. В., Зоценко М. Л.

Об'єктом дослідження є основа компресорного обладнання установки комплексної підготовки газу на Абазівському родовищі та підсилення ґрунтів основи ґрунтоцементними елементами, які пропонується влаштувати із використанням бурозмішувальної технології. Ділянка досліджень розташована на території діючої Абазівської установки комплексної підготовки газу (УКПГ), поблизу с. Бугайка, Полтавської області, Україна. На Абазівське УКПГ надходить продукція свердловин Абазівського та Семенцівського родовищ. Запропоновано здійснити реконструкцію УКПГ, що включає підсилення фундаменту компресора моделі С1004-JGT/2-1 виробництва компанії «Ргорак» (Альберта, Канада). Амплітуди коливань фундаменту компресора визначено при частоті обертання 1400 об/хв на відповідному майданчику з геологічними умовами. Експериментально досліджено величини коливань та осідань фундаменту компресора Абазівської установки комплексної підготовки газу. При визначенні амплітуд коливань фундаментів компресора обчислювали лише амплітуди коливань в напрямку, паралельному ковзанню поршнів, і не враховували вплив вертикальної складової збурюючих сил. Встановлено, що амплітуда горизонтально-обертальних коливань верхньої грані фундаменту компресора відносно горизонтальної осі перевищує гранично допустиму. Обґрунтовано, що ґрунтоцемент є достатньо міцним та водонепроникним матеріалом, який можливо застосувати для зміцнення основи при зведенні фундаментів обладнання. Описано та досліджено можливість застосування технології застосування ґрунтоцементних палів, що виготовлені за бурозмішувальною технологією для зміцнення основи під фундаментом компресора. Запропоновано виконати підсилення основи рядами ґрунтоцементних елементів, що дозволить збільшити модуль деформації основи, що представлена суглинком лесованим, легким до 14,3 МПа. У випадку підсилення основи амплітуда горизонтально-обертальних коливань верхньої грані фундаменту компресора значно менше гранично допустимої 0,1 мм. Визначено осідання фундаменту при підсиленні основи, що не перевищує гранично допустимої величини. Ґрунтоцементні елементи запропоновано влаштувати за бурозмішувальною технологією.

Ключові слова: установка комплексної підготовки газу, ґрунтоцемент, амплітуда коливань, фундамент компресора, бурозмішувальна технологія, модуль деформації.

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.247226

ВИБІР ЕФЕКТИВНИХ МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ НАФТОВИДОБУВАННЯ НА ВИСНАЖЕНИХ РОДОВИЩАХ НА ОСНОВІ РЕТРОСПЕКТИВНОГО АНАЛІЗУ сторінки 48–51

Дорошенко В. М., Тітлов О. С.

Об'єктом дослідження є методи підвищення нафтовилучення на «старих», виснажених родовищах. Одним з головних завдань нафтовидобувної галузі будь-якої країни світу було і є забезпечення проектного рівня видобутку нафти при максимально можливо-му коефіцієнті її вилучення з надр. В цьому напрямку надзвичайно важливим є вивчення та використання технологічних прийомів і засобів з набутого досвіду розробки родовищ.

В роботі на прикладі родовищ України розглянуто історичні аспекти розвитку методів стабілізації та підвищення нафтовилучення, починаючи з 1770 років по теперішній час. Паралельно з історією впровадження методів, розкрито їх фізико-технологічний зміст та умови застосування. З усіх використаних методів підвищення рівня видобутку нафти розглянуто найбільш ефективні, що найшли застосування на певних стадіях розробки родовищ України. Це, насамперед, вакуум процес, площове заводнення, циклічне заводнення, газова та водогазова репресія, нагнітання поверхнево-активних речовин, поверхнево-активних полімервміщуючих систем, полімерне заводнення, горизонтально-розгалужене буріння. Аналіз розвитку методів розглянуто на тлі їх геолого-промислової прийнятності та отримання техніко-економічного ефекту. За результатами дослідження виділено групу методів, які доцільно застосовувати в геолого-промислових умовах, аналогічних до описаних, що повинно забезпечити очікувану ефективність. Безперечно, поряд з цим, доцільно застосування методів математичного моделювання процесів розробки нафтових родовищ. Сформовані пропозиції щодо умов та принципів застосування розглянутих методів з метою удосконалення систем розробки нафтових родовищ. Встановлено, що найбільш прийнятними методами підвищення нафтовилучення на виснажених родовищах є нагнітання розчинів поверхнево-активних речовин як самостійно, так і сумісно з водним розчином поліакриламід, створення газоводяної репресії та полімерне заводнення, в якому перевага надається реагентам AN132SH та AN125SH серії FLOPAAM S компанії SNF FLOERGER.

Ключові слова: виснажені нафтові родовища, стабілізація рівня видобутку, поверхнево-активні речовини, полімерні системи, додатковий видобуток нафти.