



MECHANICAL ENGINEERING TECHNOLOGY

DOI: 10.15587/2706-5448.2020.208493

ANALYSIS OF DUAL-FLOW PLATES WITH A LARGE FREE SECTION

page 4–7

Taranenko Gennadiy, PhD, Associate Professor, Department of Mechanical Engineering and Equipment Industry, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University, Severodonetsk, Ukraine, e-mail: gtaranenko@ukr.net, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8240-6773>

The object of research is the dual-type plates with a large free section. One of the most problematic areas of such plates is their low efficiency, which depends on the operating mode of the dual-type plates with a large free section. The gas-liquid layer on such plates is represented by drops and films of liquid, which are the dispersed phase. In this case, the continuous phase is gas. Insufficient liquid supply on dual-flow plates with a large free section leads to a decrease in the efficiency of such plates.

During the research, the method of hydrodynamic modeling was used. This method consists in the fact that the dual-flow plates are investigated first in experimental installations, and their results, according to a certain method, are used to calculate industrial plates.

A study of dual-flow plates with a large free section in a wide range of gas and liquid loads has been carried out. The range of work of the plates has been determined. It has been established that the hydraulic resistance of the dual-flow plates with a large free section depends little on the diameter of the column apparatus. An almost complete coincidence of the dependence of the height of the gas-liquid layer on the gas velocity in the column cross-section is shown for dual-flow plates with a large free section installed in columns with diameters $D=0.057$, 0.4 and 2 m. It is revealed that a column with a diameter of $D=0.057$ m can be used to simulate the operation of dual-flow plates with a large free section of industrial diameter. For example, for dual-flow plates of the usual free section during hydrodynamic modeling, it is necessary to use pilot plants with columns of larger diameter $D=0.15–0.25$ m with a large free cross-section can operate at significantly higher gas and liquid velocities compared to the dual-flow plates with a conventional free cross-section.

The use of dual-flow plates with a large free section is recommended in absorption processes at high irrigation densities.

Keywords: dual-flow plate, large free section of the column, hydraulic resistance, height of the gas-liquid layer.

References

1. Syeda, S. R., Afacan, A., Chuang, K. T. (2007). A Fundamental Model for Prediction of Sieve Tray Efficiency. *Chemical Engineering Research and Design*, 85 (2), 269–277. doi: <http://doi.org/10.1205/cherd06111>
2. *Bubble Tray Design Manual* (1958). New York: American Institute of Chemical Engineers, 94.
3. Chan, H., Fair, J. R. (1984). Prediction of point efficiencies on sieve trays. 1. Binary systems. *Industrial & Engineering Chemistry Process Design and Development*, 23 (4), 814–819. doi: <http://doi.org/10.1021/i200027a032>
4. Chen, G. X., Chuang, K. T. (1993). Prediction of point efficiency for sieve trays in distillation. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 32 (4), 701–708. doi: <http://doi.org/10.1021/ie00016a017>
5. Diener, D. A. (1967). Calculation of Effect of Vapor Mixing on Tray Efficiency. *Industrial & Engineering Chemistry Process Design and Development*, 6 (4), 499–503. doi: <http://doi.org/10.1021/i260024a018>
6. Gerster, J. A., Hill, A. B., Hochgraf, N. N., Robinson, D. G. (1958). *Tray Efficiencies In Distillation Columns American Institute of Chemical Engineers (AIChE)*. Final report from the University of Delaware. New York, 118.
7. Bennett, D. L., Agrawal, R., Cook, P. J. (1983). New pressure drop correlation for sieve tray distillation columns. *AIChE Journal*, 29 (3), 434–442. doi: <http://doi.org/10.1002/aic.690290313>
8. Mukhlenov, I. P., Tarat, E. Ia., Tubolkin, A. F., Tumarkina, E. S. (1977). *Pennii rezhim i pennye apparaty*. Leningrad: Khimiia, 304.
9. Taranenko, G. V. (2019). Gas content on dual-flow plate in a combined contact device. *ScienceRice*, 1 (54), 19–25. doi: <http://doi.org/10.15587/2313-8416.2019.155858>
10. Taranenko, G. V. (2013). *Gidravlicheskie i massoobmennye kharakteristiki tarelok provalnogo tipa s razlichnym diametrom otverstii*. Lugansk: VNU im. V. Dalia, 174.
11. Taranenko, G. V. (1984). *Gidrodinamika i massopredacha kombinirovannogo kontaktnogo ustroystva*. GIAP, 298.

DOI: 10.15587/2706-5448.2020.210373

DEVELOPMENT OF METHOD OF TESTING A SET OF SCREEN-EXHAUST DEVICES IN THE HELICOPTER Mi-8MSB-B

page 8–15

Kinaschuk Mykhailo, Postgraduate Student, Department of Aircraft Engines, National Aviation University, Kyiv, Ukraine, e-mail: kinaschukm.i@gmail.com, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7130-8470>

The object of research is a set of screen-exhaust devices (SED) as part of the Mi-8MSB-V helicopter (Ukrainian version of the modernization of the Soviet multipurpose Mi-8 helicopter, developed by Motor Sich JSC, Zaporizhzhia, Ukraine). The SED set is designed to reduce the infrared signature of helicopters equipped with TV3-117 turboshaft engines of all modifications for the Mi-8MSB-V, Mi-8MT, Mi-14 and Mi-24.

One of the problem areas is the lack of methods for solving the problem of determining the parameters and tactical and technical characteristics when examining SED as part of an aircraft during testing and research, which must be carried out in accordance with the approved Technical Operation Manual.

When constructing the developed methodology, the rules of the Technical Operation Manual and the Helicopter Flight Operation Manual were applied, which allows testing in compliance with flight safety standards. Flight tests serve as a source of information for analytical calculations, the SED models and verification of their reliability by checking the convergence of the parameters of the functioning process under the same conditions using simulation and flight experiments.

The developed technique of research and testing of a set of screen-exhaust devices makes it possible to check the performance of a specific sample in all flight modes. The technique makes it possible to determine the level of engine power losses in different operating modes using the parameters of the on-board information collection facilities in conjunction with SED. This makes it possible to obtain a characteristic of fuel consumption in the case of a set of screen-exhaust devices installed on board and without it. The technique takes into account the possibility of simultaneously conducting both flight and ground tests of SED to construct an infrared radiation indicatrix and determine the distances and angles of target capture by the homing head of portable anti-aircraft missile systems.

Analysis of the data obtained made it possible to determine the direction of further computational and experimental studies aimed at improving the flow path of the SED.

Keywords: screen-exhaust device, infrared radiation, Mi-8MSB-V helicopter, flight modes, fuel consumption.

References

1. Kulyk, M. S., Arkhipov, M. I., Hrekov, P. I. et. al; Kulyk, M. S. (Ed.) (2013). *Dozovkovi hazovi ezhektory ekranno-vykhlopnykh prystroiv HTD*. Kyiv: Nats.avia un-t, 142.
2. *Kataloh zapchastei My-8* (2020). OOO Vertol. Available at: http://vertol.com.ua/product/katalog-zapchastei-mi-8#slide-4-field_prod_image-102
3. *Na vooruzhenie VSU priniaty kombinirovannoe ustroistvo vybrosa «ADROS» KUV 26-50-0 i ekranno-vykhlopnoe ustroistvo «ADROS» ASH-01V* (2017). Krylia vse ob ukrainskoi aviatsii. Available at: <http://www.wing.com.ua/content/view/17611/36/>
4. Sheliakin, O. M., Borysiuk, O. P., Shein, I. V. (2016). *Obgruntuvannia alhorytmichnykh zavdan suchasnykh analitychnykh zasobiv bortovoho kompleksu oborony litalnykh aparativ*. Kharkivskiy Universytet Povitrianykh Syl, 46–50.
5. Marynowski, T., Desevaux, P., Mercadier, Y. (2009). An Investigation of Ejector Design by CFD Modelling. *International Journal of Turbo and Jet Engines*, 26 (1), 61–78. doi: <http://doi.org/10.1515/tjj.2009.26.1.61>
6. Zhang, J., Pan, C., Shan, Y. (2014). Progress in helicopter infrared signature suppression. *Chinese Journal of Aeronautics*, 27 (2), 189–199. doi: <http://doi.org/10.1016/j.cja.2014.02.007>
7. Zhou, Z., Huang, J., Wang, J. (2019). Radar/infrared integrated stealth optimization design of helicopter engine intake and exhaust system. *Aerospace Science and Technology*, 95, 105483. doi: <http://doi.org/10.1016/j.ast.2019.105483>
8. Rohacs, J., Jankovics, I., Gal, I., Bakunowicz, J., Mingione, G., Carozza, A. (2018). Small Aircraft Infrared Radiation Measurements Supporting the Engine Airframe Aero-thermal Integration. *Periodica Polytechnica Transportation Engineering*, 47 (1), 51–63. doi: <http://doi.org/10.3311/pptr.11514>
9. Mahulikar, S. P., Rao, G. A., Sane, S. K., Marathe, A. G. (2005). Aircraft Plume Infrared Signature in Nonafterburning Mode. *Journal of Thermophysics and Heat Transfer*, 19 (3), 413–415. doi: <http://doi.org/10.2514/1.14686>
10. Mahulikar, S. P., Prasad, H. S. S., Potnuru, S. K. (2008). Infrared Signature Suppression of Helicopter Engine Duct Based on «Conceal and Camouflage». *Journal of Propulsion and Power*, 24 (3), 613–618. doi: <http://doi.org/10.2514/1.28636>
11. Jackson, K. E. (2018). Advances in Rotorcraft Crashworthiness: Trends Leading to Improved Survivability 37th Alexander A. Nikolsky Honorary Lecture. *Journal of the American Helicopter Society*, 63 (2), 1–25. doi: <http://doi.org/10.4050/jahs.63.021001>
12. Kapitanchuk, K. I., Hrekov, P. I., Andriishyn, M. P., Andriishyn, N. M. (2015). *Kharakterystyky hazovoho ezhektora yak elementa vykhidnoho prystroiu*. *Promyslova hidraulika i pnevmatyka*. Vynnytsia: «HLOBUS-PRES», 165–166.
13. Kapitanchuk, K. I. (2017). Sertyfikatsiini nazemni vyprobuvannia ekranno-vykhlopnoho prystroiu vertolotu. *Promyslova hidraulika i pnevmatyka*. Vynnytsia: «HLOBUS-PRES», 123–124.

ELECTRICAL ENGINEERING AND INDUSTRIAL ELECTRONICS

DOI: 10.15587/2706-5448.2020.210242

ESTIMATION OF THE POSSIBILITIES OF THE COMBINED SYNCHRONIZATION SYSTEM WITH OPEN-LINK TO MINIMIZE THE DISPERSION OF THE PHASE ERROR WHEN TRACKING THE CARRIER FREQUENCY UNDER THE CONDITIONS OF THE INFLUENCE OF ADDITIVE NOISE

page 16–22

Turovsky Olexandr, PhD, Associate Professor, Head of Department of Organization of Training and Certification of Postgraduate and Doctoral Students, State University of Telecommunications, Kyiv, Ukraine, e-mail: s19641011@ukr.net, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4961-0876>

The object of the article is the process of evaluating the possibilities of a combined synchronization system with open (compensating) connection to minimize the phase error variance under the influence of additive Gaussian noise.

The issue of improving the quality of the phase synchronization system is a constant topical scientific task and in a number of studies is solved by including the method of developing mathematical models and creating on their basis the appropriate optimal schemes for building these systems. The final stage of development and implementation of such mathematical models in technical solutions and synchronization schemes based on them is the assessment of the limit possibilities of these schemes to minimize the variance of the phase error in different types of noise.

The paper evaluates the possibilities of a combined synchronization system with open (compensating) connection to minimize the phase error dispersion under the influence of additive Gaussian noise by selecting the parameters of the components of the circuit of this connection.

In order to evaluate the work, mathematical dependencies have been developed and refined, which allow to determine the

variance of the phase error under the influence of additive Gaussian noise and the corresponding algorithm for its determination is presented.

The evaluation results presented in the work showed that the value of the error variance for the combined synchronization system is much smaller than for the closed synchronization system with any choice of the parameters of the latter. The effect of reducing the phase error variance by introducing a broken link at a given level of influence depends on the noise signal level and the phase modulation index of the input signal. When using as a simple broken link a frequency discriminator included in the circuit of the combined synchronization system in parallel, the minimum dispersion of the phase error when the noise level rises to a certain critical limit is limited and this broken link loses its effectiveness.

Keywords: carrier frequency synchronization, combined synchronization system, phase error variance, additive Gaussian noise.

References

1. Boiko, Yu. M., Nochka, R. Yu. (2015). Otsiniuvannia yakisnykh pokaznykiv prystroiv synkhronizatsii syhnaliv zasobiv telekomunikatsii. *Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu*, 1, 144–155.
2. Mucchi, L., Marabissi, D., Ranaldi, M., Del Re, E., Fantacci, R. (2004). Impact of synchronization errors and multiple access interference to the performance of UWB impulse radio systems. *Eighth IEEE International Symposium on Spread Spectrum Techniques and Applications – Programme and Book of Abstracts (IEEE Cat. No.04TH8738)*. Sydney, 477–483. doi: <http://doi.org/10.1109/isssta.2004.1371746>
3. Shakhtarin, B. I. (2016). *Analiz sistem sinkhronizatsii pri nalichii pomekh*. Moscow: Goriachaia liniia – Telekom, 360.
4. Glukhov, A. V. (2013). Optimizatsiia parametrov tsifrovyykh filtrov vysokoskorostnogo moduliatora dlia PLC-modemov. *Vestnik Tambovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*, 19 (4), 751–756

5. Lyons, R. G. (2010). *Understanding Digital Signal Processing*. Boston: Prentice Hall, 992.
6. Scheers, B., Le Nir, V. A. (2010). Modified Direct-Sequence Spread Spectrum Modulation Scheme for Burst Transmissions. *Military Communications and Information Systems Conference (MCC'2010)*. Wrocław, 366–373.
7. Turovskiy, O. L. (2019). Minimizatsiia dyspersii fazovoi pomylyky v systemakh fazovoi synkhronizatsii zamknutoho typu v rezhymi stezhennia za nesuchoiu chastotoiu. *Visnyk inzhenernoi akademii*, 4, 22–27.
8. Kucher, D. B., Makohon, V. P. (2013). Vidnovlennia nesuchoi pry koherentnii demodulatsii syhnalu z bezpererвної fazoju zasobiv zviazku. *Nauka i tekhnika Povitrianykh Syl Zbroinykh Syl Ukrainy*, 2 (11), 148–149.
9. Kay, S. (1989). A fast and accurate single frequency estimator. *IEEE Transactions on Acoustics, Speech, and Signal Processing*, 37 (12), 1987–1990. doi: <http://doi.org/10.1109/29.45547>
10. Tikhomirov, A. V., Omelianchuk, E. V., Semenova, A. Iu. (2019). Sinkhronizatsiia v sistemakh s priamym rasshireniem spektra. *Inzhenernii vestnik Dona*, 9, 31–35.
11. Le Nir, V., van Waterschoot, T., Moonen, M., Duplidy, J. (2009). Blind CP-OFDM and ZP-OFDM Parameter Estimation in Frequency Selective Channels. *EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking*, 2009 (1). doi: <http://doi.org/10.1155/2009/315765>
12. Turovskiy, O., Khlaponin, Y., Muhi-Aldin, H. M. et. al. (2020). Combined system of phase synchronization with increased order of astatism in frequency monitoring mode. *CEUR Workshop Proceedings*, 2616 (1), 53–62.
13. Horowitz, P., Hill, W. (2015). *The Art of Electronics*. Cambridge: Cambridge University Press, 1220.
14. Sklar, B. (2017). *Digital Communications: Fundamentals and Applications Second Edition*. Prentice Hall, 1104.
15. Bondarenko, V. N. (2015). *Pomekhoustoichivost priema spektralno – effektivnykh shumopodobnykh signalov*. Krasnoiarisk: Sibirskii Federalnii universitet, 160.
16. Leman, E. (1991). *Teoriia tochechnogo otsenivannia*. Moscow: Nauka, 448.
17. Zalmanzon, L. A. (1989). *Preobrazovaniia Fure, Uolsa, Khaara i ikh primenenie v upravlenii, sviazi i drugikh oblastiakh*. Moscow: Nauka, 496.
18. Misrikhanov, M. Sh. (2003). *Invariantnoe upravlenie mnogomernymi sistemami*. Moscow: Energotomizdat, 236.
19. Marey, M., Steendam, H. (2007). Analysis of the Narrowband Interference Effect on OFDM Timing Synchronization. *IEEE Transactions on Signal Processing*, 55 (9), 4558–4566. doi: <http://doi.org/10.1109/tsp.2007.896020>

TECHNOLOGY AND SYSTEM OF POWER SUPPLY

DOI: 10.15587/2706-5448.2020.210540

ADAPTATION OF MATHEMATICAL MODEL OF HEAT AND ENERGY CHARACTERISTICS OF MEDIUM PRESSURE BOILERS TO REAL OPERATING CONDITIONS

page 23–30

Zhitarenko Volodymyr, Senior Lecturer, Department of Industrial of Thermal Power Plants and of Thermal Supply, Priazov State Technical University, Mariupol, Ukraine, e-mail: zvm0309@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1417-5373>

Bejan Volodymyr, PhD, Associate Professor, Department of the Industrial of Thermal Power Plants and of Thermal Supply, Priazov State Technical University, Mariupol, Ukraine, e-mail: azovbis@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4046-5999>

Ostapenko Oleksij, PhD, Senior Lecturer, Department of Refrigeration Technique and of Conditioning of Air, Odesa National Academy of Food Technologies, Ukraine, e-mail: ostapenkosc@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2903-6918>

The object of this research is the thermal and energy characteristics of medium-pressure boilers at the thermal power plant of a metallurgical plant operating on a common steam header. The fuel used is a mixture of blast furnace and natural gases. The volume fraction of blast furnace gas is 80–95 %. The characteristics of blast-furnace gas are not constant: the elementary composition, humidity and dust content change significantly.

The mathematical model developed for the purpose of comprehensive optimization of the modes of joint operation of boilers requires adaptation of the energy characteristics obtained by calculation to real operating conditions. Adaptation of the calculated energy characteristics was carried out individually on the basis of thermal balance tests of boilers and taking into account the design and operational features of each boiler. During the tests, the fraction of the convective component of heat transfer in the furnace for the considered boiler units was determined using a non-stationary heat meter. The absolute value of the heat flux density was determined according to the theory of non-stationary regular heating of the sensitive element (SE). It was found that as the fuel burns out, the level of heat fluxes decreases,

and with an increase in the thermal fraction of blast furnace gas, the absolute value of local falling fluxes decreases. The average share of the convective component is 15–20 %. It is proposed to adapt to the real operating conditions of the superheater and tail heating surfaces using empirical correction factors obtained during processing of the results of balance tests.

Taking into account the proportion of convective heat flux in the furnace makes it possible to more accurately determine the parameters of the heat carriers along the steam-gas path of the boiler, and, therefore, it is possible to obtain adapted energy characteristics of the boilers. In comparison with analytical calculated dependences, the proposed method provides an individual approach to the operating modes of boilers. Thanks to this, it is possible to reduce the error in determining the optimal solutions to less than 1 %.

Keywords: medium pressure boilers, convective heat exchange in the furnace, coefficient of surface heating efficiency.

References

1. Gornshtein, V., Miroshnichenko, B., Ponomarev, A. et. al. (1981). *Metody optimizatsii rezhimov energosistem*. Moscow: Energiia, 336.
2. Venikov, V., Zhuravlev, V., Filippova, T. (1990). *Optimizatsiia rezhimov elektrostantsii i energosistem*. Moscow: Energoatomizdat, 352.
3. Andriuschenko, A., Zmachinskii, A., Poniatov, V. (1974). *Optimizatsiia teplovykh tsiklov i protsessov TES*. Moscow: Vysshaia shkola, 279.
4. Andriuschenko, A., Aminov, R. (1983). *Optimizatsiia rezhimov raboty i parametrov teplovykh elektrostantsii*. Moscow: Vysshaia shkola, 255.
5. Aminov, R. (1994). *Vektornaia optimizatsiia rezhimov raboty elektrostantsii*. Moscow: Energoatomizdat, 304.
6. Kalikhman, I., Voitenko, M. (1979). *Dinamicheskoe programirovanie v primerakh i zadachakh*. Moscow: Vysshaia shkola, 125.
7. Barochkin, E., Zhukov, V., Ulanov, D. (2009). Raspredelenie nagruzki mezhdru turboagregatami teploelektrotsentrali s ispolzovaniem printsipa optimalnosti Belmana. *Vestnik IGEU*, 3, 11–14.
8. Madejski, P., Janda, T., Modlinski, N., Nabaglo, D. (2016). A Combustion Process Optimization and Numerical Analysis for the Low Emission Operation of Pulverized Coal-Fired Boiler. *Developments in Combustion Technology*, 33–76. doi: <http://doi.org/10.5772/64442>

9. Maximov, A. (2008). *Radiative Heat Transfer In Boiler Furnaces*. Lappeenranta, 85. Available at: <https://lutpub.lut.fi/bitstream/handle/10024/42028/nbnfi-fe200808041751.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
10. Bordbar, H., Hyppänen, T. (2007). Modeling of Radiation Heat Transfer in a Boiler Furnace. *Advanced Studies in Theoretical Physics*, 1 (12), 571.
11. Mehdizadeh, H., Alishah, A., Astani, S. H. (2016). Study on performance and methods to optimize thermal oil boiler efficiency in cement industry. *Energy Equipment and Systems*, 4 (1), 53–64.
12. Gómez, A., Fueyo, N., Díez, L. I. (2008). Modelling and simulation of fluid flow and heat transfer in the convective zone of a power-generation boiler. *Applied Thermal Engineering*, 28 (5-6), 532–546. doi: <http://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2007.04.019>
13. Redko, A., Dzhyoiev, R., Davidenko, A., Pavlovskaya, A., Pavlovskiy, S., Redko, I. et. al. (2019). Aerodynamic processes and heat exchange in the furnace of a steam boiler with a secondary emitter. *Alexandria Engineering Journal*, 58 (1), 89–101. doi: <http://doi.org/10.1016/j.aej.2018.12.006>
14. Hashimoto, N., Watanabe, H. (2016). Numerical analysis on effect of furnace scale on heat transfer mechanism of coal particles in pulverized coal combustion field. *Fuel Processing Technology*, 145, 20–30. doi: <http://doi.org/10.1016/j.fuproc.2016.01.024>
15. Zhang, Y., Luo, R., Dou, Y., Zhou, Q. (2018). Combustion Characteristics and NOx Emission through a Swirling Burner with Adjustable Flaring Angle. *Energies*, 11 (8), 2173. doi: <http://doi.org/10.3390/en11082173>
16. Zhang, Y., Li, Q., Zhou, H. (2016). Heat Transfer Calculation in Furnaces. *Theory and Calculation of Heat Transfer in Furnaces*, 131–172. doi: <http://doi.org/10.1016/b978-0-12-800966-6.00005-3>
17. Rahmani, A. (2014). Numerical Investigation of Heat Transfer in 4-Pass Fire-Tube Boiler. *American Journal of Chemical Engineering*, 2 (5), 65. doi: <http://doi.org/10.11648/j.ajche.20140205.12>
18. RD 34.09.155-93. *Metodicheskie ukazaniia po sostavleniiu i soderzhaniu energeticheskikh kharakteristik oborudovaniia teplovyykh elektrostantsii* (1999). Moscow: SPO ORGRES. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/1200039161>
19. Trembovlia, V., Finger, E. (1991). *Teplotekhnicheskie ispytaniia kotelnykh ustanovok*. Moscow: Energoatomizdat, 416.
20. Danilin, E., Klochkov, V. (1988). *Kontrol szhiganiia topliva v promyshlennykh kotelnykh ustanovkakh*. Kyiv: Tekhnika, 167.
21. *Teplovoi raschet kotlov (normativnii metod)* (1998). Saint Petersburg: NPO TSKTI, 256.
22. *Teplovyie ispytaniia kotla PK-14-2M Magnitogorskogo MK. Tekhnicheskii otchet* (1988). Leningrad: TSECHM.

REPORTS ON RESEARCH PROJECTS

DOI: 10.15587/2706-5448.2020.210369

SIMPLIFIED METHOD OF FORECASTING THE INFLUENCE OF COOLING INTENSITY DURING HARDENING ON THE MECHANICAL PROPERTIES OF STEEL PRODUCTS

page 31–37

Deyneko Leonid, Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Heat Treatment of Metals, National Metallurgical Academy of Ukraine, Dnipro, Ukraine, e-mail: leonid_deyneko@i.ua, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1177-3055>

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

The object of research is the structure and mechanical properties of steel at the central points of hardened products. In this work, a technique has been developed based on comparing the cooling rate in the central region of the product with the cooling rate of a test sample with a diameter of 5–6 mm, investigated in laboratory conditions. By this time, this approach was not possible, since two main problems had not been resolved. The transition from a small sample to a real product during quenching was scientifically unreasonable due to the great complexity of the problem. There were no known mathematical relationships for calculating the cooling rate when quenching products of arbitrary shape in liquids. Recently, these problems have been solved and steel with optimal hardenability has appeared, which can be cooled very quickly. This simplified the solution to this problem. The technique developed in this work helps to temper metal products in such a way that there are large compressive residual stresses on the surface, and in the middle there is a bainite structure of high strength and increased toughness. This allows to increase the service life of hardened products, reduce the percentage of alloying elements, and also maintain a clean environment. In this regard, based on the achievements of science in recent decades, a method is proposed for predicting the structure and mechanical properties of steel during quenching of real parts. This technique can be used to increase the durability of machine parts and tools. The work also notes the prospects of using aqueous solutions of low-concentration polymers for inten-

sive hardening of steel products. In this case, when simulating the cooling rate during quenching of real products, test samples are quenched in aqueous solutions of the same polymers of increased concentration in order to form a stable vapor film. The stable vapor film ensures a stable heat transfer coefficient. This increases the accuracy of modeling and expands the capabilities of the proposed calculation method.

Keywords: method of modeling the structure formation, bainitic and martensitic transformations, heat treatment, high strength.

References

1. Starodubov, K. F., Uzlov, I. G., Savenkov, V. Ia. et. al. (1970). *Termicheskoe Uprochnenie Prokata*. Dnepropetrovsk: Metallurgiya, 368.
2. Deineko, L. N., Bolshakov, V. I. (2000). *Termicheskoe uprochnenie soedinitelnykh detalei magistralnykh neftegazoprovodov*. Dnepropetrovsk, 120.
3. Bhadeshia, H. K. D. H. (2015). *Bainite in Steels: Theory and Practice*. Money Publishing, 616.
4. Liscic, B., Tensi, H., Canale, L., Totten, G. (Eds.) (2010). *Quenching Theory and Technology*. CRC Press, 725. doi: <http://doi.org/10.1201/9781420009163>
5. Shepeliakovskii, K. Z. (1972). *Uprochnenie detalei mashin poverkhnostnoi zakalkoi TVCH*. Moscow: Mashinostroenie, 288.
6. Shepeliakovskii, K. Z., Ushakov, B. K. (1990). Induction surface hardening-progressive technology of XX and XXI centuries. *Proc. 7th Int. Congress on Heat treatment and technology of surface coatings*, 33–40.
7. Ouchakov, B., Shepeljakovskii, K. (1998). *New Steels and Methods for Induction Hardening of Bearing Rings and Rollers*. Bearing Steels: Into the 21st Century, 307. doi: <http://doi.org/10.1520/stp12136s>
8. Shepeliakovskii, K. Z., Bezmenov, F. V. (1998). New Induction Hardening Technology. *Advanced Materials & Processes*, 154 (4), 225–227.
9. Ushakov, B. K., Efremov, V. N., Kolodjagny, V. V., Skryagin, V. I., Dub, L. G. (1991). New Compositions of Bearing Steels of Controlled Hardenability. *Stal*, 10, 62–65.
10. Liscic, B., Tenzi, H. M., Luty, W. (1992). *Theory and Technology of Quenching*. Berlin, New York: Springer-Verlag, 534. doi: <http://doi.org/10.1007/978-3-662-01596-4>

11. Kobasko, N. I., Aronov, M. A., Powell, J. A., Totten, G. E. (2010). *Intensive Quenching Systems: Engineering and Design*. ASTM International, 234. doi: <http://doi.org/10.1520/mnl64-eb>
12. Kobasko, N. (2017). A method for optimizing chemical composition of steels to reduce radically their alloy elements and increase service life of machine components. *EUREKA: Physics and Engineering*, 1, 3–12. doi: <http://doi.org/10.21303/2461-4262.2017.00253>
13. Rath, J., Lübben, T., Hunkel, M., Hoffmann, F., Zoch, H.-W. (2009). Grundlegende Untersuchungen zur Erzeugung von Druckeigenspannungen durch Hochgeschwindigkeits-Abschrecken. *HTM Journal of Heat Treatment and Materials*, 64 (6), 338–350. doi: <http://doi.org/10.3139/105.110037>
14. Rath, J., Lübben, T., Hoffmann, F., Zoch, H.-W. (2010). Generation of compressive residual stresses by high speed water quenching. *International Heat Treatment and Surface Engineering*, 4 (4), 156–159. doi: <http://doi.org/10.1179/174951410x12851626812970>
15. Zoch, H. W., Schneider, R., Lübben, T. (2014). *Proc. of European Conference on Heat Treatment and 21st IFHTSE Congress*. Munich, 566.
16. Kobasko, N. (2013). Pat. No. 114174 UA. *Alloyed Low Hardenability Steel and Method of its Composing*. MPK: C22C 38/40, C22C 38/08, C21D 1/18, C22C 38/24, C22C 38/46, C21D 9/00, C22C 38/12. No. a 2013 11311. declared: 23.09.2013; published: 10.05.2017, Bul. No. 9.
17. Kobasko, N. (2018). *Optimal Hardenability Steel and Method for Its Composing*. Lambert Academic Publishing, 122.
18. Kobasko, N. I. (2019). Uniform and Intense Cooling During Hardening Steel in Low Concentration of Water Polymer Solutions. *American Journal of Modern Physics*, 8 (6), 76–85.
19. Kobasko, N. I. (2020). Mechanism of Film Boiling Elimination and IQ Process Design for Hardening Steel in Low Concentration of Water Polymer Solutions. *Global Journal of Science Frontier Research*, 20 (7), 39–56. doi: <http://doi.org/10.34257/gjsfravol20is7pg39>
20. Pat. No. 6,364,974 B2 US (2002). *Quenching apparatus and method for hardening steel parts*. Assignee: IQ Technologies, Inc. Appl. No. 09/551,082. Filed: 18.04.2000.
21. Lykov, A. V. (1967). *Teoriia teploprovodnosti*. Moscow: Vysshaya shkola, 600.
22. Kondratev, G. M. (1954). *Regulyarnyi Teplovoy Rezhim*. Moscow: Gostekhizdat, 364.
23. Kondratev, G. M. (1957). *Teplovye Izmereniya*. Moscow: Mashgiz, 250.
24. Kadinova, A. S., Kheifets, G. N., Taits, N. Iu. (1963). O kharaktere teploobmena pri struinom okhlazhdenii. *Inzhenerno-fizicheskii zhurnal*, 6 (4), 46–50.
25. Xie, L., Funatani, K., Totten, G. (Eds.) (2004). *Handbook of Metallurgical Process Design*. CRC Press, 957. doi: <http://doi.org/10.1201/9780203970928>
26. Totten, G. E., Bates, C. E., Clinton, N. A. (1993). *Handbook of quenchants and quenching technology*. ASM international, 513.
27. Kobasko, N., Guseynov, Sh., Rimshans, J. (2019). *Core Hardness and Microstructure Prediction in Any Steel Part*. Lambert Academic Publishing, 104.
28. Aronov, M. A., Kobasko, N. I., Powell, J. A., Totten, G. E. (2010). *Intensive Quenching of Steel Parts. ASM Handbook. Vol. 4A. Steel Heat Treating Fundamentals and Processes*, 198–212.
29. Eshar, W. et. al. (1987). Technology of cooling at heat treating of materials. *Chernyye metally*, 6-7, 3–12.
30. Buikis, A. (2020). *Multidimensional Mathematical Models for Intensive Steel Quenching*. Lambert Academic Publishing, 136.
31. Petrash, L. V. (1959). *Zakalochnyye Sredy*. Moscow-Leningrad: Mashgiz, 112.
32. Kobasko, N. (2018). New approach in modifying quenching processes based on possibility of controlling steel's surface temperature by insulating layer. *EUREKA: Physics and Engineering*, 6, 54–62. doi: <http://doi.org/10.21303/2461-4262.2018.00788>
33. Bobinska, T., Buikie, M., Buikis, A. (2010). Hyperbolic heat equation as mathematical model of steel quenching of L-shape samples. *Proc. of the 5th IASME/WSEAS Int. Conf. on Continuum Mechanics, Fluids, Heat*. Cambridge: WSEAS Press, 21–26.
34. Mayinger, F. (1992). Thermo- and Fluiddynamic Principles of Heat Transfer During Cooling. *Theory and Technology of Quenching*, 41–72. doi: http://doi.org/10.1007/978-3-662-01596-4_3
35. Liscic, B. (2016). Measurement and Recording of Quenching Intensity in Workshop Conditions Based on Temperature Gradients. *Materials Performance and Characterization*, 5 (1), MPC20160007. doi: <http://doi.org/10.1520/mpc20160007>
36. Felde, I. (2015). Liquid Quenchant Database – Determination of Heat Transfer Coefficient during Quenching. *IDE 2015*. Bremen, 265–274.
37. Narazaki, M., Osawa, K., Shirayoshi, A., Fuchizawa, S. (1999). Influence of validity of heat transfer coefficients on simulation of quenching process of steel. *Proceedings of the 19th ASM Heat Treating Society Conference*. ASM International. Materials Park, 600–607.

DOI: 10.15587/2706-5448.2020.208937

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF BINDING ADHESIVES ON THE STRUCTURAL STRENGTH OF INTEGRAL AND SEMI-RIGID COVERS

page 38–43

Paliukh Oleksandr, PhD, Associate Professor, Department of Printing Technology, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Ukraine, e-mail: alekspalyuh@gmail.com, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5673-9395>

Kyrychok Petro, Doctor of Technical Sciences, Professor, Director, Publishing and Printing Institute, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Ukraine, e-mail: petro.kyrychok.kpi@gmail.com, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9135-1006>

Dziadyk Yevhenii, Postgraduate Student, Department of Printing Technology, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Ukraine, e-mail: jdcrow499@gmail.com, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6771-7204>

The object of the research is the processes of adhesion structural parts of integral and semi-rigid covers with bookbinding adhesives using continuous and discrete methods of applying adhesive. The conducted experimental studies are based on the use of a comparative technique for measuring the rigidity of double glued and double without adhesion binding materials by determining objective indicators of destructive pressure. The main assumption of research is that the use of various types of bookbinding adhesives applied in continuous and discrete layers will contribute to the formation of additional structural strength of the produced covers. This can't be achieved without analysis and selection of adhesive polymer compositions from those widely used in bookbinding processes, taking into account the structural strength of the covers acquired after adhesion with these compositions. It is proposed to use fragments of integral and semi-rigid covers, made of high-quality coated papers of various weights, in an amount sufficient to obtain the confidence indicators of the study. As a result of experimental studies of glued coated paper samples, an increase in the relative indicators of structural strength is revealed, caused by the physicochemical effect of various types of adhesives. The features of the application of adhesive polymer compositions on the glued fragments of covers by continuous, tape and checkerboard methods are revealed. Analysis of double glued with a continuous layer of cover fragments, in comparison with double non-glued fragments, showed a significant increase in the relative structural strength of the glued fragments in a wide size range. It is determined that the discrete commensurate deviation of the obtained indicators is caused by

the properties used for the research of adhesives. Comparative analysis of glued fragments of covers by tape and checkerboard methods of adhesion application revealed a significant difference in the experimental strength indicators obtained, towards a significant advantage of the checkerboard method. This, in addition to ensuring the structural strength of the glued fragments of the covers, close to the continuous method of applying the adhesion, contributes to a significant reduction in its expenditure component. The results of studies to determine the influence of a sample of binding adhesives, common in the technological processes of manufacturing book products, on the structural strength of integral and semi-rigid covers, to contribute to the planning of resource-saving technological processes.

Keywords: binding adhesive, punching forces, structural strength, integral cover, semi-rigid cover.

References

- Arnett, J. A. (2019). The Art of Bookbinding. *Bibliopagia; or, The Art of Bookbinding in All Its Branches*, 1–8. doi: <http://doi.org/10.4324/9780429030420-1>
- Wilson-Higgins, S. (2018). Trends in book manufacturing on-demand. *The Impact of Print-On-Demand on Academic Books*, 119–132. doi: <http://doi.org/10.1016/b978-0-08-102011-1.00009-2>
- Jerman, P. *Reflections on Book Structure-Part 3-Spine Control*. Available at: <https://www.pinterest.com/pin/194358540139328159/>
- Kornilov, I. K. (2001). *Proektirovanie knizhnykh konstrukcii*. Moscow: Izd-vo MGUP, 212.
- Paliukh, O. O. (2017). Eksperymentalne vyznachennia mitsnosti skleienykh zrazkiv paperu i kartonu dlia vyhotovlennia knyzhkovykh zhurnalnykh obkladnykh i paliturok riznykh konstrukttsii. *Tekhnolohiia i tekhnika drukarstva*, 4, 11–24.
- Clark, T. (2007). *Bookbinding with adhesives*. GRAW-HILL Book Company Europe, 53.
- Gromyko, I. G., Marchenko, I. V. (2018). Vliianie struktury materialov na formirovanie adgezionnogo shva i kogezionnoi prochnosti kleevogo sloia v koreshke bloka. *Trudy BGTU*, 4 (1), 14–19.
- Marchenko, I. V., Dolgova, T. A. (2010). Issledovanie proiavlennii strukturnoi neodnorodnosti bumagi pri pressovanii knizhnykh polufabrikatov i knig. *Trudy BGTU. Seriya 4: Print i mediatekhnologii*, 31–34.
- Kulak, M., Piontukh, I., Bobrova, O. (2000). Chto my znaem o bumage: fraktalnaia paradigma. *Tekhnologii pererabotki i upakovki*, 3 (5), 26–27.
- Mishurina, O. A., Mullina, E. R., Chuprova, L. V., Ershova, O. V., Chernyshova, E. P., Permyakov, M. B., Krishan, A. L. (2015). Chemical aspects of hydrophobization technology for secondary cellulose fibers at the obtaining of packaging papers and cardboards. *International Journal of Applied Engineering Research*, 10 (24), 44812–44814.
- Mir znanii. Polimery 3*. Available at: <http://mirznanii.com/a/326348/polimery-3>
- Mullina, E. R., Ershova, O. V. (2016). Processy adgezii i gidrofobizatsii pri proizvodstve gofrokartona. *Mezhdunarodnii zhurnal prikladnykh i fundamentalnykh issledovaniy*, 10 (3), 367–370. Available at: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=10350>
- Havenko, S. F. (2012). Kynetyka poshkodzhennia i ruinovannia kleiovykh ziednan pry ekspluatatsii. *Polihrafiia i vydavnycha sprava*, 3, 91–96.
- Vorobev, D. V. (2000). *Tekhnolohiia poslepechatnykh protsessov*. Moscow: MHUP, 393.
- Kibirkstis, E., Havenko, S., Gegeckienė, L., Khadzhynova, S., Kadyliak, M. (2019). Influence of Structure and Physical-Mechanical Characteristics of Threads on the Strength of Binding the Books. *Mechanics*, 25 (4), 313–319. doi: <http://doi.org/10.5755/j01.mech.25.4.22774>
- Paliukh, O. O. (2019). The Device Design and the Measuring Technique of the Rigidity of Binding Materials for the Manufacture of Integral and Semi-Rigid Covers. *Technology and Technique of Typography*, 2, 4–14.
- Paliukh, O. O. (2019). Investigation of the Influence of Discrete Adhesive Application on the Strength of Semi-Rigid Book-Magazine Covers. *Technology and Technique of Typography*, 3, 25–42.

DOI: 10.15587/2706-5448.2020.207893

RESEARCHING THE EFFICIENCY OF BUCK CONVERTER SYNCHRONOUS RECTIFIER

page 44–50

Zheliakov Yehor, Department of Electronic Devices and Systems, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Ukraine, e-mail: yehor.zheliakov@i.ua, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3651-7840>

The object of study is synchronous buck-voltage converter with digital control system. One of the most problematic things is energy changing and transmission in converters to reach certain numerical range with minimal losses in the components of the electrical circuit. An enormous calculated parameters of electrical scheme. There was advised and described both structure and electrical scheme of synchronous converter, which, thanks to digital system, provides dates with more accuracy connected with an impact on working scheme. There was shown detailed analysis example with a numerical value for the certain elements of electrical scheme. It's a fundament in order to choose certain parts of electrical scheme according to the certain categories.

During research there was used selection of hardware and software tools: elements for buck-converter – key, diode and capacitor; certain voltage and frequency range for microcontroller; control of the power keys of the circuit with the corresponding operating parameters for driver. There was analyzed and calculated all over the possible losses during the process bucking of the voltage to the certain level, an enormous losses in the components of the converter electrical scheme – induction coil, keys and capacitors. It's an important part of synchronous buck-converter. There was calculated power losses and efficiency through the received graphics of keys commutation in electrical scheme. There were received graphic dependence of converter efficiency on output power; time characteristics of the control signal pulse-width modulation (PWM) and output voltage; dependence on the commutation losses. This is because advised synchronous converter has a set of features. Particularly analog to digital converter in the capacity of feedback, digital regulation system with a discrete step and rectification by replacing diodes with actively controlled switches. There are keys of low-side and high-side levels according to the passing voltage and current values. Therewith provides possibility for receiving more accuracy value. In comparison with analogic buck-converters, this converter has voltage parameter with fractional error.

Keywords: buck converter, digital control, buck converter losses, buck-converter efficiency, synchronous rectifier.

References

- Mulligan, M. D., Broach, B., Lee, T. H. (2005). A Constant-Frequency Method for Improving Light-Load Efficiency in Synchronous Buck Converters. *IEEE Power Electronics Letters*, 3 (1), 24–29. doi: <http://doi.org/10.1109/lpel.2005.845177>
- Würth Elektronik Group, *Electronic & Electromechanical Components «Switch Mode Power Supply Topologies Compared»*. Available at: https://www.we-online.com/web/en/electronic_components/news_pbs/blog_pbcmblog_detail-worldofelectronics_45887.php
- Ejury, J. (2013). *Buck Converter Design*. Infineon Technologies North America, 17.
- ROHM Semiconductor (2016). Switching Regulator IC Series «Efficiency of Buck Converter», 15. Available at: www.rohm.com
- Zheliakov, Y. (2020). Circuit design of buck-voltage converter with digital control system. *Technology Audit and Production*

Reserves, 2 (1 (52)), 46–50. doi: <http://doi.org/10.15587/2706-5448.2020.202024>

6. Schell, D., Castorena, J. (2007). Razrabotka ponizhaischego preobrazovatelia bez sekretov. *Komponenty i tehnologi*, 4, 106–109.
7. *IR2184 High and Low Side MOSFET Driver*. Available at: <https://www.hobbytronics.co.uk/ir2184-mosfet-driver>
8. Chandran, N. K., Varghese, M. P. (2014). A New Control Strategy of Synchronous Buck Converter for Improved Light Load Efficiency. *International Journal of Science, Engineering and Technology Research*, 3 (8), 2231–2238.
9. *PIC16F877A Microcontroller Introduction and Features*. Available at: <https://microcontrollerslab.com/pic16f877a-introduction-features/>
10. *PWM using Pic Microcontroller with Examples*. Available at: <https://microcontrollerslab.com/pwm-using-pic16f877a-microcontroller/>

DOI: 10.15587/2706-5448.2020.210172

STUDY OF GAMMA-RAY EFFECTS ON RELAXATION OSCILLATOR BASED ON UNIJUNCTION TRANSISTOR

page 51–55

Abd El-Basit Wafaa, Assistant Professor, Department of Physics, Ain-Shams University, Cairo, Egypt, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9059-2980>, e-mail: wafaa.abdelbasit@women.asu.edu.eg

Abd El-Maksood Ashraf Mosleh, PhD, Lecturer, Department of Electronics Engineering, Nuclear Materials Authority, Cairo, Egypt, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8502-8042>

The object of this research is all the semiconductor unijunction transistor device (UJT) parameters that affect its operation as 1.67 kHz saw-tooth relaxation oscillator circuit under the influence of gamma-irradiation dose. Relaxation oscillators are widely used in function generators, electronic beepers, inverters, blinkers, and voltage-controlled oscillators. The properties of UJTs are like those of other semiconductor devices are greatly affect by irradiation. Its electrical characteristics and the output voltage waveforms of the relaxation oscillator circuit were investigated and plotted as a function of different gamma-dose levels. The type of semiconductor, the design of the device and the type of radiation are affected the magnitude of this change. Where, it is shown that increasing gamma dose up to 3.0 MGy leads, the peak voltage (V_p) to be decreased from 3.71 Volts down to 2.9 Volts, while the valley voltage (V_v) to be increases from 1.54 Volts up to 1.89 Volts, leading to a pronounced narrowing on the negative resistance region. As a result, both the output signal voltage amplitude and the frequency of the relaxation oscillator circuit were shown to be functions of the gamma-irradiation dose. Where, the initial values of the output signal voltage amplitude were reported to be 2.54 Volts decreased to the value of 2.13 Volts, while its frequency was 1.67 kHz increased up to 1.85 kHz, respectively, due to gamma-exposure levels up to 3.0 MGy using the GammaCell-220 (National Center for Radiation Research and Technology of Egypt).

Keywords: semiconductor unijunction transistor device, relaxation oscillator, gamma-irradiation dose, gamma-exposure levels.

References

1. Fetahović, I., Pejović, M., Vujisić, M. (2013). Radiation Damage in Electronic Memory Devices. *International Journal of Photoenergy*, 2013, 1–5. doi: <http://doi.org/10.1155/2013/170269>
2. Holmes-Siedle, A., Adams, L. (2002). *Handbook of Radiation Effects*. Oxford: Oxford University Press, 642.
3. Managt Sci Tech, I. (2014). Study of the Emitter Characteristics (I_E-V_E) of UJT at Different Temperatures. *International Research Journal of Management Science & Technology*, 5 (6), 23–26.
4. Waller, W. F. (Ed.) (1972). *Rectifier Circuits*. Macmillan Press Limited. doi: <http://doi.org/10.1007/978-1-349-01200-8>
5. Bartelt, T. L. M. (2011). *Industrial Automated Systems: Instrumentation and Motion Control*. Delmar: Cengage Learning.
6. Salivahanan, S., Suresh Kumar, N., Vallavara, A. (2008). *Electronic Devices and Circuits*. Tata McGraw-Hill Education.
7. Abrar, M. M. (2018). Experimental investigation of synchronized UJT trigger circuit using UJT 2N2646. *International Journal of Advanced Technology and Engineering Exploration*, 5 (47), 369–375. doi: <http://doi.org/10.19101/ijatee.2018.546023>
8. El-Naggar, A. M., Fouda, M. E., Madian, A. H., Radwan, A. G. (2016). Reactance-less RM relaxation oscillator using exponential memristor model. 2016 28th International Conference on Microelectronics (ICM), 361–364. doi: <http://doi.org/10.1109/icm.2016.7847890>
9. Nanda, S. J., Behera, S. K., Panda, G. (2009). Development of a nonlinear model of unijunction transistor using artificial immune system. 2009 World Congress on Nature & Biologically Inspired Computing (NaBIC). doi: <http://doi.org/10.1109/nabic.2009.5393485>
10. Abd El-Basit, W., Awad, Z. I. M., Kamh, S. A., Soliman, F. A. S. (2015). Solar Powered Engine Based on Unijunction Transistors. *IOSR Journal of Electrical and Electronics Engineering (IOSR-JEEE)*, 10 (5 Ver. II), 76–85.
11. Ginoux, J.-M., Meucci, R., Euzzor, S., di Garbo, A. (2018). Torus Breakdown in a Uni Junction Memristor. *International Journal of Bifurcation and Chaos*, 28 (10), 1850128. doi: <http://doi.org/10.1142/s0218127418501286>
12. Di Garbo, A., Euzzor, S., Ginoux, J.-M., Arecchi, F. T., Meucci, R. (2019). Delayed dynamics in an electronic relaxation oscillator. *Physical Review E*, 100 (3). doi: <http://doi.org/10.1103/physreve.100.032224>
13. Theraja, B. L., Theraja, A. K. (2005). *A Textbook of Electrical Technology, Vol. IV*.
14. Jasmine Christina, J., Karthikeyan, V. (2017). Design of Low Power Oscillator for Medical Ultrasonic Sensors with CMUT Implementation. *Asian Journal of Applied Science and Technology*, 1 (1), 68–72.
15. Abd El-Basit, W., El-Ghanam, S. M., Abdel-Maksood, A. M., Kamh, S. A. E.-T., Soliman, F. A. E.-M. S. (2016). Computer Modeling, Characterization, and Applications of Gallium Arsenide Gunn Diodes in Radiation Environments. *Nuclear Engineering and Technology*, 48 (5), 1219–1229. doi: <http://doi.org/10.1016/j.net.2016.04.009>
16. Larin, F. (1968). *Radiation Effects in Semiconductor Devices*. Wiley: New York.
17. Soliman, F. A. S., Ashry, H. A. (1994). Operation of Some Semiconductors under the Influence of Gamma-radiation. *Chinese Journal of Nuclear Science and Engineering*, 31 (1), 19–30.
18. Kamh, S. A., Soliman, F. A. S. (2006). Environmental conditions effect on characteristics of some unijunction and bijunction semiconductor devices. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment*, 564 (1), 463–470. doi: <http://doi.org/10.1016/j.nima.2006.03.048>
19. Home, W. E. (1970). *Literature Search and Radiation Study on Electronic Parts*. Final report. Kindle Edition by National Aeronautics and Space Administration NASA. Available at: <https://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/19700022435.pdf>
20. Bao, J.-L., Zhao, H.-F., Du, L., He, L. Base Resistance in Si Unijunction Transistor Irradiated by ^{60}Co γ -Radiation. *Acta Physica Sinica*, 60 (2), 028501. doi: <http://doi.org/10.7498/aps.60.028501>



MECHANICAL ENGINEERING TECHNOLOGY

DOI: 10.15587/2706-5448.2020.208493

ANALYSIS OF DUAL-FLOW PLATES WITH A LARGE FREE SECTION page 4–7**Taranenko G.**

Об'єктом дослідження є тарілки провального типу з великим вільним перерізом. Одним з найбільш проблемних місць таких тарілок є їх низька ефективність, яка залежить від режиму роботи тарілок провального типу з великим вільним перерізом. Газорідинний шар на таких тарілках представляють краплі та плівки рідини, які є дисперсною фазою. При цьому суцільний фазою є газ. Недостатній запас рідини на тарілках провального типу з великим вільним перерізом призводить до зниження ефективності роботи таких тарілок.

В ході досліджень використовувався метод гідродинамічного моделювання. Цей метод полягає в тому, що тарілки провального типу досліджуються спочатку на дослідних установках, а їх результати, за певною методикою, використовуються для розрахунку промислових тарілок.

Проведено дослідження тарілок провального типу з великим вільним перерізом в широкому діапазоні зміни навантажень по газу та рідині. Визначено діапазон роботи тарілок. Встановлено, що гідравлічний опір тарілок провального типу з великим вільним перерізом мало залежить від діаметра колонного апарату. Показано практично повний збіг залежності висоти газорідинного шару від швидкості газу в перерізі колони для тарілок провального типу з великим вільним перерізом, встановлених в колонах з діаметром $D=0,057, 0,4$ та 2 м. Визначено, що для моделювання роботи тарілок провального типу з великим вільним перерізом промислового діаметра можна використовувати колону діаметром $D=0,057$ м. Наприклад, для тарілок провального типу звичайного вільного перерізу при гідродинамічному моделюванні необхідно використовувати дослідні установки з колонами більшого діаметра $D=0,15-0,25$ м. Показано, що тарілки провального типу з великим вільним перерізом можуть працювати при значно більш високих швидкостях газу та рідини, в порівнянні з тарілками провального типу зі звичайним вільним перерізом.

Рекомендується застосування тарілок провального типу з великим вільним перерізом в процесах абсорбції при великій щільності зрошення.

Ключові слова: тарілка провального типу, великий вільний переріз колони, гідравлічний опір, висота газорідинного шару.

DOI: 10.15587/2706-5448.2020.210373

DEVELOPMENT OF METHOD OF TESTING A SET OF SCREEN-EXHAUST DEVICES IN THE HELICOPTER Mi-8MSB-B page 8–15**Kinaschuk M.**

Об'єктом досліджень є комплект екранно-вихлопних пристроїв (ЕВП) у складі вертольоту Mi-8МСБ-В (український варіант модернізації радянського багатопільового вертольоту Mi-8, розроблений акціонерним товариством «Мотор Січ», м. Запоріжжя, Україна).

Комплект ЕВП призначений для зниження інфрачервоної помітності вертольотів, оснащених турбовальними двигунами типу ТВЗ-117 всіх модифікацій для Mi-8МСБ-В, Mi-8МТ, Mi-14 та Mi-24.

Одним з проблемних місць є відсутність методів вирішення задачі визначення параметрів та тактико-технічних характеристик при дослідженні ЕВП в складі літального апарату при випробуваннях та дослідженнях, які мають проводитися відповідно затвердженого Керівництва з технічної експлуатації.

При побудові розробленої методики застосовувались правила Керівництва з технічної експлуатації та Керівництва з льотної експлуатації вертольоту, що дозволяє проводити випробування з дотриманням норм безпеки польотів. Льотні випробування служать джерелом інформації для аналітичних розрахунків, побудови моделей ЕВП і перевірки їх достовірності шляхом перевірки збіжності параметрів процесу функціонування в одних і тих же умовах за допомогою моделювання та льотних експериментів.

Розроблена методика досліджень та випробувань комплексу екранно-вихлопних пристроїв дозволяє перевірити працездатність конкретного зразка на всіх режимах польоту.

Методика дає змогу визначати по параметрам засобів збору бортової інформації рівень втрат потужності двигуна на різних режимах роботи при сумісній роботі з ЕВП. Це дозволяє отримати характеристику щодо споживання палива у випадку з встановленим на борт комплектом екранно-вихлопних пристроїв та без нього.

Методика враховує можливість одночасного проведення як льотних, так і наземних випробувань ЕВП для побудови індикатрис інфрачервоного випромінювання та визначення відстаней та кутів захвату цілі головками самонаведення переносно-зенітних ракетних комплексів.

Аналіз отриманих даних дозволив визначити напрям подальших розрахункових та експериментальних досліджень, спрямованих на вдосконалення проточної частини ЕВП.

Ключові слова: екранно-вихлопний пристрій, інфрачервоне випромінювання, вертольот Mi-8МСБ-В, режими польоту, споживання палива.

ELECTRICAL ENGINEERING AND INDUSTRIAL ELECTRONICS

DOI: 10.15587/2706-5448.2020.210242

ESTIMATION OF THE POSSIBILITIES OF THE COMBINED SYNCHRONIZATION SYSTEM WITH OPEN-LINK TO MINIMIZE THE DISPERSION OF THE PHASE ERROR WHEN TRACKING THE CARRIER FREQUENCY UNDER THE CONDITIONS OF THE INFLUENCE OF ADDITIVE NOISE page 16–22**Turovsky O.**

Об'єктом дослідження є процес оцінки можливостей комбінованої системи синхронізації з розімкнутим (компенсуючим) зв'язком щодо мінімізації дисперсії фазової помилки в умовах впливу адитивного гаусівського шуму. Питання підвищення якості функціонування системи фазової синхронізації є постійними важливими науковим завданнями і в ряді досліджень вирішуються методом розробки математичних моделей та створенням на їх основі відповідних оптимальних схем побудови вказаних систем. Кінцевим етапом розробки та впровадження таких математичних моделей в технічні рішення та побудованих на їх основі схем синхронізації є оцінка граничних можливостей вказаних схем щодо мінімізації дисперсії фазової помилки в умовах різних видів шумів.

В роботі проведено оцінку можливостей комбінованої системи синхронізації з розімкнутим (компенсуючим) зв'язком щодо мінімізації дисперсії фазової помилки в умовах впливу адитивного гаусівського шуму шляхом підбору параметрів складових елементів схеми побудови даного зв'язку. Для цього розроблені та уточнені математичні залежності, що дозволяють визначити дисперсію фазової помилки в умовах впливу адитивного гаусівського шуму та подано відповідний алгоритм її визначення.

Подані в роботу результати оцінки показали, що величина дисперсії помилки для комбінованої системи синхронізації значно менша, ніж для замкнутої системи синхронізації при будь-якому виборі параметрів останньої. Ефект зменшення дисперсії фазової помилки за рахунок введення розірваного зв'язку по заданому рівню впливу залежить від рівня сигналу шуму та від індексу модуляції фази вхідного сигналу. При застосуванні в якості простого розірваного зв'язку частотного дискримінатора, включеного в схему комбінованої системи синхронізації паралельно, мінімальна дисперсія фазової помилки при рості рівня шуму до певної критичної межі має обмеження. А даний розірваний зв'язок втрачає свою ефективність.

Ключові слова: синхронізація несучої частоти, комбінована система синхронізації, дисперсія фазової помилки, адитивний гаусівський шум.

TECHNOLOGY AND SYSTEM OF POWER SUPPLY

DOI: 10.15587/2706-5448.2020.210540

ADAPTATION OF MATHEMATICAL MODEL OF HEAT AND ENERGY CHARACTERISTICS OF MEDIUM PRESSURE BOILERS TO REAL OPERATING CONDITIONS page 23–30**Zhitarenko V., Bejan V., Ostapenko O.**

Об'єктом даного дослідження є теплові та енергетичні характеристики котлів середнього тиску теплоелектроцентралі металургійного комбінату, які працюють на загальний паровий колектор. Паливо, що використовується, – суміш доменного та природного газів. Об'ємна частка доменного газу 80–95 %. Характеристики доменного газу непостійні: істотно змінюються елементарний склад, вологість і запиленість.

Розроблена з метою комплексної оптимізації режимів спільної роботи котлів математична модель вимагає адаптації енергетичних характеристик, отриманих розрахунковим шляхом, до реальних умов експлуатації. Адаптація розрахункових енергетичних характеристик проводилася індивідуально на основі теплових балансових випробувань котлів і обліку конструктивних і експлуатаційних особливостей кожного котла. В процесі випробувань була визначена доля конвективної складової теплообміну в топці для розглянутих котлоагрегатів за допомогою нестационарного тепломіра. Абсолютне значення щільності теплового потоку визначалося згідно теорії нестационарного регулярного нагріву чутливого елемента (ЧЕ). Було встановлено, що по мірі вигорання палива рівень теплових потоків знижується, а при збільшенні теплової долі доменного газу абсолютне значення локальних потоків, що падають, зменшується. Середня доля конвективної складової знаходиться на рівні 15–20 %. Адаптація до реальних умов роботи пароперегрівача та хвостових поверхонь нагріву запропоновано здійснити за допомогою коригуючих емпіричних коефіцієнтів, отриманих при обробці результатів балансових випробувань.

Урахування конвективного теплового потоку в топці дозволяє більш точно визначити параметри теплоносіїв по парогазовому тракту котла, а отже, забезпечує можливість отримання адаптованих енергетичних характеристик котлів. Порівняно з аналітичними розрахунковими залежностями, запропонована методика забезпечує індивідуальний підхід до режимів роботи котлів. Завдяки цьому можливо знизити похибку у визначенні оптимальних рішень менш ніж до 1 %.

Ключові слова: котлоагрегати середнього тиску, конвективний теплообмін в топці, коефіцієнт ефективності нагріву поверхні.

REPORTS ON RESEARCH PROJECTS

DOI: 10.15587/2706-5448.2020.210369

SIMPLIFIED METHOD OF FORECASTING THE INFLUENCE OF COOLING INTENSITY DURING HARDENING ON THE MECHANICAL PROPERTIES OF STEEL PRODUCTS page 31–37**Deynek L., Kobasko N.**

Об'єктом дослідження є структура та механічні властивості сталі в центральних точках загартованих виробів. В роботі розроблена методика, яка базується на порівнянні швидкості охолодження в центральній області виробу зі швидкістю охолодження пробного зразка діаметром 5–6 мм, що досліджуються в лабораторних умовах. До цього часу такий підхід був неможливим, оскільки не були вирішені дві основні проблеми. Перехід від малого зразка до реального виробу при гартуванні був науково не обґрунтованим в зв'язку з великою складністю проблеми. Не були відомі математичні залежності для розрахунку швидкості охолодження при гартуванні виробів довільної форми в рідинах. В останній час ці проблеми вирішені та появилася сталь оптимальної прогартовуваності, яку можна дуже швидко охолоджувати. Це спростило вирішення даної проблеми. Розроблена в роботі методика допомагає загартовувати металеві вироби таким чином, щоб на поверхні були великі стискаючі залишкові напруження, а в середині бейнітна структура високої міцності та підвищеної в'язкості. Це дозволяє збільшувати ресурс роботи загартованих виробів, зменшувати відсотки легуючих елементів, а також дотримуватись чистої екології. У зв'язку з цим, базуючись на досягненнях науки за останні десятиліття, запропонована методика прогнозування структури та механічних властивостей сталі при гартуванні реальних деталей. Ця методика може бути використана для збільшення довговічності роботи деталей машин та інструменту. В роботі також відмічається перспективність використання водних розчинів полімерів низької концентрації для інтенсивного гартування сталевих виробів. В цьому випадку при моделюванні швидкості охолодження в процесі гартування реальних виробів пробні зразки загартовують у водних розчинах цих же полімерів більш високої концентрації з метою утворення стабільної парової плівки. Стабільна парова плівка забезпечує стабільний коефіцієнт тепловіддачі. Це збільшує точність моделювання та розширює можливості запропонованих розрахунків.

Ключові слова: метод моделювання формування структури, бейнітні та мартенситні перетворення, термічна обробка, висока міцність.

DOI: 10.15587/2706-5448.2020.208937

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF BINDING ADHESIVES ON THE STRUCTURAL STRENGTH OF INTEGRAL AND SEMI-RIGID COVERS page 38–43**Paliukh O., Kyrychok P., Dziadyk E.**

Об'єктом дослідження є процеси склеювання конструктивних деталей інтегральних і напівжорстких обкладинок палітурними клеями із застосуванням суцільних і дискретних способів нанесення клею. Проведені експериментальні дослідження ґрунтуються на застосуванні порівняльної методики вимірювання жорсткості подвійних клеєних і подвійних без проклеювання палітурних матеріалів через визначення об'єктивних показників руйнівного тиску. Основне припущення дослідження полягає в тому, що використання різних видів палітурних клеїв, нанесених суцільними та дискретними шарами, сприятиме утворенню додаткової структурної міцності виготовлених обкладинок. Цього неможливо досягнути без аналізу та обирання клейових полімерних композицій із широко використовуваних в палітурних процесах, з врахуванням набутої після склеювання цими композиціями структурної міцності обкладинок. Запропоновано для проведення досліджень використати фрагменти інтегральних і напівжорстких обкладинок, виготовлених із високоякісних крейдованих паперів різної маси, в кількості достатній для отримання довірчих показників дослідження. В результаті проведених експериментальних досліджень клеєних зразків крейдованого паперу виявлено зростання відносних показників структурної міцності, викликане фізико-хімічним впливом різних видів клеїв. Виявлені особливості нанесення клейових полімерних композицій на клеєні фрагменти обкладинок суцільним, стрічковим і шаховим способом. Аналіз подвійних клеєних суцільним шаром фрагментів обкладинок, у порівнянні з подвійними неклеєними фрагментами, показав суттєве зростання відносної структурної міцності клеєних фрагментів в широкому розмірному діапазоні. Визначено, що дискретне розмірне відхилення отриманих показників викликане властивостями, застосованих для проведення досліджень клеїв. Порівняльний аналіз клеєних фрагментів обкладинок стрічковим і шаховим способами нанесення клею виявив суттєву відмінність отриманих експериментальних показників міцності, в сторону значної переваги шахового способу. Це, окрім забезпечення структурної міцності клеєних фрагментів обкладинок, наближеної до суцільного способу нанесення клею, сприяє суттєвому скороченню його витратної складової. Отримані результати досліджень визначення впливу вибірки палітурних клеїв, поширених в технологічних процесах виготовлення книжкової продукції, на структурну міцність інтегральних і напівжорстких обкладинок, сприятимуть плануванню ресурсозберігаючих технологічних процесів.

Ключові слова: палітурний клей, зусилля продавлювання, структурна міцність, інтегральна обкладинка, напівжорстка обкладинка.

DOI: 10.15587/2706-5448.2020.207893

RESEARCHING THE EFFICIENCY OF BUCK CONVERTER SYNCHRONOUS RECTIFIER page 44–50**Zheliazkov Y.**

Об'єктом дослідження є синхронний понижуючий перетворювач напруги з системою керування. Одним з найбільш проблемних місць є передача енергії в перетворювачах для досягнення відповідного значення числового діапазону з мінімальними

втратами в компонентах електричної схеми. Запропоновано та описано структурну та електричну схему з синхронного перетворювача, яка за допомогою цифрової системи забезпечує більш точні дані, пов'язані із впливом на роботу схеми. Представлено конкретний приклад розрахунку з чисельними значеннями елементів електричної схеми – підгрунтя для вибору конкретних частин електросхеми за відповідними категоріями.

В ході дослідження використовувалися набір апаратних та програмних засобів, зокрема: для понижуючого перетворювача елементи – ключ, діод та конденсатор; мікроконтролера – відповідний діапазон частоти та напруги; драйвера – характеристики керування силовими ключами з відповідними робочими параметрами. Проаналізовано та розраховано всі можливі втрати при пониженні значення напруги до необхідного рівня, зокрема втрати у компонентах електросхеми перетворювача, – котушці індуктивності, ключах та конденсаторах, – що є необхідною складовою синхронного понижуючого перетворювача. Отримано графіки перемикачів ключів електросхеми, з яких розраховано втрати потужності та ефективність, що виражається коефіцієнтом корисної дії схеми. Отримано графіки залежності ефективності перетворювача від вихідної потужності; часові характеристики керованої широтно-імпульсної модуляції (ШІМ) та вихідної напруги; залежність втрат у ключах. Обумовлено тим, що запропонований синхронний перетворювач має ряд особливостей роботи. Зокрема, аналого-цифровий перетворювач як зворотній зв'язок, цифрову систему керування з дискретним кроком та випрямлення шляхом заміни діодів на активно керовані вимикачі. Останні представляють ключі «високого» та «низького» рівня напруги залежно від струмів напруг, що в них протікають. Це забезпечує можливість отримання більш коректного значення показників. Порівняно з аналогічними понижуючими перетворювачами, даний конвертер має показ напруги з можливою незначною похибкою.

Ключові слова: понижуючий перетворювач, цифрове керування, втрати понижуючого перетворювача, ефективність понижуючого перетворювача, синхронний випрямляч.

DOI: 10.15587/2706-5448.2020.210172

STUDY OF GAMMA-RAY EFFECTS ON RELAXATION OSCILLATOR BASED ON UNIJUNCTION TRANSISTOR page 51–55

Abd El-Basit W., Abd El-Maksood A. M.

Об'єктом дослідження є параметри напівпровідникового одноперехідного транзисторного пристрою, що впливають на його роботу в якості релаксаційного генератора 1,67 кГц під дією дози гамма-випромінювання. Релаксаційні генератори широко використовуються в функціональних генераторах, електронних звукових сигналах, інверторах, поворотниках і генераторах, керованих напругою. Властивості транзисторних пристроїв аналогічні властивостям інших напівпровідникових пристроїв, на які сильно впливає опромінення. Його електричні характеристики та форми вихідної напруги ланцюга релаксаційного генератора були досліджені та побудовані в залежності від різних рівнів гамма-випромінювання. Тип напівпровідника, конструкція пристрою та тип випромінювання впливають на величину цієї зміни. Показано, що збільшення дози гамма-випромінювання до 3,0 МГр призводить до зменшення пікової напруги (V_p) з 3,71 В до 2,9 В, а мінімальна напруга (V_V) збільшується з 1,54 В до 1,89 В. Це призводить до вираженого звуження області негативного опору. В результаті було показано, що як амплітуда вихідного сигналу, так і частота ланцюга релаксаційного генератора залежать від дози гамма-випромінювання. При цьому вихідні значення амплітуди напруги вихідного сигналу, що становлять 2,54 В, знизилися до значення 2,13 В, а його частота, яка дорівнює 1,67 кГц, збільшилася до 1,85 кГц, відповідно, через рівні гамма-впливу до 3,0 МГр з використанням опромінювача GammaCell-220 (Національний центр радіаційних досліджень і технологій Єгипту).

Ключові слова: напівпровідниковий одноперехідний транзисторний прилад, релаксаційний генератор, доза гамма-випромінювання, рівні гамма-опромінення.