

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.229908
INVESTIGATION OF SURFACTANT EFFECT DURING
SYNTHESIS OF MAGNESIUM OXIDE NANOPARTICLES
FROM BITTERN USING ULTRASONIC DESTRUCTION
PROCESS (p. 6–12)

Fariza Eka Yunita

Indonesian Institute of Sciences (LIPI), Tangerang Selatan,
Banten, Indonesia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8615-1392>

Eko Sulistiyono

Indonesian Institute of Sciences (LIPI), Tangerang Selatan,
Banten, Indonesia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4147-3464>

Nadia Chrisayu Natasha

Indonesian Institute of Sciences (LIPI), Tangerang Selatan,
Banten, Indonesia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2332-2726>

Ahmad Rizky Rhamdani

Indonesian Institute of Sciences (LIPI), Tangerang Selatan,
Banten, Indonesia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8252-7716>

Florentinus Firdiyono

Indonesian Institute of Sciences (LIPI), Tangerang Selatan,
Banten, Indonesia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4686-1626>

Latifa Hanum Lalasari

Indonesian Institute of Sciences (LIPI), Tangerang Selatan,
Banten, Indonesia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0648-8655>

Tri Arini

Indonesian Institute of Sciences (LIPI), Tangerang Selatan,
Banten, Indonesia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7514-3100>

Enggar Setya Widyaningrum

Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Kota Cilegon, Banten, Indonesia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7731-4900>

Erlina Yustanti

Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Kota Cilegon, Banten, Indonesia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3087-1387>

Magnesium oxide (MgO) nanoparticles have been widely used in a variety of applications because of their good surface reactivity. Magnesium oxide from bittern has a larger surface area compared to magnesium oxide from calcined magnesite and magnesium ions precipitation from bittern using sodium hydroxide has higher purity than using calcium hydroxide or ammonium hydroxide. In this research, sodium hydroxide was added to a bittern solution obtaining magnesium hydroxide precipitate, followed by the calcination process to produce magnesium oxide. Nano magnesium oxide was synthesized by the ultrasonic destruction process using ethanol and 2-propanol as media. In this study, sonication time and particle concentration effect on the ultrasonic destruction process were investigated. During the process, the sonication time was varied between 8, 16, 32, 64, and 128 minutes while the magnesium oxide concentration was varied between 1 %, 2 %, and 3 %. Increasing sonication time and particle concentration will decrease the particle size. The previous study shows that particles with very small sizes tend to have an agglomeration effect. The aim of

this work is to optimize nano magnesium oxide production from bittern. Surfactant addition was also studied to prevent agglomeration between particles. Four types of surfactant namely anionic (sodium lauryl sulfate), cationic (cetyl tri-methyl-ammonium bromide), amphoteric (fatty acid amido alkyl betaine), and non-ionic (nonylphenol 10 ethoxylated) with a concentration of 1 % and a volume of 0.125 ml were added during the second ultrasonic destruction process. All types of surfactants have a positive effect to prevent agglomeration during the ultrasonic destruction process, with the amphoteric surfactant having the highest performance.

Keywords: magnesium oxide, nanoparticles, bittern, ultrasonic destruction, surfactants, anionic, cationic, amphoteric, non-ionic.

References

- Burda, C., Chen, X., Narayanan, R., El-Sayed, M. A. (2005). Chemistry and Properties of Nanocrystals of Different Shapes. *Chemical Reviews*, 105 (4), 1025–1102. doi: <https://doi.org/10.1021/cr030063a>
- Shukla, S. K., Parashar, G. K., Mishra, A. P., Misra, P., Yadav, B. C., Shukla, R. K. et. al. (2004). Nano-like magnesium oxide films and its significance in optical fiber humidity sensor. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 98 (1), 5–11. doi: <https://doi.org/10.1016/j.snb.2003.05.001>
- Huang, L., Li, D.-Q., Lin, Y.-J., Wei, M., Evans, D. G., Duan, X. (2005). Controllable preparation of Nano-MgO and investigation of its bactericidal properties. *Journal of Inorganic Biochemistry*, 99 (5), 986–993. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jinorgbio.2004.12.022>
- Wang, B., Xiong, X., Ren, H., Huang, Z. (2017). Preparation of MgO nanocrystals and catalytic mechanism on phenol ozonation. *RSC Advances*, 7 (69), 43464–43473. doi: <https://doi.org/10.1039/c7ra07553g>
- Bhargava, A., Alarco, J. A., Mackinnon, I. D. R., Page, D., Ilyushchkin, A. (1998). Synthesis and characterisation of nanoscale magnesium oxide powders and their application in thick films of Bi₂Sr₂CaCu₂O₈. *Materials Letters*, 34 (3-6), 133–142. doi: [https://doi.org/10.1016/s0167-577x\(97\)00148-1](https://doi.org/10.1016/s0167-577x(97)00148-1)
- Di, D.-R., He, Z.-Z., Sun, Z.-Q., Liu, J. (2012). A new nano-cryosurgical modality for tumor treatment using biodegradable MgO nanoparticles. *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine*, 8 (8), 1233–1241. doi: <https://doi.org/10.1016/j.nano.2012.02.010>
- Jin, F., Al-Tabbaa, A. (2014). Characterisation of different commercial reactive magnesia. *Advances in Cement Research*, 26(2), 101–113. doi: <https://doi.org/10.1680/adcr.13.00004>
- Hussein, A. A., Zohdy, K., Abdelkreem, M. (2017). Seawater Bittern a Precursor for Magnesium Chloride Separation: Discussion and Assessment of Case Studies. *International Journal of Waste Resources*, 07 (01). doi: <https://doi.org/10.4172/2252-5211.1000267>
- Mohamed, A. M. O., Maraqa, M., Al Handhaly, J. (2005). Impact of land disposal of reject brine from desalination plants on soil and groundwater. *Desalination*, 182 (1-3), 411–433. doi: <https://doi.org/10.1016/j.desal.2005.02.035>
- Dong, H., Unluer, C., Yang, E.-H., Al-Tabbaa, A. (2018). Recovery of reactive MgO from reject brine via the addition of NaOH. *Desalination*, 429, 88–95. doi: <https://doi.org/10.1016/j.desal.2017.12.021>
- Dong, H., Unluer, C., Yang, E.-H., Al-Tabbaa, A. (2017). Synthesis of reactive MgO from reject brine via the addition of NH₄OH. *Hydrometallurgy*, 169, 165–172. doi: <https://doi.org/10.1016/j.hydromet.2017.01.010>
- Karidakis, T., Agatzini-Leonardou, S., Neou-Syngouna, P. (2005). Removal of magnesium from nickel laterite leach liquors by chemical precipitation using calcium hydroxide and the potential use of the precipitate as a filler material. *Hydrometallurgy*, 76 (1-2), 105–114. doi: <https://doi.org/10.1016/j.hydromet.2004.09.007>
- Khorsand Zak, A., Majid, W. H. abd., Wang, H. Z., Yousefi, R., Moradi Golsheikh, A., Ren, Z. F. (2013). Sonochemical synthesis of hierarchi-

- cal ZnO nanostructures. *Ultrasonics Sonochemistry*, 20 (1), 395–400. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2012.07.001>
14. Yeh, M.-S., Yang, Y.-S., Lee, Y.-P., Lee, H.-F., Yeh, Y.-H., Yeh, C. S. (1999). Formation and Characteristics of Cu Colloids from CuO Powder by Laser Irradiation in 2-Propanol. *The Journal of Physical Chemistry B*, 103 (33), 6851–6857. doi: <https://doi.org/10.1021/jp984163+>
 15. Kim, Y. H., Lee, D. K., Jo, B. G., Jeong, J. H., Kang, Y. S. (2006). Synthesis of oleate capped Cu nanoparticles by thermal decomposition. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 284–285, 364–368. doi: <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2005.10.067>
 16. Ponce, A. A., Klabunde, K. J. (2005). Chemical and catalytic activity of copper nanoparticles prepared via metal vapor synthesis. *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical*, 225 (1), 1–6. doi: <https://doi.org/10.1016/j.molcata.2004.08.019>
 17. Suslick, K. S. (1989). The Chemical Effects of Ultrasound. *Scientific American*, 260 (2), 80–86. doi: <https://doi.org/10.1038/scientificamerican0289-80>
 18. Doktycz, S., Suslick, K. (1990). Interparticle collisions driven by ultrasound. *Science*, 247 (4946), 1067–1069. doi: <https://doi.org/10.1126/science.2309118>
 19. Yunita, F. E., Natasha, N. C., Sulistiyono, E., Rhamdani, A. R., Hadinata, A., Yustanti, E. (2020). Time and Amplitude Effect on Nano Magnesium Oxide Synthesis from Bittern using Sonochemical Process. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 858, 012045. doi: <https://doi.org/10.1088/1757-899x/858/1/012045>
 20. Tadros, T. F. (2005). *Applied Surfactants: Principles and Applications*. Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA. doi: <https://doi.org/10.1002/3527604812>
 21. Dung Dang, T. M., Tuyet Le, T. T., Fribourg-Blanc, E., Dang, M. C. (2012). Influence of surfactant on the preparation of silver nanoparticles by polyol method. *Advances in Natural Sciences: Nanoscience and Nanotechnology*, 3 (3), 035004. doi: <https://doi.org/10.1088/2043-6262/3/3/035004>
 22. Loosli, E., Stoll, S. (2017). Effect of surfactants, pH and water hardness on the surface properties and agglomeration behavior of engineered TiO₂ nanoparticles. *Environmental Science: Nano*, 4 (1), 203–211. doi: <https://doi.org/10.1039/c6en00339g>
 23. Mehta, S. K., Kumar, S., Chaudhary, S., Bhasin, K. K. (2009). Effect of Cationic Surfactant Head Groups on Synthesis, Growth and Agglomeration Behavior of ZnS Nanoparticles. *Nanoscale Research Letters*, 4 (10), 1197–1208. doi: <https://doi.org/10.1007/s11671-009-9377-8>
 24. Saleh, B., Ezz El-Deen, A., Ahmed, S. M. (2011). Effect of liquid viscosity on cavitation damage based on analysis of erosion particles. *JES. Journal of Engineering Sciences*, 39 (2), 327–336. doi: <https://doi.org/10.21608/jesaun.2011.127548>
 25. Hielscher, T. (2005). Ultrasonic Production of Nano-Size Dispersions and Emulsions. *Eur Nano Syst*. Available at: <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/0708/0708.1831.pdf>
 26. Liu, X.-M., Liu, X.-H., He, J., Hou, Y.-F., Lu, J., Ni, X.-W. (2010). Cavitation Bubble Dynamics in Liquids of Different Viscosity. 2010 Symposium on Photonics and Optoelectronics. doi: <https://doi.org/10.1109/sopo.2010.5504305>
 27. Greenwood, R., Kendall, K. (1999). Selection of Suitable Dispersants for Aqueous Suspensions of Zirconia and Titania Powders using Acoustophoresis. *Journal of the European Ceramic Society*, 19 (4), 479–488. doi: [https://doi.org/10.1016/s0955-2219\(98\)00208-8](https://doi.org/10.1016/s0955-2219(98)00208-8)

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.231422

INVESTIGATION ON SYNTHESIS, STRUCTURAL AND NONLINEAR OPTICAL RESPONSES OF CADMIUM SELENIDE COATED WITH GOLD NANOPARTICLES INDUCED BY FEMTOSECOND LASER EXCITATION (p. 13–18)

Nadia Mohammed Jassim

University of Diyala, Baquba City, Diyala Governorate, Iraq
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2903-6344>

Nada Abdulhadi Kareem
 University of Al-Qadisiyah, Diwania City,
 Qadisiyah Governorate, Iraq
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3851-0706>

Nada Ismael Ibrahim
 University of Diyala, Baquba City, Diyala Governorate, Iraq
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6945-257X>

Sumayyah Binti Abdul Manan
 University Putra Malaysia, Serdang Selangor Darul Ehsan, Malaysia

Nonlinear optical signal enhancement cannot be achieved by using semiconductor materials alone. Here, we show that the recently discovered nonlinear optical behavior of plasmonic nanoparticles and hybrid nanowires enables an enhanced nonlinear optical response. A synthesis, characterization, and nonlinear optical response of synthesized hybrid nanowires structures were studied. The growth of gold nanoparticles (Au NPs) onto cadmium selenide nanowires CdSe NWs with different concentrations of gold nanoparticles coating prepared via an impregnation technique. Au nanoparticles in the CdSe/Au nanowires were uniformly dispersed on the CdSe nanowire surface. The surface morphologies and the propagation manner of hybrid nanostructures were used for transmission electron microscopy (TEM) to study the optical properties of pure and hybrid nanostructures. Dark-field scattering microscopy was used to characterize single CdSe NW and confirm the coating of hybrid CdSe/Au nanowires and characterize the concentration effect of gold nanoparticles. The dark-field scattering spectrum (DFSS) reference to the surface plasmon resonance of nearer Au NPs was observed at ca. 800 nm. By making a comparison between a single cadmium selenide with and without gold nanoparticles coating, hybrid CdSe/Au nanowires exhibit sufficient quality to produce second-harmonic generation stimulated with a pulsed, linearly polarized pump-light from a femtosecond Ti-sapphire laser. The estimated improvement of the second-harmonic generation signal is about ~ 1.8 times, ~ 5.5 times, ~ 6.9 times for low, moderate and full coating of gold nanoparticles, which was mainly due to the high quality of synthesis techniques and good dispersion of gold nanoparticles on CdSe nanowires.

Keywords: surface plasmon resonance, cadmium selenide, hybrid nanowires, gold nanoparticles, second-harmonic generation.

References

1. Azqhandi, M. H. A., Khezeli, T., Ghaedi, M., Daneshfar, A. (2020). New methodologies and equipment used in new-generation separation and preconcentration methods. *New Generation Green Solvents for Separation and Preconcentration of Organic and Inorganic Species*, 149–206. doi: <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-818569-8.00004-8>
2. Jassim, N. M., Khodair, Z. T., Diwan, M. H., Al Timimi, M. H. (2019). Preparation, morphology and study of some nonlinear optical properties of hybrid cadmium sulfide coated gold nanowires. *Journal of Ovonic Research*, 15 (4), 221–226.
3. Wu, B., Wang, P.-F., Qiu, Y.-H., Liang, S., Wu, Z.-Y., Zhou, L., Wang, Q.-Q. (2020). Enhanced second-harmonic generation of asymmetric Au@CdSe heterorods. *Science China Materials*, 63 (8), 1472–1479. doi: <https://doi.org/10.1007/s40843-019-1285-8>
4. Jassim, N. M., Diwan, M. H., Ahmade, N. S. (2020). Femtosecond Optical Nonlinearity Signal and Dark Field Scattering Microscopy of Gold Coated Zinc Oxide Nanowires. *NeuroQuantology*, 18 (8), 66–71. doi: <https://doi.org/10.14704/nq.2020.18.8.nq20206>
5. Jayalakshmi, G., Saravanan, K. (2020). Surface plasmons enhanced band-edge emission in Ni nanoparticles decorated ZnO nanorods arrays architecture. *Journal of Luminescence*, 222, 117049. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jlumin.2020.117049>
6. Shaviv, E., Banin, U. (2010). Synergistic Effects on Second Harmonic Generation of Hybrid CdSe–Au Nanoparticles. *ACS Nano*, 4 (3), 1529–1538. doi: <https://doi.org/10.1021/nn901778k>

7. Daneshfar, N. (2016). Second-harmonic generation from bimetal composites doped with metal nanoparticles. *Physica E: Low-Dimensional Systems and Nanostructures*, 79, 80–86. doi: <https://doi.org/10.1016/j.physe.2015.12.007>
8. Sakthisabarimoorathi, A., Martin Britto Dhas, S. A., Jose, M. (2019). Preparation of composite Ag@Au core-shell nanoparticles and their linear and nonlinear optical properties. *Journal of Materials Science: Materials in Electronics*, 30 (2), 1677–1685. doi: <https://doi.org/10.1007/s10854-018-0439-5>
9. Sadeq, Z. S. (2016). Non Linear Optical Properties of Silver Nanoparticles. *Iraqi Journal of Science*, 57 (3C), 2240–2244. Available at: https://www.researchgate.net/publication/325131052_Non_Linear_Optical_Properties_of_Silver_Nanoparticles
10. Tang, R., Han, S., Teng, F., Hu, K., Zhang, Z., Hu, M., Fang, X. (2018). Size-Controlled Graphene Nanodot Arrays/ZnO Hybrids for High-Performance UV Photodetectors. *Advanced Science*, 5 (1), 1700334. doi: <https://doi.org/10.1002/advs.201700334>
11. You, D., Xu, C., Zhang, W., Zhao, J., Qin, F., Shi, Z. (2019). Photovoltaic-pyroelectric effect coupled broadband photodetector in self-powered ZnO/ZnTe core/shell nanorod arrays. *Nano Energy*, 62, 310–318. doi: <https://doi.org/10.1016/j.nanoen.2019.05.050>
12. Liu, S., Li, M.-Y., Zhang, J., Su, D., Huang, Z., Kunwar, S., Lee, J. (2020). Self-Assembled Al Nanostructure/ZnO Quantum Dot Heterostructures for High Responsivity and Fast UV Photodetector. *Nano-Micro Letters*, 12 (1). doi: <https://doi.org/10.1007/s40820-020-00455-9>
13. Nasiri, N., Bo, R., Wang, F., Fu, L., Tricoli, A. (2015). Ultraporous Electron-Depleted ZnO Nanoparticle Networks for Highly Sensitive Portable Visible-Blind UV Photodetectors. *Advanced Materials*, 27 (29), 4336–4343. doi: <https://doi.org/10.1002/adma.201501517>

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.232423

ESTABLISHING PATTERNS IN THE COMPATIBLE ELECTROMAGNETIC AND ELECTROMECHANICAL TRANSITION PROCESSES WHEN THE STARTER IS POWERED BY A SUPERCAPACITOR (p. 19–25)

Anatoly Panchenko

Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University,
Kharkiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1280-2049>

Oleh Smyrnov

Kharkiv National Automobile and Highway University,
Kharkiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4881-9042>

Andrey Nechaus

Kharkiv National Automobile and Highway University,
Kharkiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8833-0802>

Iryna Trunova

Kharkiv National Automobile and Highway University,
Kharkiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0986-4115>

Anna Borysenko

Kharkiv National Automobile and Highway University,
Kharkiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5992-8274>

Pavlo Sokhin

Elcars Company, Kharkiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2823-2239>

Bagach Ruslan

Kharkiv State Polytechnic College, Kharkiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0157-5933>

Supercapacitors are commonly used for a guaranteed launch of diesel generators. However, the processes caused by the starting current until the starter shaft rotates are disregarded. The duration of this moment is short but its effect on the rechargeable battery, taking into consideration its service life, is significant. The shape of this pulse, its duration significantly depend on the ratio of system parameters: supercapacitor (rechargeable battery) – starter – diesel generator.

A system of differential equations has been proposed to describe the compatible electromagnetic and electromechanical processes that occur when the starter of the diesel generator is powered from the supercapacitor. A charge is used as a variable quantity. The transitional processes occurring in the stationary starter rotor and the subsequent processes caused by the growth of the electromagnetic starter moment have been taken into consideration.

This paper reports establishing those patterns that are related to the beginning of the starter movement, its entering the mode at the falling voltage of the supercapacitor, the exchange of electrical and magnetic energy accumulated in the inductive elements of the starter.

Using the charge as a variable quantity has made it possible to combine the final values of the preceding process (stationary rotor) with the initial ones of the next one (output to starting speed). Thus, a mathematical notation has been derived that considers most of the parameters of the charge circle of the supercapacitor. The possibility of using an inflated voltage of the supercapacitor to increase the accumulated energy has been clarified.

The processes have been theoretically substantiated, which makes it possible to use a small internal resistance of the starter circuit, the presence of inductive components, an abnormal capacity of the supercapacitor to form the desired shape of the electromagnetic moment. That would make it possible to take into consideration the specific requirements of various systems of guaranteed power supply.

Keywords: electromagnetic transition processes, electromechanical transition processes, electromagnetic moment, moment of resistance.

References

1. Morgos, J., Frivaldsky, M., Hanko, B., Drgona, P. (2019). Start-up power supply for automotive applications. *Transportation Research Procedia*, 40, 397–404. doi: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2019.07.058>
2. Yuhimenko, V., Averbukh, M., Agranovich, G., Kuperman, A. (2014). Dynamics of supercapacitor bank with uncontrolled active balancer for engine starting. *Energy Conversion and Management*, 88, 106–112. doi: <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2014.08.033>
3. Kouchachvili, L., Yaïci, W., Entchev, E. (2018). Hybrid battery/supercapacitor energy storage system for the electric vehicles. *Journal of Power Sources*, 374, 237–248. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2017.11.040>
4. Boccaletti, C., Elia, S., Salas M, E. F., Pasquali, M. (2020). High reliability storage systems for genset cranking. *Journal of Energy Storage*, 29, 101336. doi: <https://doi.org/10.1016/j.est.2020.101336>
5. Dell, R. M., Moseley, P. T., Rand, D. A. J. (2014). Batteries and Supercapacitors for Use in Road Vehicles. *Towards Sustainable Road Transport*, 217–259. doi: <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-404616-0.00007-4>
6. Pipitone, E., Vitale, G. (2020). A regenerative braking system for internal combustion engine vehicles using supercapacitors as energy storage elements - Part 1: System analysis and modelling. *Journal of Power Sources*, 448, 227368. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2019.227368>
7. Ouyang, M., Zhang, W., Wang, E., Yang, F., Li, J., Li, Z. et al. (2015). Performance analysis of a novel coaxial power-split hybrid powertrain using a CNG engine and supercapacitors. *Applied Energy*, 157, 595–606. doi: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2014.12.086>
8. Saw, L. H., Poon, H. M., Chong, W. T., Wang, C.-T., Yew, M. C., Yew, M. K., Ng, T. C. (2019). Numerical modeling of hybrid supercapaci-

tor battery energy storage system for electric vehicles. *Energy Procedia*, 158, 2750–2755. doi: <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2019.02.033>

9. Rahman, A. U., Ahmad, I., Malik, A. S. (2020). Variable structure-based control of fuel cell-supercapacitor-battery based hybrid electric vehicle. *Journal of Energy Storage*, 29, 101365. doi: <https://doi.org/10.1016/j.est.2020.101365>
10. Yin, C., Wu, H., Locment, F., Sechilariu, M. (2017). Energy management of DC microgrid based on photovoltaic combined with diesel generator and supercapacitor. *Energy Conversion and Management*, 132, 14–27. doi: <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2016.11.018>

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.234767

DEVELOPMENT OF AN ALGORITHM FOR SELECTING THE REQUIRED FREQUENCY OF INJECTED CURRENT FOR MULTI-FREQUENCY ELECTRICAL IMPEDANCE TOMOGRAPHY FOR TASKS RELATED TO PREOPERATIVE MONITORING OF HUMAN LUNG FUNCTION (p. 25–38)

Grayr Aleksanyan

Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI),
Novocherkassk, Russian Federation

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9611-6275>

This paper proposes an algorithm for selecting the required frequency of injected current for problems of personalized multi-frequency electrical impedance tomography. The essence of the algorithm is to calculate the rate of change in the recorded difference of potentials for the assigned range of frequencies of injected current, followed by determining the frequency after which the rate of a change in potentials is minimal. Subsequently, the injection parameters are readjusted to the chosen frequency and the complete process of electrical impedance tomography is started. The proposed solutions were studied on four subjects with different fat mass, defined by bioimpedance analysis. Thus, it seems possible to track the dynamics of a change in the lungs of a certain patient by visualizing the reconstructed conductivity field, taking into consideration its internal features. It was established that in the course of studying lungs by using the method of electrical impedance tomography, it is necessary to take into account the frequency of injected current at an increase in percentage of fat mass. The results of the studies showing a change in the quality of imaging the breathing process at different frequencies of injected current (from 50 kHz to 400 kHz, with a pitch of 50 kHz) are presented. For the test participants with a fat weight of 7.6 kg, 23.3 kg, 15.2 kg and 37.3 kg, the injection frequency was determined as 150 kHz, 200 kHz, 200 kHz, and 350 kHz, respectively.

The proposed algorithm enables visual monitoring of lung function and can be used in the problems of pre- and postoperative monitoring of respiratory function of patients. Its use is particularly relevant for patients connected to an apparatus of artificial lung ventilation.

Keywords: multi-frequency electrical impedance tomography, selection of injection frequency, information and measuring system, fat mass, human lungs.

References

1. Abboud, M., Guardo, R., Martineau, R., Taillefer, J., Pelletier, C. (1995). Monitoring of peripheral edema using electrical bioimpedance measurements. *Proceedings of 17th International Conference of the Engineering in Medicine and Biology Society*. doi: <https://doi.org/10.1109/ieems.1995.575290>
2. Pekker, Ya. S., Brazovskiy, K. S., Usov, V. Yu. (2004). *Elektroimpedansnaya tomografiya*. Tomsk: NTL, 192.
3. Pomprapa, A., Schwaiberger, D., Pickerodt, P., Tjarks, O., Lachmann, B., Leonhardt, S. (2014). Automatic protective ventilation using the ARDSNet protocol with the additional monitoring of electrical impedance tomography. *Critical Care*, 18 (3), R128. doi: <https://doi.org/10.1186/cc13937>
4. Liu, S., Tan, L., Möller, K., Frerichs, I., Yu, T., Liu, L. et. al. (2016). Identification of regional overdistension, recruitment and cyclic alveolar collapse with electrical impedance tomography in an experimental ARDS model. *Critical Care*, 20 (1). doi: <https://doi.org/10.1186/s13054-016-1300-y>
5. Nestler, C., Simon, P., Petroff, D., Hammermüller, S., Kamrath, D., Wolf, S. et. al. (2017). Individualized positive end-expiratory pressure in obese patients during general anaesthesia: a randomized controlled clinical trial using electrical impedance tomography. *British Journal of Anaesthesia*, 119 (6), 1194–1205. doi: <https://doi.org/10.1093/bja/aex192>
6. Buzkova, K., Roubik, K. (2015). The effect of electrode belt size selection upon evaluation of the distribution of ventilation using electrical impedance tomography. 2015 E-Health and Bioengineering Conference (EHB). doi: <https://doi.org/10.1109/ehb.2015.7391453>
7. Karsten, J., Stueber, T., Voigt, N., Teschner, E., Heinze, H. (2015). Influence of different electrode belt positions on electrical impedance tomography imaging of regional ventilation: a prospective observational study. *Critical Care*, 20 (1). doi: <https://doi.org/10.1186/s13054-015-1161-9>
8. Blankman, P., Shono, A., Hermans, B. J. M., Wesselius, T., Hasan, D., Gommers, D. (2016). Detection of optimal PEEP for equal distribution of tidal volume by volumetric capnography and electrical impedance tomography during decreasing levels of PEEP in post cardiac-surgery patients. *British Journal of Anaesthesia*, 116 (6), 862–869. doi: <https://doi.org/10.1093/bja/aew116>
9. Cinnella, G., Grasso, S., Raimondo, P., D'Antini, D., Mirabella, L., Rauseo, M., Dambrosio, M. (2015). Physiological Effects of the Open Lung Approach in Patients with Early, Mild, Diffuse Acute Respiratory Distress Syndrome. *Anesthesiology*, 123 (5), 1113–1121. doi: <https://doi.org/10.1097/aln.0000000000000862>
10. Hough, J. L., Shearman, A. D., Liley, H., Grant, C. A., Schibler, A. (2014). Lung recruitment and endotracheal suction in ventilated preterm infants measured with electrical impedance tomography. *Journal of Paediatrics and Child Health*, 50 (11), 884–889. doi: <https://doi.org/10.1111/jpc.12661>
11. Gross, B. H., Spizarny, D. L. (1994). Computed Tomography of the Chest in the Intensive Care Unit. *Critical Care Clinics*, 10 (2), 267–275. doi: [https://doi.org/10.1016/s0749-0704\(18\)30128-3](https://doi.org/10.1016/s0749-0704(18)30128-3)
12. Adeniji-Sofoluwe, A. T., Adekanmi, A. J., Efidi, R. (2017). Imaging Findings in Chest Computed Tomography: Initial Experience in a Developing Country. *Open Journal of Clinical Diagnostics*, 07 (04), 113–123. doi: <https://doi.org/10.4236/ojcd.2017.74012>
13. Ball, L., Sutherland, Y., Pelosi, P. (2013). Monitoring respiration: What the clinician needs to know. *Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology*, 27 (2), 209–223. doi: <https://doi.org/10.1016/j.bpa.2013.06.004>
14. Ball, L., Vercesi, V., Costantino, E., Chandrapatham, K., Pelosi, P. (2017). Lung imaging: how to get better look inside the lung. *Annals of Translational Medicine*, 5 (14), 294–294. doi: <https://doi.org/10.21037/atm.2017.07.20>
15. Battaglini, D., Robba, C., Rocco, P. R. M., De Abreu, M. G., Pelosi, P., Ball, L. (2019). Perioperative anaesthetic management of patients with or at risk of acute distress respiratory syndrome undergoing emergency surgery. *BMC Anesthesiology*, 19 (1). doi: <https://doi.org/10.1186/s12871-019-0804-9>
16. Białka, S., Copik, M., Rybczyk, K., Misiólek, H. (2017). Electrical impedance tomography for diagnosis and monitoring of pulmonary function disorders in the intensive care unit – case report and review of literature. *Anesthesiology intensive therapy*, 49 (3), 222–226. doi: <https://doi.org/10.5603/ait.2017.0040>
17. Bachmann, M. C., Morais, C., Bugedo, G., Bruhn, A., Morales, A., Borges, J. B. et. al. (2018). Electrical impedance tomography in acute respiratory distress syndrome. *Critical Care*, 22 (1). doi: <https://doi.org/10.1186/s13054-018-2195-6>

18. Frerichs, I., Pulletz, S., Elke, G., Gawelczyk, B., Frerichs, A., Weiler, N. (2011). Patient examinations using electrical impedance tomography—sources of interference in the intensive care unit. *Physiological Measurement*, 32 (12), L1–L10. doi: <https://doi.org/10.1088/0967-3334/32/12/f01>
19. Schaefer, M. S., Wania, V., Bastin, B., Schmalz, U., Kienbaum, P., Beiderlinden, M., Treschan, T. A. (2014). Electrical impedance tomography during major open upper abdominal surgery: a pilot-study. *BMC Anesthesiology*, 14 (1). doi: <https://doi.org/10.1186/1471-2253-14-51>
20. Jang, G. Y., Ayoub, G., Kim, Y. E., Oh, T. I., Chung, C. R., Suh, G. Y., Woo, E. J. (2019). Integrated EIT system for functional lung ventilation imaging. *BioMedical Engineering OnLine*, 18 (1). doi: <https://doi.org/10.1186/s12938-019-0701-y>
21. Shono, A., Kotani, T. (2019). Clinical implication of monitoring regional ventilation using electrical impedance tomography. *Journal of Intensive Care*, 7 (1). doi: <https://doi.org/10.1186/s40560-019-0358-4>
22. Ward, L. C. (2018). Bioelectrical impedance analysis for body composition assessment: reflections on accuracy, clinical utility, and standardisation. *European Journal of Clinical Nutrition*, 73 (2), 194–199. doi: <https://doi.org/10.1038/s41430-018-0335-3>
23. Shchelykalina, S. P., Nikolaev, D. V., Kolesnikov, V. A., Korostylev, K. A., Starunova, O. A. (2020). Data Views Technology of Bioimpedance Vector Analysis of Human Body Composition. 17th International Conference on Electrical Bioimpedance, 77–83. doi: https://doi.org/10.1007/978-981-13-3498-6_12
24. Nikolaev, D. V., Schelykalina, S. P. (2016). Lektsii po bioimpedansnomu analizu sostava tela cheloveka. Moscow: RIO TSNII OIZ MZ RF, 152.
25. Martirosov, E. G., Nikolaev, D. V., Rudnev, S. G. (2006). Tekhnologii i metody opredeleniya sostava tela cheloveka. Moscow: Nauka, 248.
26. Nikolaev, D. V., Smirnov, A. V., Bobrinskaya, I. G., Rudnev, S. G. (2009). Bioimpedansniy analiz sostava tela cheloveka. Moscow: Nauka, 392.

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.234657

**ESTIMATING THE INFLUENCE OF DOUBLE-SIDED
ROUNDED SCREENS ON THE ACOUSTIC FIELD
AROUND A LINEAR SOUND SOURCE (p. 38–46)**

Vitalii Didkovskiy

National Technical University of Ukraine
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0807-822X>

Vitaly Zaets

National Technical University of Ukraine
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2232-9187>

Svetlana Kotenko

State Enterprise «State Research Institute of Building
Constructions», Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6804-1413>

Volodymyr Denysenko

Kyiv National University of Trade and Economics, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9127-5012>

Yuriy Didenko

Kyiv National University of Trade and Economics, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9473-1370>

This paper reports a study into the acoustic field of transport flow around noise protection screens located on both sides of the sound source.

Most research on noise protection involving noise protection screens relates to the assessment of the effectiveness of screens located on one side of the noise source. The influence of the second screen on the effectiveness of the first one has been investigated only experi-

mentally. Therefore, it is a relevant task to assess the mutual impact of the two screens between which the linear sound source is located.

A problem was stated in such a way that has made it possible to derive an analytical solution and find a sound field around a linear sound source. In this case, the sound source was limited on both sides by acoustically rigid screens with finite thickness. The screens' cross-sections were shaped as part of a ring with arbitrary angles and the same radius.

The problem was solved by the method of partial domains. This method has made it possible to obtain an infinite system of algebraic equations that were solved by the method of reduction. Such an approach to solving a problem allows a given solution to be applied for different cases of the mutual location of screens, source, and territory protected from noise.

The study results help estimate a field between the screens, the dependence of increasing sound pressure on the road on the geometric size of the screen and the width of the road. In addition, the solution resulted in the ability to assess the impact of one screen on the efficiency of another in the frequency range of up to 1,000 Hz. It has been shown that the mutual impact of screens could reduce the screen efficiency by 2 times.

The study reported here could make it possible to more accurately calculate the levels of the sound field from traffic flows when using noise protection screens, which is often performed in practice when designing new and reconstructing existing highways.

Keywords: rounded noise protection screen, method of partial domains, two-sided noise protection screens, noise reduction.

References

1. Maraş, E. E., Uslu, G., Uslu, A. (2016). Effects of Noise Barriers on Reducing Highway Traffic Noise. *International Refereed Journal of Engineering and Science*, 5 (2), 01–11. Available at: <http://www.irjes.com/Papers/vol5-issue2/A520111.pdf>
2. Mozhaiv, O., Kuchuk, H., Shvets, D., Tretiak, V., Tretiak, M., Ostropilets, V. et. al. (2019). Minimization of power losses by traction-transportation vehicles at motion over a bearing surface that undergoes deformation. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (1), 69–74. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.156721>
3. Echevarria Sanchez, G. M., Van Renterghem, T., Thomas, P., Botteldooren, D. (2016). The effect of street canyon design on traffic noise exposure along roads. *Building and Environment*, 97, 96–110. doi: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2015.11.033>
4. Zaets, V., Kotenko, S. (2017). Investigation of the efficiency of a noise protection screen with an opening at its base. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (5 (89)), 4–11. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.112350>
5. 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: <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2020.206018>
6. Wang, Z. B., Choy, Y. S. (2019). Tunable parallel barriers using Helmholtz resonator. *Journal of Sound and Vibration*, 443, 109–123. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jsv.2018.11.013>
7. Didkovskiy, V., Naida, S., Zaets, V. (2019). Experimental study into the Helmholtz resonators' resonance properties over a broad frequency band. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (5 (97)), 34–39. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.155417>
8. Heimann, D. (2010). On the Efficiency of Noise Barriers Near Sloped Terrain – A Numerical Study. *Acta Acustica United with Acustica*, 96 (6), 1003–1011. doi: <https://doi.org/10.3813/aaa.918363>
9. Maekawa, Z. (1968). Noise reduction by screens. *Applied Acoustics*, 1 (3), 157–173. doi: [https://doi.org/10.1016/0003-682x\(68\)90020-0](https://doi.org/10.1016/0003-682x(68)90020-0)
10. Kurze, U. J. (1974). Noise reduction by barriers. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 55 (3), 504–518. doi: <https://doi.org/10.1121/1.1914528>

11. Hutchins, D. A., Pitcarn, D. (1983). A laser study of multiple reflections within parallel noise barriers. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 73 (6), 2216–2218. doi: <https://doi.org/10.1121/1.389548>
12. 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: [https://doi.org/10.1016/s0003-682x\(97\)00040-6](https://doi.org/10.1016/s0003-682x(97)00040-6)
13. Salomons, E. M., Geerlings, A. C., Duhamel, D. (1997). Comparison of a ray model and a Fourier-boundary element method for traffic noise situations with multiple diffractions and reflections. *Acta Acustica united with Acustica*, 83 (1), 35–47. Available at: <https://www.ingentaconnect.com/content/dav/aaau/1997/00000083/00000001/art00009>
14. Halliwell, R. E. (1982). Field performance of parallel barriers. *Canadian Acoustics*, 10 (3), 9–18. Available at: <https://jcaa.caa-aca.ca/index.php/jcaa/article/view/486/155>
15. Nelson, P. M., Abbott, P. G., Salvidge, A. C. (1977). Acoustic performance of the M6 noise barriers (No. LR-731 Lab. Rpt.).
16. 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.nhtl.bts.gov/view/dot/8967>
17. Watts, G. R. (1996). Acoustic performance of parallel traffic noise barriers. *Applied Acoustics*, 47 (2), 95–119. doi: [https://doi.org/10.1016/0003-682x\(95\)00031-4](https://doi.org/10.1016/0003-682x(95)00031-4)
18. Mobarakeh, P. S., Grinchenko, V. T. (2015). Construction Method of Analytical Solutions to the Mathematical Physics Boundary Problems for Non-Canonical Domains. *Reports on Mathematical Physics*, 75 (3), 417–434. doi: [https://doi.org/10.1016/s0034-4877\(15\)30014-8](https://doi.org/10.1016/s0034-4877(15)30014-8)
19. Vovk, I. 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>
20. Vovk, I. V., Grinchenko, V. T., Matsypura, V. T. (2012). Soundproof properties of the barriers located along the city street. *Akustychnyi visnyk*, 15 (2), 3–16. Available at: <http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/116171>
21. Abramovits, M., Stigan, I. (Eds.) (1979). *Spravochnik pospetsial'nym funktsiyam*. Moscow: Nauka, 832.
22. Shenderov, E. L. (1972). *Volnovye zadachi gidroakustiki*. Leningrad: Sudostroenie, 347.
23. Hrinchenko, V. T., Vovk, I. V., Matsypura, V. T. (2007). *Osnovy akustyky*. Kyiv: Naukova dumka, 640.
24. 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: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.224327>
25. Zaets, V. (2021). Influence estimation of the inclination angle of the top of the noise protection barrier on its efficiency. *Technology Audit and Production Reserves*, 1 (1 (57)), 12–16. doi: <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2021.225474>

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.228405

ASSESSMENT OF SPEECH INTELLIGIBILITY IN UNIVERSITY LECTURE ROOMS OF DIFFERENT SIZES USING OBJECTIVE AND SUBJECTIVE METHODS (p. 47–56)

Arkadiy Prodeus

National Technical University of Ukraine
“Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7640-0850>

Maryna Didkovska

National Technical University of Ukraine
“Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0818-2008>

The scores of speech intelligibility, obtained using objective and subjective methods for three university lecture rooms of the small, medium, and large sizes with different degrees of filling, were presented. The problem of achieving high speech intelligibility is relevant for both students and university administration, and for architects designing or reconstructing lecture rooms. Speech intelligibility was assessed using binaural room impulse responses which applied an artificial head and non-professional quality audio equipment for measuring. The Speech Transmission Index was an objective measure of speech intelligibility, while the subjective evaluation of speech intelligibility was carried out using the articulation method.

Comparative analysis of the effectiveness of parameters of impulse response as a measure of speech intelligibility showed that Early Decay Time exceeded the score of the T30 reverberation time but was ineffective in a small lecture room. The C50 clarity index for all the considered lecture rooms was the most informative. Several patterns determined by the influence of early sound reflections on speech intelligibility were detected. Specifically, it was shown that an increase in the ratio of the energy of early reflections to the energy of direct sound leads to a decrease in speech intelligibility. The exceptions are small, up to 30–40 cm, distances from the back wall of the room, where speech intelligibility is usually slightly higher than in the middle of the room. At a distance of 0.7–1.7 m from the side walls of the room, speech intelligibility is usually worse for the ear, which is closer to the wall. The usefulness of the obtained results lies in refining the quantitative characteristics of the influence of early reflections of sound on speech intelligibility at different points of lecture rooms.

Keywords: binaural room impulse response, speech intelligibility, early reflections of sound.

References

1. Eggenschwiler, K. (2005). Lecture Halls - Room Acoustics and Sound Reinforcement. Conference: 4th European congress on acoustics (Forum Acusticum 2005). Budapest. Available at: https://www.researchgate.net/publication/238114069_Lecture_Halls_-_Room_Acoustics_and_Sound_Reinforcement
2. Bradley, J. S., Reich, R. D., Norcross, S. G. (1999). On the combined effects of signal-to-noise ratio and room acoustics on speech intelligibility. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 106 (4), 1820–1828. doi: <https://doi.org/10.1121/1.427932>
3. Bradley, J. S., Sato, H., Picard, M. (2003). On the importance of early reflections for speech in rooms. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 113 (6), 3233. doi: <https://doi.org/10.1121/1.1570439>
4. Hu, Y., Kokkinakis, K. (2014). Effects of early and late reflections on intelligibility of reverberated speech by cochlear implant listeners. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 135 (1), EL22–EL28. doi: <https://doi.org/10.1121/1.4834455>
5. Yang, W., Bradley, J. S. (2009). Effects of room acoustics on the intelligibility of speech in classrooms for young children. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 125 (2), 922–933. doi: <https://doi.org/10.1121/1.3058900>
6. Bradley, J. S. (2011). Review of objective room acoustics measures and future needs. *Applied Acoustics*, 72 (10), 713–720. doi: <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2011.04.004>
7. Arweiler, I., Buchholz, J., Dau, T. (2009). Speech intelligibility enhancement by early reflections. ISAAR 2009: Binaural Processing and Spatial Hearing. 2nd International Symposium on Auditory and Audiological Research. Elsinore, Denmark. Available at: <https://proceedings.isaar.eu/index.php/isaarproc/article/view/2009-29>
8. Warzybok, A., Rennies, J., Doclo, S., Kollmeier, B. (2011). Influence of early reflections on speech intelligibility under different noise conditions. *Forum Acusticum*. Aalborg, Denmark. Available at: https://uol.de/f/6/dept/mediphysik/ag/sigproc/download/papers/SP2011_5.pdf
9. Nocke, C. (2016). New standards in Architectural Acoustics - a German view. *Proceedings of ACOUSTICS 2016*. Brisbane, Australia.

- Available at: https://www.acoustics.asn.au/conference_proceedings/AASNZ2016/papers/p114.pdf
10. DIN 18041:2004-05. Acoustic quality in small to medium-sized rooms (2004). Beuth Verlag GmbH, 39. Available at: <https://www.beuth.de/de/norm/din-18041/69640391>
 11. ANSI/ASA S12.60-2010/Part 1 (R2015). Acoustical performance criteria, design requirements, and guidelines for schools, Part 1: permanent schools (2015). American National Standards Institute. Available at: <https://webstore.ansi.org/standards/asa/ansiasas12602010partr2015>
 12. BS EN 60268-16:2011. Sound System Equipment - Part 16: Objective rating of speech intelligibility by speech transmission index (2011). British Standards Institution. Available at: https://infostore.saiglobal.com/en-us/Standards/BS-EN-60268-16-2011-217511_SAIG_BSI_BSI_512663/
 13. IEC 60268-16:4.0. Sound system equipment - Part 16: objective rating of speech intelligibility by speech transmission index (2011). International Electrotechnical Committee. Available at: https://infostore.saiglobal.com/en-us/Standards/IEC-60268-16-4-0-569917_SAIG_IEC_IEC_1301856/
 14. Acoustic design of schools: performance standards. Building bulletin 93 (2015). UK Department for Education, UK Education Funding Agency. Available at: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/400784/BB93_February_2015.pdf
 15. Canning, D., James, A. (2012). The Essex Study. Optimised classroom acoustics for all. The Association of Noise Consultants. Available at: https://www.ndcs.org.uk/media/1808/the_essex_study_optimised_classroom_acoustics_for_all1.pdf
 16. ISO 3382-1:2009(en). Acoustics – Measurement of room acoustic parameters – Part 1: Performance spaces. Available at: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:3382:-1:ed-1:v1:en>
 17. Sari, L. F., Utami, S. S., Sarwono, J. (2018). Objective and subjective acoustics measurement of audience seating areas in a medium size auditorium. *Journal of Physics: Conference Series*, 1075, 012015. doi: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1075/1/012015>
 18. Choi, Y.-J. (2020). The intelligibility of speech in university classrooms during lectures. *Applied Acoustics*, 162, 107211. doi: <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2020.107211>
 19. Eldakdoky, S. (2017). Optimizing acoustic conditions for two lecture rooms in Faculty of Agriculture, Cairo University. *Ain Shams Engineering Journal*, 8 (4), 481–490. doi: <https://doi.org/10.1016/j.asej.2016.08.013>
 20. Leccese, F., Rocca, M., Salvadori, G. (2018). Fast estimation of Speech Transmission Index using the Reverberation Time: Comparison between predictive equations for educational rooms of different sizes. *Applied Acoustics*, 140, 143–149. doi: <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2018.05.019>
 21. Nestoras, C., Dance, S. (2013). The Interrelationship between Room Acoustics Parameters as Measured in University Classrooms Using Four Source Configurations. *Building Acoustics*, 20 (1), 43–53. doi: <https://doi.org/10.1260/1351-010x.20.1.43>
 22. Jacob, K. (1989). Correlation of Speech Intelligibility Tests in Reverberant Rooms with Three Predictive Algorithms. *JAES*, 37 (12), 1020–1030. Available at: <https://www.aes.org/e-lib/browse.cfm?elib=6056>
 23. Jeub, M., Schafer, M., Vary, P. (2009). A binaural room impulse response database for the evaluation of dereverberation algorithms. 2009 16th International Conference on Digital Signal Processing. doi: <https://doi.org/10.1109/icdsp.2009.5201259>
 24. Aachen Impulse Response Database. Available at: <https://www.iks.rwth-aachen.de/en/research/tools-downloads/databases/aachen-impulse-response-database/>
 25. Tikhonov, A. N. (1965). On incorrect problems of linear algebra and a stable method for their solution. *Doklady Akademii nauk SSSR*, 163 (3), 591–594. Available at: <http://www.mathnet.ru/links/c317fafa3fe690e2d1c52f383762a0e2/dan31374.pdf>
 26. Kuttruff, H. (2009). *Room Acoustics*. CRC Press, 392. doi: <https://doi.org/10.1201/9781482266450>
 27. Steeneken, H. (2014). Forty years of speech intelligibility assessment (and some history). *Proceedings of the Institute of Acoustics*, 36 (3). Available at: <http://www.steeneken.nl/wp-content/uploads/2014/04/IOA-Forty-years-keynote.pdf>
 28. Prodeus, A., Bukhta, K., Morozko, P., Serhienko, O., Kotvytskyi, I., Shherbenko, I. (2018). Automated System for Subjective Evaluation of the Ukrainian Speech Intelligibility. 2018 IEEE 38th International Conference on Electronics and Nanotechnology (ELNANO). doi: <https://doi.org/10.1109/elnano.2018.8477568>
 29. Naida, S., Didkovskiy, V., Pavlenko, O., Naida, N. (2019). Spectral Analysis of Sounds by Acoustic Hearing Analyzer. 2019 IEEE 39th International Conference on Electronics and Nanotechnology (ELNANO). doi: <https://doi.org/10.1109/elnano.2019.8783915>
 30. Naida, S., Didkovskiy, V., Pavlenko, O., Naida, N. (2019). Objective Audiometry Based on the Formula of the Middle Ear Parameter: A New Technique for Researches and Differential Diagnosis of Hearing. 2019 IEEE 39th International Conference on Electronics and Nanotechnology (ELNANO). doi: <https://doi.org/10.1109/elnano.2019.8783502>
 31. Waterhouse, R. V. (1955). Interference Patterns in Reverberant Sound Fields. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 27 (2), 247–258. doi: <https://doi.org/10.1121/1.1907509>
 32. Jacobsen, F., Tiana-Roig, E. (2010). Measurement of the Sound Power Incident on the Walls of a Reverberation Room with Near Field Acoustic Holography. *Acta Acustica United with Acustica*, 96 (1), 76–81. doi: <https://doi.org/10.3813/aaa.918258>
 33. Duran, S., Ausiello, L., Battaner-Moro, J. (2019). Acoustic Design Criteria for Higher-Education Learning Environments. *Proceedings of the Institute of Acoustics*, 41 (3), 1–12. Available at: https://pure.solent.ac.uk/ws/portalfiles/portal/10957857/Duran_Ausiello_Battaner_Moro_SOLENT_REPRODUCED_SOUND_2019.pdf
 34. Jedidi, M., Boulila, A. (2016). Acoustic study of an auditorium by the determination of reverberation time and speech transmission index. *Int. J. Architect. Eng. Urban Plan*, 26 (1), 25–32. Available at: <http://ijaup.iust.ac.ir/article-1-312-en.pdf>
 35. Prodeus, A., Didkovska, M., Motorniuk, D., Dvornyk, O. (2020). The Effects of Noise, Early and Late Reflections on Speech Intelligibility. 2020 IEEE 40th International Conference on Electronics and Nanotechnology (ELNANO). doi: <https://doi.org/10.1109/elnano50318.2020.9088854>
 36. Prodeus, A., Didkovska, M. (2020). Objective assessment of speech intelligibility in small and medium-sized classrooms. Conference: 2020 IEEE International Conference “Problems of Infocommunications. Science and Technology” (PIC S&T’2020). Available at: https://www.researchgate.net/publication/347490796_Objective_Assessment_of_Speech_Intelligibility_in_Small_and_Medium-Sized_Classrooms
 37. Prodeus, A., Didkovska, M., Kukharicheva, K., Motorniuk, D. (2020). Modeling the Influence of Early Sound Reflections on Speech Intelligibility. 2020 IEEE 6th International Conference on Methods and Systems of Navigation and Motion Control (MS-NMC). doi: <https://doi.org/10.1109/msnmc50359.2020.9255657>
 38. Lochner, J. P. A., Burger, J. F. (1964). The influence of reflections on auditorium acoustics. *Journal of Sound and Vibration*, 1 (4), 426–454. doi: [https://doi.org/10.1016/0022-460x\(64\)90057-4](https://doi.org/10.1016/0022-460x(64)90057-4)

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.229908**ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНИХ РЕЧОВИН У ПРОЦЕСІ СИНТЕЗУ НАНОЧАСТОК ОКСИДУ МАГНІЮ ІЗ СОЛЯНОГО РОЗЧИНУ МЕТОДОМ УЛЬТРАЗВУКОВОЇ ДЕСТРУКЦІЇ (с. 6–12)****Fariza Eka Yunita, Eko Sulistiyono, Nadia Chrisayu Natasha, Ahmad Rizky Rhamdani, Florentinus Firdiyono, Latifa Hanum Lalasari, Tri Arini, Enggar Setya Widyaningrum, Erlina Yustanti**

Наночастки оксиду магнію (MgO) широко використовуються в різних областях завдяки високій поверхневій реакційній здатності. Оксид магнію з соляного розчину має більшу площу поверхні в порівнянні з оксидом магнію з кальцинованого магнезиту, а осадження іонів магнію з соляного розчину з використанням гідроксиду натрію має більш високу чистоту, ніж при використанні гідроксиду кальцію або гідроксиду амонію. У даному дослідженні для отримання оксиду магнію гідроксид натрію додавали в соляний розчин для осадження гідроксиду магнію з подальшим прожарюванням. Наноксид магнію синтезували методом ультразвукової деструкції з використанням середовищ етанолу і 2-пропанолу. У даній роботі було досліджено вплив часу ультразвукової обробки і концентрації часток на процес ультразвукової деструкції. Під час процесу часу ультразвукової обробки варіювався в межах 8, 16, 32, 64 і 128 хвилини, концентрація оксиду магнію – 1 %, 2 % і 3 %. Збільшення часу ультразвукової обробки і концентрації часток призводить до зменшення розміру часток. Попереднє дослідження показало, що частки дуже малого розміру мають тенденцію до агломерації. Метою даної роботи є оптимізація виробництва наноксиду магнію з соляного розчину. Також вивчали додавання поверхнево-активних речовин для запобігання агломерації часток. Під час другого процесу ультразвукової деструкції додавали чотири типи поверхнево-активних речовин: аніонну (лаурилсульфат натрію), катіонну (цетримоніум бромід), амфотерну (амідоалкілбетаїн жирних кислот) і неіонну (етоксильований нонілфенол 10) з концентрацією 1 % і об'ємом 0,125 мл. Всі типи поверхнево-активних речовин чинять позитивний вплив на запобігання агломерації в процесі ультразвукової деструкції, причому амфотерна поверхнево-активна речовина володіє найвищою ефективністю.

Ключові слова: оксид магнію, наночастки, соляний розчин, ультразвукова деструкція, поверхнево-активні речовини, аніонний, катіонний, амфотерний, неіонний.

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.231422**ДОСЛІДЖЕННЯ СИНТЕЗУ, СТРУКТУРНИХ І НЕЛІНІЙНИХ ОПТИЧНИХ ВІДГУКІВ СЕЛЕНІДУ КАДМІЮ, ПОКРИТОГО НАНОЧАСТИНКАМИ ЗОЛОТА ПРИ ФЕМТОСЕКУНДНОМУ ЛАЗЕРНОМУ ЗБУДЖЕННІ (с. 13–18)****Nadia Mohammed Jassim, Nada Abdulhadi Kareem, Nada Ismael Ibrahim, Sumayyah Binti Abdul Manan**

Посилення нелінійного оптичного сигналу не може бути досягнуто при використанні тільки напівпровідникових матеріалів. Показано, що нещодавно виявлені нелінійні оптичні властивості плазмонних наночастинок і гібридних нанопроволок дозволяють поліпшити нелінійний оптичний відгук. Були вивчені синтез, характеристики і нелінійний оптичний відгук синтезованих гібридних нанопроволочних структур. Наночастинки золота вирощували на нанопроволоках селеніду кадмію з різними концентраціями покриття наночастинами золота, отриманими методом просочування. Наночастинки Au в нанопроволоках CdSe/Au рівномірно напливали на поверхню нанопроволок CdSe. Для вивчення оптичних властивостей чистих і гібридних наноструктур застосовувалася просвічуюча електронна мікроскопія (ПЕМ) з використанням морфології поверхні і способу поширення гібридних наноструктур. Для характеристики одиночної нанопроволоки CdSe і підтвердження покриття гібридних нанопроволок CdSe/Au, а також для характеристики ефекту концентрації наночастинок золота використовувалася мікроскопія розсіювання в темному полі. Спектр розсіювання в темному полі (DFSS), що відноситься до поверхневого плазмонного резонансу ближчих наночастинок Au, спостерігався приблизно при 800 нм. При порівнянні одиночного селеніду кадмію з покриттям з наночастинок золота і без нього гібридні нанопроволоки CdSe/Au виявляють достатню якість для генерації другої гармоніки, стимульованої імпульсним лінійно поляризованим світловим випромінюванням накачування від фемтосекундного титан-сапфірового лазера. Передбачуване поліпшення сигналу генерації другої гармоніки становить близько ~1,8 рази, ~5,5 рази, ~6,9 рази для низького, напів- і повного покриття наночастинок золота, що в основному пов'язано з високою якістю методів синтезу і хорошою дисперсією наночастинок золота на нанопроволоках CdSe.

Ключові слова: поверхневий плазмонний резонанс, селенід кадмію, гібридні нанопроволоки, наночастинки золота, генерація другої гармоніки.

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.232423**ВИЯВЛЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ СУМІСНИХ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ТА ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ ПРИ ЖИВЛЕННІ СТАРТЕРА ВІД ІОНІСТОРА (с. 19–25)****А. М. Панченко, О. П. Смирнов, А. О. Нечаус, І. С. Трунова, А. О. Борисенко, П. А. Сохін, Р. В. Богач**

Іоністори широко використовуються для гарантованого запуску дизель-генераторів. Поза увагою залишаються процеси зумовлені пусковим струмом на момент часу поки вал стартера не обертається. Тривалість цього моменту короткочасна, але вплив на акумулятор, із врахуванням терміну його експлуатації, істотний. Форма цього імпульсу, його тривалість суттєво залежить від співвідношення параметрів системи: іоністор (акумулятор) – стартер – дизель-генератор.

Пропонується система диференціальних рівнянь, яка описує сумісні електромагнітні й електромеханічні процеси, що мають місце при живленні стартера дизель-генератора від іоністора. Як змінна величина використовується заряд. Ураховуються перехідні процеси, що відбуваються при нерухомому роторі стартера, та наступні процеси, зумовлені зростанням електромагнітного моменту стартера.

Стаття присвячена отриманню закономірностей, пов'язаних із початком руху стартера, виходом його на режим при падаючій напрузі іоністора, обміном електричної і магнітної енергії накопиченої в індуктивних елементах стартера.

Використання заряду, як змінної величини, дозволило поєднати кінцеві значення попереднього процесу (нерухомий ротор) із початковими наступного (вихід на пускові оберти). Таким чином, отримали математичний опис, який ураховує більшість параметрів розрядного кола іоністора. З'ясована можливість використання завищеної напруги іоністора, для збільшення накопиченої енергії.

Отримане теоретичне обґрунтування процесів, що дозволяє використати малий внутрішній опір кола стартера, наявність індуктивних складових, аномальну ємність іоністора для формування бажаної форми електромагнітного моменту. Це дозволить врахувати специфічні вимоги різноманітних систем гарантованого електропостачання.

Ключові слова: електромагнітні перехідні процеси, електромеханічні перехідні процеси, електромагнітний момент, момент опору.

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.234767

РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ ПІДБОРУ НЕОБХІДНОЇ ЧАСТОТИ СТРУМУ, ЩО ІНЖЕКТУЄТЬСЯ ДЛЯ БАГАТОЧАСТОТНОЇ ЕЛЕКТРОІМПЕДАНСНОЇ ТОМОГРАФІЇ В ЗАДАЧАХ ПЕРЕДОПЕРАЦІЙНОГО МОНІТОРИНГУ ФУНКЦІЇ ЛЕГЕНІВ ЛЮДИНИ (с. 25–38)

Г. К. Алексанян

У роботі запропоновано алгоритм підбору необхідної частоти струму, що інжектуються, для завдань персоналізованої багаточастотної електроімпедансної томографії. Суть алгоритму полягає в розрахунку швидкості зміни реєстрованої різниці потенціалів для заданого діапазону частот струму, що інжектуються, з подальшим визначенням тієї частоти, після якої швидкість зміни потенціалів є мінімальною. Далі здійснюється перебудова параметрів інжектування на обрану частоту і запускається повний процес електроімпедансної томографії. Виконано дослідження запропонованих рішень на чотирьох випробовуваних з різною складу тіла, жировою масою, визначеною за допомогою біоімпедансного аналізу. Таким чином, представляється можливим відстежувати динаміку зміни стану легенів конкретного пацієнта шляхом візуалізації реконструйованого поля провідності, з урахуванням його внутрішніх особливостей. Встановлено, що при виконанні досліджень легенів методом електроімпедансної томографії, зі збільшенням відсотка жирової маси людини необхідно збільшувати частоту струму, що інжектуються. Представлені результати досліджень, що показують зміну якості візуалізації процесу дихання при різних частотах струму, що інжектуються (від 50 кгц до 400 кгц, з кроком 50 кгц). Для випробовуваних з жировою масою 7,6 кг, 23,3 кг, 15,2 кг і 37,3 кг частота інжектування визначена як 150 кгц, 200 кгц, 200 кгц і 350 кгц, відповідно. Запропонований алгоритм дозволяє здійснювати візуальний моніторинг функції легень і може бути використаний в задачах перед- і післяопераційного моніторингу респіраторної функції пацієнтів. Особливо актуальним є його застосування на хворих, що підключаються до апарату штучної вентиляції легенів.

Ключові слова: багаточастинна електроімпедансна томографія, підбір частоти інжектування, інформаційно-вимірювальна, система, жирова маса, легені людини.

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.234657

ОЦІНКА ВПЛИВУ ДВОБІЧНИХ ОКРУГЛИХ ЕКРАНІВ НА АКУСТИЧНЕ ПОЛЕ ДОВКОЛА ЛІНІЙНОГО ДЖЕРЕЛА ЗВУКУ (с. 38–46)

В. С. Дідковський, В. П. Заєць, С. Г. Котенко, В. І. Денисенко, Ю. Ф. Діденко

Досліджено акустичне поле транспортного потоку довкола шумозахисних екранів що розташовані з обох боків від джерела звуку.

Переважає кількість публікацій, яка присвячена темі захисту від шуму шумозахисними екранами, стосується оцінки ефективності екранів що розташовані з одного боку від джерела шуму. Вплив другого екрану на ефективність першого якщо і досліджувалася, то лише експериментальними шляхами. Тому оцінка взаємного впливу двох екранів, між якими розташоване лінійне джерело звуку, є актуальною проблемою.

Була зроблена постановка задачі, яка дозволила отримати аналітичний розв'язок та знаходити звукове поле довкола лінійного джерела звуку. При цьому з обох боків джерело звуку було обмежене акустично жорсткими екранами, що мають кінцеву товщину. Екрани за формою в перерізі є частинами кільця з довільними кутами та однаковим радіусом.

Розв'язок задачі виконувався методом часткових областей. Даний метод дозволив отримати нескінченну систему алгебраїчних рівнянь, що розв'язувалася методом редукції. Такий підхід до розв'язання проблеми дозволяє застосувати даний розв'язок до різних ситуацій взаємного розташування екранів, джерела та території, що захищається від шуму.

Результати таких досліджень дозволяють оцінити поле між екранами, залежність збільшення звукового тиску на дорозі від геометричних розмірів екрану та ширини дороги. Крім того, результатом розв'язку стала можливість оцінити вплив одного екрану на ефективність іншого в діапазоні частот до 1000 Гц. Було показано, що взаємний вплив екранів може знизити ефективність екрану у 2 рази.

Такі дослідження дозволять більш точно розрахувати рівні звукового поля від транспортних потоків при застосуванні шумозахисних екранів, що часто зустрічається в практиці при проектуванні нових та реконструкції вже наявних автомобільних шляхів.

Ключові слова: округлий шумозахисний екран, метод часткових областей, двобічні шумозахисні екрани, зниження шуму.

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.228405**ОЦІНКА РОЗБІРЛИВОСТІ МОВИ ОБ'ЄКТИВНИМ ТА СУБ'ЄКТИВНИМ МЕТОДАМИ В УНІВЕРСИТЕТСЬКИХ АУДИТОРІЯХ РІЗНИХ РОЗМІРІВ (с. 47–56)****А. М. Продеус, М. В. Дідковська**

Представлені оцінки розбірливості мови, отримані об'єктивним та суб'єктивним методами, для трьох університетських аудиторій малого, середнього та великого розмірів із різним ступенем заповнення. Проблема досягнення високої розбірливості мови є актуальною як для студентів та адміністрації університету, так і для архітекторів, що проектують або реконструюють аудиторії. Розбірливість мови оцінювалася за допомогою бінауральних імпульсних характеристик приміщень, для вимірювання яких використано штучну голову та аудіоапаратуру непрофесійного рівня якості. Об'єктивним показником розбірливості мови слугував індекс передачі мови Speech Transmission Index, а суб'єктивне оцінювання розбірливості мови виконувалося артикуляційним методом.

Порівняльний аналіз ефективності параметрів імпульсної характеристики як мір розбірливості мови показав, що параметр Early Decay Time переверщує оцінку часу реверберації T30, однак є малоефективним в аудиторії малого розміру. Індекс чіткості C50 для всіх розглянутих аудиторій виявився найбільш інформативним. Виявлено кілька закономірностей, спричинених впливом ранніх відбиттів звуку на розбірливість мови. Зокрема, показано, що збільшення відношення енергії ранніх відбиттів до енергії прямого звуку супроводжується, як правило, зниженням розбірливості мови. Виняток становлять невеликі, до 30–40 см, відстані від задньої стіни приміщення, де розбірливість мови, як правило, є вищою, ніж у середині аудиторії. На відстані 0,7–1,7 м від бічних стін приміщення розбірливість мови, як правило, є меншою для вуха, яке є ближчим до стіни. Користь отриманих результатів полягає в уточненні кількісних характеристик впливу ранніх відбиттів звуку на розбірливість мови в різних точках навчальних приміщень.

Ключові слова: бінауральна імпульсна характеристика приміщення, розбірливість мови, ранні відбиття звуку.