

Marek Pavlík, Ľubomír Beňa, Dušan Medveď, Zsolt Čonka, Michal Kolcun, Vladimír Kohan, Rikin Jitendrakumar Tailor, Róbert Štefko

Vyhodnotenie účinnosti tienenia pre stavebné materiály

Vplyv elektromagnetického poľa na človeka je veľmi diskutovanou témou. Ľudia trávajú tretinu svojho života vo vnútri budov. Budovy sú základným tienením, ktoré chráni ľudí pred účinkami elektromagnetických polí. Z tohto dôvodu je potrebné preskúmať schopnosť tienenia dosiahnutú stavebnými materiálmi budov. Tento článok sa zaoberá skúmaním účinnosti tienenia elektromagnetického poľa pre polystyrénový materiál. Skúmané vzorky boli rôznych hrúbok - 10 mm, 20 mm, 50 mm, 100 mm, 150 mm a 200 mm. Účinnosť tienenia je možné vypočítať na základe známych vzťahov. Výpočet účinnosti tienenia však nie je presný. Túto skutočnosť dokazujú merania účinnosti tienenia, ktoré boli publikované vo viacerých našich výskumoch. V tomto príspevku bola monitorovaná účinnosť tienenia vo frekvenčnom rozsahu od 1 GHz do 9 GHz. Merania sa uskutočňovali v bezodrazovej komore.

Kľúčové slová: účinnosť tienenia, elektromagnetické pole, tienenie

The influence of the electromagnetic field on humans is a much-discussed topic. People spend a third of their lives inside buildings. Buildings are the basic shielding that protects people from the effects of electromagnetic fields. For this reason, it is necessary to examine the shielding ability achieved by building materials of buildings. This paper deals with the investigation of the electromagnetic field shielding efficiency for polystyrene material. The examined samples were with different thicknesses - 10 mm, 20 mm, 50 mm, 100 mm, 150 mm and 200 mm. Shielding efficiency can be calculated based on known relationships. However, the calculation of the shielding efficiency is not accurate. This fact is proved by measurements of shielding efficiency, which have been published in several of our researches. In this paper, the shielding efficiency in the frequency range from 1 GHz to 9 GHz was monitored. Measurements were performed in an anechoic chamber. **(Evaluation of shielding effectiveness ability for building materials)**

Keywords: shielding effectiveness, electromagnetic field, shielding

I. ÚVOD

V súčasnosti sme svedkami nárastu počtu zdrojov vyžarujúcich elektromagnetické pole. Asi najvyšší nárast bol zaznamenaný v oblasti vyšších frekvencií (radovo GHz), ktorý spôsobil rozmach wi-fi a mobilných zariadení. S narastajúcim počtom elektromagnetického žiarenia od týchto zariadení súvisia aj obavy z možného dopadu na obyvateľstvo. Pred účinkami elektromagnetického poľa je možné sa brániť tienením.

II. ÚČINKY ELEKTROMAGNETICKÉHO POĽA

Účinky elektromagnetického poľa je možné všeobecne rozdeliť na dve skupiny. Prvou skupinou sú tepelné účinky elektromagnetického poľa. Takéto účinky je možné pozorovať v prípade, že intenzita a výkonová hustota elektromagnetického poľa spôsobí vzostup teploty. Približne pri prúdovej hustote 100 W/m² sa začína prejavovať nešpecifický tepelný efekt, ktorý sa nazýva hypertermia. Platí, že s rastúcou frekvenciou sa zvyšuje tepelný účinok elektromagnetického poľa. Ďalej platí, že čím je látka vodivejšia, tým sa skôr ohrieva a tým je vplyv elektromagnetického poľa pre tkanivo väčší [1].

Netepelné účinky elektromagnetického poľa súvisia s dlhodobým vystavením slabých elektromagnetických polí. Dlhodobé vystavenie má vplyv na vlastnosti bunecných membrán a na ich kľudový a akčný potenciál a teda na ich dráždivosť. Na veľkosť vplyvu elektromagnetického poľa má vplyv najmä okamžitá amplitúda nízkofrekvenčného žiarenia. Dlhodobé ožarovanie EMP s malou hustotou výkonu sa prejaví predovšetkým na stave centrálnej nervovej sústavy [1]

III. ÚČINNOSŤ TIENENIA ELEKTROMAGNETICKÉHO POĽA

Veľmi dôležitú súčasť zariadení predstavuje tienenie jednak z hľadiska ochrany obyvateľstva pred elektromagnetickým žiarením a taktiež z hľadiska ich vzájomného rušenia. Tienenie je možné vyjadriť podľa tzv. koeficientov tienenia, absorpcie a odrazu. Koeficient tienenia sa určí podľa vzťahu [2] [3]:

$$K_s = \frac{E_2}{E_1} \quad (1)$$

kde E_1 predstavuje intenzitu elektrického poľa dopadajúceho na tieniacu prepážku (bariéru) a E_2 predstavuje intenzitu elektrického poľa v určitom bode tieneného priestoru. V prípade magnetického poľa [4] [5]

$$K_s = \frac{H_2}{H_1} \quad (2)$$

kde H_1 predstavuje intenzitu magnetického poľa dopadajúceho na tieniacu prepážku (bariéru) a H_2 predstavuje intenzitu magnetického poľa v určitom bode tieneného priestoru [5] [6].

Platí že účinnosť tienenia SE sa vo všeobecnosti vypočíta ako súčet koeficientu absorpcie A a koeficientu odrazu R. Na základe tohto poznatku teda môžeme napísať vzťah pre výpočet účinnosti tienenia [6] [7] [8]:

$$SE = A + R \text{ (dB)} \quad (3)$$

V prípade, že hodnota vysielaného signálu je nastavená v logaritmických jednotkách, tak účinnosť tienenia SE sa určí podľa vzťahov [9] [10]:

$$SE = |E_1| - |E_2| \text{ (dB)} \quad (4)$$

$$SE = |H_1| - |H_2| \text{ (dB)} \quad (5)$$

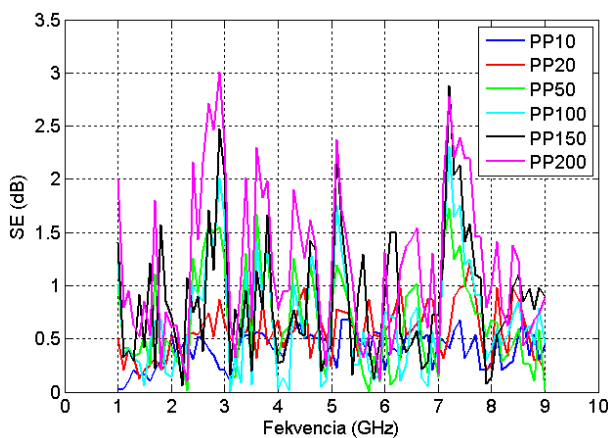
$$SE = |V_1| - |V_2| \text{ (dB)} \quad (6)$$

$$SE = P_1 - P_2 \text{ (dB)} \quad (7)$$

pričom V_2 je napätie vlny elektromagnetického poľa v určitom bode tieneneho priestoru, V_1 je napätie vlny elektromagnetického poľa dopadajúceho na tieniacu bariéru alebo stenu, P_2 je výkon elektromagnetického poľa v určitom bode tieneneho priestoru, P_1 je výkon elektromagnetického poľa dopadajúceho na tieniacu bariéru alebo stenu [9].

IV. VÝSLEDKY EXPERIMENTU

Pri meraní účinnosti tienenia polystyrénu bolo potrebné vykonať viac opakovaní. Napriek opakovaným meraniam boli výsledky nie úplne jasné. Na Obr. 1 je zobrazená závislosť účinnosti tienenia SE elektromagnetického poľa pre materiál penový polystyrén. Zvolené boli hrúbky 10 mm, 20 mm, 50 mm, 100 mm, 150 mm a 200 mm. Z výsledkov meraní nie je trend účinnosti tienenia jednoznačný. Nedá sa preto povedať, či účinnosť tienenia so stúpajúcou frekvenciou narastá alebo klesá. Skôr je možné tvrdiť, že účinnosti tienenia polystyrénu sa pohybujú v určitom rozmedzí hodnôt. Z týchto hodnôt je možné usúdiť, že v prípade penového polystyrénu platí, čím väčšia je hrúbka materiálu, tým je vyššia účinnosť tienenia elektromagnetického poľa.



Obr. 1. Účinnosť tienenia pre polystyrén s rôznou hrúbkou.

POĎAKOVANIE

Tento príspevok vznikol v rámci projektu APVV-19-0576 Sebestačnosť elektroenergetiky v podmienkach liberalizovaného trhu s elektrinou a taktiež v rámci projektu Ministerstva školstva, vedy a výskumu Slovenskej republiky číslo VEGA 1/0757/21.

LITERATÚRA

- [1] L. Gołębiowski, M. Gołębiowski, D. Mazur and A. Smoleń, "Analysis of axial flux permanent magnet generator," COMPEL-The international journal for computation and mathematics in electrical and electronic engineering, Volume: 38, Issue: 4, Page: 1177-1189, ISSN:0332-1649, DOI:10.1108/COMPEL-10-2018-0415.
- [2] P. Liptai et al., "Impact analysis of the electromagnetic fields of transformer stations close to residential buildings," SGEM 2014: 14th international multidisciplinary scientific geoconference: GeoConference on Ecology, Economics, Education and Legislation: conference proceedings: 17-26 June, 2014, Albena, pp. 355-360, ISBN 978-619-7105-17-9.
- [3] I. V. Bychkov, A. V. Babushkin and V. D. Buchelnikov, "Electromagnetic waves reflection at the ferrodielectric-ferrometal layer structure located in the external magnetic field," Proceedings of the Second International Symposium of Trans Black Sea Region on Applied Electromagnetism (Cat. No.00TH8519), 2000, pp. 147-, doi: 10.1109/AEM.2000.943301.
- [4] C. Chen, Yu-sang and Yi-Miao, "The research on shielding effectiveness measurement for electromagnetic shielding garments," 2017 7th IEEE International Symposium on Microwave, Antenna, Propagation, and EMC Technologies (MAPE), 2017, pp. 336-340, doi: 10.1109/MAPE.2017.8250869.
- [5] D. Bartusik-Aebisher, D. Aebisher, A. Czml, D. Mazur, "Trastuzumab Efficacy Quantified by Fluorine-19 Magnetic Resonance Imaging," Acta Poloniae Pharmaceutica - Drug Research, 2020, Vol. 77, Issue 3, Pages 495-503, DOI 10.32383/appdr/120010.
- [6] M. Pavlík, "Compare of shielding effectiveness for building materials," Przeglad Elektrotechniczny, 95(5), 137-140, doi:10.15199/48.2019.05.33.
- [7] Pavlík, M., Gladyr, A., Zbojovsky, J., "Comparison of Measured and Simulated Data of Shielding Effectiveness, Reflection and Absorption of Electromagnetic Field," 2020, Proceedings of the 25th IEEE International Conference on Problems of Automated Electric Drive. Theory and Practice, PAEP 2020, art. no. 9240895, DOI: 10.1109/PAEP49887.2020.9240895.
- [8] W. Conniott, J. Vieira, S. Monteiro and R. F. S. Caldeirinha, "Low Cost Radio Shielding Effectiveness using Carbonised Wood," 2019 13th European Conference on Antennas and Propagation (EuCAP), 2019, pp. 1-4.
- [9] IEEE 299-2006 Standard: Method for Measuring the Effectiveness of Electromagnetic Shielding Enclosures, EMC Society.
- [10] M. Zagirnyak, D. Mamchur, A. Kalinov, "Comparison of induction motor diagnostic methods based on spectra analysis of current and instantaneous power signals", Przeglad Elektrotechniczny, vol. 88, no. 12 B, pp. 221-224, 2012.

ADRESY AUTOROV

Marek Pavlík, Technická Univerzita Košice, Katedra elektroenergetiky, Mäsiarska 74, Košice, SK 04210, Slovenská Republika, marek.pavlik@tuke.sk
 Lubomír Beňa, Technická Univerzita Košice, elektroenergetiky, Mäsiarska 74, Košice, SK 04210, Slovenská Republika, lubomir.bena@tuke.sk
 Dušan Medved, Technická Univerzita Košice, Katedra elektroenergetiky, Mäsiarska 74, Košice, SK 04210, Slovenská Republika, dusan.medved@tuke.sk
 Michal Kolcun, Technická Univerzita Košice, elektroenergetiky, Mäsiarska 74, Košice, SK 04210, Slovenská Republika, michal.kolcun@tuke.sk
 Vladimír Kohan, Technická Univerzita Košice, Katedra elektroenergetiky, Mäsiarska 74, Košice, SK 04210, Slovenská Republika, vladimir.kohan@tuke.sk
 Rikin Jitendrakumar Tailor, Technická Univerzita Košice, elektroenergetiky, Mäsiarska 74, Košice, SK 04210, Slovenská Republika
 Róbert Štefko, Technická Univerzita Košice, Katedra elektroenergetiky, Mäsiarska 74, Košice, SK 04210, Slovenská Republika, robert.stefko@tuke.sk