

ЭКРАНИРОВАНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЧАСТОТЫ СТЕНАМИ ЖИЛЫХ ДОМОВ

Проведено експериментальні дослідження ефективності екранування магнітного поля частотою 50 Гц будівельними матеріалами, залізобетонними стінами і панельними житловими будинками. Встановлено, що магнітне поле частотою 50 Гц практично без ослаблення проникає через стіни будинків в тому числі і залізобетонні. Бібл. 10, табл. 3, рис. 3.

Ключові слова: промислова частота, магнітне поле, екранування, стіни будинків, експериментальні дослідження.

Проведены экспериментальные исследования эффективности экранирования магнитного поля частотой 50 Гц строительными материалами, железобетонными стенами и панельными жилыми домами. Установлено, что магнитное поле частотой 50 Гц практически без ослабления проникает через стены домов, в том числе и железобетонные. Библ. 10, табл. 3, рис. 3.

Ключевые слова: промышленная частота, магнитное поле, экранирование, стены домов, экспериментальные исследования.

Введение. В мире все большее внимание уделяется защите населения от воздействия электромагнитного поля частотой 50(60) Гц [1-3]. Действуют санитарно-гигиенические нормативы по допустимому уровню электромагнитного поля [4-6]. В развитых странах уровень магнитного поля (МП) частотой 50(60) Гц учитывается при оценке стоимости земельных участков вблизи линий электропередачи (ЛЭП).

В Украине для жилых помещений установлен предельный уровень индукции МП частотой 50 Гц в 0,5 мкТл [4].

Проведенные в [7] исследования показали, что для действующих в Украине воздушных ЛЭП возможно превышение уровня МП в 0,5 мкТл за пределами их охранных зон. В связи с этим возникает опасность превышения допустимого уровня магнитного поля в помещениях жилых домов, расположенных вблизи ЛЭП. При этом существенное значение имеет способность экранирования МП 50 Гц конструктивными элементами домов [8, 9]. Однако этот вопрос исследован недостаточно.

Целью работы является исследование эффективности экранирования магнитного поля частотой 50 Гц стенами жилых домов.

Изложение материала исследования, полученных научных результатов. В качестве основной характеристики эффективности экранирования МП используем коэффициент экранирования S , определяющий отношение между исходным МП в области экранирования (МП без экрана) и результирующим МП в области экранирования (МП с экраном) [10].

$$S = \frac{B_d}{B_{ds}}, \quad (1)$$

где B_d , B_{ds} – модули вектора индукции МП в области экранирования без экрана, с экраном соответственно.

Исследование экранирующих свойств домов проведем на основе экспериментальных исследований, как строительных материалов, так и строительных конструкций.

Экспериментальные исследования экранирующих свойств строительных материалов. Исследования проводились в лабораторных условиях. Для этого использовался источник МП 50 Гц, представляющий собой катушку с током, питаемый от

автотрансформатора ЛАТР-1М. Измерения проводились векторным магнитометром Magnetoscop 1.069 измеряющим действующее значение индукции МП в диапазоне 0-600 мкТл с погрешностью не более 2,5 %. В ходе эксперимента положение катушки 1 (рис. 1) и датчика 3, а также магнитное поле B создаваемое катушкой 1 не изменялись.

Эффективность экранирования определялась по результатам измерения исходного МП B_d в области экранирования, (без экрана), и МП B_{ds} в этой же области, но с экраном. Таким образом, эксперимент заключался в проведении двух измерений МП (рис. 1) – без исследуемого материала и с исследуемым материалом 2, помещенным между датчиком 3 и катушкой 1. Коэффициент экранирования определялся по (1).

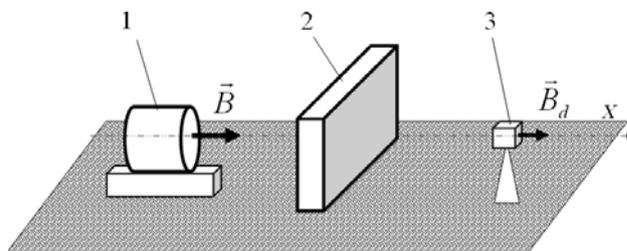


Рис. 1. Схема исследования строительных материалов: 1 – источник магнитного поля, 2 – исследуемый материал, 3 – датчик магнитометра

В табл. 1 приведены результаты экспериментальных исследований основных строительных материалов, применяемых в жилых домах.

Таблица 1

Результаты исследований экранирующих свойств строительных материалов

Исследуемый материал	Коэффициент экранирования S
Белый силикатный кирпич	≈ 1
Красный кирпич	≈ 1
Бетон	$\approx (1 \div 1.02)$
Железобетон	$\approx (1 \div 1.02)$

Результаты исследований (табл. 1) показывают, что исследуемые основные строительные материалы (кирпич белый силикатный, кирпич красный, бетон и армированный бетон) практически не экранируют магнитное поле 50 Гц.

Экспериментальные исследования экранирующих свойств железобетонных стен. Исследования проводились в типовых жилых домах г. Харькова разной этажности с панельными железобетонными стенами. В эксперименте использовался локальный источник магнитного поля 50 Гц представляющий собой катушку с током 1 (рис. 2) питаемый от автотрансформатора ЛАТР-1М. Измерения проводились трехкомпонентным магнитометром EMF-828 измеряющим действующее значение индукции магнитного поля в диапазоне 0-2000 мкТл с погрешностью не более 5%.

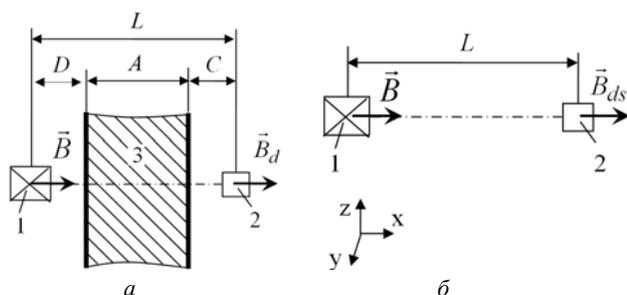


Рис. 2. Схема исследования стен домов:

1 – источник магнитного поля, 2 – датчик магнитометра, 3 – железобетонная стена

Эксперимент заключался в проведении двух измерений магнитного поля – при наличии стены и без нее. При первом измерении (рис. 2,а) источник 1 магнитного поля 50 Гц располагался на внешней стороне стены дома 3. Датчик магнитометра 2 располагался внутри помещения в месте, где магнитное поле 50 Гц внутренних источников равно нулю. Измерялось расстояние между катушкой и стеной D , датчиком и стеной C и рассчитывалось расстояние L между катушкой 1 и датчиком 2. Измерялся ток в катушке 1 и проводились измерения действующего значения трех компонент B_{dsx} , B_{dsy} , B_{dsz} вектора индукции магнитного поля. Второе измерение проводилось без стены по схеме, приведенной на рис. 2,б, где проводились измерения действующего значения трех компонент B_{dx} , B_{dy} , B_{dz} вектора индукции магнитного поля. Коэффициент экранирования определялся по (1). В табл. 2 приведены результаты экспериментальных исследований железобетонных стен типовых панельных жилых домов.

Таблица 2

Результаты исследований экранирующих свойств железобетонных стен

Объект исследования	Коэффициент экранирования S
Стена 9-и этажного дома	≈ 1.03
Стена 12- этажного дома	≈ 1.04
Стена 16-и этажного дома	≈ 1.03
Стена 5-и этажного дома	≈ 1.02

Результаты исследований (табл. 2) показывают, что стены домов практически не экранируют магнитное поле 50 Гц от локального источника.

Экспериментальные исследования экранирующих свойств панельных домов из сборного железобетона. Исследования проводились в типовых жилых панельных домах г. Харькова разной этажности расположенных на расстояниях $L = 15-30$ м от

высоковольтных ЛЭП. Для определения эффективности экранирования проводили два измерения магнитного поля – внутри помещения дома и снаружи на расстоянии более 30 м от дома. Исследования проводили по схеме, приведенной на рис. 3. Для измерения использовался магнитометр EMF-828.

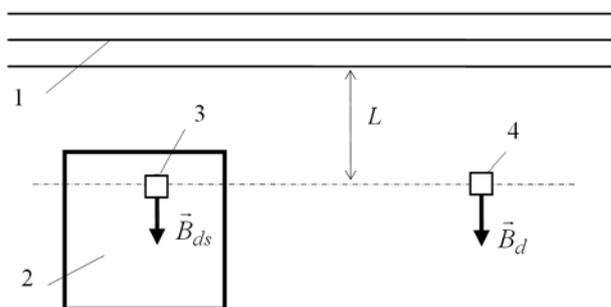


Рис. 3. Схема исследования панельных домов: 1 – ЛЭП, 2 – дом, 3,4 – датчики магнитометра

При первом измерении (рис. 3) датчик магнитометра 3 располагался в помещении дома 2. Определялось расстояние L от датчика до ЛЭП и проводились измерения индукции магнитного поля B_{dsx} , B_{dsy} , B_{dsz} . При втором измерении датчик магнитометра 4 располагался вне дома на расстоянии L от ЛЭП, где проводились измерения индукции магнитного поля B_{dx} , B_{dy} , B_{dz} . Коэффициент экранирования определялся по (1).

В табл. 3 приведены результаты экспериментальных исследований экранирующих свойств панельных домов, расположенных возле ЛЭП, которые показали, что панельные дома практически не экранируют магнитное поле 50 Гц.

Таблица 3

Результаты исследований экранирующих свойств панельных домов из сборного железобетона

Адрес дома	Индукция магнитного поля, снаружи (внутри) дома мкТл				S
	B_x	B_y	B_z	B	
ул. Чугуевская 27	0,27 (0,22)	0,01 (0,26)	0,45 (0,37)	0,525 (0,503)	\approx 1.04
1-й Орский пер. 21	0,07 (0,09)	0,02 (0,05)	0,16 (0,13)	0,176 (0,166)	\approx 1.06
ул. Франтишека Краля 65а	0,28 (0,45)	0,05 (0,05)	0,5 (0,35)	0,61 (0,57)	\approx 1.07

Вывод.

Магнитное поле частотой 50 Гц практически без ослабления проникает через стены домов, в том числе и железобетонные, что должно учитываться при санитарно-гигиенической оценке уровня магнитного поля в помещениях жилых домов, расположенных вблизи воздушных и кабельных линий электропередачи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Biologically-based Exposure Standards for Low-Intensity Electromagnetic Radiation «BioInitiative 2012». Section 1. – Summary for the Public. – USA: Sage Associates, 2007. – 29 p. Режим доступа: www.bioinitiative.org/report/wp-content/uploads/pdfs/sec01_2007_summary_for_public.pdf.
2. Nadine Wu. Regulating power line EMF exposure: International precedents // The Environmental Law Centre Society. – 2005. – 23 p. Режим доступа: www.elc.uvic.ca/wordpress/wp-content/uploads/2015/01/Regulating-Power-Line-EMF-Exposure.pdf.

3. Extremely Low Frequency Fields. Environmental Health Criteria Series 238 – Geneva: WHO Press. – 2007. – 543 p. Режим доступа: www.who.int/peh-emf/publications/elf_etc.
4. Правила улаштування електроустановок. – 5-те вид., переробл. й доповн. (станом на 22.08.2014). – Х.: Форт, 2014. – 800 с.
5. Розрахунок електричного і магнітного полів ліній електропередавання: СОУ-Н ЕЕ 20.179:2008. – Офіц. вид. – К.: Державне підприємство «Український науково-дослідний, проектно-вишукувальний та конструкторсько-технологічний інститут «Укрсіленергопроект» М-во палива та енергетики України, 2008. – 34 с. – (Нормативний документ Мінпаливенерго України. Інструкція).
6. Standard of Building Biology Testing Methods: SBM-2008 – [Acting from July 2008]. – Germany: Institut für Baubiologie + Ökologie IBN, 2008. – 5 p. (www.createhealthyhomes.com/SBM-2008.pdf).
7. Пелевин Д.Е. Методы снижения магнитного поля воздушных линий электропередачи за пределами охранных зон // Технічна електродинаміка. – 2014. – №5. – С. 14-16.
8. Conti R., Giorgi A., Rendina R., Sartore L., Sena E.A. Technical Solutions To Reduce 50 Hz Magnetic Fields from Power Lines // 2003 IEEE Bologna Power Tech Conference Proceedings, 23-26 June, 2003, Bologna (Italy). – 2003. – vol.2. – 6 p.
9. Свиридова Е. Ю., Графкина М. В. Исследование эффективности электромагнитного экранирования кровельных строительных материалов // Вестник МГСУ. – 2011. – №1. – т.1. – с. 413-417.
10. Шапиро Д.Н. Электромагнитное экранирование. – Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2010. – 120 с.

REFERENCES

1. *Biologically-based Exposure Standards for Low-Intensity Electromagnetic Radiation «BioInitiative 2012»*. Section 1. Summary for the Public. USA, Sage Associates, 2007. 29 p. Available at: www.bioinitiative.org/report/wp-content/uploads/pdfs/sec01_2007_summary_for_public.pdf (accessed 22 August 2007).
2. Nadine Wu. *Regulating Power Line EMF Exposure: International Precedents*. The Environmental Law Centre Society, 2005. 23 p. Available at: www.elc.uvic.ca/wordpress/wp-content/uploads/2015/01/Regulating-Power-Line-EMF-Exposure.pdf (accessed 22 April 2005).
3. *Extremely Low Frequency Fields. Environmental Health Criteria. Series 238*. Geneva, WHO Press Publ., 2007. 543 p. Available at: www.who.int/peh-emf/publications/elf_etc (accessed 15 December 2007).
4. *Pravyla ulashtuvannya elektroustanovok 5-te vyd., pererobl. j dopovn. (stanom na 22.08.2014)* [Electrical installation regulations. 5th edition, revised and enlarged (actual date 08.22.2014)]. Kharkiv, Fort Publ., 2014. 800 p. (Ukr).
5. *SOU-N EE20.179:2008. Rozrahunok elektrychnogo i magnitnogo poliv linij elektroperedavannya. Normatyvnyi dokument Minpalyvenerho Ukrainy. Instruktssiia* [SOU-N EE20.179:2008. Calculation of the electric and magnetic fields power lines. Regulatory Document of Fuel and Energy Ministry of Ukraine. Instruction]. Kyiv, Ukrsilenergoprojekt Publ., 2008. 34 p. (Ukr).

6. *Standard of Building Biology Testing Methods: SBM-2008* [Acting from July 2008]. Germany: Institut für Baubiologie + Ökologie IBN, 2008, 5 p. Available at: www.createhealthyhomes.com/SBM-2008.pdf.
7. Pelevin D.Ye. The methods of reducing of the magnetic fields of overhead power lines outside security zones. *Tekhnichna elektrodynamika – Technical Electrodynamics*, 2014, no.5, pp. 14-16. (Rus).
8. Conti R., Giorgi A., Rendina R., Sartore L., Sena E.A. Technical Solutions To Reduce 50 Hz Magnetic Fields from Power Lines. *2003 IEEE Bologna Power Tech Conference Proceedings*, 2003, vol. 2, 6 p. doi: 10.1109/ptc.2003.1304685.
9. Grafkina M.V., Sviridova E.Y. The research of efficiency of electromagnetic shielding of the roofing building materials. *Vestnik MGSU – Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering*, 2011, no.1, vol.1, pp. 413-417. (Rus).
10. Shapiro D.N. *Elektromagnitnoe ekranirovanie* [Electromagnetic shielding]. Dolgoprudny, «Intellect» Publ. House, 2010. 120 p. (Rus).

Поступила (received) 27.04.2015

*Пелевин Дмитрий Евгеньевич, к.т.н.,
Государственное учреждение «Институт технических проблем магнетизма Национальной Академии Наук Украины»,
61106, Харьков, ул. Индустриальная, 19,
тел/phone +38 0572 992162, e-mail: pelevindmitro@ukr.net*

D.Ye. Pelevin

*State Institution «Institute of Technical Problems of Magnetism of the NAS of Ukraine»,
19, Industrialna Str., Kharkiv, 61106, Ukraine.*

Screening magnetic fields of the power frequency by the walls of houses.

Purpose. *To investigate the effectiveness of the screening of the magnetic field at 50 Hz by the walls of house. Methodology.* *To study the effectiveness of the screening we used the measurements of the magnetic field 1) in the area of the shielding screen 2) in the same area without the shielding screen 3) the calculation of the shielding effectiveness by measuring. Results.* *We have carried out experimental investigations of the effectiveness of screening of the magnetic field at 50 Hz by the building materials, concrete walls and paneled houses. Originality.* *First it is experimentally established that the magnetic field with frequency of 50 Hz penetrates through walls of buildings including reinforced concrete buildings practically without any decrease. Practical value.* *The results obtained should be considered when assessing the hygienic level of the magnetic field in a residential area, located near air and cable lines. References 10, tables 3, figures 3.*

Key words: **power frequency, magnetic field, screening, walls of houses, experimental investigations.**