

## **Особливості захисту від електромагнітних впливів в цивільній авіації**

*Визначені особливості забезпечення електромагнітної безпеки аеродромів цивільної авіації. Наведені результати дослідження рівнів фізичних факторів у приміщеннях диспетчерських служб аеропортів. Надані рекомендації щодо особливостей використання електромагнітних екранів.*

Забезпечення електромагнітної безпеки у цивільній авіації має певні особливості. Це пояснюється різноманітністю джерел електромагнітних полів та їх різними випромінювальними властивостями. Крім того, через велику енергонасиченість аеродромів цивільної авіації має місце додатковий внесок у електромагнітну обстановку джерел енергетичної інфраструктури. При цьому на різних аеродромах застосовується обладнання керування повітряним рухом, зльоту-посадки, метеорологічні локатори з різними амплітудно-частотними характеристиками електромагнітних випромінювань [1].

У таких умовах непередбачуваність електромагнітних впливів робить доцільним застосування спеціально спроектованих неоднорідних електромагнітних екранів, принаймні для захисту робочих місць, персонал яких виконує відповідальні функції, пов'язані з безпекою авіаперевезень. Робота авіадиспетчерів належить до класу 3.3. Провідним фактором є напруженість праці. Наприклад, потребують захисту працюючі, що обслуговують апаратні систем посадки тощо.

Але захисні конструкції з отворами, виходячи з потреб візуального огляду та вентиляції розроблено недостатньо. У інженерній практиці у якості технологічних та функціональних отворів у захисних конструкціях неоднорідних електромагнітних екранів використовуються отвори круглої та прямокутної форми. Тому доцільно визначити вплив таких отворів на коефіцієнт екранування.

У приміщеннях керування повітряним рухом та апаратних радіотехнічних об'єктів аеродромної інфраструктури спостерігається значний зовнішній вплив на електромагнітну обстановку [2]. Для таких приміщень доцільно застосовувати градієнтні екрануючі поверхні, які ефективно поглинають (з мінімальним відбиттям – до 0,1) електромагнітні хвилі зовнішніх джерел [3]. При розчиненні залізородного пилу у полімері під час висихання або полімеризації частинки більших розмірів та ваги осідають на нижню поверхню матеріалу, створюючи градієнт концентрації екрануючої субстанції у товщі матеріалу. Такий градієнт спостерігається навіть у матеріалі завтовшки 1,0–1,2 мм. Градієнт можна створити штучно за допомогою оброблення плоского шару суміші полімера та залізородного концентрату неоднорідним постійним магнітним полем (рис. 1). Така конструкція дозволяє більш ефективно екранувати електромагнітне випромінювання певної смуги частот або ширококутового випромінювання. Це обумовлене тим, що відбувається

узгодження за глибиною поглинальної структури з середовищем розповсюдження електромагнітної хвилі.

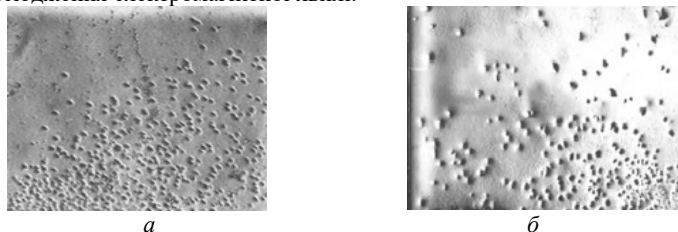


Рис. 1. Градієнт металовмісної компоненти у полімерній матриці:  
*a* – збільшення  $\times 800$ ; *б* – збільшення  $\times 1100$

Захисні властивості електромагнітного екрана можна визначити, виходячи з електрофізичних властивостей матеріалу. Але цей процес трудомісткий і більше придатний для використання на пошукових стадіях робіт з електромагнітної безпеки. Для забезпечення безпечних умов праці практичне значення мають наскрізне затування (загальний коефіцієнт екранування) та внесок у нього зниження інтенсивності випромінювання за рахунок відбиття електромагнітних хвиль. Для ефективного поглинання електромагнітних хвиль регулярними структурами між їх параметрами та довжинами хвиль повинні витримуватися певні співвідношення. Найважливішими з них є:  $d < 0,1\lambda$ ,  $r_0 < 0,1d$  [4]. Для радіотехнічних засобів цивільної авіації суттєвим є відбиття та перевідбиття електромагнітних хвиль, що необхідно враховувати при організації захисту працюючих як за абсолютними величинами (модулями), так і за кутами падіння на зону де потрібен захист. У багатьох випадках джерелами падаючих хвиль є кілька відбитих від інших поверхонь хвиль. В усіх випадках потрібно враховувати коефіцієнт підсилення антени, що є паспортною величиною.

В умовах впливу на працюючих електромагнітних полів різнорідних джерел з широким частотним спектром та амплітудами, потребують створення композиційні матеріали з прийнятними ефективностями в усіх критичних частотних смугах. При цьому головними вимогами до таких матеріалів є достатні коефіцієнти екранування, мінімальний внесок у цей коефіцієнт захисту за рахунок відбиття електромагнітних хвиль, придатність матеріалів для облицювання поверхонь великих площ. Останнє обумовлює необхідність мінімізувати вартість матеріалів за рахунок використання компонентів низької вартості та раціональних технологій виготовлення кінцевого продукту.

Дослідження рівнів фізичних факторів у приміщеннях диспетчерських служб аеропортів показали, що рівні електромагнітних полів усього частотного діапазону внутрішніх джерел не перевищують гранично допустимі рівні. Дослідження рівнів фізичних факторів проводилося у міжнародному аеропорту «Бориспіль» та міжнародному аеропорту «Київ» ім. Ігоря Сікорського у 2020 р.

У приміщеннях вимірювались рівні електромагнітних полів, електризація поверхонь, стаціонарне магнітне поле, концентрація аероіонів обох полярностей. В умовах використання систем клімат-контролю рівні інших

фізичних факторів – температура, відносна вологість та швидкість спрямованого руху повітря не має сенсу вимірювати, як заздалегідь нормативні.

Контрольні вимірювання показали, що усі параметри в обох аеропортах відрізняються у межах похибки вимірювань, тому отримані результати надавати окремо по аеропортах («Бориспіль» та «Київ» ім. Ігоря Сікорського) не має сенсу. Так, напруженості магнітного та електричного полів промислової частоти перебувають відповідно у межах 0,05–0,80 А/м та 7–11 В/м, що практично відповідає фоновим значенням і не може обумовлюватися впливом технологічного обладнання. За високочастотними випромінюваннями густина потоку енергії у діапазоні 300 МГц–30ГГц складала 0,2–2,0 мкВт/см<sup>2</sup>. Спостерігалися миттєві підвищення цього параметра до 5,0 мкВт/см<sup>2</sup>, що значно нижче гранично допустимого (10 мкВт/см<sup>2</sup>) [5]. Значення індукції стаціонарного магнітного поля перебувало у межах 49–61 мкТл, що практично відповідає індукції природного геомагнітного поля (на широті м. Києва – 49,6 мкТл). Можна вважати, що наведені вище параметри перебувають на мінімумі максимального рівня та не потребують застосування організаційно-технічних заходів.

### **Висновки**

У результаті обстеження електромагнітної обстановки у приміщеннях міжнародних аеропортів «Бориспіль» та «Київ» ім. Ігоря Сікорського було встановлено, що у приміщеннях керування повітряним рухом спостерігається перевищення гранично допустимих рівнів лише електростатичних полів (0,5 кВ/м). Рівні електростатичних полів у приміщеннях керування повітряним рухом можливо знизити за рахунок нейтралізації електричних поверхневих зарядів аероіонів повітря. Встановлено, що електромагнітні випромінювання не потребують застосування додаткових організаційно-технічних заходів.

### **Список літератури**

1. Glyva V., Tykhenko O., Tymoshenko O. Monitoring of electromagnetic environment at the civil aviation aerodromes. Proceedings the Eighth Word Congress «Aviation in the XXI-st Century». Safety in Aviation And Space Tehnologies (October 10-12, 2018, Kyiv). Kyiv, 2018. PP. 7.30–7.32.

2. Козловський В. В., Ходаковський О. В., Тихенко О. М., Куцак А. С. Дослідження електромагнітної обстановки на аеродромах цивільної авіації та формування заходів з її нормалізації. *Наукоємні технології*. 2019. Т. 43, № 3. С. 289–294.

3. Глива В. А., Тихенко О. М., Ходаковський О. В. Методологія проектування неоднорідних електромагнітних екранів. *Системи управління, навігації та зв'язку*. Полтава, 2019. Вип. 4(56). С. 122–125.

4. Тихенко О. М. Моніторинг зовнішніх впливів на електромагнітну обстановку виробничого середовища як складова розроблення та впровадження працезохоронних заходів. *Вісті Донецького гірничого інституту*, 2019. Вип. № 2(45). С. 110–115.

5. ДСНіП 3.3.6.096-2002. Державні санітарні норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів [Чинний від 2003-03-13]: затв. наказом М-ва охорони здоров'я України від 18.12.2002 р. № 476. Київ, 2003. 16 с.