



CENTRALNY INSTYTUT OCHRONY PRACY
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY
ul. Czerniakowska 16, 00-701 Warszawa

Zakład Bioelektromagnetyzmu

Nr 549/PZ-TSB/2019/NM

TEMAT: **Badania skuteczności ekranowania pola
elektromagnetycznego przez próbki 2 materiałów**

ZLECENIODAWCA: **Michał Podhajski**



Data rozpoczęcia

08.09.2019

Data zakończenia

12.09.2019

	Imię i nazwisko	Podpis
Główny wykonawca	dr inż. Krzysztof G [redacted]	[signature]
Wykonawcy	zespół NM1 KIEROWNIK Zakładu Bioelektromagnetyzmu [redacted] dr inż. Jolanta K [redacted]	

1. CEL I ZAKRES PRACY

Zgodnie z wystąpieniem Pana Michała Podhajskiego, [redacted] Warszawa (e-mail z dnia 19.08.2019 r. oraz e-mail z dnia 29.08.2019 r.) celem pracy było przeprowadzenie laboratoryjnych badań skuteczności ekranowania pola elektromagnetycznego przez próbki dwóch materiałów tekstylnych (oznaczonych przez Zamawiającego symbolem A i B).

Zakres pracy obejmował:

- przeprowadzenie badań skuteczności ekranowania pola elektromagnetycznego przez próbki 2 materiałów tekstylnych, przekazanych przez Zleceniodawcę badań do Laboratorium CIOP-PIB (częstotliwości pola elektromagnetycznego, dla których wykonano badania zostały określone przez Zamawiającego w ww. e-mailach)
- opracowanie sprawozdania.

Badania wykonano w dniu 10.09.2019 r.

Ekspertyzę wykonali: dr inż. Krzysztof G [redacted] dr inż. Jolanta K [redacted], dr inż. Patryk Z [redacted]

2. MATERIAŁY OBJĘTE BADANIAMI

Badania objęły 4 próbki materiału tekstylnego (oznaczone przez Zamawiającego jako próbka A – 2 szt. oraz próbka B – 2 szt.), scharakteryzowane w tabeli 1.

Zleceniodawca badań nie podał informacji dotyczących struktury materiałowej dostarczonych próbek.

Tabela 1.

Wykaz obiektów objętych badaniami.

Oznaczenie	Opis	
Materiał tekstylny oznaczony A		Próbka tekstylna o wymiarach ok. 34x30 cm
Materiał tekstylny oznaczony B		Próbka tekstylna o wymiarach ok. 30x30 cm

3. METODYKA POMIARÓW I ZASTOSOWANA APARATURA

Badania wykonano w Laboratorium Technik Badań i Oceny Zagrożeń Elektromagnetycznych (Tech-Safe-Bio) Centralnego Instytutu Ochrony Pracy - Państwowego Instytutu Badawczego z wykorzystaniem stanowiska badawczego z komorą GTEM (Gigahertz Transverse Electromagnetic), odwzorowującą warunki pola dalekiego promieniowania elektromagnetycznego (w którym między natężeniem pola elektrycznego E i natężeniem pola magnetycznego H zachodzi relacja $E/H = 377 \Omega$).

Kontrola parametrów pola elektromagnetycznego oddziałującego na próbki została przeprowadzona z wykorzystaniem wyposażenia akredytowanego laboratorium pomiarowego CIOP-PIB (certyfikat akredytacji Polskiego Centrum Akredytacji nr AP 061).

Badania skuteczności ekranowania 4 próbek wykonano w komorze GTEM dla częstotliwości pola elektromagnetycznego 2,4 GHz; 3,8 GHz; 5 GHz oraz 6 GHz, przy zachowaniu stałych wartości składowej elektrycznej pola elektromagnetycznego, tzn. natężenia pola elektrycznego wynoszącego 40 V/m, w obszarze w którym umieszczano próbki.

Do pomiaru natężenia pola elektrycznego zastosowano miernik typu NBM-550 prod. Narda z izotropową sondą pomiarową typu EF0691, o parametrach według dokumentacji technicznej:

- zakres pomiarowy 0,2 V/m - 650 V/m w pasmie częstotliwości 100 kHz - 6 GHz
- niepewności rozszerzona (przy prawdopodobieństwie ok. 95 %) pomiaru natężenia pola elektrycznego: $\pm 34\%$ wartości mierzonej dla ww. zakresu pomiarowego.

Odczytów wskazań miernika dokonywano na komputerze, połączonym łączem światłowodowym z miernikiem, z wykorzystaniem oprogramowania NBM-TS.

Poprawność wskazań miernika sprawdzono w akredytowanym laboratorium pomiarowym CIOP-PIB z użyciem aparatury wytwarzającej wzorcowe pola elektryczne (certyfikat akredytacji Polskiego Centrum Akredytacji nr AP 061).

Badania wykonano dla następujących próbek:

- A - jedna warstwa materiału tekstylnego A
- AA - dwie warstwy materiału tekstylnego A
- B - jedna warstwa materiału tekstylnego B
- BB - dwie warstwy materiału tekstylnego B.

Próbki przed badaniami poddano 24 godzinnemu kondycjonowaniu w temperaturze $22 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ i wilgotności względnej powietrza $50 \pm 5\%$.

Z uwagi na brak znormalizowanej metody prowadzenia badań parametrów ekranujących obiektów relacjonowane badania zostały przeprowadzone z wykorzystaniem pomiarów wartości skutecznej natężenia pola elektrycznego ww. miernikiem umieszczonym wewnątrz komory GTEM bez próbki (poziom ekspozycji) oraz po osłonięciu sondy miernika badanym materiałem (skuteczność ekranowania).

4. WYNIKI POMIARÓW

Wynik badań krotności osłabienia $K(E)$ oraz skuteczności ekranowania $SE(E)$ pola elektrycznego przez badane próbki przedstawiono w tabelach 2-5.

Parametry te zostały wyznaczone w oparciu o uzyskane wyniki pomiarów natężenia pola elektrycznego dla określonych nastaw parametrów pola (częstotliwość oraz natężenia pola elektrycznego), podanych w rozdziale 3, z zależności:

$$K(E) = \frac{E_0}{E_1} \quad (1)$$

$$SE(E) = 20 \log \frac{E_0}{E_1} \text{ [dB]} \quad (2)$$

gdzie:

E_0 - natężenie pola elektrycznego pomierzone w pustej komorze GTEM,

E_1 - natężenie pola elektrycznego zmierzone w komorze GTEM po osłonięciu sondy pomiarowej badaną próbką.

Oszacowana niepewność rozszerzona pomiarów (przy prawdopodobieństwie ok. 95 %) wynosi $U = 40\%$.

Pomiary przeprowadzono w warunkach otoczenia:

- temperatura 22 ± 1 °C
- wilgotność względna powietrza $51 \pm 1\%$.

Tabela 2.

Wyniki badań krotności osłabienia/skuteczności ekranowania pola elektrycznego z pasma częstotliwości (2,4-6) GHz dla próbki A.

A – pojedyncza warstwa materiału tekstylnego A			
Częstotliwość pola elektromagnetycznego f [GHz]	K(E) [(V/m)/(V/m)]	K(E) [%]	SE(E) [dB]
2,4	20	2 000	26
3,8	11	1 100	21
5,0	4,8	480	14
6,0	3,0	300	9,5

Tabela 3.

Wyniki badań krotności osłabienia/skuteczności ekranowania pola elektrycznego z pasma częstotliwości (2,4-6) GHz dla próbki AA.

AA – podwójna warstwa materiału tekstylnego A			
Częstotliwość pola elektromagnetycznego f [GHz]	K(E) [(V/m)/(V/m)]	K(E) [%]	SE(E) [dB]
2,4	135	13 500	43
3,8	66	6 600	36
5,0	9,6	960	20
6,0	6,9	690	17

Tabela 3.

Wyniki badań krotności osłabienia/skuteczności ekranowania pola elektrycznego z pasma częstotliwości (2,4-6) GHz dla próbki B.

B – pojedyncza warstwa materiału tekstylnego B			
Częstotliwość pola elektromagnetycznego f [GHz]	K(E) [(V/m)/(V/m)]	K(E) [%]	SE(E) [dB]
2,4	18	1 800	25
3,8	16	1 600	24
5,0	5,6	560	15
6,0	5,4	540	15

Tabela 4.

Wyniki badań krotności osłabienia/skuteczności ekranowania pola elektrycznego z pasma częstotliwości (2,4-6) GHz dla próbki BB.

BB – podwójna warstwa materiału tekstylnego B			
Częstotliwość pola elektromagnetycznego f [GHz]	K(E) [(V/m)/(V/m)]	K(E) [%]	SE(E) [dB]
2,4	62	6 200	36
3,8	57	5 700	35
5,0	22	2 200	27
6,0	15	1 500	23

5. UWAGI

Przedstawione w sprawozdaniu wyniki badań odnoszą się do badanych próbek.

Sprawozdanie składa się z 5 stron. Bez pisemnej zgody CIOP-PIB sprawozdanie nie może być powielane fragmentarycznie, lecz tylko w całości.

KONIEC SPRAWOZDANIA