

RAPORT

Z BADANIA WŁAŚCIWOŚCI ELEKTRYCZNYCH ORAZ ODPORNOŚCI NA DZIAŁANIE PŁOMIENIA 7 RODZAJÓW KAUCZUKU SILIKONOWEGO

Wykonane badania i odpowiadające im normy:

Badania właściwości elektrycznych oraz zagrożenia ogniowego:

- rezystywności skośnej wg normy IEC 60093 (1980)
- przenikalności elektrycznej i współczynnika strat dielektrycznych wg normy IEC 60250:1969
- wytrzymałości elektrycznej wg normy PN-EN 60243-1:2013-12
- odporności na prądy pełzające i erozję wg normy PN-EN 60587:2008E
- odporności na wyładowania łukowe wysokonapięciowe, niskoprądowe wg normy PN-EN 61621:2002E
- zagrożenia ogniowego wg normy PN-EN 60695-11-10:2014-02E

1. Badane obiekty

Do badań dostarczono siedem rodzajów próbek kauczuku silikonowego:

- LSR bazowy bez dodatków,
- LSR z nano Ag/SiO₂ – 100 ppm,
- LSR z nano Ag/SiO₂ – 300 ppm,
- LSR z nano Ag/TiO₂ – 100 ppm,
- LSR z nano Ag/TiO₂ – 300 ppm,
- LSR z nano Cu/SiO₂ – 100 ppm,
- LSR z nano Cu/SiO₂ – 300 ppm.

2. Metody badań

2.1. Pomiary rezystywności skrośnej

Pomiary rezystywności skrośnej wykonano zgodnie z normą IEC 60093:1980 na dostarczonych próbkach o wymiarach około 100 × 100 × 1 mm, metodą trójelektrodową, stosując elektrody naparowane srebrem (rysunek 1) o wymiarach podanych w rozdziale 3.1 sprawozdania.

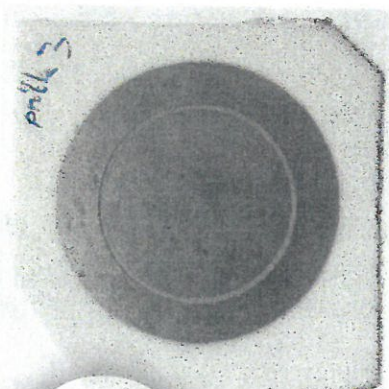
Przed pomiarami próbki rozładowywano mierząc prąd resorpcji (rozładowania), aż osiągnął on wartość pomijalnie małą, a następnie mierzono prąd absorpcji (ładowania) w temperaturze pokojowej 23 °C. Następnie próbki ponownie rozładowywano.

W pomiarach prądu wykorzystano trójelektrodowy układ elektrod. Prąd płynący przez próbkę mierzono elektrometrem cyfrowym typu 6517A firmy KEITHLEY o numerze fabrycznym 0885230 wykorzystując program komputerowy pracujący w środowisku VEE-7.

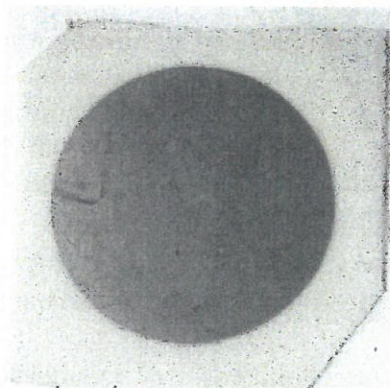
Wyniki pomiarów rezystancji skrośnej i obliczeń rezystywności skrośnej po czasie 1 min., 2 min., 5 min., 10min. od przyłożenia napięcia 100 V do próbki podano w tabelach 1 ÷ 7.

Pomiary szerokości szczeliny między elektrodą pomiarową, a pierścieniem ochronnym, wykonano mikroskopem pomiarowym firmy PZO typu MWM – 2563, nr fab. 3539 o niedokładności 0,005 mm. Pomiary średnicy elektrody pomiarowej wykonano suwmiarką elektroniczną o niedokładności 0,03 mm, firmy VIS typu MAUa 150, nr fab. 76844. Pomiary grubości próbek wykonano czujnikiem zegarowym o niedokładności 0,010 mm typu MDAA 10/I, ozn. TK/KS.Cz1.

a)



b)



Rysunek 1. Naparowane elektrody srebrne:
a – pomiarowa i ochronna, b- napięciowa

2.2. Pomiary przenikalności elektrycznej i współczynnika strat dielektrycznych

Pomiary przenikalności elektrycznej i współczynnika strat dielektrycznych wykonano zgodnie z normą IEC 60250:1969 metodą trójelektrodową na tych samych próbkach i z tymi samymi elektrodami dla których mierzono rezystywność skrośną.

Pomiary pojemności i współczynnika strat dielektrycznych przy częstotliwości 50 Hz i napięciu 1000 V wykonano mostkiem Scheringa typu 2821/ZK firmy Tettex o numerze fab. 114734.

Wyniki pomiarów i obliczeń przenikalności elektrycznej zestawiono w tabelach 8 ÷ 14.

2.3. Pomiary wytrzymałości elektrycznej

Pomiary wytrzymałości elektrycznej wykonano zgodnie z normą PN-EN 60243-1:2013-12. Badania wykonano w oleju transformatorowym na dostarczonych próbkach o wymiarach 150 × 150 × 1 mm, stosując dwie cylindryczne elektrody metalowe o niejednakowych średnicach: 25 mm i wysokości 25 mm oraz 75 mm i wysokości 15 mm o promieniu krzywizny około 3 mm ustawione współosiowo.

Próbę napięciową wykonano aparatem typu ABK-70 firmy A-1 Warszawa, nr fab. 292158. Pomiary grubości próbek wykonano czujnikowym zegarowym o niedokładności 0,01 mm typu MDAA 10/1 o numerze inw. TK/KS Cz 1.

Wyniki pomiarów i obliczeń wytrzymałości elektrycznej zestawiono w tabelach 15 ÷ 21.

2.4. Pomiary odporności na prądy pełzające i erozję

Pomiary wykonano, zgodnie z normą PN-EN 60587:2008E p. 5.3 stosując metodę 2 – stopniowanego napięcia, prototypowym urządzeniem wykonanym w Instytucie Elektrotechniki o nr inw. 015-801-1140 na dostarczonych próbkach o wymiarach około 120 × 50 × 6 mm. Przed badaniem narażaną powierzchnię próbek zmatowiono wodoodpornym papierem ściernym o gradacji P800 i warstwie ziarna ściernego wykonanego z korundu oraz przemyto wodą destylowaną. Ewentualne powstałe głębokości erozji zmierzono suwmiarką uniwersalną MAUa o nr fab. 81424 produkcji VIS.

Wyniki badań podano w tabelach 22 ÷ 28.

2.5. Pomiary na wyładowania łukowe wysokonapięciowe, niskoprądowe

Pomiary wykonano zgodnie z normą PN-EN 61621:2002E na dostarczonych próbkach o wymiarach około 100 × 100 × 3 mm, prototypowym urządzeniem wykonanym w Instytucie Elektrotechniki o nr inw. 015-801-0403. Wyniki pomiarów zestawiono w tabelach 29 ÷ 35.

2.6. Pomiary zagrożenia ogniowego

Pomiary wykonano zgodnie z normą PN-EN 60695-11-10:2014-02E, metodą B - płomieniem probierczym 50 W przy pionowym ustawieniu próbki. Kryterium oceny według normy PN-EN 60695-11-10: 2014-02E, podrozdziały 8.4 i 9.4. Zestaw złożony z pięciu próbek o wymiarach około (125 ± 5) mm × (13 ± 0,5) mm × grubość (max. 13 mm) przed badaniem stabilizowano przez 48 h w temperaturze (23 ± 2) °C i wilgotności względnej (50 ± 10) %. Zestaw kolejnych pięciu próbek stabilizowano przed badaniem przez (168 ± 2) h w temperaturze (70 ± 2) °C.

Wyniki oraz dokładny opis badania podano w tabeli 36 oraz w punkcie 3.6 sprawozdania.

3. Wyniki badań

Badania wykonano w pomieszczeniach laboratorium badawczego o temperaturze otoczenia $(23 \pm 1) ^\circ\text{C}$ i wilgotności względnej $(42 \pm 3) \%$.

Poprawność wskazań wszystkich przyrządów pomiarowych została sprawdzona w porównaniu do wzorców państwowych.

Niepewność pomiaru została określona zgodnie z dokumentem EA-4/02. Podane wartości niepewności stanowią niepewności rozszerzone przy poziomie ufności 95 % i współczynniku rozszerzenia $k=2$.

W tabelach wyników pomiarów zastosowano następujące oznaczenia:

ρ_v	- rezystywność skośna,
R_v	- rezystancja skośna,
ρ_{vm}	- mediana (wartość środkowa) rezystywności skośnej,
$U(\rho_v)$	- niepewność wyniku obliczenia rezystywności skośnej,
h	- wartość średnia grubości próbki,
g	- szerokość szczeliny między elektrodą pomiarową a ochronną,
d_1	- średnica elektrody pomiarowej,
t	- czas pomiaru,
C_x	- pojemność elektryczna,
ϵ_r	- przenikalność elektryczna,
$\epsilon_{r\bar{s}r}$	- wartość średnia przenikalności elektrycznej,
$U(\epsilon_r)$	- niepewność wyniku obliczenia przenikalności elektrycznej,
$\text{tg} \delta$	- współczynnik strat dielektrycznych,
$\text{tg} \delta_{\bar{s}r}$	- wartość średnia współczynnika strat dielektrycznych,
$U(\text{tg} \delta)$	- niepewność wyniku pomiaru współczynnika strat dielektrycznych,
f	- częstotliwość,
U	- napięcie przebicia,
E_p	- wytrzymałość elektryczna,
E_{pm}	- mediana (wartość środkowa) wytrzymałości elektrycznej,
$U(E_p)$	- niepewność wyniku obliczenia wytrzymałości elektrycznej,
t_f	- całkowity czas płonienia zestawu próbek,
t_1	- czas płonienia pojedynczej próbki po pierwszym przyłożeniu płomienia,
t_2	- czas płonienia pojedynczej próbki po drugim przyłożeniu płomienia,
$(t_2 + t_3)$	- czas płonienia i żarzenia pojedynczej próbki po drugim przyłożeniu płomienia
t_l	- czas trwania łuku aż do zniszczenia,
t_m	- mediana (wartość środkowa) czasu trwania łuku,
t_{\min}/t_{\max}	- minimalny i maksymalny czas trwania łuku.

3.1. Pomiary rezystancji skrośnej

Tabela 1. Zestawienie wyników pomiarów i obliczeń rezystywności skrośnej ρ_v w funkcji czasu pomiaru próbek kauczuku silikonowego - LSR bazowy bez dodatków

t min	Nr próbki	h mm	g mm	d_1 mm	R_v Ω	ρ_v Ωm	$U(\rho_v)$ Ωm	ρ_{vm} Ωm
1	1	1,43	2,00	49,99	$4,54 \times 10^{12}$	$6,75 \times 10^{12}$	$0,01 \times 10^{13}$	$6,44 \times 10^{12}$
	2	1,33	2,00	49,99	$4,02 \times 10^{12}$	$6,44 \times 10^{12}$	$0,01 \times 10^{13}$	
	3	1,35	2,00	49,99	$4,01 \times 10^{12}$	$6,28 \times 10^{12}$	$0,04 \times 10^{12}$	
2	1	1,43	2,00	49,99	$5,14 \times 10^{12}$	$7,64 \times 10^{12}$	$0,01 \times 10^{13}$	$7,51 \times 10^{12}$
	2	1,33	2,00	49,99	$4,70 \times 10^{12}$	$7,51 \times 10^{12}$	$0,01 \times 10^{13}$	
	3	1,35	2,00	49,99	$4,55 \times 10^{12}$	$7,14 \times 10^{12}$	$0,04 \times 10^{12}$	
5	1	1,43	2,00	49,99	$5,59 \times 10^{12}$	$8,32 \times 10^{12}$	$0,02 \times 10^{13}$	$8,23 \times 10^{12}$
	2	1,33	2,00	49,99	$5,15 \times 10^{12}$	$8,23 \times 10^{12}$	$0,01 \times 10^{13}$	
	3	1,35	2,00	49,99	$4,98 \times 10^{12}$	$7,82 \times 10^{12}$	$0,05 \times 10^{12}$	
10	1	1,43	2,00	49,99	$5,83 \times 10^{12}$	$8,67 \times 10^{12}$	$0,02 \times 10^{13}$	$8,64 \times 10^{12}$
	2	1,33	2,00	49,99	$5,40 \times 10^{12}$	$8,64 \times 10^{12}$	$0,01 \times 10^{13}$	
	3	1,35	2,00	49,99	$5,19 \times 10^{12}$	$8,13 \times 10^{12}$	$0,01 \times 10^{13}$	

Tabela 2. Zestawienie wyników pomiarów i obliczeń rezystywności skrośnej ρ_v w funkcji czasu pomiaru próbek kauczuku silikonowego - LSR z nano Ag/SiO₂ – 100 ppm

t min	Nr próbki	h mm	g mm	d_1 mm	R_v Ω	ρ_v Ωm	$U(\rho_v)$ Ωm	ρ_{vm} Ωm
1	1	1,33	2,00	49,99	$7,33 \times 10^{12}$	$1,17 \times 10^{13}$	$0,02 \times 10^{13}$	$1,14 \times 10^{13}$
	2	1,34	2,00	49,99	$7,21 \times 10^{12}$	$1,14 \times 10^{13}$	$0,02 \times 10^{13}$	
	3	1,45	2,00	49,99	$7,35 \times 10^{12}$	$1,08 \times 10^{13}$	$0,03 \times 10^{13}$	
2	1	1,33	2,00	49,99	$8,67 \times 10^{12}$	$1,39 \times 10^{13}$	$0,02 \times 10^{13}$	$1,34 \times 10^{13}$
	2	1,34	2,00	49,99	$8,45 \times 10^{12}$	$1,34 \times 10^{13}$	$0,02 \times 10^{13}$	
	3	1,45	2,00	49,99	$8,50 \times 10^{12}$	$1,25 \times 10^{13}$	$0,04 \times 10^{13}$	
5	1	1,33	2,00	49,99	$9,74 \times 10^{12}$	$1,56 \times 10^{13}$	$0,02 \times 10^{13}$	$1,50 \times 10^{13}$
	2	1,34	2,00	49,99	$9,51 \times 10^{12}$	$1,50 \times 10^{13}$	$0,02 \times 10^{13}$	
	3	1,45	2,00	49,99	$9,45 \times 10^{12}$	$1,39 \times 10^{13}$	$0,04 \times 10^{13}$	
10	1	1,33	2,00	49,99	$1,03 \times 10^{13}$	$1,65 \times 10^{13}$	$0,02 \times 10^{13}$	$1,59 \times 10^{13}$
	2	1,34	2,00	49,99	$1,01 \times 10^{13}$	$1,59 \times 10^{13}$	$0,02 \times 10^{13}$	
	3	1,45	2,00	49,99	$9,94 \times 10^{12}$	$1,46 \times 10^{13}$	$0,04 \times 10^{13}$	

Tabela 3. Zestawienie wyników pomiarów i obliczeń rezystywności skrośnej ρ_v w funkcji czasu pomiaru próbek kauczuku silikonowego - LSR z nano Ag/SiO₂ – 300 ppm

t	Nr próbki	h	g	d_1	R_v	ρ_v	$U(\rho_v)$	ρ_{vm}
min		mm	mm	mm	Ω	Ωm	Ωm	Ωm
1	1	1,36	2,00	49,99	$7,11 \times 10^{12}$	$1,11 \times 10^{13}$	$0,02 \times 10^{13}$	$1,19 \times 10^{13}$
	2	1,35	2,00	49,99	$8,02 \times 10^{12}$	$1,26 \times 10^{13}$	$0,02 \times 10^{13}$	
	3	1,35	2,00	49,99	$7,55 \times 10^{12}$	$1,19 \times 10^{13}$	$0,02 \times 10^{13}$	
2	1	1,36	2,00	49,99	$9,36 \times 10^{12}$	$1,46 \times 10^{13}$	$0,02 \times 10^{13}$	$1,51 \times 10^{13}$
	2	1,35	2,00	49,99	$1,02 \times 10^{13}$	$1,61 \times 10^{13}$	$0,02 \times 10^{13}$	
	3	1,35	2,00	49,99	$9,60 \times 10^{12}$	$1,51 \times 10^{13}$	$0,02 \times 10^{13}$	
5	1	1,36	2,00	49,99	$1,15 \times 10^{13}$	$1,79 \times 10^{13}$	$0,03 \times 10^{13}$	$1,85 \times 10^{13}$
	2	1,35	2,00	49,99	$1,23 \times 10^{13}$	$1,93 \times 10^{13}$	$0,03 \times 10^{13}$	
	3	1,35	2,00	49,99	$1,17 \times 10^{13}$	$1,85 \times 10^{13}$	$0,03 \times 10^{13}$	
10	1	1,36	2,00	49,99	$1,26 \times 10^{13}$	$1,97 \times 10^{13}$	$0,03 \times 10^{13}$	$2,01 \times 10^{13}$
	2	1,35	2,00	49,99	$1,34 \times 10^{13}$	$2,11 \times 10^{13}$	$0,03 \times 10^{13}$	
	3	1,35	2,00	49,99	$1,27 \times 10^{13}$	$2,01 \times 10^{13}$	$0,03 \times 10^{13}$	

Tabela 4. Zestawienie wyników pomiarów i obliczeń rezystywności skrośnej ρ_v w funkcji czasu pomiaru próbek kauczuku silikonowego - LSR z nano Ag/TiO₂ – 100 ppm

t	Nr próbki	h	g	d_1	R_v	ρ_v	$U(\rho_v)$	ρ_{vm}
min		mm	mm	mm	Ω	Ωm	Ωm	Ωm
1	1	1,41	2,00	49,99	$9,19 \times 10^{12}$	$1,38 \times 10^{13}$	$0,02 \times 10^{13}$	$1,54 \times 10^{13}$
	2	1,39	2,00	49,99	$1,01 \times 10^{13}$	$1,54 \times 10^{13}$	$0,02 \times 10^{13}$	
	3	1,37	2,00	49,99	$1,03 \times 10^{13}$	$1,60 \times 10^{13}$	$0,02 \times 10^{13}$	
2	1	1,41	2,00	49,99	$1,17 \times 10^{13}$	$1,77 \times 10^{13}$	$0,03 \times 10^{13}$	$2,03 \times 10^{13}$
	2	1,39	2,00	49,99	$1,32 \times 10^{13}$	$2,03 \times 10^{13}$	$0,03 \times 10^{13}$	
	3	1,37	2,00	49,99	$1,38 \times 10^{13}$	$2,15 \times 10^{13}$	$0,03 \times 10^{13}$	
5	1	1,41	2,00	49,99	$1,39 \times 10^{13}$	$2,10 \times 10^{13}$	$0,04 \times 10^{13}$	$2,48 \times 10^{13}$
	2	1,39	2,00	49,99	$1,62 \times 10^{13}$	$2,48 \times 10^{13}$	$0,04 \times 10^{13}$	
	3	1,37	2,00	49,99	$1,73 \times 10^{13}$	$2,68 \times 10^{13}$	$0,04 \times 10^{13}$	
10	1	1,41	2,00	49,99	$1,51 \times 10^{13}$	$2,27 \times 10^{13}$	$0,04 \times 10^{13}$	$2,71 \times 10^{13}$
	2	1,39	2,00	49,99	$1,77 \times 10^{13}$	$2,71 \times 10^{13}$	$0,04 \times 10^{13}$	
	3	1,37	2,00	49,99	$1,92 \times 10^{13}$	$2,97 \times 10^{13}$	$0,04 \times 10^{13}$	

Tabela 5. Zestawienie wyników pomiarów i obliczeń rezystywności skrośnej ρ_v w funkcji czasu pomiaru próbek kauczuku silikonowego - LSR z nano Ag/TiO₂ – 300 ppm

t	Nr	h	g	d_1	R_v	ρ_v	$U(\rho_v)$	ρ_{vm}
min	próbki	mm	mm	mm	Ω	Ωm	Ωm	Ωm
1	1	1,34	2,00	49,99	$1,03 \times 10^{13}$	$1,63 \times 10^{13}$	$0,02 \times 10^{13}$	$1,65 \times 10^{13}$
	2	1,32	2,00	49,99	$1,03 \times 10^{13}$	$1,65 \times 10^{13}$	$0,02 \times 10^{13}$	
	3	1,34	2,00	49,99	$1,09 \times 10^{13}$	$1,74 \times 10^{13}$	$0,03 \times 10^{13}$	
2	1	1,34	2,00	49,99	$1,36 \times 10^{13}$	$2,15 \times 10^{13}$	$0,03 \times 10^{13}$	$2,16 \times 10^{13}$
	2	1,32	2,00	49,99	$1,35 \times 10^{13}$	$2,16 \times 10^{13}$	$0,03 \times 10^{13}$	
	3	1,34	2,00	49,99	$1,41 \times 10^{13}$	$2,25 \times 10^{13}$	$0,03 \times 10^{13}$	
5	1	1,34	2,00	49,99	$1,67 \times 10^{13}$	$2,63 \times 10^{13}$	$0,04 \times 10^{13}$	$2,66 \times 10^{13}$
	2	1,32	2,00	49,99	$1,66 \times 10^{13}$	$2,66 \times 10^{13}$	$0,04 \times 10^{13}$	
	3	1,34	2,00	49,99	$1,78 \times 10^{13}$	$2,82 \times 10^{13}$	$0,04 \times 10^{13}$	
10	1	1,34	2,00	49,99	$1,83 \times 10^{13}$	$2,90 \times 10^{13}$	$0,04 \times 10^{13}$	$2,93 \times 10^{13}$
	2	1,32	2,00	49,99	$1,82 \times 10^{13}$	$2,93 \times 10^{13}$	$0,04 \times 10^{13}$	
	3	1,34	2,00	49,99	$1,97 \times 10^{13}$	$3,13 \times 10^{13}$	$0,05 \times 10^{13}$	

Tabela 6. Zestawienie wyników pomiarów i obliczeń rezystywności skrośnej ρ_v w funkcji czasu pomiaru próbek kauczuku silikonowego - LSR z nano Cu/SiO₂ – 100 ppm

t	Nr	h	g	d_1	R_v	ρ_v	$U(\rho_v)$	ρ_{vm}
min	próbki	mm	mm	mm	Ω	Ωm	Ωm	Ωm
1	1	1,38	2,00	49,99	$8,69 \times 10^{12}$	$1,33 \times 10^{13}$	$0,02 \times 10^{13}$	$1,37 \times 10^{13}$
	2	1,35	2,00	49,99	$8,77 \times 10^{12}$	$1,37 \times 10^{13}$	$0,02 \times 10^{13}$	
	3	1,35	2,00	49,99	$9,45 \times 10^{12}$	$1,49 \times 10^{13}$	$0,02 \times 10^{13}$	
2	1	1,38	2,00	49,99	$1,14 \times 10^{13}$	$1,74 \times 10^{13}$	$0,03 \times 10^{13}$	$1,74 \times 10^{13}$
	2	1,35	2,00	49,99	$1,10 \times 10^{13}$	$1,72 \times 10^{13}$	$0,03 \times 10^{13}$	
	3	1,35	2,00	49,99	$1,20 \times 10^{13}$	$1,88 \times 10^{13}$	$0,03 \times 10^{13}$	
5	1	1,38	2,00	49,99	$1,36 \times 10^{13}$	$2,09 \times 10^{13}$	$0,03 \times 10^{13}$	$2,09 \times 10^{13}$
	2	1,35	2,00	49,99	$1,30 \times 10^{13}$	$2,03 \times 10^{13}$	$0,03 \times 10^{13}$	
	3	1,35	2,00	49,99	$1,44 \times 10^{13}$	$2,26 \times 10^{13}$	$0,03 \times 10^{13}$	
10	1	1,38	2,00	49,99	$1,49 \times 10^{13}$	$2,28 \times 10^{13}$	$0,03 \times 10^{13}$	$2,28 \times 10^{13}$
	2	1,35	2,00	49,99	$1,40 \times 10^{13}$	$2,19 \times 10^{13}$	$0,03 \times 10^{13}$	
	3	1,35	2,00	49,99	$1,56 \times 10^{13}$	$2,46 \times 10^{13}$	$0,04 \times 10^{13}$	

Tabela 7. Zestawienie wyników pomiarów i obliczeń rezystywności skrośnej ρ_v w funkcji czasu pomiaru próbek kauczuku silikonowego - LSR z nano Cu/SiO₂ – 300 ppm

t min	Nr próbki	h mm	g mm	d_1 mm	R_v Ω	ρ_v Ωm	$U(\rho_v)$ Ωm	ρ_{vm} Ωm
1	1	1,36	2,00	49,99	$2,36 \times 10^{13}$	$3,69 \times 10^{13}$	$0,06 \times 10^{13}$	$3,21 \times 10^{13}$
	2	1,44	2,00	49,99	$1,79 \times 10^{13}$	$2,64 \times 10^{13}$	$0,05 \times 10^{13}$	
	3	1,42	2,00	49,99	$2,14 \times 10^{13}$	$3,21 \times 10^{13}$	$0,06 \times 10^{13}$	
2	1	1,36	2,00	49,99	$2,87 \times 10^{13}$	$4,49 \times 10^{13}$	$0,07 \times 10^{13}$	$3,86 \times 10^{13}$
	2	1,44	2,00	49,99	$2,14 \times 10^{13}$	$3,16 \times 10^{13}$	$0,06 \times 10^{13}$	
	3	1,42	2,00	49,99	$2,57 \times 10^{13}$	$3,86 \times 10^{13}$	$0,08 \times 10^{13}$	
5	1	1,36	2,00	49,99	$3,47 \times 10^{13}$	$5,42 \times 10^{13}$	$0,08 \times 10^{13}$	$4,58 \times 10^{13}$
	2	1,44	2,00	49,99	$2,55 \times 10^{13}$	$3,77 \times 10^{13}$	$0,07 \times 10^{13}$	
	3	1,42	2,00	49,99	$3,05 \times 10^{13}$	$4,58 \times 10^{13}$	$0,09 \times 10^{13}$	
10	1	1,36	2,00	49,99	$3,83 \times 10^{13}$	$5,98 \times 10^{13}$	$0,09 \times 10^{13}$	$5,05 \times 10^{13}$
	2	1,44	2,00	49,99	$2,83 \times 10^{13}$	$4,18 \times 10^{13}$	$0,07 \times 10^{13}$	
	3	1,42	2,00	49,99	$3,37 \times 10^{13}$	$5,05 \times 10^{13}$	$0,10 \times 10^{13}$	

3.2. Pomiary przenikalności elektrycznej i współczynnika strat dielektrycznych

Tabela 8. Wyniki pomiarów przenikalności elektrycznej ϵ_r i współczynnika strat dielektrycznych $\text{tg}\delta$ przy $f=50$ Hz i napięciu 1000 V próbek kauczuku silikonowego - LSR bazowy bez dodatków

Nr próbki	h mm	g mm	d_1 mm	C_x pF	ϵ_r	$U(\epsilon_r)$	$\epsilon_r \text{ sr}$	$\text{tg}\delta$	$U(\text{tg}\delta)$	$\text{tg}\delta \text{ sr}$
1	1,43	2,00	49,99	37,50	2,95	0,04	2,96	0,0072	0,0002	0,0072
2	1,33	2,00	49,99	40,47	2,97	0,03		0,0073	0,0002	
3	1,35	2,00	49,99	39,49	2,95	0,02		0,0072	0,0002	

Tabela 9. Wyniki pomiarów przenikalności elektrycznej ϵ_r i współczynnika strat dielektrycznych $\text{tg}\delta$ przy $f=50$ Hz i napięciu 1000 V próbek kauczuku silikonowego - LSR z nano Ag/SiO₂ – 100 ppm

Nr próbki	h mm	g mm	d_1 mm	C_x pF	ϵ_r	$U(\epsilon_r)$	$\epsilon_r \text{ sr}$	$\text{tg}\delta$	$U(\text{tg}\delta)$	$\text{tg}\delta \text{ sr}$
1	1,33	1,33	2,00	40,58	2,97	0,03	2,95	0,0081	0,0002	0,0083
2	1,34	1,34	2,00	39,77	2,95	0,02		0,0083	0,0002	
3	1,45	1,45	2,00	36,88	2,94	0,08		0,0086	0,0002	

Tabela 10. Wyniki pomiarów przenikalności elektrycznej ϵ_r i współczynnika strat dielektrycznych $\text{tg}\delta$ przy $f=50$ Hz i napięciu 1000 V próbek kauczuku silikonowego - LSR z nano Ag/SiO₂ – 300 ppm

Nr próbki	h mm	g mm	d_1 mm	C_x pF	ϵ_r	$U(\epsilon_r)$	$\epsilon_r \text{ sr}$	$\text{tg}\delta$	$U(\text{tg}\delta)$	$\text{tg}\delta \text{ sr}$
1	1,33	1,36	2,00	39,40	2,96	0,03	2,98	0,0078	0,0002	0,0074
2	1,34	1,35	2,00	40,14	2,99	0,02		0,0072	0,0002	
3	1,45	1,45	2,00	40,34	3,00	0,02		0,0072	0,0002	

Tabela 11. Wyniki pomiarów przenikalności elektrycznej ϵ_r i współczynnika strat dielektrycznych $\tan \delta$ przy $f=50$ Hz i napięciu 1000 V próbek kauczuku silikonowego - LSR z nano Ag/TiO₂ – 100 ppm

Nr próbki	h mm	g mm	d_1 mm	C_x pF	ϵ_r	$U(\epsilon_r)$	$\epsilon_r \text{ sr}$	$\tan \delta$	$U(\tan \delta)$	$\tan \delta \text{ sr}$
1	1,33	1,41	2,00	38,32	2,98	0,04	2,97	0,0092	0,0002	0,0092
2	1,34	1,39	2,00	38,69	2,96	0,03		0,0092	0,0002	
3	1,45	1,37	2,00	39,45	2,98	0,02		0,0092	0,0002	

Tabela 12. Wyniki pomiarów przenikalności elektrycznej ϵ_r i współczynnika strat dielektrycznych $\tan \delta$ przy $f=50$ Hz i napięciu 1000 V próbek kauczuku silikonowego - LSR z nano Ag/TiO₂ – 300 ppm

Nr próbki	h mm	g mm	d_1 mm	C_x pF	ϵ_r	$U(\epsilon_r)$	$\epsilon_r \text{ sr}$	$\tan \delta$	$U(\tan \delta)$	$\tan \delta \text{ sr}$
1	1,33	1,34	2,00	40,12	2,98	0,02	2,98	0,0095	0,0002	0,0095
2	1,34	1,32	2,00	40,78	2,98	0,03		0,0094	0,0002	
3	1,45	1,34	2,00	40,20	2,97	0,02		0,0096	0,0002	

Tabela 13. Wyniki pomiarów przenikalności elektrycznej ϵ_r i współczynnika strat dielektrycznych $\tan \delta$ przy $f=50$ Hz i napięciu 1000 V próbek kauczuku silikonowego - LSR z nano Cu/SiO₂ – 100 ppm

Nr próbki	h mm	g mm	d_1 mm	C_x pF	ϵ_r	$U(\epsilon_r)$	$\epsilon_r \text{ sr}$	$\tan \delta$	$U(\tan \delta)$	$\tan \delta \text{ sr}$
1	1,33	1,38	2,00	38,87	2,97	0,03	2,96	0,0095	0,0002	0,0095
2	1,34	1,35	2,00	39,45	2,95	0,03		0,0096	0,0002	
3	1,45	1,35	2,00	39,65	2,95	0,03		0,0093	0,0002	

Tabela 14. Wyniki pomiarów przenikalności elektrycznej ϵ_r i współczynnika strat dielektrycznych $\tan \delta$ przy $f=50$ Hz i napięciu 1000 V próbek kauczuku silikonowego - LSR z nano Cu/SiO₂ – 300 ppm

Nr próbki	h mm	g mm	d_1 mm	C_x pF	ϵ_r	$U(\epsilon_r)$	$\epsilon_r \text{ sr}$	$\tan \delta$	$U(\tan \delta)$	$\tan \delta \text{ sr}$
1	1,33	1,36	2,00	37,07	2,78	0,02	2,80	0,0037	0,0002	0,0039
2	1,34	1,44	2,00	35,67	2,83	0,04		0,0039	0,0002	
3	1,45	1,42	2,00	35,59	2,78	0,04		0,0040	0,0002	

3.3. Pomiary wytrzymałości elektrycznej

Tabela 15. Wyniki pomiarów i obliczeń wytrzymałości elektrycznej E_p próbek kauczuku silikonowego - LSR bazowy bez dodatków

Nr próbki	h mm	U kV	E_p kV/mm	$U(E_p)$ kV/mm	E_{pm} kV/mm
1	0,92	20,0	21,7	$\pm 0,8$	23,9
2	0,96	23,0	23,9	$\pm 0,8$	
3	0,95	22,5	23,7	$\pm 0,8$	
4	0,99	25,0	25,2	$\pm 0,8$	
5	0,91	23,0	25,3	$\pm 1,0$	
6	0,90	23,5	26,2	$\pm 1,0$	
7	0,92	22,0	23,8	$\pm 1,0$	
8	0,95	19,5	20,5	$\pm 0,8$	
9	0,93	23,5	25,4	$\pm 1,0$	
10	0,92	20,0	21,8	$\pm 0,8$	

Tabela 16. Wyniki pomiarów i obliczeń wytrzymałości elektrycznej E_p próbek kauczuku silikonowego - LSR z nano Ag/SiO₂ – 100 ppm

Nr próbki	h mm	U kV	E_p kV/mm	$U(E_p)$ kV/mm	E_{pm} kV/mm
1	0,94	22,0	23,5	$\pm 0,8$	24,0
2	0,86	22,0	25,6	$\pm 1,0$	
3	0,93	20,0	21,6	$\pm 0,8$	
4	0,91	22,5	24,7	$\pm 1,0$	
5	1,02	23,0	22,7	$\pm 0,8$	
6	0,91	19,5	21,4	$\pm 0,8$	
7	0,89	23,0	26,0	$\pm 1,0$	
8	0,92	22,5	24,6	$\pm 1,0$	
9	0,91	23,0	25,3	$\pm 1,0$	
10	1,05	24,5	23,3	$\pm 0,8$	

Tabela 17. Wyniki pomiarów i obliczeń wytrzymałości elektrycznej E_p próbek kauczuku silikonowego - LSR z nano Ag/SiO₂ – 300 ppm

Nr próbki	h mm	U kV	E_p kV/mm	$U(E_p)$ kV/mm	E_{pm} kV/mm
1	0,95	22,5	23,6	$\pm 0,8$	23,8
2	0,93	21,0	22,5	$\pm 0,8$	
3	0,95	25,0	26,2	$\pm 1,0$	
4	0,96	25,0	26,2	$\pm 1,0$	
5	0,94	22,5	23,9	$\pm 0,8$	
6	0,99	23,0	23,3	$\pm 0,8$	
7	0,94	23,0	24,5	$\pm 1,0$	
8	0,95	22,5	23,7	$\pm 0,8$	
9	0,95	23,0	24,3	$\pm 0,8$	
10	0,96	22,0	23,0	$\pm 0,8$	

Tabela 18. Wyniki pomiarów i obliczeń wytrzymałości elektrycznej E_p próbek kauczuku silikonowego - LSR z nano Ag/TiO₂ – 100 ppm

Nr próbki	h	U	E_p	$U(E_p)$	E_{pm}
	mm	kV	kV/mm	kV/mm	kV/mm
1	0,93	25,0	27,0	±0,9	24,3
2	1,01	23,0	22,8	±0,8	
3	0,98	26,5	27,0	±1,0	
4	0,95	23,0	24,3	±0,8	
5	0,94	22,0	23,5	±0,8	
6	0,99	22,0	22,3	±0,8	
7	0,97	23,5	24,2	±0,8	
8	0,97	25,0	25,9	±1,0	
9	0,78	19,0	24,4	±1,0	

Tabela 19. Wyniki pomiarów i obliczeń wytrzymałości elektrycznej E_p próbek kauczuku silikonowego - LSR z nano Ag/TiO₂ – 300 ppm

Nr próbki	h	U	E_p	$U(E_p)$	E_{pm}
	mm	kV	kV/mm	kV/mm	kV/mm
1	0,92	23,0	25,0	±0,9	24,5
2	0,95	23,5	24,7	±1,0	
3	0,91	25,0	27,5	±1,0	
4	0,86	22,5	26,2	±1,0	
5	1,00	23,5	23,6	±0,8	
6	0,90	22,5	25,0	±1,0	
7	0,98	23,0	23,4	±0,8	
8	0,97	23,5	24,3	±0,8	
9	0,98	22,0	22,4	±0,8	
10	0,93	22,5	24,2	±1,0	

Tabela 20. Wyniki pomiarów i obliczeń wytrzymałości elektrycznej E_p próbek kauczuku silikonowego - LSR z nano Cu/SiO₂ – 100 ppm

Nr próbki	h	U	E_p	$U(E_p)$	E_{pm}
	mm	kV	kV/mm	kV/mm	kV/mm
1	0,92	21,5	23,4	±0,8	23,5
2	0,93	23,0	24,8	±1,0	
3	0,92	23,0	25,1	±1,0	
4	0,95	22,0	23,3	±0,8	
5	0,91	22,0	24,1	±1,0	
6	0,93	21,0	22,6	±0,8	
7	0,96	22,5	23,5	±0,8	
8	0,97	25,0	25,9	±1,0	
9	0,95	22,0	23,2	±0,8	

Tabela 21. Wyniki pomiarów i obliczeń wytrzymałości elektrycznej E_p próbek kauczuku silikonowego - LSR z nano Cu/SiO₂ – 300 ppm

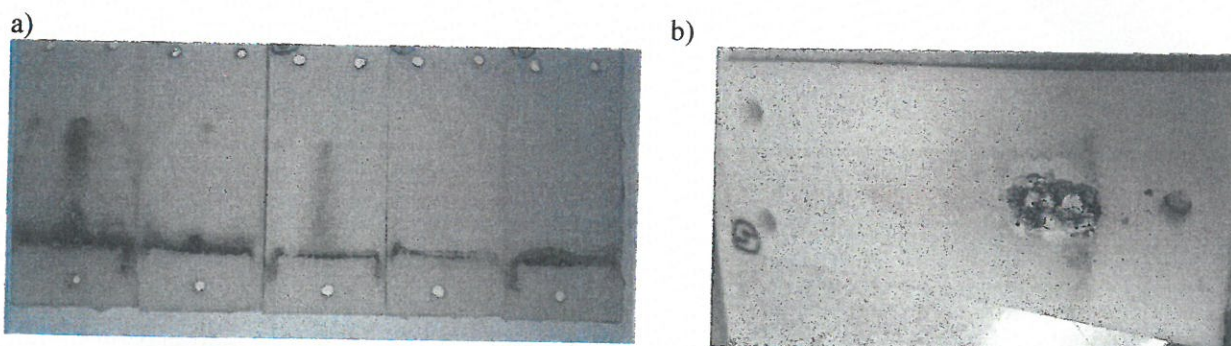
Nr próbki	h	U	E_p	$U(E_p)$	E_{pm}
	mm	kV	kV/mm	kV/mm	kV/mm
1	0,99	23,0	23,3	±0,7	24,4
2	1,00	22,5	22,6	±0,8	
3	0,97	25,5	26,2	±1,0	
4	0,94	21,5	22,8	±0,8	
5	0,92	23,5	25,5	±1,0	
6	0,96	22,0	22,9	±0,8	
7	0,94	26,0	27,7	±1,0	
8	0,92	23,5	25,5	±1,0	
9	0,90	19,5	21,6	±0,8	
10	0,93	24,0	25,8	±1,0	

3.4. Pomiary odporności na prądy pelzające przy wysokim napięciu i pochyłej próbce

Tabela 22. Wyniki badania odporności na prądy pelzające i erozję metodą 2 – stopniowanego napięcia dla 5-ciu próbek kauczuku silikonowego – LSR bazowy bez dodatków

Próbka numer	Wybrane początkowe napięcie probiercze	Czas trwania próby	Klasa napięciowa	Uwagi
	kV	min		
1	4,75	300	Class 2A 6,0	Niejednorodność dwóch próbek (głęboka erozja, zapalenie się próbek), badania wznowiono na nowych 5 próbkach
2	5,25	240		
3	5,50	180		
4	5,50	180		
5	5,50	180		

Niepewność względna nastawy napięcia nie przekroczyła 0,05 kV

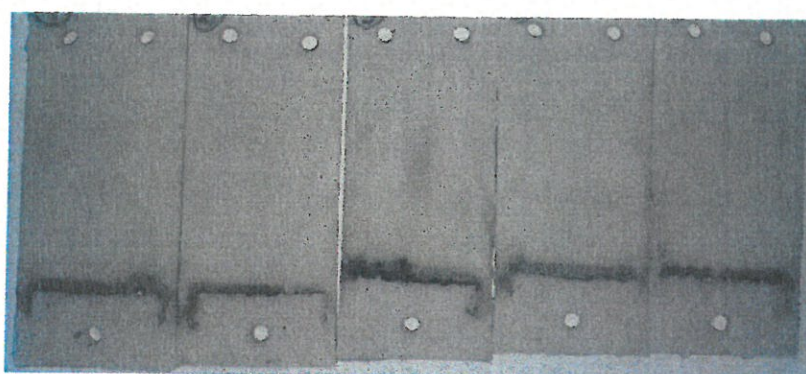


Rysunek 2. Próbki po badaniach dla próbek LSR bazowy bez dodatków:
a – wynik pozytywny, b – próbka odrzucona

Tabela 23. Wyniki badania odporności na prądy pełzające i erozję metodą 2 – stopniowanego napięcia dla 5-ciu próbek kauczuku silikonowego – LSR z nano Ag/SiO₂ – 100 ppm

Próbka numer	Wybrane początkowe napięcie probiercze	Czas trwania próby	Klasa napięciowa	Uwagi
	kV	min		
1	5,50	180	Class 2A 6,0	Brak
2	5,50	180		
3	5,50	180		
4	5,50	180		
5	5,50	180		

Niepewność względna nastawy napięcia nie przekroczyła 0,05 kV



Rysunek 3. Próbkę po badaniach dla próbek LSR z nano Ag/SiO₂ – 100 ppm

Tabela 24. Wyniki badania odporności na prądy pełzające i erozję metodą 2 – stopniowanego napięcia dla 5-ciu próbek kauczuku silikonowego – LSR z nano Ag/SiO₂ – 300 ppm

Próbka numer	Wybrane początkowe napięcie probiercze	Czas trwania próby	Klasa napięciowa	Uwagi
	kV	min		
1	5,50	180	Class 2A 6,0	Niejednorodność jednej próbki (głęboka erozja, zapalenie się próbki), badania wznowiono na nowych 5 próbkach
2	5,50	180		
3	5,50	180		
4	5,50	180		
5	5,50	180		

Niepewność względna nastawy napięcia nie przekroczyła 0,05 kV



Rysunek 4. Próbkę po badaniach dla próbek LSR z nano Ag/SiO₂ – 300 ppm:

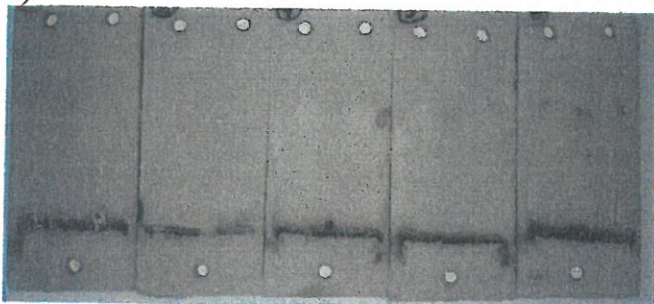
a – wynik pozytywny, b – próbka odrzucona

Tabela 25. Wyniki badania odporności na prądy pełzające i erozję metodą 2 – stopniowanego napięcia dla 5-ciu próbek kauczuku silikonowego – LSR z nano Ag/TiO₂ – 100 ppm

Próbka numer	Wybrane początkowe napięcie probiercze	Czas trwania próby	Klasa napięciowa	Uwagi
	kV	min		
1	5,50	180	Class 2A 6,0	Niejednorodność jednej próbki (głęboka erozja, zapalenie się próbki), badania wznowiono na nowych 5 próbkach
2	5,50	180		
3	5,50	180		
4	5,50	180		
5	5,50	180		

Niepewność względna nastawy napięcia nie przekroczyła 0,05 kV

a)



b)



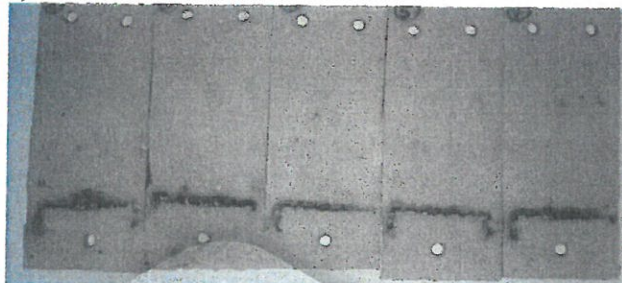
Rysunek 5. Próbkę po badaniach dla próbek LSR z nano Ag/TiO₂ – 100 ppm:
a – wynik pozytywny, b – próbka odrzucona

Tabela 26. Wyniki badania odporności na prądy pełzające i erozję metodą 2 – stopniowanego napięcia dla 5-ciu próbek kauczuku silikonowego – LSR z nano Ag/TiO₂ – 300 ppm

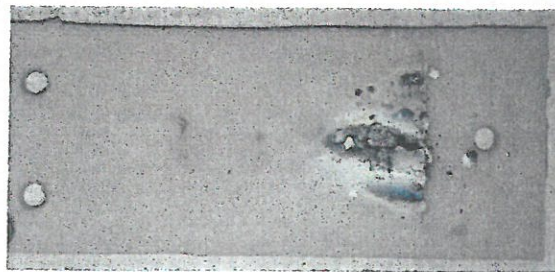
Próbka numer	Wybrane początkowe napięcie probiercze	Czas trwania próby	Klasa napięciowa	Uwagi
	kV	min		
1	5,50	180	Class 2A 6,0	Niejednorodność dwóch próbek (głęboka erozja, zapalenie się próbek), badania wznowiono na nowych 5 próbkach
2	5,50	180		
3	5,50	180		
4	5,50	180		
5	5,50	180		

Niepewność względna nastawy napięcia nie przekroczyła 0,05 kV

a)



b)



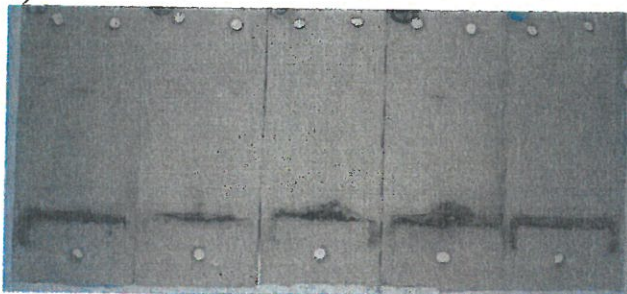
Rysunek 6. Próbkę po badaniach dla próbek LSR z nano Ag/TiO₂ – 300 ppm:
a – wynik pozytywny, b – próbka odrzucona

Tabela 27. Wyniki badania odporności na prądy pełzające i erozję metodą 2 – stopniowanego napięcia dla 5-ciu próbek kauczuku silikonowego – LSR z nano Cu/SiO₂ – 100 ppm

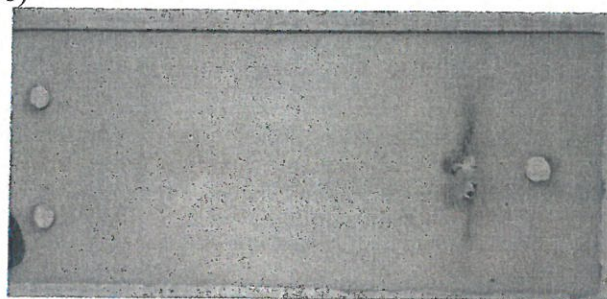
Próbka numer	Wybrane początkowe napięcie probiercze	Czas trwania próby	Klasa napięciowa	Uwagi
	kV	min		
1	5,50	180	Class 2A 6,0	Niejednorodność jednej próbki, badania wznowiono na nowych 5 próbkach
2	5,50	180		
3	5,50	180		
4	5,50	180		
5	5,50	180		

Niepewność względna nastawy napięcia nie przekroczyła 0,05 kV

a)



b)



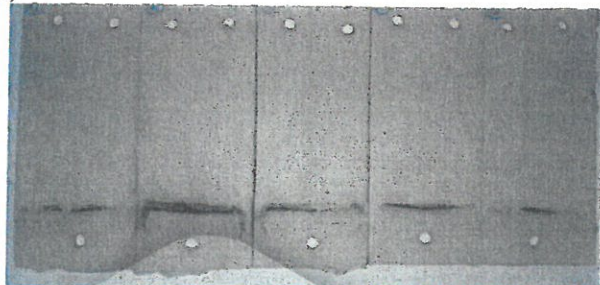
Rysunek 7. Próbkę po badaniach dla próbek LSR z nano Cu/SiO₂ – 100 ppm:
a – wynik pozytywny, b – próbka odrzucona

Tabela 28. Wyniki badania odporności na prądy pełzające i erozję metodą 2 – stopniowanego napięcia dla 5-ciu próbek kauczuku silikonowego – LSR z nano Cu/SiO₂ – 300 ppm

Próbka numer	Wybrane początkowe napięcie probiercze	Czas trwania próby	Klasa napięciowa	Uwagi
	kV	min		
1	5,50	180	Class 2A 6,0	Niejednorodność dwóch próbek (głęboka erozja, zapalenie się próbek), badania wznowiono na nowych 5 próbkach
2	5,50	180		
3	5,50	180		
4	5,50	180		
5	5,50	180		

Niepewność względna nastawy napięcia nie przekroczyła 0,05 kV

a)



b)



Rysunek 8. Próbkę po badaniach dla próbek LSR z nano Cu/SiO₂ – 300 ppm:
a – wynik pozytywny, b – próbka odrzucona

W trakcie badania prąd przepływający przez próbkę nie przekroczył wartości 60 mA przez czas dłuższy niż 2 s (kryterium A) oraz podczas badania na powierzchni próbek nie powstały ślady erozji.

Niektóre próbki (kolumna „Uwagi” w tabelach z wynikami pomiarów oraz zdjęcia pod tabelami) uległy szybkiej degradacji na powierzchni przy dolnej elektrodzie krótko po uruchomieniu badania czego efektem była głęboka erozja, przekroczenie prądu 60 mA (2 s) czy 100 mA lub nawet zapalenie się próbki. Rozbieżność ta spowodowała rozpoczęcie badań dla danego rodzaju kauczuku silikonowego od początku na nowych 5 próbkach.

3.5. Pomiary na wyładowania łukowe wysokonapięciowe, niskoprądowe

Tabela 29. Wyniki badania odporności na wyładowania łukowe wysokonapięciowe próbek kauczuku silikonowego – LSR bazowy bez dodatków

Lp.	t_l	t_m	t_{min}/t_{max}
	s	s	s
1	168	153	126/172
2	153		
3	126		
4	151		
5	172		

Tabela 30. Wyniki badania odporności na wyładowania łukowe wysokonapięciowe próbek kauczuku silikonowego – LSR z nano Ag/SiO₂ – 100 ppm

Lp.	t_l	t_m	t_{min}/t_{max}
	s	s	s
1	111	133	111/142
2	142		
3	133		
4	139		
5	129		

Tabela 31. Wyniki badania odporności na wyładowania łukowe wysokonapięciowe próbek kauczuku silikonowego – LSR z nano Ag/SiO₂ – 300 ppm

Lp.	t_l	t_m	t_{min}/t_{max}
	s	s	s
1	129	129	83/136
2	136		
3	131		
4	90		
5	83		

Tabela 32. Wyniki badania odporności na wyładowania łukowe wysokonapięciowe próbek kauczuku silikonowego – LSR z nano Ag/TiO₂ – 100 ppm

Lp.	t_l	t_m	t_{min}/t_{max}
	s	s	s
1	138	82	71/138
2	126		
3	71		
4	77		
5	82		

Tabela 33. Wyniki badania odporności na wyładowania łukowe wysokonapięciowe próbek kauczuku silikonowego – LSR z nano Ag/TiO₂ – 300 ppm

Lp.	t_l	t_m	t_{min}/t_{max}
	s	s	s
1	65	69	57/88
2	57		
3	71		
4	69		
5	88		

Tabela 34. Wyniki badania odporności na wyładowania łukowe wysokonapięciowe próbek kauczuku silikonowego – LSR z nano Cu/SiO₂ – 100 ppm

Lp.	t_l	t_m	t_{min}/t_{max}
	s	s	s
1	127	127	124/138
2	125		
3	124		
4	129		
5	138		

Tabela 35. Wyniki badania odporności na wyładowania łukowe wysokonapięciowe próbek kauczuku silikonowego – LSR z nano Cu/SiO₂ – 300 ppm

Lp.	t_l	t_m	t_{min}/t_{max}
	s	s	s
1	124	120	75/124
2	121		
3	75		
4	120		
5	113		

Rodzaj występujących uszkodzeń – erozja materiału z warstwą przewodzącą.

3.6. Pomiary zagrożenia ogniowego

Metoda B – Próba pionowego palenia się.

Sposób wykonania próby:

Zestaw złożony z pięciu próbek przed badaniem stabilizowano przez 48 h w temp. $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ i wilgotności względnej $50\% \pm 10\%$.

Zestaw kolejnych pięciu próbek stabilizowano przed badaniem przez $168\text{ h} \pm 2\text{ h}$ w temperaturze $70\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Następnie każdą z próbek narażano przez dwukrotne przyłożenie, na okres 10 sekund, płomienia wyregulowanego tak, aby dawał płomień o mocy 50 W.

W trakcie badania notowano czasy $t_{1,i}$, $t_{2,i}$, oraz $t_{2,i} + t_{3,i}$, gdzie:

$t_{1,i}$ jest czasem płonienia i -tej próbki po pierwszym przyłożeniu płomienia

$t_{2,i}$ jest czasem płonienia i -tej próbki po drugim przyłożeniu płomienia

$t_{2,i} + t_{3,i}$ jest czasem płonienia i żarzenia się i -tej próbki po drugim przyłożeniu płomienia

Kryteria:

Kategoria V-0

Czas płonienia pojedynczej próbki (t_1 i t_2) $< 10\text{ s}$

Całkowity czas płonienia t_f zestawu próbek dla każdego rodzaju stabilizowania: $< 50\text{ s}$;

Czas płonienia i czas żarzenia pojedynczej próbki po drugim przyłożeniu płomienia ($t_2 + t_3$): $< 30\text{ s}$;

Czy płonienie lub żarzenie nie przesunęło się aż do zacisku uchwytu górnego?: *Nie*

Czy spadające płonące cząstki podpały bawełnianą podkładkę?: *Nie*

Kategoria V-1

Czas płonienia pojedynczej próbki (t_1 i t_2) $< 30\text{ s}$

Całkowity czas płonienia t_f zestawu próbek dla każdego rodzaju stabilizowania: $< 250\text{ s}$;

Czas płonienia i czas żarzenia pojedynczej próbki po drugim przyłożeniu płomienia ($t_2 + t_3$): $< 60\text{ s}$;

Czy płonienie lub żarzenie nie przesunęło się aż do zacisku uchwytu górnego?: *Nie*

Czy spadające płonące cząstki podpały bawełnianą podkładkę?: *Nie*

Kategoria V-2

Czas płonienia pojedynczej próbki (t_1 i t_2) $< 30\text{ s}$

Całkowity czas płonienia t_f zestawu próbek dla każdego rodzaju stabilizowania: $< 250\text{ s}$;

Czas płonienia i czas żarzenia pojedynczej próbki po drugim przyłożeniu płomienia ($t_2 + t_3$): $< 60\text{ s}$;

Czy płonienie lub żarzenie nie przesunęło się aż do zacisku uchwytu górnego?: *Nie*

Czy spadające płonące cząstki podpały bawełnianą podkładkę?: *Tak*

Tabela 36. Wyniki badań próby pionowego palenia się (Metoda B) próbek kauczuku silikonowego

Wyniki badań dla pierwszego rodzaju stabilizowania (48 h w temperaturze 23 °C± 2 °C i wilgotności względnej 50 % ± 10 %)						Wyniki badań dla drugiego rodzaju stabilizowania (168 h ± 2 h w temperaturze 70 °C± 2 °C).					
Obiekt badany	Próba	t ₁ [s]	t ₂ [s]	t ₂ +t ₃ [s]	uwagi	Próba	t ₁ [s]	t ₂ [s]	t ₂ +t ₃ [s]	uwagi	
LSR nano Ag/TiO ₂ 300 ppm	1	0	0	12	Próbki zarówno po pierwszym jak i po drugim przyłożeniu płomienia żarzą się, brak jest widocznego płomienia	1	0	0	1	Próbki zarówno po pierwszym jak i po drugim przyłożeniu płomienia żarzą się, brak jest widocznego płomienia	
	2	0	0	3		2	0	0	3		
	3	0	0	5		3	0	0	2		
	4	0	0	18		4	0	0	13		
	5	0	0	7		5	0	0	24		
LSR nano Cu/SiO ₂ 100 ppm	1	0	0	12		1	0	0	15		
	2	0	0	3		2	0	0	16		
	3	0	0	4		3	0	0	21		
	4	0	0	17		4	0	0	28		
	5	0	0	12		5	0	0	8		
LSR nano Cu/SiO ₂ 300 ppm	1	0	0	26		1	0	0	27		
	2	0	0	22		2	0	0	21		
	3	0	0	20		3	0	0	15		
	4	0	0	25		4	0	0	24		
	5	0	0	27		5	0	0	20		
LSR nano Ag/SiO ₂ 300 ppm	1	0	0	21		1	0	0	9		
	2	0	0	19		2	0	0	27		
	3	0	0	18		3	0	0	26		
	4	0	0	15		4	0	0	17		
	5	0	0	20		5	0	0	22		
LSR nano Ag/SiO ₂ 100 ppm	1	0	0	21		1	0	0	29		
	2	0	0	26		2	0	0	27		
	3	0	0	19		3	0	0	29		
	4	0	0	18		4	0	0	22		
	5	0	0	16		5	0	0	7		
LSR bazowy bez dodatków	1	0	0	4		1	0	0	19		
	2	0	0	17		2	0	0	9		
	3	0	0	8		3	0	0	5		
	4	0	0	6		4	0	0	24		
	5	0	0	3		5	0	0	14		
LSR nano Ag/TiO ₂ 100 ppm	1	0	0	18		1	0	0	26		
	2	0	0	24		2	0	0	9		
	3	0	0	24		3	0	0	20		
	4	0	0	6		4	0	0	29		
	5	0	0	20		5	0	0	16		

Pojedyncze wartości t_1 , t_2 , t_2+t_3 dla każdej próbki

Klasyfikacja materiału:

Dostarczone próbki spełnia wymagania normy PN-EN 60695-11-10:2014-2E: na kategorię palności V 0.

Uwaga 1 !!!

Wyniki z badań zagrożenia ogniowego odnoszą się wyłącznie do obiektów badanych i nie mogą być wykorzystywane do wyciągania wniosków o zagrożeniu pożarowym tego materiału w innej postaci lub w innych warunkach palenia.



POZNAŃSKI PARK
NAUKOWO-TECHNOLOGICZNY

Fundacji Uniwersytetu im. A. Mickiewicza

Zatwierdził

WICEPREZES ZARZĄDU
FUNDACJI UNIWERSYTETU
im. Adama Mickiewicza w Poznaniu

H. Maciejewski
prof. dr hab. Hieronim Maciejewski