

Barbara Florkowska

## DZIAŁANIE WYŁADWAŃ NIEZUPEŁNYCH W IZOLACJI GŁÓWNEJ MASZYN ELEKTRYCZNYCH WYSOKIEGO NAPIĘCIA

### 1. Wstęp

Liczne prace badawcze, dotyczące układów izolacyjnych maszyn elektrycznych wysokiego napięcia są rezultatem opracowania w ostatnich latach nowych konstrukcji tych układów, w których zastosowano nowe materiały izolacyjne oraz powstały nowe technologie [4,1,8,13]. Podstawowe zmiany to wprowadzenie w miejsce miki łuszczonej papieru mikowego na nośniku z tkaniny szklanej, z ośrodkiem wiążącym w postaci syntetycznych żywic term outrwardzalnych, a w dziedzinie technologii w większości wyeliminowanie kosztownego nasycania próżniowego. Wyjaśnienie mechanizmu starzenia tych układów, prowadzi do badań nad zmianami ich struktury, będącymi następstwem narażeń termicznych i mechanicznych oraz działania wyładowań niezupełnych. Cykliczne zmiany temperatury oraz nieuniknione narażenia eksploatacyjne, są bowiem przyczyną rozwarstwienia izolacji oraz tworzenie się w niej szczelin gazowych.

Celem badań, których przedmiotem był opracowany w kraju materiał, przeznaczony na izolację główną maszyn elektrycznych wysokiego napięcia, było rozpoznanie dynamiki wyładowań niezupełnych oraz powodowanych przez nie zmian w strukturze wymienionego materiału, t.zn.rodzajów uszkodzeń, jakie w tym wieloskładnikowym i wielowarstwowym układzie wy-

---

Dr inż. Barbara Florkowska - Instytut Maszyn i Sterowania Układów  
Elektroenergetycznych AGH w Krakowie

stąpią pod działaniem wyładowań niezupełnych. Możliwość podwyższenia roboczego natężenia pola elektrycznego w tych materiałach jest bowiem wymaganiem niezmiernie ważnym, szczególnie w związku z opracowywaniem układów izolacyjnych generatorów na coraz wyższe napięcie. Zagadnieniu temu poświęcono niniejsze opracowanie.

W pracach dotyczących omawianych materiałów zwraca się uwagę, iż dobór składników izolacji, rodzaj żywicy, miki, stopień jej rozdrobnienia, mają duży wpływ na ostateczny efekt działania wyładowań niezupełnych [8]. Korzystne jest na przykład większe rozdrobnienie miki, przy którym posiada ona mniejsze skłonności do rozwarstwienia, wybitnie ułatwiającego proces erozji. Rozpoznanie wpływu ośrodka - wodór, powietrze, pozwoliło na stwierdzenie [8] iż napięcie początkowe wyładowań niezupełnych w powietrzu jest ok. 2-krotnie niższe niż w wodorze, a ładunek maksymalny wyładowań posiada przy natężeniu pola 4 kV/mm wartość kilkakrotnie mniejszą w powietrzu. Badania charakterystyk napięciowo-temperaturowych prowadzono zarówno dla termicznej klasyfikacji nowych układów [4], oceny ich trwałości jak i w poszukiwaniu korelacji między parametrami wyładowań niezupełnych a skutkami ich działania w izolacji [9]. Podwyższona w warunkach pracy temperatura, której wartość dopuszczalna wynika z klasy ciepło-odporności, skraca w istotny sposób czas życia izolacji, lecz wpływ jej na całkowity przenoszony ładunek jest względnie mały.

## 2. Metoda i aparatura

Przeprowadzono badania typu starzeniowego materiału na izolację maszyn elektrycznych, z równoczesnym śledzeniem charakterystyk wyładowań niezupełnych. Znaczna odporność materiałów mikowych na wyładowania niezupełne sprawia, iż konieczne jest skrócenie czasu eksperymentu przez zastosowanie źródła <sup>o</sup> podwyższonej częstotliwości. Problem równoważności próby przyspieszonej sprowadza się przy tym do dwóch zagadnień: liczby wyładowań w okresie napięcia przemiennego i wpływu czynników

dotychczasowych, głównie strat dielektrycznych, na proces starzenia. Ze względu na znacznie krótsze czasy rozwoju lawin elektronowych w porównaniu z czasami narastania napięcia sinusoidalnego po wystąpieniu wyładowania, można przyjąć, że liczba wyładowań w okresie napięcia probierczego jest stała w zakresie do częstotliwości kilku kHz. Wpływ innych czynników stwierdzono [5,9,11] iż jest pomijalny do częstotliwości ok. 1200 Hz. W badaniach zastosowano zatem źródło napięcia o częstotliwości  $f_p = 1000$  Hz, co sprawia, iż współczynnik redukcji czasu eksperymentu wynosi  $20 /k = f_p/f/$ . Jako robocze natężenie pola elektrycznego  $E_r$  przyjęto 3 kV/mm a w warunkach próby stosowano natężenie probiercze  $E_p$  równe:  $1E_r$ ;  $1,5 E_r$ ;  $1,7 E_r$ ;  $2E_r$  i  $3E_r$ .

Przebiegi zmian wyładowań niezupełnych, począwszy od stanu pierwotnego na początku próby, kontrolowano w pewnych odstępach czasu przy częstotliwości 50 Hz stosując metodę analizy amplitudowej. Uzyskane rozkłady empiryczne wyładowań  $n = f(Q)$  i ich parametry, posłużyły do opisu zmian zjawiska zachodzących podczas próby. Są to:  $\frac{n}{N}$  - funkcja gęstości rozkładu wyładowań,  $N$  - częstość powtarzania wyładowań,  $n_Q$  - częstość wyładowań o danym ładunku,  $Q_m$  - ładunek maksymalny,  $D$  - średni kwadrat ładunku.

Pomiary wyładowań niezupełnych przeprowadzono również w funkcji napięcia probierczego.

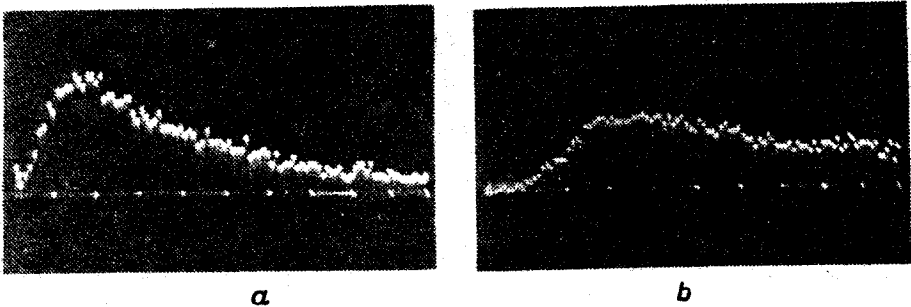
Uzyskane w wyniku pomiarów zależności powyższych wielkości od czasu eksploatacji  $t_e$  w różnych warunkach próby stanowią po jej zakończeniu wraz z wynikami badań optycznych uszkodzonych powierzchni, ilustrację zmian zachodzących w materiałach.

### 3. Identyfikacja rozkładów empirycznych i form wyładowań w izolacji maszyn elektrycznych

Wcześniejsze prace [7] nad identyfikacją rozkładów empirycznych ładunków dla podstawowych form wyładowań niezupełnych: kulotowych i ślizgowych, przeprowadzone przy zastosowaniu analizatora wielokanałowego

wykazały zasadniczo odmienne postacie tych rozkładów, a mianowicie: wyładowaniom rozwijającym się za pośrednictwem lawin pierwotnych towarzyszy wąski zakres o małej wartości analizowanych ładunków, podczas gdy rozkład dla wyładowań ślizgowych zawiera zbiór ładunków znacznie bardziej zróżnicowanych o większej wartości.

Balania rozkładów empirycznych ładunków występujących przy wyładowaniach niezupełnych w izolacji pręta uzwojenia stojana generatora przeznaczonego do remontu wykazały [7], iż rozkłady te zawierają szeroki zakres ładunków o wartości do kilkuset pC a nawet więcej, przy czym ze wzrostem napięcia pojawiają się wyładowania o coraz większym ładunku /rys.1/.



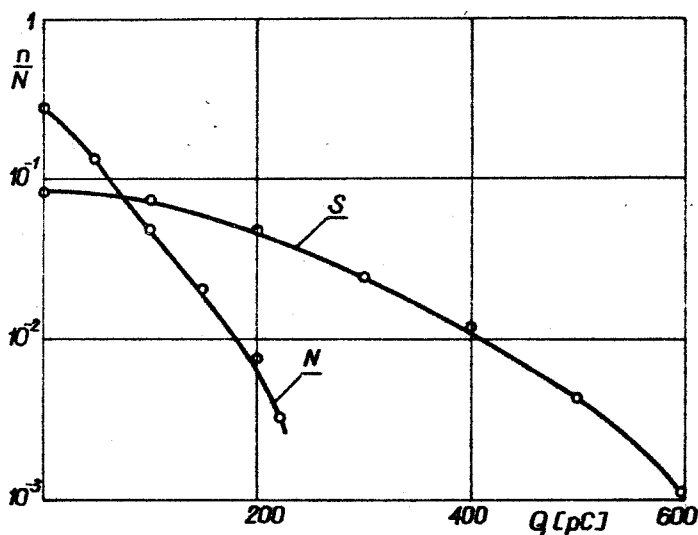
Rys.1. Rozkłady empiryczne wyładowań w izolacji pręta generatora  
a/  $U = 6 \text{ kV}$ , b/  $U = 8 \text{ kV}$

Zatem, rozkłady empiryczne wyładowań w izolacji uzwojenia generatora WN, wskazują na występowanie w niej warunków dla wyładowań powierzchniowych, co w jej strukturze oznacza rozwarstwienie i tworzenie się płaskich wtrącin gazowych o znacznej powierzchni, jako rezultat narażeń eksploatacyjnych.

Powyższe stanowiło punkt wyjścia przy konstrukcji próbek, w których starano się odwzorować naturalne uszkodzenia w izolacji. Materiał do badań miał postać laminatu o różnej grubości, zawierającego warstwy podstawowe t.zn. papier mikowy na nośniku z tkaniny szklanej, nasyczone żywicą epoksydową. Modele wykonywano przez składanie i docisk dwu

lub więcej warstw laminatu, co stwarzało warunki dla powstawania między nimi naturalnych warstewek powietrza. Brzegi próbki dokładnie sklejano i umieszczano ją w układzie elektrod o średnicy 4 cm, zapewniających jednostajny rozkład pola elektrycznego. Ten rodzaj próbek oznaczano literą S. W badaniach zastosowano również próbki naturalne, nie składane, w wykonaniu określonym wyłącznie warunkami procesu technologicznego - oznaczone N.

Funkcje gęstości rozkładu wyładowań przedstawiono dla próbek N i S przy roboczym natężeniu pola elektrycznego 3 kV/mm na rysunku 2.



Rys.2. Funkcje gęstości rozkładu wyładowań w próbkach N i S przy natężeniu pola 3 kV/mm

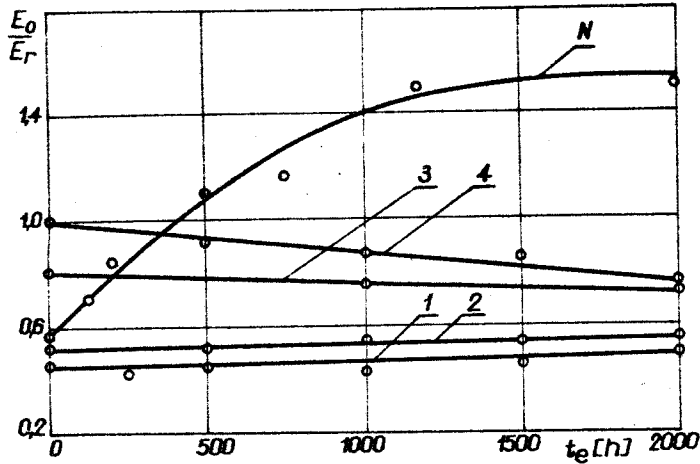
W próbkach N wyładowania obejmują zakres ładunków do ok. 200 pC, podczas gdy rozwarstwienie w próbkach S spowodowało wyładowania o znacznie większym ładunku ok. 600 pC. Obecność wyładowań w próbkach N wskazuje na zawartość wtrącin gazowych w materiale po procesie technologicznym.

#### 4. Badania dynamiki wyładowań niezupełnych w próbach przyspieszonego starzenia

W badaniach powyższych wstępny były próby przeprowadzone przy roboczym natężeniu pola elektrycznego  $E_p = E_r$  i w czasie  $t_e = 2000$  h, którym poddano próbki N i S. W zakresie natężenia początkowego wyładowań  $E_0$  stwierdzono /rys.3/:

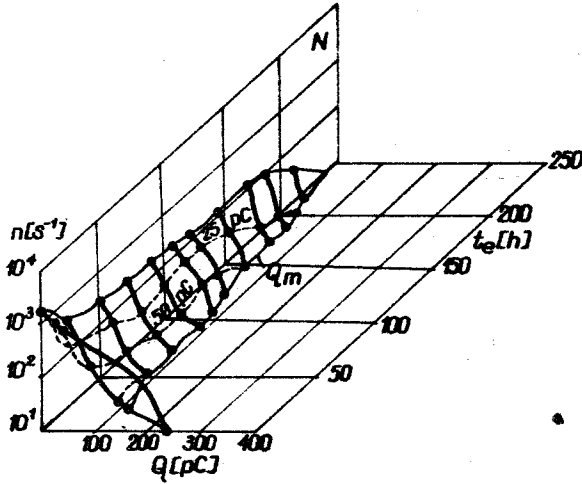
w próbkach N - wzrost  $E_0$  oraz wygaszanie wyładowań po czasie  $t_e$  równym ok. 250 h

w próbkach S - praktycznie stałą wartość  $E_0$  w czasie próby oraz wyładowania quasistabilne, bowiem proces wygaszania zakończył tylko w ciągu 200-300 h, po czym wyładowania miały charakter stabilny.

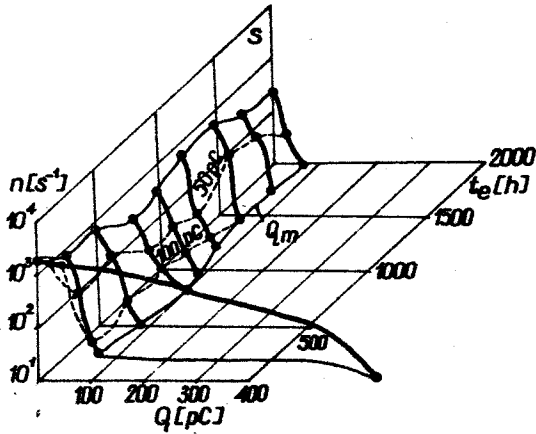


Rys.3. Zmiana natężenia początkowego  $E_0/E_r$  w czasie próby  
 - w próbkach N przy  $E_r = 3$  kV/mm  
 - w próbkach S przy natężeniu probierczym równym:  
 1/  $E_r$ , 2/  $1,5 E_r$ , 3/  $2 E_r$ , 4/  $3 E_r$ .

Przebiegi zmian rozkładów empirycznych w czasie próby  $n = f(Q, t_e)$  przy natężeniu 3 kV/mm i wyznaczone również przy  $E_m = E_r$  w próbkach N i S przedstawiono na rysunkach [4] i [5].



Rys.4. Zmiany rozkładów wyładowań w czasie w próbkach N. Wyładowania zanikające.  $E_p = 3 \text{ kV/mm}$ ,  $E_m = E_p$

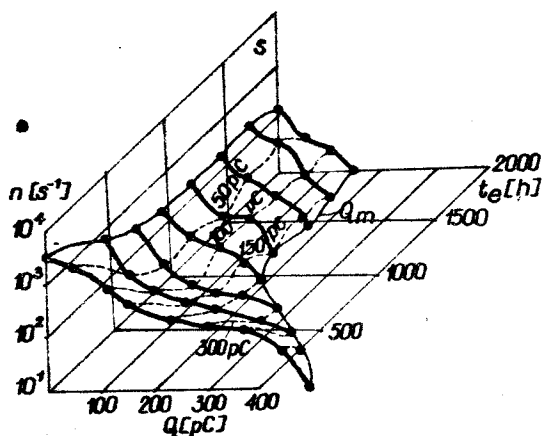


Rys.5. Zmiana rozkładów wyładowań w próbkach S. Wyładowania quasistabilne.  $E_p = 3 \text{ kV/mm}$ ,  $E_m = E_p$

Z punktu widzenia doboru roboczego natężenia pola elektrycznego interesujące są wyniki prób przeprowadzonych na próbkach S przy podwyższonym

w stosunku do przyjętego obecnie roboczego natężenia pola elektrycznego a mianowicie: przy natężeniu probierczym  $E_p$  równym  $1,5 E_r$ ,  $1,7 E_r$ ,  $2 E_r$  i  $3 E_r$ . Skutki tych prób oceniano, jak poprzednio, przy pomiarowym natężeniu  $E_m = E_r$  oraz przy  $1,3$  i  $1,5 E_r$ .

Na rysunkach 6 i 7 przedstawiono zmiany rozkładów wyładowań w czasie w próbkach S przy natężeniu probierczym  $1,5 E_r$ , a wyznaczone przy  $E_m = E_r$  i  $E_m = 1,3 E_r$ .

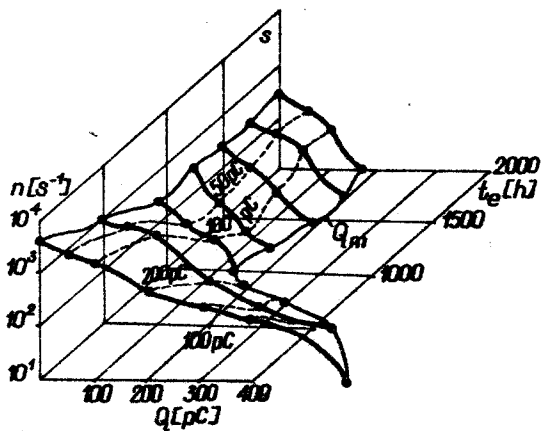


Rys.6. Zmiany rozkładów wyładowań w próbkach S podczas próby przy  $E_p = 4,5$  kV/mm,  $E_m = 3$  kV/mm.

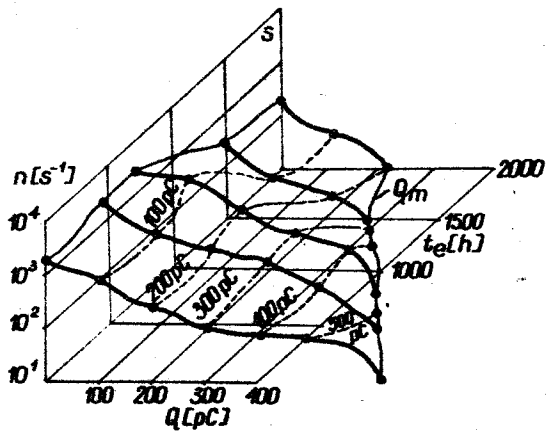
Również w tym przypadku wyładowania mają charakter quasistabilny. Dopiero warunki próby przyspieszonej przy  $E_p = 1,7 E_r = 5,1$  kV/mm powodują mniejszą dynamikę zmian wyładowań /rys.8/ choć  $E_0 = \text{const}$  /rys.3/. Wyładowania stabilne, którym towarzyszy wzrost  $E_0$  stwierdzono przy natężeniu probierczym  $2E_r$  i  $3E_r$  /rys.9 i 10/. Rozkłady empiryczne tych wyładowań wykazują w warunkach próby zmiany nieznaczne. Dotyczą one jedynie wyładowań o największym ładunku 500–600 pC.

Na wykresach na rys.4 do 10 linie przerywane oznaczają zmiany częstości wyładowań o danym ładunku. W przypadku wyładowań niestabilnych lub quasistabilnych zanikają przede wszystkim wyładowania o największym ładunku 200–600 pC, zmniejsza się również liczba wyładowań o ładunku

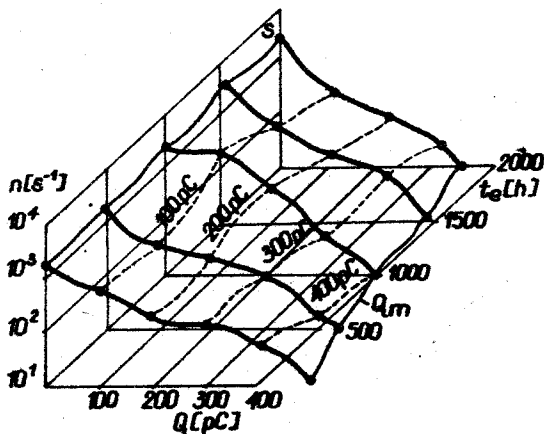




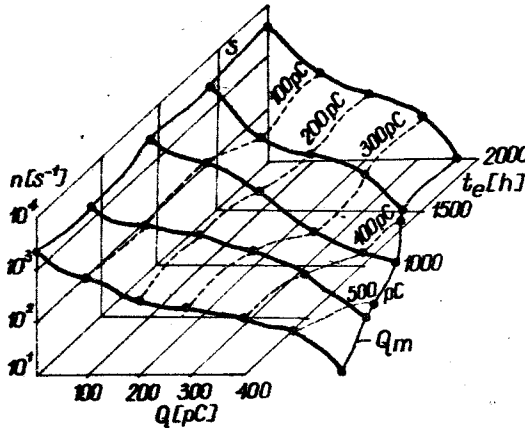
Rys.7. Zmiany rozkładów wyładowań w próbkach S podczas próby przy  $E_p = 4,5$  kV/mm,  $E_m = 3,9$  kV/mm.



Rys.8. Zmiany rozkładów wyładowań w próbkach S przy  $5,1$  kV/mm,  $E_m = 3$  kV/mm.

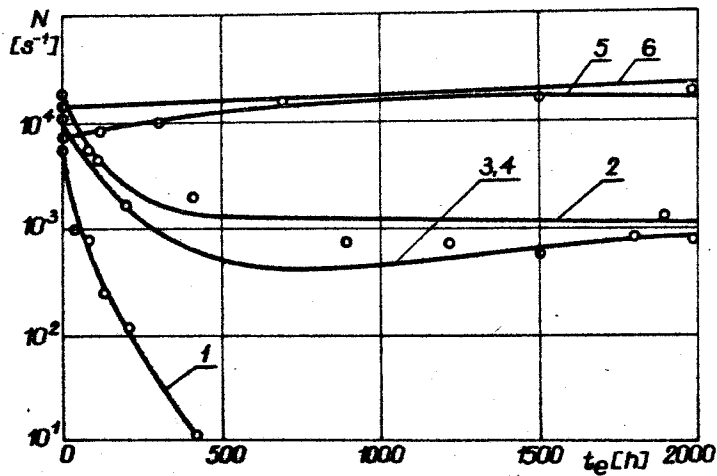


Rys.9. Zmiany rozkładów wyładowań w próbkach S przy  $6$  kV/mm,  $E_m = 3$  kV/mm.



Rys.10. Zmiany rozkładów wyładowań w próbkach S przy  $9 \text{ kV/mm}$ ,  $E_m = 3 \text{ kV/mm}$

najmniejszym  $10 \text{ pC}$ . W przypadku wyładowań stabilnych częstość wyładowań o najmniejszym ładunku pozostaje stała lub nieco wzrasta, a wyładowania o największym ładunku zanikają tylko nieznacznie. Charakter opisanych zmian zachodzących przy różnym natężeniu pola elektrycznego ilustruje również wykres na rysunku 11, przedstawiający zmianę całkowitej liczby wyładowań  $N$  w czasie dla wszystkich rodzajów prób.



Rys.11. Zmiana całkowitej liczby wyładowań w czasie próby w próbkach N i S przy różnych wartościach natężenia pola elektrycznego: 1/N,  $3 \text{ kV/mm}$ , 2/S,  $3 \text{ kV/mm}$ , 3/S,  $4,5 \text{ kV/mm}$ , 4/S,  $5,1 \text{ kV/mm}$ , 5/S,  $6 \text{ kV/mm}$ , 6/S,  $9 \text{ kV/mm}$

## 5. Ocena skutków działania wyładowań w izolacji

Przedstawione charakterystyki są rezultatem działania wyładowań w materiale o wybitnie niejednorodnej strukturze, w którym poszczególne jego składniki posiadają różną odporność na działanie wyładowań. Œrodkami wyładowań w materiale naturalnym N były:

- naturalne wtrąciny gazowe zawarte w żywicy po procesie technologicznym,
- ewentualne puste, nienasycone miejsca w tkaninie szklanej i papierze mikowym.

Szczelina między warstwami materiału jest dodatkowo ośrodkiem działania wyładowań w izolacji rozwarstwionej S. Zaobserwowane przebiegi zmian wyładowań mają charakter odwracalny i nieodwracalny. Zmiany odwracalne to zanikanie wyładowań czyli ich samowygaszanie, stwierdzone w izolacji naturalnej. Po kilkudziesięciogodzinnej przerwie beznapięciowej zachodzi regenerowanie się właściwości pierwotnych izolacji a obserwacje mikroskopowe nie wykazały w niej śladów erozji. Wśród hipotez tłumaczących zanikanie wyładowań niezapełnionych w dielektrykach syntetycznych [10] jak i w izolacji papierowo-olejowej najczęściej podaje się: zmianę ciśnienia we wtrącinach gazowych, zmianę przewodności powierzchni wtrąciny, decydujące o wartości natężenia początkowego wyładowań i gaśnięcia.

Zmiany nieodwracalne, to stwierdzone po próbie ślady erozji oraz trwałego uszkodzenia składników izolacji. Rezultatem działania wyładowań w szczelinie między warstwami materiału, której powierzchnie początkowo stanowiła żywica epoksydowa, jest erozja tych powierzchni i niejako odsłonięcie wewnętrznej struktury a w niej splotów i włókien tkaniny szklanej, a nawet powierzchni papieru mikowego.

Obserwacje mikroskopowe pozwoliły na wyodrębnienie następujących rodzajów uszkodzeń:

1. Erozja powierzchniowa żywicy, wstępna lub sięgająca tkaniny szklanej,

2. Erozja żywicy głęboka również z miejsc w splocie między włókna-  
mi tkaniny szklanej,
3. Tworzenie się wżerów punktowych,
4. Erozja powierzchniowa papieru mikowego,
5. Lokalne wżery w papierze mikowym,
6. Rozwój uszkodzeń wzdłuż linii sklejenia płatków miki.

Przykłady powyższych uszkodzeń przedstawiono na rysunku 12. W wyniku badań stwierdzono, że:

- w warunkach próby przy napięciu 3 kV/mm nie powstaje żaden z powyższych rodzajów uszkodzeń zarówno w materiale naturalnym, jak i zawierającym szczelinę

- erozja powierzchniowa wystąpiła gdy natężenie probiercze wynosiło 4,5 kV/mm

- wszystkie rodzaje uszkodzeń miały miejsce, gdy natężenie pola przekraczało 5,1 kV/mm.

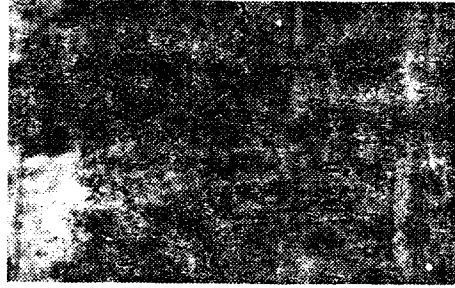
#### 5. Mechanizm destrukcji izolacji maszyn elektrycznych

W wyjaśnieniu złożonego mechanizmu destrukcji opisanego niejednorodnego materiału, mogą mieć zastosowanie prace autorów nad badaniem skutków działania wyładowań niezupełnych w traktowanych niezależnie składnikach omawianego materiału, a więc w samej żywicy epoksydowej i materiałach mikowych.

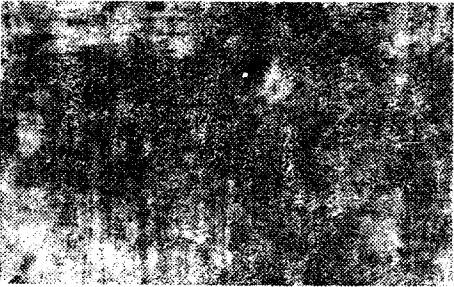
Opisując mechanizm tworzenia się wtrącin gazowych w żywicy epoksydowej i powstawanie śladów drzewkowatych autorzy [2] wyjaśniają, iż rozkład żywicy w polu elektrycznym zachodzi nawet w przypadku, gdy po procesie technologicznym jest ona tych wtrącin pozbawiona. Wymagane jednak wówczas i określone przez w/w autorów wysokie natężenie pola elektrycznego 300 kV/mm występuje tylko w szczególnych przypadkach. Jeżeli wtrąciny gazowe są pozostałością procesu technologicznego, a to może mieć miejsce w omawianych układach izolacyjnych, to wyładowania rozwijające się w nich, prowadzą do rozkładu tworzywa.



a



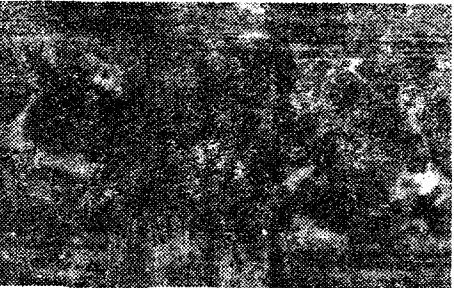
b



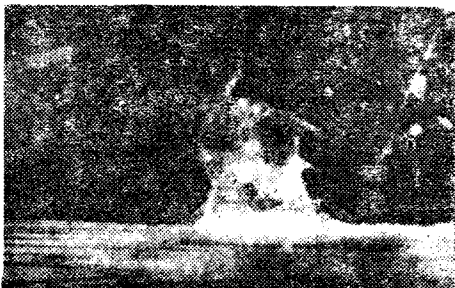
c



d



e



f

Rys.12. Fotografie mikroskopowe śladów uszkodzeń w badanym materiale /1 cm = 20  $\mu\text{m}$ /.

a/powierzchnia materiału naturalnego, b/ erozja powierzchniowa żywicy, c/ dalszy etap erozji, d/ erozja głęboka, odsłonięte włókna tkaniny szklanej, tworzenie się wżeru punktowego, e/ erozja głęboka z odsłonięciem powierzchni papieru mikowego, f/ uszkodzenie miki, tworzenie się wżeru punktowego

Badania nad erozyjnym działaniem wyładowań w żywicy epoksydowej, prowadzą zwykle do stwierdzenia [3], iż podstawą tego procesu jest pojęty jako lawina elektronowa poprzez wtrącinę gazową, a jej następstwem rozładowanie powierzchni tej od strony anody. Jest to rezultatem działania składowej stycznej natężenia pola elektrycznego na powierzchni wtrąciny. Jony dodatnie również mogą powodować wtórne wyładowania powierzchniowe na katodowej stronie wtrąciny. Lawina pierwotna określa czas narastania impulsu prądu, podczas gdy lawina wtórna - jego trwanie. Wyładowania mogą mieć również postać kolejnych lawin przez wtrącinę, szczególnie we wtrącinach przyległych do elektrod. W tym przypadku czas narastania impulsu prądu jest dłuższy niż w przypadku pojedynczych lawin.

Badania erozji żywicy epoksydowej pod działaniem wzn prowadzone przez [6] i innych, w których do oceny skutków procesu zastosowano mikroskop skaningowy /  $p = 10000$  / pozwoliły na wyodrębnienie poszczególnych etapów erozji w funkcji natężenia pola elektrycznego, aż do momentu rozpoczęcia mechanizmu treeing.

Badania powierzchni miki atakowanej przez wyładowania niezupełne, prowadzone przez [12] i innych, wykazują tworzenie się zerodowanych miejsc na powierzchni miki, rozwarstwienie płatków miki, białych obszarów, punktowych przebić, rys, pęknięć w miejscach sklejenia płatków.

Analiza produktów rozkładu miki, wykonana przez wymienionych autorów technikami X, wykazała wydzielenie tlenków Al i Si na muskowiecie oraz Mg i Si na phlogopicie. Posiadają one półprzewodnikowy charakter, co może być czasem przyczyną tłumienia zjawiska wyładowań. Stwierdzono ponadto niszczenie sieci krystalicznych w wyniku procesu długotrwałego działania wyładowań niezupełnych z wyzwoleniem jonów metali Al i K lub Mg i K.

## Zakończenie

1. Przeprowadzone badania potwierdzają słuszność tendencji do wprowadzania pomiarów wyładowań niezupełnych w próbach typu i wyrobu, szczególnie w przypadku nowych konstrukcji urządzeń wysokiego napięcia.
2. Kontrola wyładowań niezupełnych może dostarczyć kryterium informującego o strukturze materiału po procesie technologicznym i jej zmianach będących następstwem działania narażeń eksploatacyjnych.
3. Wyładowania w izolacji naturalnej, pozbawionej uszkodzeń mają - przy obecnie stosowanym natężeniu pola elektrycznego - charakter wyładowań zanikających.
4. Rozwarstwienie izolacji stwarza warunki do rozwoju wyładowań quasistabilnych lub stabilnych.
5. Określenie warunków dla pojawienia się stabilnych wyładowań niezupełnych w izolacji ma istotne znaczenie z punktu widzenia doboru roboczego natężenia pola elektrycznego.
6. Podwyższenie roboczego natężenia pola elektrycznego w materiałach na izolację maszyn elektrycznych jest możliwe do wartości  $1,5 E_{50}$  tj. 3,9 kV/mm lub nawet wyższej.

## LITERATURA

1. Ryder D.M., Wood J.W., Hogg W.K.: A comparison of the discharge Resistance of Natural and Synthetic Resin Bonded Mica Insulation. Symposium on High Voltage, Zurich 1975
2. Schibuya Y., Żołędziowski S., Calderwood J.: Void Formation and Electrical Breakdown in Epoxy Resin. IEEE Trans. PAS vol PAS-96 nr.1 I/II 1977.
3. Mähönen P., Mähönen M.T., Tulonen A.M., Kärkkäinen S., Lindström P.: Voltage Endurance of Epoxy Resins. CIGRE SC 15-01, 1974 Session.
4. Fachtagung: Dauerverhalten von Isolierstoffen und Isoliersystemen. 19-20.X.1977, Baden Baden.

5. Breitenstein A.M., Johnston D.R., Maughan C.V.: Accelerated - Frequency Hydrogen-Atmosphere Voltage - Endurance Testing of Micaceous Insulation Systems. IEEE Tr vol.PAS-88, no 9, 1969.
6. Salvage B., Hiley J. i inni: A Study of the Effects of Internal Discharges on an Epoxy Resin using a Scanning Electron Microscope. Symposium on High Voltage, Zurich 1975.
7. Florowska B., Gacek R., Włodek R.: Badania wyładowań niezupełnych przy pomocy analizatorów wielokanałowych i zastosowanie ETO do opracowania wyników pomiarów. Sympozjum "Problemy wyż.niezup. w ukl.elektroizol." Zakopane 1975.
8. Wood J.W., Ryder D.M., Hogg W.K.: Discharge Studies of Epoxy Mica Turbine Generator Insulation. IEEE Power Engineering Society, Winter Meeting, N.York 1973.
9. Greenshields J., Hogg W.: Surface Discharge Studies of Epoxy Resins used as Insulation in HV Electrical Machines. Symposium on High-Voltage, Zurich 1975.
10. Megahed I.Y.: The Discharge Repetition Rate in Cavities in Epoxy Resin, Polyethylene and Mica under Alternating Voltage Conditions. IEEE Trans.EI, vol. 10 no 2, 1975.
11. Guetand A., Łabus-Nawrat K., Galand J.: Acceleration par la frequence des vieillissements d'isolation sous tension. Colloque LCIE - IEI - 1976.
12. Ryder D.M., Wood J.W., Hogg W.K.: The Deterioration of Mica under the Action of Electrical Discharges. IEEE Trans.vol.PAS-94 No 3 V/VI 1975.
13. Neal J.E.: Development of High Voltage Insulation Systems for Rotating Machines. Journal of Science and Technology vol.39 No 1 1972.

#### Summary

#### THE PARTIAL DISCHARGE ACTION IN THE INSULATION OF HIGH VOLTAGE MACHINES

The erosive effects of the partial discharge action in the epoxy bounded glass-mica insulation of high voltage machines depending upon the electrical ageing stress are described. The partial discharges intensity is given in the form of charge distributions which were measured by means of the pulse height analysis. The conclusions can be applied for the determining of the working stress of machine insulation and for the programming of ageing procedure.