

P. RANACHOWSKI*, F. REJMUND*, A. PAWELEK**, A. PIĄTKOWSKI**

MECHANICAL-ACOUSTIC AND STRUCTURAL INVESTIGATIONS OF DEGRADATION PROCESSES OF ALUMINOUS INSULATOR PORCELAIN C 130 TYPE

MECHANICZNO-AKUSTYCZNE I STRUKTURALNE BADANIA PROCESÓW DEGRADACJI IZOLATOROWEJ PORCELANY WYSOKOGLINOWEJ RODZAJU C 130

Presented paper aims to estimate the resistance of porcelain C 130 type to aging degradation processes during long-lasting period of exploitation. The objects of investigation were specimens made of high mechanical strength aluminous porcelain of C 130 type. This kind of material is used in the production of reliable electrotechnical elements such as insulators of overhead power lines. In case of the insulators not only high mechanical strength but especially elevated durability as well as operational reliability are required.

The paper comprises the results of microscopic, ultrasonic as well as acoustic emission (AE) measurements of samples subjected to slowly increasing compressive stress. It concerns problems connected with exploitation, production technology and ultrasonic measurements of specially prepared samples of porcelain. The samples prepared for examination were divided into three groups: first – without any defects, second – with faults of smaller or medium intensity, and third – containing numerous defects in structure. The acoustic parameters of not loaded samples and the ones loaded to various values of compressive stress were measured. Moreover, some of the specimens were additionally subjected to 200°C temperature action. This enabled verifying the insulator material resistance to temperature increase as a result of leakage currents.

The analysis of the obtained results revealed that the mechanism of ultrasonic wave propagation in porcelain of C 130 type is different from that in the case of typical aluminosilicate ceramic materials. This is the consequence of the effective reinforcement of the material structure by densely dispersed corundum and mullite phases in glassy matrix. Measurements of the attenuation coefficient offer better possibility to estimate the structure degradation of the porcelain material than velocity of ultrasonic wave propagation. Subsequently, the effect of the structural defects, introduced into the material, on the mechanical-acoustic behaviour and on the strength of the samples was presented.

The occurrence of the pseudoplasticity effect, directly proportional to the presence of technological defects in the structure of the material, was observed. The acousto-mechanical measurements were completed by microscopic analysis of the porcelain material. The phases' content was recognized. There were described the structures of samples belonging to three groups containing technological defects and with different advancement of material degradation. Presented results enable to draw up conclusions concerning the resistance of the ceramic material to the aging degradation processes development during long term exploitation.

Keywords: electrotechnical porcelain, compressive strength, structural degradation, acoustic emission, ultrasonic testing

Praca ma na celu ocenę odporności tworzywa rodzaju C 130 na procesy degradacji starzeniowej podczas wieloletniej eksploatacji. Obiekt badań stanowi porcelana wysokoglinowa rodzaju C 130 o dużej wytrzymałości mechanicznej. Tworzywo tego typu stosowane jest do produkcji odpowiedzialnych elementów elektrotechnicznych jak izolatory napowietrznych linii energetycznych. W przypadku tych wyrobów wymagana jest nie tylko duża wytrzymałość, lecz przede wszystkim wysoka trwałość i niezawodność.

Przedstawiono wyniki badań mikroskopowych, ultradźwiękowych oraz emisji akustycznej (EA) próbek poddanych wolno narastającym naprężeniom ściskającym. Omówione zostały zagadnienia eksploatacyjne tworzywa, technologia wytwarzania oraz badania ultradźwiękowe specjalnie wytworzonych próbek porcelany. Przygotowane próbki materiału podzielone zostały na trzy grupy – kształtki pozbawione wad technologicznych, próbki zawierające defekty strukturalne o mniejszym lub średnim nasileniu oraz kształtki posiadające liczne wady. Mierzone były parametry akustyczne próbek nieobciążonych oraz po przyłożeniu naprężeń ściskających o różnej wartości. Kilka próbek było ponadto poddanych działaniu temperatury 200°C. Miało to na celu sprawdzenie odporności tworzywa na temperaturę, podwyższoną w wyniku prądów upływu.

* INSTITUTE OF FUNDAMENTAL TECHNOLOGICAL RESEARCH, POLISH ACADEMY OF SCIENCES, 00-049 WARSZAWA, 21 ŚWIEŹOKRZYSKA STR., POLAND

** ALEKSANDER KRUPKOWSKI INSTYTUT OF METALLURGY AND MATERIALS SCIENCES, POLISH ACADEMY OF SCIENCES, 30-059 KRAKÓW, 25 REYMONTA STR., POLAND

Pomiary ultradźwiękowe wykazały, że mechanizm propagacji fal w porcelanie rodzaju C 130 jest odmienny niż w typowych glinokrzemianowych materiałach ceramicznych. Wynika to z występowania gęsto rozłożonych ziarn korundu oraz sieci drobnych igłowych kryształów mulitu w matrycy tworzywa wysokoglinowego. Badania ultradźwiękowe i mikroskopowe potwierdziły ważną rolę tych faz w strukturalnym wzmocnieniu materiału oraz wysoką odporność osnowy na powstawanie i propagację pęknięć. Stwierdzono, że pomiary współczynnika tłumienia dają lepszą możliwość oceny stopnia degradacji materiału w porównaniu do prędkości propagacji fal ultradźwiękowych.

Zasadniczą część pracy stanowią badania wpływu wprowadzonych do materiału wad struktury na charakterystykę mechaniczno-akustyczną oraz wytrzymałość mechaniczną próbek poddanych wolno narastającym obciążeniom ściskającym. Wyniki badań mechaniczno-akustycznych skorelowane zostały z analizą mikroskopową struktury próbek o różnym stopniu zaawansowania procesu degradacji materiału. Określono wpływ defektów technologicznych o różnym stopniu nasilenia na postępujący proces rozwoju mikropęknięć oraz szczelin. Dokonano oceny wpływu poszczególnych faz tworzywa na przebieg procesu degradacji struktury czerepu. Na podstawie przedstawionych badań sformułowano wnioski odnośnie odporności tworzywa na rozwój procesów degradacji starzeniowej podczas wieloletniej eksploatacji.