



Anna Towarnicka*, Andrzej Nowożeniuk*

WYSOKA NIEZAWODNOŚĆ IZOLATORÓW CERAMICZNYCH JEDNYM Z EFEKTÓW DOSKONALENIA TECHNOLOGII ICH PRODUKCJI (NA PRZYKŁADZIE ZPE „ZAPEL” S.A.)

Streszczenie: W referacie przedstawiono w skróty sposób, jak znaczny wpływ na możliwości konstrukcyjne produkowanych izolatorów oraz na ich niezawodność eksploatacyjną ma technologia ich produkcji.

Zwrócono uwagę na podjęte w ostatnich latach w ZPE „ZAPEL” S.A. przedsięwzięcia techniczne, których celem — oprócz unowocześniania poszczególnych etapów produkcji — jest również zapewnienie wysokiej jakości wytwarzanych wyrobów oraz ich niezawodności eksploatacyjnej.

Słowa kluczowe: izolator ceramiczny, konstrukcja, technologia, jakość, niezawodność

1. Wstęp

Izolatory ceramiczne produkowane są przez Zakłady Porcelany Elektrotechnicznej w Boguchwale od blisko 60-ciu lat. Przez cały ten czas prowadzone są też prace nad doskonaleniem ich konstrukcji i technologii.

Potrzeby krajowej energetyki w latach 40-tych i 50-tych rzutowały na wytwarzany wówczas asortyment izolatorów. Produkowano głównie izolatory nisko- i średnio-napięciowe, jednakże już wówczas zaczęło ujawniać się zapotrzebowanie na izolatory wysokonapięciowe. W związku z tym, że asortyment produkowanych izolatorów wynikał również z możliwości technologicznych, które były barierą w rozwoju konstrukcji, zintensyfikowano prace nad ich rozwojem. Ich efektem jest produkowanie w dniu

* Zakłady Porcelany Elektrotechnicznej „ZAPEL” S.A., ul. Techniczna 1, 36-040 Boguchwała

dzisiejszym przez ZPE „ZAPEL” S.A. tak szerokiego asortymentu izolatorów, przy zastosowaniu najnowocześniejszych, na poziomie światowym, technik wytwarzania. Dzięki tym pracom możliwe było m.in. uruchomienie produkcji izolatorów wspaniałych wysokonapięciowych i liniowych długopniowych, o konstrukcjach odpowiadających standardom IEC oraz całej gamy osłon wielkogabarytowych — o wymaganej, wysokiej jakości. Jej potwierdzeniem mogą być oceny i analizy, prowadzone np. przez Energopomiar, zaś potwierdzeniem stosowania w czasie całego cyklu produkcyjnego Systemu Jakości, spełniającego wymagania normy ISO 9002 — Certyfikat Nr 95/4494 wystawiony 7 lutego 1995 r. przez Firmę SGS Yarsley — ICS Ltd.

2. Rozwój technologii produkcji

Prowadzone prace nad rozwojem konstrukcji izolatorów oraz technologii ich produkcji, zmierzały do polepszenia ich własności elektrycznych i mechanicznych oraz do zapewnienia niezawodności eksploatacyjnej.

Poniżej zaprezentowano, jakie zmiany wprowadzone do technologii produkcji, w szczególności sposób wpłynęły na rozszerzenie asortymentu produkowanych izolatorów oraz ich wysoką jakość i niezawodność eksploatacyjną.

2.1. Stosowane tworzywa ceramiczne

Izolatory produkowane przez ZPE „ZAPEL” do połowy lat 60-tych były wykonywane wyłącznie z klasycznej porcelany kwarcowej (tworzywo 110). Jednakże w związku z potrzebą uruchomienia produkcji izolatorów długopniowych, wdrożono tworzywo rodzaju 120. Kolejnym krokiem w ewolucji tworzyw stosowanych w Zakładzie było wdrożenie w latach 80-tych tworzywa porcelanowego rodzaju 130. Zastosowanie tych tworzyw wpłynęło na podniesienie wytrzymałości mechanicznej produkowanych izolatorów, jak również na zminimalizowanie postępowania w nich procesów starzeniowych.

Na podkreślenie zasługuje fakt, że aktualnie ponad 50% produkcji jest realizowanej z tworzywa rodzaju 130.

2.2. Stosowane surowce

Bardzo istotnym czynnikiem wpływającym na jakość tworzywa ceramicznego, a w efekcie — wyrobów są surowce ceramiczne, tj. ich wysoka jakość oraz stabilność ich parametrów. Obecnie ponad 90% stosowanych w Zakładzie surowców pochodzi z importu. Wszystkie surowce podlegają odpowiednim badaniom — jak np. badania fizyczne, analiza chemiczna, analiza termiczna metodą derywatograficzną czy badania dylatometryczne.

2.3. Produkcja mas

Wdrożona w ostatnich latach w Zakładzie linia automatycznego naważania surowców do produkcji mas, sterowana komputerowo, pozwala na utrzymanie stabilności procesu i zminimalizowanie wpływu na niego czynnika ludzkiego.

Innym, bardzo ważnym celem prowadzonych w ostatnich latach prac modernizacyjnych jest hermetyzacja procesu, tj. niedopuszczanie do zanieczyszczania masy ceramicznej (poprzez np. zastosowanie ferrofiltrów elektromagnetycznych, wykonanie zabezpieczeń antykorozyjnych ciągów transportowych, wymianę żeliwnych płyt pras filtracyjnych na aluminiowe), gdyż jest to jedną z głównych przyczyn pogarszania własności mechanicznych i elektrycznych produkowanych z niej izolatorów.

2.4. Płószkowanie

W chwili obecnej w Zakładzie do wykonywania płaszek (półproduktów izolatorów) stosuje się prasy próżniowe uznanych w przemyśle ceramicznym firm: DORST, NETZSCH, KEMA GÖRLITZ. Zastosowanie pras firm DORST i NETZSCH do wykonywania płaszek na izolatory pełnordzeniowe pozwoliło na uruchomienie w zakładzie produkcji izolatorów liniowych długopniowych i wsporczych na 110 i 220 kV. Natomiast zakupienie przez Zakład pras firmy DORST, do produkcji płaszek otworowych o dużych gabarytach, umożliwiło wprowadzenie technologii wykonywania osłon wielkogabarytowych jednoczęściowych, a nie jak wcześniej — klejonych w półwyrobie.

Od początku istnienia ZPE ZAPEL płaszki do toczenia były podsuszane metodą tradycyjną, tj. przestrzennie. Jednakże ze względów technologicznych (duży gradient wilgotności w całej objętości płaszki, zwłaszcza przy dużym jej gabarycie), wdrożono w Zakładzie metodę suszenia oporowego płaszek, której istota polega na wykorzystaniu ciepła powstającego przy przepływie przez nią prądu elektrycznego, co pozwala na uzyskanie płaszek o jednakowej wilgotności w całej ich objętości, w czasie 15–30 godzin.

2.5. Kształtowanie

Kształtowanie izolatorów odbywa się głównie poprzez toczenie, z płaszek podsuszonych do odpowiedniej wilgotności.

Toczenie izolatorów liniowych długopniowych oraz wsporczych odbywa się na tokarkach pionowych 1- i 2-wrzecionowych f-my ZEIDLER, na których proces ten jest wykonywany automatycznie, na zasadzie przesuwu fotokomórki po kopiale papierowym lub za pomocą sterowania CNC. Taki sposób kształtowania pozwala na stabilność uzyskiwanych parametrów toczonego izolatorów.

Wdrożenie technologii produkcji osłon wielkogabarytowych jednoczęściowych (co znacznie podniosło ich niezawodność eksploatacyjną), było możliwe dzięki wdrożeniu w latach 70-tych pierwszych tokarko-wytaczarek, umożliwiających toczenie izolatorów z płaszek o średnicy do 650 mm i wysokości do 2500 mm.

W ostatnich latach utworzono nowe gniazda produkcji osłon, w skład których — oprócz pras DORST, beltaczy odpadów, suszarń oporowych do podsuszania płaszek

i suszarń rewersyjnych do suszenia izolatorów, weszły również nowoczesne tokarko-wytaczarki: f-my ZEIDLER i f-my NETZSCH.

2.6. Suszenie

Izolatory po wytoczeniu z masy o wilgotności kilkunastu %, muszą być poddane procesowi suszenia, celem uzyskania wilgotności max 1%.

Do tego celu stosowano tradycyjne suszarnie komorowe, z ręczną regulacją parametrów suszenia, jednakże obecnie generalnie przechodzi się na suszenie rewersyjne. W pierwszych suszarniach rewersyjnych zastosowano suszenie z recyrkulacją i rewersją strumienia powietrza. Kolejnym krokiem było programowanie procesu oraz komputerowe jego sterowanie i kontrola wszystkich parametrów. Obecnie w Zakładzie funkcjonuje 9 tego typu suszarń rewersyjnych.

2.7. Szklwienie

Izolatory po wysuszeniu, poddawane są operacji szklwienia, celem której jest nałożenie na ich powierzchnię szkliwa, tworzącego po wypale warstwę szkła, zabezpieczającego czerep izolatora przed zabrudzeniami.

W Zakładzie aktualnie stosowane są trzy rodzaje szkliw: szkliwo brązowe zg. ze standardem RAL 8016, szkliwo jasno-szare zg. z RAL 7035 oraz szkliwo białe.

Izolatory szklwione są poprzez zanurzenie. Do ich szklwienia wdrożono w maksymalnym stopniu szklwierki automatyczne, pozwalające na nałożenie warstwy szkliwa o jednakowej grubości na całą powierzchnię wyrobu

2.8. Wypalanie

Poszklwione izolatory poddawane są obróbce termicznej, w temp. ok. 1300°C.

Obecnie w Zakładzie stosowany jest jeden piec tunelowy produkcji BIPROPIEC Kraków oraz cztery nowoczesne piece komorowe BICKLEY, o objętości 68 m³ każdy, z których pierwszy został zainstalowany w 1976 r. Zastosowanie pieców BICKLEY pozwoliło na pełną automatyzację procesu.

Piece te pozwalają na właściwą obróbkę termiczną izolatorów ze wszystkich rodzajów tworzyw. Są one wyposażone w szybkowypływowe palniki Jet, umożliwiające uzyskanie stałej temperatury w całym przekroju pieca, co wpływa na równomierne wypalenie wszystkich załadowanych do pieca wyrobów. Widocznym tego efektem jest jednolita barwa wyrobów oraz ich wysoka jakość.

2.9. Obróbka powypałowa

Znaczna część izolatorów po procesie obróbki termicznej poddawana jest obróbce mechanicznej, tj. cięciu i szlifowaniu, celem usunięcia naddatków technologicznych, uzyskania odpowiednich wymiarów, nadania wymaganego kształtu geometrycznego lub uzyskania wymaganej gładkości powierzchni. Operacje te wykonywane są na odpowiednich obrabiarkach.

Zakład posiada kilka obrabiarek specjalistycznych do obróbki osłon — np. typu SIC konstrukcji Politechniki Rzeszowskiej czy firmy ZEIDLER.

Natomiast do cięcia izolatorów liniowych i wsporczych wdrożono w ostatnich latach nowe zmodernizowane obrabiarki własnej konstrukcji, na których izolator jest obracany podczas wykonywania operacji, co w decydujący sposób poprawia jakość obrabianej powierzchni.

2.10. Montaż

Do łączenia części ceramicznych z okuciami stosowane są w Zakładzie trzy rodzaje spoiw: cementowe, topliwe metaliczne i topliwe siarkowe.

Montaż przy pomocy spoiwa cementowego jest stosowany głównie do izolatorów aparatowych i niektórych wsporczych. Spoiwo metaliczne jest wykorzystywane do montażu izolatorów liniowych długopniowych, o podwyższonych wytrzymałościach, zaś do montażu pozostałych typów izolatorów stosowane jest spoiwo siarkowe.

Montaż wszystkich izolatorów przeprowadza się w przyrządach montażowych, celem zapewnienia uzyskania żądanych dla danej konstrukcji parametrów, jak np. równoległość, niewspółosiowość itp.

2.11. Badania

Wszystkie wyroby po procesie wypalania i obróbki powypałowej podlegają badaniom. Jest to niezwykle ważny element cyklu produkcyjnego, gdyż zapobiega ewentualnemu przekazaniu do eksploatacji izolatora wadliwego.

Każdy wyprodukowany izolator jest poddawany badaniom obejmującym oględziny oraz sprawdzenie wymiarów i ew. odchyłek kształtu, zaś inne badania są uzależnione od typu izolatora — np. części ceramiczne izolatorów liniowych długopniowych oraz izolatorów wsporczych podlegają badaniom defektoskopowym, realizowanym przy pomocy wdrożonego w ostatnich latach defektoskopu cyfrowego typu CUD-1.

Badaniom, zgodnie z wymaganiami obowiązujących norm, są również poddawane izolatory zbrojone, np. izolatory wsporcze — próbie probierczej na zginanie w 4 kierunkach, zaś izolatory liniowe — mechanicznej próbie wyrobu.

Obecnie Zakład dysponuje urządzeniami, pozwalającymi na wykonywanie wszystkich badań, wchodzących w zakres badań wyrobu i badań kontrolno-odbiorczych — dla całego asortymentu produkowanych izolatorów.

3. Podsumowanie

W referacie zaprezentowano — na przykładzie ZPE „ZAPEL” S.A. — jak rozwój technologii produkcji izolatorów wpływa na rozwój ich konstrukcji oraz na zapewnienie ich niezawodności eksploatacyjnej.

Zastosowanie odpowiedniego tworzywa, technologia na wysokim poziomie, przestrzeganie określonych reżimów technologicznych, stosowany System Jakości, dbałość o czystość mas, kontrola procesu, nowoczesne maszyny i urządzenia — są to główne

czynniki warunkujące najwyższą jakość wykonania, a poprzez to prawidłową i bezawaryjną pracę wyprodukowanych izolatorów. Zależności te znają i rozumieją wszyscy producenci elektroporcelany.

Literatura

- [1] Konferencja Naukowo-Techniczna z okazji 50-lecia Zakładów Porcelany w Boguchwał: *Problemy konstrukcyjne i technologiczne w ceramice elektrotechnicznej*. Boguchwała, 1989
- [2] Konferencja Naukowo-Techniczna „Ceramika elektrotechniczna — wytwarzanie, eksploatacja, rozwój”: *Rozwój technologii produkcji w ZPE ZAPEL w okresie 55-lecia*. Boguchwała, 1994
- [3] Program rozwoju ZPE ZAPEL 1991–1995. Opracowanie własne, nie publikowane

THE HIGH RELIABILITY OF CERAMIC INSULATORS AS ONE OF THE EFFECTS RESULTING FROM IMPROVEMENT OF THEIR PRODUCTION TECHNOLOGY (ON EXAMPLE OF THE COMPANY ZPE „ZAPEL” S.A.)

This paper describes in short the importance of the production technology of the ceramic insulators for their constructional possibilities and operational reliability.

The technical projects of ZPE „ZAPEL” S.A. during the last few years are pointed out, the purpose of which has been — apart from a production stage modernization — to assure the high quality of the products and operational reliability.