

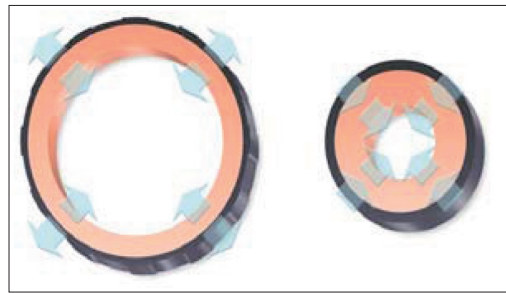
technologie muf termokurczliwych SN Raychem

Marek Garbarski – Tyco Electronics Polska Sp. z o.o.

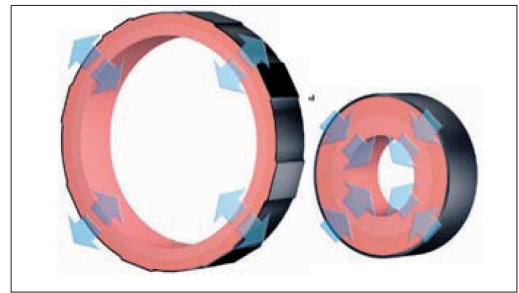
Różnorodność oferowanych muf średniego napięcia utrudnia przeciętnemu odbiorcy obiektywny i optymalny wybór technologii do indywidualnej aplikacji. Tyco Electronics Raychem, wiodący producent osprzętu kablowego, pragnie podzielić się z czytelnikami podstawowymi informacjami technicznymi w tym zakresie.

Wielu odbiorców błędnie nazywa mufami termokurczliwymi mufy zawierające jakiegokolwiek element termokurczliwy, np. rurę osłonową. Istotą mufy termokurczliwej jest jednak jej izolacja główna. W mufach sprzed czterdziestu lat Tyco Electronics Raychem stosował pojedynczą rurę, np. w mufach do 10 kV. Wyższe napięcia wymagały dodania drugiej lub trzeciej rury termokurczliwej. Rozwiązania te są stosowane do dziś przez innych producentów, również obecnych w Polsce. Konsekwencją pojawienia się kabli o izolacji z polietylenu usieciowanego było m.in. podwyższenie temperatur roboczych i naprężeń pola elektrycznego w osprzęcie kablowym. Nowe problemy termomechaniczne wykazały wady wykonania izolacji muf wyłącznie z rur termokurczliwych.

W latach osiemdziesiątych ub. stulecia Tyco Electronics Raychem wprowadził izolację składającą się z wewnętrznej warstwy wykonanej z kauczuku EPDM i zewnętrznej warstwy przewo-



Rys. 1 Element dwuwarstwowy w stanie dostawy i w stanie pełnego skurczu



Rys. 2 Element trójwarstwowy w stanie dostawy i w stanie pełnego skurczu

dzącej z usieciowanego kopolimeru EVA. Do podstawowych zalet tego rozwiązania należy zaliczyć:

- obecność warstwy elastycznej przy złączce i izolacji kabla, która eliminuje możliwość powstawania niebezpiecznych naprężeń termomechanicznych, szczególnie przy przeciężeniach. Element z elastomeru o wiele lepiej „śledzi” kształt ośrodka niż twardsza rura termokurczliwa,
- koekstruzyjna integracja zewnętrznej warstwy przewodzącej wyklucza powstawanie wylądowań powierzchniowych i eliminuje moż-

liwość zabrudzenia izolacji w fazie montażu,

- silny nacisk na ośrodek, zapewniony przez synergizm siły elastycznej kauczuku i siły skurczu warstwy zewnętrznej,
- czas odtwarzania izolacji kilkakrotnie mniejszy od czasu wykonania wersji rurowej.

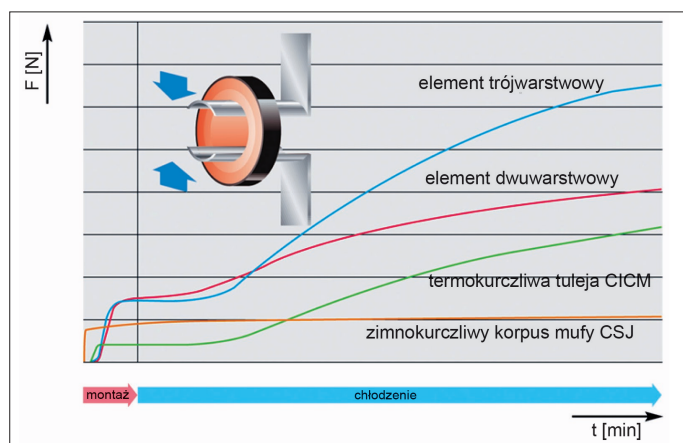
Podobnie jak w przypadku rury termokurczliwej, czas magazynowania (od produkcji do montażu) jest nieograniczony, gdyż utrata pamięci elastycznej przez warstwę rozciągniętego elastomeru jest kompensowana siłą docisku warstwy zewnętrznej. Na **rysunku 1** przedstawiono element dwuwarstwowy w chwili dostawy do montażu i w stanie pełnego skurczu. W zmontowanej mufie mamy do czynienia z kształtem pośrednim. Firmowy dobór elementu do aplikacji (zakresu przekroju żył roboczych i stosowanej złączki) zapewnia minimalną grubość izolacji sprawdzaną w badaniach konstrukcyjnych i typu. Niebieskie strzałki wskazują kierunki działania elastycznej i termicznej siły skurczu.

Zwiększenie wymagań w zakresie obciążalności zwarciowej linii kablowej i szybkości montażu osprzętu kablowe-

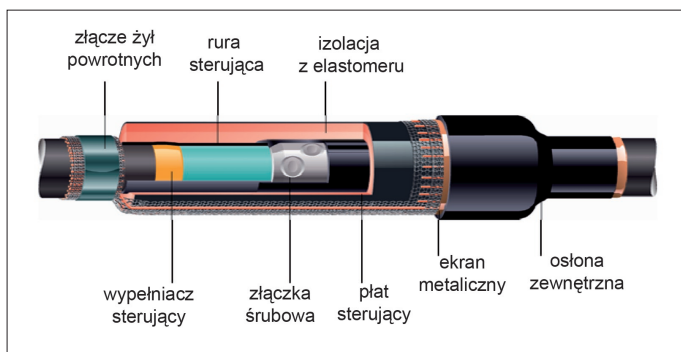
go wpłynęło na przyspieszenie rozwoju techniki izolacji termokurczliwej. Kilka lat temu Tyco Electronics Raychem wdrożył trójwarstwowy element izolacyjny. Pokazano go na **rysunku 2**. Część warstwy zewnętrznej elastomeru została zastąpiona warstwą z usieciowanego materiału izolacyjnego. Zmniejszono również grubość warstwy przewodzącej, dostosowując ją do grubości aktualnie produkowanych kabli z polietylenu usieciowanego. W stosunku do elementu dwuwarstwowego uzyskano dodatkowe korzyści, do których należą:

- większa obciążalność zwarciowa (poprawiona charakterystyka oddawania ciepła),
- krótszy o około 15% czas montażu mufy jednożyłowej,
- zmniejszenie średnicy zewnętrznej izolacji przy zachowaniu jej grubości i wytrzymałości elektrycznej. Ma to szczególne znaczenie przy mufach przelotowych do kabli trójżyłowych,
- zwiększenie sił docisku na ośrodek.

Na **rysunku 3** pokazano charakterystyki sił skurczu różnych elementów izolacyjnych Tyco Electronics Raychem. Należy zwrócić uwagę na podstawową różnicę charakterystyki sił elastycznych



Rys. 3 Siły docisku różnych elementów izolacyjnych



Rys. 4 Widok przekroju mufy POLJ

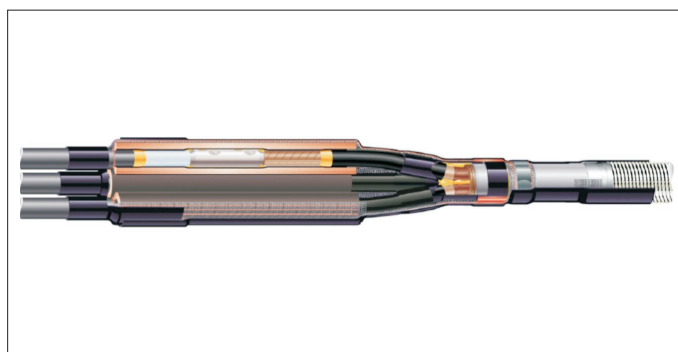
elementów termokurczliwych i zimnokurczliwych, szczególnie w pierwszej fazie montażu.

Wprowadzenie elementu trójwarstwowego umożliwiło uproszczenie wielu rozwiązań muf średniego napięcia. Nadal pozostaje dość szeroka swoboda wyboru typu złączki (śrubowa lub prasowana) i systemu sterowania pola elektrycznego zastosowanych wypełniaczy o nieliniowych charakterystykach prądowo-napięciowych. W przypadku mufy przelotowej na napięciu 12/20 (24) kV typu POLJ różnice konstrukcyjne są w praktyce trudne do zauważenia przez przeciętnego użytkownika. Widok przekroju mufy POLJ przedstawia rysunek 4.

W przypadku mufowania kabli trójżyłowych (mufy przelotowe i przejściowe) wprowadzenie elementu trójwarstwowego prowadzi do uproszczenia konstrukcji muf i ich montażu. Uproszczone systemy odpowiedzialne za szczelność w mufie od strony kabli o izolacji papierowej, co jest szczególnie istotne w przypadku starych kabli, w których stosowano syciwo zwykłe (ściekające). Przy projektowaniu tych muf wykorzystywany jest fakt, że elementy trójwarstwowe charakteryzują się większymi siłami skurczu.

Na rysunku 5 przedstawiono widok przekroju mufy przejściowej na napię-

ciu 12/20 (24) kV z rodziny TRAJ. Służy ona do połączenia jednożyłowego kabla o izolacji z tworzyw sztucznych, popularnie zwanych suchymi, i trójżyłowego kabla o izolacji papierowej i wspólnej powłoce metalowej, najczęściej ołowianej. We wnętrzu tych muf, od strony kabli suchych nie ma istotnych różnic konstrukcyjnych w stosunku do muf przelotowych POLJ (rys. 4). Złączka śrubowa musi posiadać w tym przypadku przegrodę metalową, zabezpieczającą przed migracją syciwa kablowego. Istotną różnicę tworzy element separujący (uszczelnienie) trzy kable jednożyłowe od otaczającego środowiska. Może nim być kształtka termokurczliwa lub termoplastyczny system spinający. Izolacja od strony kabli papierowego osłonięta jest termokurczliwymi, przezroczystymi rurami separującymi. Na nich obkurzone są rury przewodzące, przenoszące za pośrednictwem termokurczliwej głowiczki przewodzącej potencjał powłoki metalowej bezpośrednio (z pominięciem ekranu papierowego izolacji) na elementy układu sterowania pola elektrycznego. Przeprowadzone badania wykazały, że papierowe ekrany przewodzące często wykonywane były z papieru o kiepskiej jakości (antymport lat 70. i 80. ubiegłego wieku). Co więcej, kable papierowe produkowane były z błędem konstruk-



Rys. 5 Widok przekroju mufy przejściowej typu TRAJ

cyjnym ekranu, polegającym na zbyt wąskiej zakładce (brak wymagań normatywnych i obniżanie kosztów produkcji). Zbocznikowanie ekranu elementem przewodzącym o kontrolowanej rezystancji, eliminuje więc możliwość starzenia cieplnego układu izolacyjnego.

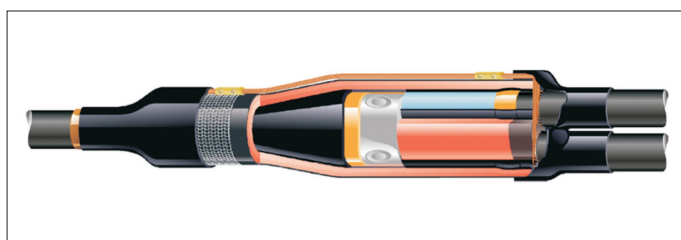
Mufa przelotowa typu GUSJ do łączenia trójżyłowych kabli o izolacji papierowej i wspólnej powłoce metalowej ma układ izolacyjny i sterujący, który jest symetrycznym odwzorowaniem części „papierowej” mufy TRAJ. Z jednej ze stron połączenia wydłużono łączne żyły. Zapewnia to montaż bez uszkodzenia (pęknięcia) izolacji papierowej. Mufy TRAJ i GUSJ występują w kilku wersjach. Pierwsze wersje przeznaczone były wyłącznie do złączek śrubowych. Od dwóch lat dostępne są wersje uniwersalne, w których można zastosować tańsze złączki prasowane. W przypadku muf GUSJ, w których pancerz kabli odtwarzany jest obwojem ze stalowej plecionki ocynowanej, stosowane są dwa rodzaje osłony zewnętrznej: grubościenna rura termokurczliwa lub termokurczliwy płat remontowy (rura spinana wzdłużnie podczas montażu) zbrojony włóknem szklanym i warstwą aluminium. Rozwiązanie z płatem jest wygodniejsze w montażu. Uniemożliwia jednak badanie napięciowe osłony zewnętrznej linii kablowej po ułożeniu, praktykowane w niektórych spółkach dystrybucyjnych. Dotyczy to kabli posiadających osłonę zewnętrzną z tworzywa sztucznego.

Rzadziej stosowanym rozwiązaniem są mufy rozgałęźne. W stosunku do rozdzielnic lub złącza kablowego mają one podstawową wadę: brak możliwości wy-

konywania operacji łączeniowych. Zaletą, oprócz relatywnie niższej ceny, jest uproszczenie cyklu inwestycyjnego (eliminacja uzgodnień, wykupu gruntu itp.). Można stwierdzić, że w polskich warunkach rozwiązanie to jest i będzie stosowane jako doraźne. Na rysunku 6 przedstawiono widok przekroju mufy rozgałęźnej typu EPKB na napięciu 12/20 (24) kV. Stosowane są w niej komponenty podobne do tych z muf przelotowych kabli o izolacji z tworzyw sztucznych. Dodatkowy separator i śrubowa złączka rozgałęźna pozwala przeprowadzić instalację monterowi, znającemu inne typy muf Tyco Electronics Raychem.

W Polsce zainstalowano w ciągu ostatnich 14 lat ponad 400000 muf. Są to zarówno mufy przelotowe do kabli o izolacji papierowej i z tworzyw sztucznych, jak i mufy przejściowe. Jedynie w przypadku muf 6kV stosowany jest element izolacyjny wykonany z rury termokurczliwej specjalnego przeznaczenia. Mufy na napięcia wyższe zawsze posiadały izolację z elementu dwu- lub trójwarstwowego. Jedynie w przypadku muf na napięcia 30kV stosowano do roku 2003 dodatkową rurę izolacyjną. W ponad 90% przypadków odbiorcy wybierają aktualnie wersje muf ze złączkami śrubowymi z łbem zrywalnym i układami sprężynowymi do łączenia torów neutralnych.

reklama



Rys. 6 Widok przekroju mufy rozgałęźnej typu EPKB

Tyco Electronics Polska Sp. z o.o.
02-677 Warszawa
ul. Cybernetyki 19
tel. 022 457 67 55
faks 022 457 67 60
mgarbars@tycoelectronics.com
www.energy.tycoelectronics.com