

1 9 6 2  
Nr 3 (6)

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI  
WARSZAWA — MIEDZESZYN

PRZEGLĄD  
ZAGADNIEŃ  
ŁĄCZNOŚCI



MINISTERSTWO ŁĄCZNOŚCI

PRZEGLĄD  
ZAGADNIENI  
ŁĄCZNOŚCI

ROK 2

WARSZAWA 1962

NR 6

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI

Ośrodek Informacji Techniczno-Ekonomicznej

Kolegium Redakcyjne:

Przewodniczący - mgr inż. Zenon Szpigler

Członkowie:

mgr inż. Władysław Cetner, inż. Edmund Janowski,  
doc. Stefan Jasiński, mgr Kazimierz Kotowski,  
mgr inż. Adam Moniuszko, mgr inż. Józef Możejko

Sekretarz Redakcji - Irena Kulko

Adres Redakcji:

Instytut Łączności

Ogródek

Informacji Techniczno-Ekonomicznej

Warszawa-Miedzeszyn, ul. Szachowa 1

---

Na prawach rękopisu - do użytku służbowego

---

Dział Wydawniczy OKW Instytutu Łączności  
Format B5. Nakład 500. Druk ukończono  
w czerwcu 1962 r

PRZEGLĄD  
ZAGADNIENÍ ŁĄCZNOŚCI

Sztuczne tworzywa w kablach

SPIS TREŚCI

	Str.
1. Tworzywa sztuczne i ich zastosowanie do kabli i przewodów telekomunikacyjnych - Opracowali A. Moniuszko i E. Nachiło	1
2. Kable i przewody telefoniczne w izolacji i powłoce z tworzyw sztucznych stosowane w sieci miejskiej. - Opracował E. Nachiło	17
3. Telekomunikacyjne kable stacyjne w izolacji i powłoce z tworzyw sztucznych - Opracował E. Nachiło	22
4. Osłony ochronne na kablach - Opracował H. Pomirski	27
5. Spajanie powłok polietylenowych w kablach telekomunikacyjnych - Opracował E. Nachiło	39

## TWORZYWA SZTUCZNE I ICH ZASTOSOWANIE DO KABLI I PRZEWODÓW TELEKOMUNIKACYJNYCH<sup>1/</sup>

Hans Haselhorst. Nachrichten Kabel und -leitungen mit Kunststoffen. Siemens Zeitschrift Nr 4/1958 r, str. 182-187. W. Wolff, Darmstadt. Anwendung von Kunststoffen in Fernmeldekabelanlagen Nachrichtentechnische Fachberichte, tom 19, 1960 r, str. 126-129.

### 1. WSTĘP

Na wybór materiału izolacyjnego w kablach i przewodach w dużym stopniu wpływają czynniki techniczne i ekonomiczne. W technice łączności wymaga się od materiału izolacyjnego możliwie małej przenikalności dielektrycznej i przy przenoszeniu sygnałów wielkiej częstotliwości także małej stratności dielektrycznej.

Klasyczną izolacją w kablach teletechnicznych jest izolacja papierowo-powietrzna. Zaletą tej izolacji jest np. jej taniść, wadą zaś silna higroskopijność papieru. Poza tym izolacja ta wykazuje wady przy produkcji kabli - izolowanie przebiega powoli, montaż zaś kabli musi być wykonywany tak, aby zabezpieczyć kabel przed wilgocią. Papierowa izolacja wykazuje dużą stratność dielektryczną zwłaszcza przy większych częstotliwościach.

---

<sup>1/</sup>Na podstawie oryginału opracowali: A. Moniuszko i E. Nachikło.

Przy przesyłaniu coraz szerszych pasm częstotliwości zaszła konieczność zmiany konstrukcji toru i zmiany jego izolacji.

W roku 1935 wynaleziono odpowiednie tworzywo sztuczne: styrofleks. Nieco później wynaleziono i oddano do produkcji inne tworzywa sztuczne, które nadawały się na izolację w kablach. Tworzywa te są dziś zastosowane nie tylko jako materiał na izolację, lecz również na powłokę kablową chroniącą kabel przed zawilgoceniem i uszkodzeniami mechanicznymi, Ochrona przed zawilgoceniem jest dla kabli o izolacji papierowej szczególnie ważna.

Nieco złagodzone są wymagania pod tym względem, gdy zamiast papieru stosuje się do izolowania żył niehigroskopijne tworzywa sztuczne.

Obok właściwości elektrycznych i mechanicznych tworzyw sztucznych, bardzo dużą rolę odgrywają: łatwość obróbki i cena surowca. Wprowadzenie tworzyw sztucznych w szerszym zakresie do produkcji kabli było niemożliwe z powodu wysokich cen. Tylko w przypadkach, gdy wymagania techniczne nie mogły być spełnione przy materiałach izolacyjnych dotychczas stosowanych, konieczne było stosowanie tworzyw sztucznych mimo związanych z tym wysokich cen kabla.

## 2. RÓŻNE RODZAJE TWORZYW SZTUCZNYCH

### 2.1. Omówienie ogólne

Z wielu znanych obecnie tworzyw sztucznych tylko niektóre stosuje się w kablach i przewodach telekomunika-

T a b l i c a 1

## WŁASNOŚCI TWORZYW SZTUCZNYCH

Własność	Wymiar	Polistyren /styrofleks/	Polietylen /PET/	Polichlorek winyłu /PVC/	Politetra- fluoroetylen /teflon/
1	2	3	4	5	6
Oporność wła- ściwa	$\Omega \cdot \text{cm}$	$\sim 10^{15}$	$\sim 10^{16}$	$\sim 10^{14}$	$\sim 10^{16}$
Stratność die- lektryczna tg $\delta$ przy 800 Hz	$\times 10^{-3}$	0,1...0,3	0,4	100...150	0,2...0,5
przy 1 MHz	$\times 10^{-3}$	0,1...0,4	0,4	100...200	0,2...0,5
Przenikalność dielektryczna		2,3...2,6	2,3	7...4 zależy od f	2,0
Wytrzymałość elektryczna	kV/mm	60	40	20	40
Ciężar właściwy	G/cm <sup>3</sup>	1,05	0,92	1,28	2,2
Wytrzymałość na rozciąganie	kg/cm <sup>2</sup>	500	150	200	120...200

Tablica 1 c.d.

1	2	3	4	5	6
Wydłużenie przy rozrywaniu	%	10...30	500	300	100...400
Absorpcja wilgoci/nasiąkliwość	%	< 0,2	< 0,01	0,5...1	0
Przepuszczalność pary wodnej	$\times 10^{-9} \frac{g}{h \text{ cm}^2}$	30	3	20...30	
Wrażliwość na niskie temperatury	poniżej $^{\circ}C$	-50	-40	-5	-100
Trwałość przy wysokich temperaturach	do $^{\circ}C$	70	70...90	70	260...300
Palność		tak	tak	nie	nie



cyjnych /tablica 1/. Z punktu widzenia fabrykacji stosowana jest grupa tworzyw sztucznych termoplastycznych, dających się łatwo natryskiwać. Dalsze ograniczenia wynikają z własności elektrycznych i ceny tworzyw sztucznych.

## 2.2. Polistyren /styrofleks/

Polistyren otrzymuje się z węglowodoru i etylenu i stosuje się w szerokim zakresie /jako styrofleks/ w postaci taśm i kordła do izolowania żył. Polistyren otrzymuje się ze styrenu, który jest winylobenzenem, przez jego polimeryzację. Nadaje się on do natryskiwania i jest stosowany jako wysokowartościowy materiał izolacyjny w postaci płyty i rur, oraz także ma duże zastosowanie w elektrotechnice o dowolnie skomplikowanym kształcie. Zasadniczo jest on dość sztywny. W celu zastosowania go w technice kablowej musi być on najpierw poddany odpowiedniej obróbce. Za pomocą odpowiedniego procesu produkcyjnego udało się otrzymać obrobiony styrofleks w postaci taśm i nitek.

Jest zrozumiałe, że najpierw zostały wykorzystane doświadczenia zdobyte przy produkcji kabli w izolacji papierowej. Nawinięcie kordła styrofleksowego i owinięcie następnie taśmą styrofleksową żyły pozwoliło w rezultacie otrzymać małą przenikalność dielektryczną wypadkową wynoszącą 1,3 do 1,4 podczas gdy przy zastosowaniu kordła i taśmy papierowej przenikalność dielektryczna wypadkowa wynosiła 1,6 do 1,7. Przenikalność dielektryczna pełnego polistyrenu wynosi ok. 2,3.

Styrofleks przy temperaturach do ok.  $-50^{\circ}\text{C}$  jest jeszcze giętki, jednak powyżej  $+75^{\circ}\text{C}$  mięknie i skleja się; jest on palny. Z powodu swej niehigroskopijności istnieje niebezpieczeństwo szybkiego rozprzestrzeniania wilgoci dostającej się do kabla. Należy więc stosować kontrolę ciśnieniową kabla.

Prowadzi się obecnie badania nad polepszeniem własności elektrycznych polistyrenu przez zastosowanie polistyrenu piankowego, jednak dotychczas nie otrzymano pożądaných wyników.

Styrofleks był wykorzystywany do produkcji wysokowartościowych kabli do telefonii nośnej, Ich określone właściwości, jak np. stałość przepisanej oporności falowej, małe sprzężenia elektromagnetyczne między torami, otrzymuje się dzięki dużej dokładności wykonania kordla i taśm styrofleksowych, jak również dzięki niezmienności przenikalności dielektrycznej. Utrzymane są również geometryczne odstępy poszczególnych żył względem siebie i zapewniona jest stałość wartości elektrycznych w czasie.

Wyprodukowano kabel dalekosiężny do telefonii nośnej o izolacji styrofleksowej żył zawierający 7 czwórek o skręcie gwiazdowym. Każdy tor macierzysty umożliwia utworzenie 120 kanałów telefonicznych, przy wykorzystaniu najwyższych przenoszonych częstotliwości do 552 kHz, a więc w przypadku linii dwukablowej jest możliwość uzyskania 1680 łączy dwutorowych. Także kable stacyjne do telefonii nośnej i do okablowania stojaków telefonii nośnej są produkowane w izolacji styrofleksowej.

Kable antenowe małych mocy wielkich częstotliwości f-my Siemens są izolowane za pomocą krążków polistyrenowych, natryskiwanych w równych odstępach. Taka konstrukcja umożliwia dużą giętkość kabla nadaje się więc on do zastosowania w przenośnych urządzeniach radiowych. Przy większych mocach osiąga się takie same elektryczne i mechaniczne właściwości za pomocą tworzywa sztucznego zwanego poliwinylkarbazolem.

### 2.3. Polichlorek winylu<sup>1/</sup>

Duże znaczenie ma również polichlorek winylu /w skrócie PVC/. Należy on do grupy chlorowo-węglowodorów. Produktem wyjściowym do jego produkcji jest węgiel i wapno. Produkt końcowy otrzymuje się przez polimeryzację chlorku winylu pod ciśnieniem, dodając przyspieszaczy. Czysty PVC jest kruchy, dodaje się więc doń plastyfikatory i stabilizatory..

PVC stosowany jest jako izolacja żył, jako powłoka kablowa lub osłona powłok metalowych. Przenikalność dielektryczna waha się od 3 do 8, a kąt stratności  $\text{tg} \delta = 0,1$ , są więc nie najlepsze. Dlatego nie można stosować PVC jako izolacji przy kablach dalekosiężnych lub na większe częstotliwości, stosuje się zaś w przewodach instalacyjnych /wnętrzowych/, krosówkach i kablach stacyjnych.

Izolacja PVC wykazuje stosunkowo dużą oporność izolacji, jest trudnozapalająca się i praktycznie niepalna.

<sup>1/</sup> polska nazwa handlowa "polwinit"; niemiecka - "protodur".

Przy montażu kabli odpada konieczność przesycania końców i obwiązywania kabla. Obecne mieszanki PVC wydzielają przy podgrzewaniu tak małe ilości chloru, że wpływ na styki w centrali, mogącego tworzyć się z wilgocią powietrza kwasu solnego jest do pominięcia.

Klasycznym materiałem na powłoki jest ołów. Ma on kilka zalet, lecz i wiele wad: międzykrystaliczna korozja, duży ciężar właściwy, mała wytrzymałość na rozciąganie i ściskanie, wysoka i często wahająca się cena, a także to, że jest trudno dostępny. Dlatego jest on zastępowany przez powłoki stalowe i aluminiowe, a pod pewnymi warunkami także przez powłoki z samych tworzyw sztucznych. Powłoki z PCV mogą być jedynie stosowane w kablach wewnętrznych w suchych pomieszczeniach ze względu na niekorzystną przepuszczalność pary wodnej PVC. Ponadto żyły wewnątrz takiego kabla muszą mieć izolację niehigroskopijną.

Poza tym PVC stosuje się na osłony antykorozyjne, np. na kablach o powłokach stalowych i aluminiowych. W celu zmniejszenia starzenia, np. przez stopniowe ułatnianie się plastyfikatorów, i zmniejszenia niebezpieczeństwa małych nieszczelności osłony konieczne jest stosowanie osłon wielowarstwowych.

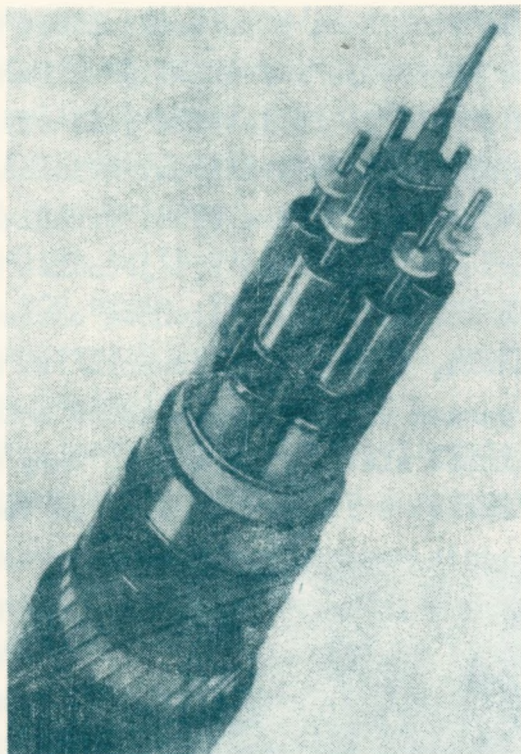
#### 2.4. Polietylen

W pewnych przypadkach lepszy jest polietylen niż polichlorek winylu. Polietylen /w skrócie PET/ ma bardzo dobre własności, jak np. bardzo małą stratność niezależną od częstotliwości nawet przy wielkich częstotliwo-

ściach, dobre właściwości mechaniczne, bardzo małą absorpcję wilgoci i znikomą przepuszczalność pary wodnej. Właściwości te zachowuje PET także przy bardzo niskich temperaturach do  $-50^{\circ}\text{C}$ . Polietylen jest czystym węglowodorem i nie wymaga plastyfikatorów. Odznacza się on małym ciężarem właściwym  $0,92 + 0,94$ . Przenikalność dielektryczna względna jest duża 2,3 jednakże kable współosiowe z pełną izolacją polietylenową odznaczają się dużą jednorodnością, a przy zastosowaniu PET na krążki izolacyjne w parach współosiowych można osiągnąć wypadkową przenikalność dielektryczną 1,1. Pary współosiowe /w jednym ze sposobów izolowania żył/ są tak skonstruowane, że posiadają natryśnięte w małych regularnych odstępach krążki z pełnego polietylenu, których zadaniem jest izolowanie i współosiowe umocowanie przewodu wewnętrznego w zewnętrznym. Rysunek 1 przedstawia zdjęcie kabla zawierającego 6 par współosiowych i 23 pary w izolacji papierowo-powietrznej.

Stosunkowo łatwo można uzyskać PET piankowy przez dodanie organicznych substancji spieniających, które w ogrzanych głowicach natryskarek zamieniają się w gaz tworząc wielką ilość szczelnych, zamkniętych pęcherzyków gazowych. Równomierność rozmieszczenia tych pęcherzyków zależy głównie od stałości temperatury przy natryskiwaniu i od sposobu chłodzenia. Przenikalność dielektryczna polietylenu spienionego obniżona jest do 1,4,

Polietylen piankowy znalazł zastosowanie w dziedzinie kabli miejscowych i dalekosiężnych symetrycznych do telefonii nośnej i akustycznej oraz w kablach samowiszących i współosiowych.



Rys, 1. Kabel dalekosiężny zawierający 6 par współosiowych w izolacji z polietylenu i 23 pary w izolacji papierowo-powietrznej

W zależności od sposobu produkcji rozróżnia się polietylen wysoko-ciśnieniowy i nisko-ciśnieniowy. Pierwszy otrzymuje się przy wysokim ciśnieniu i przy doprowadzeniu ciepła, drugi zaś przy zastosowaniu katalizatorów i przy niskim ciśnieniu. W przemyśle kablowym stosuje się dziś głównie polietylen wysoko-ciśnieniowy.

Polietylen stosowany bywa nie tylko w kablach do telefonii nośnej lecz również w kablach małej częstotliwości.

Opłacalne jest zwłaszcza stosowanie kabli małoparowych /w Niemczech do 50 par/ o powłoce polietylenowej, gdyż oszczędność na ołowiu jest wówczas większa niż koszt izolacji polietylenowej w stosunku do izolacji papierowej. Koszt izolowanej żyły przy zastosowaniu polietylenu piankowego jest mniejszy, a produkcja może być również tańsza, dzięki zwiększeniu szybkości natryskiwania izolacji do ok. 500 m/min. Korzyści ekonomiczne polegają również na zmniejszeniu kosztu montażu, osprzętu, a także kosztów eksploatacji.

Znane jest zastosowanie polietylenu do konstrukcji kabli przenośnych. Na rysunku 2 pokazany jest przykład



Rys. 2. Kabel przenośny 2-parowy w izolacji z polietylenu i powłóce z PVC

przenośnego kabla jednoczwórkowego. Czwórka gwiazdowa o izolacji żył z pełnego polietylenu posiada natryśniętą powłokę wewnętrzną z polietylenu. Na powłoce wewnętrznej, w celu uzyskania stałych pojemności zewnętrznych wiązki czwórkowej, dana jest taśma półprzewodząca, a dla zabezpieczenia od uszkodzeń mechanicznych pancerz z drutów stalowych nierdzewnych.

Największą zaletą kabli polietylenowych jest mała wrażliwość na uszkodzenie. Aby jednak uszkodzenia w eksploatacji były rzadkie, izolacja żył musi być bez porów. Jest to bardzo trudne do uzyskania w produkcji przy izolacji o tak cienkich ściankach 0,2 do 0,3 mm i przy dużej szybkości procesu produkcyjnego. Dlatego też materiał wyjściowy musi mieć wysoką jakość, musi być zachowana duża czystość przy produkcji, właściwe chłodzenie itd.

Bardzo duże trudności występują przy lokalizacji miejsc nieszczelności izolacji i to zarówno na odcinkach fabrykacyjnych podczas produkcji jak i na odcinkach montażowych przy montażu kabli. Ponadto przy uszkodzeniu kabla wilgoć dostająca się do kabla szeroko rozprzestrzenia się utrudniając lokalizację uszkodzenia. Wadą opisywanego kabla jest jego zły współczynnik redukcyjny, a więc podatność jego na oddziaływanie linii elektroenergetycznych.

USA na powłokę kabli stosuje od lat polietylen. Znane są dwa rodzaje powłok, zwane w skrócie: "alpeth" i "stalpeth". Powłoka typu "alpeth" jest wykonana przez nałożenie wzdłużnie na owinięty folią z tworzywa sztucznego ośrodek kabla taśmą aluminiowej karbowanej i natry-



śnięcie na nią warstwy polietylenu, Taśma aluminiowa ze względu na mały współczynnik redukcyjny chroni kabel przed zakłóceniami oraz stanowi opancerzenie kabla, a warstwa polietylenu zabezpiecza kabel przed zawilgoconiem i uszkodzeniami mechanicznymi. Powłoka typu "alpeth" jest przeważnie stosowana w kablach o polietylenowej izolacji żył.

Podobną budowę ma powłoka "stalpeth", którą zasadniczo stosuje się w kablach o papierowej izolacji żył. W tym przypadku na nawiniętą bez zakładki taśmę aluminiową nawiniętą jest ocynowana karbowana taśma stalowa zlutowana w miejscach zakładki. Na taśmę stalową natryśnięta jest warstwa polietylenu.

Otrzymana giętkość powłok obu typów jest taka jak przy kablach obożwionych, a znacznie lepsza jak w przypadku kabli w powłoce aluminiowej.

Wszystkie sztuczne tworzywa zagrożone są przez gryzienie. W tym względzie brak dokładnego rozeznania, lecz wydaje się, że PVC jest bardziej zagrożony niż PET. Szczególnie narażone są kable kanałowe i kable ziemne ułożone niedostatecznie głęboko lub ułożone w ziemi nasypowej. Bardziej narażone są kable cienkie, kable zaś o średnicach powyżej 5 cm są dla gryzoni zbyt "płaskie". Przy równoległym układaniu kilku kabli należy je układać możliwie ściśle, blisko siebie. W szczególnie zagrożonych rejonach należy układać kable opancerzone.

## 2.5. Polizobutylen

Innym tworzywem sztucznym, które stosuje się na powłoki kablowe jest polizobutylen. Otrzymuje się go z alkoholi

lu butylowego, jest więc także czystym węglowodorem. Znany jest jako łatwy ciągliwy i łatwo zgrzewalny materiał. Ma on bardzo dobre własności elektryczne, tak że przed wprowadzeniem polietylenu był wykorzystywany jako materiał izolacyjny do kabli wielkich częstotliwości. Jego szczególnie mała przepuszczalność pary wodnej umożliwia wykorzystanie go na powłoki kabli najczęściej w postaci nawiniętych taśm. Stosuje się także w postaci powłok przeciwkorozyjnych na powłokach metalowych i opancerzeniach. Taśmy poliizobutylenowe nawinięte na zakładkę spajają się ze sobą przez odpowiednie dobrany rodzaj polimeryzacji i tworzą szczelną warstwę ochronną. Poliizobutylen ma najmniejszą przepuszczalność pary wodnej ze wszystkich dotychczas znanych tworzyw sztucznych. Tworzywa sztuczne polistyren, polietylen, polichlorek winylu i poliizobutylen mają w dużej części zastosowanie w produkcji kabli i przewodów telekomunikacyjnych, są chemicznie bardzo stałe i mogą być dowolnie barwione, muszą być tylko chronione przed promieniami ultrafioletowymi. Bardzo różnorodne wymagania techniki łączności powodują zastosowanie również innych tworzyw sztucznych, o których poniżej będzie krótka wzmianka.

## 2.6. Inne tworzywa sztuczne

Kauczuk naturalny /poliizopren/ jest to często stosowane tworzywo izolacyjne. Zastosowanie jego ograniczone jest niedostateczną odpornością na światło i wrażliwością na ozon i olej. Lepszy jest pod tym względem kauczuk sztuczny. Osiągane wartości oporności izolacji są jed-

nak małe, tak że konieczne jest przy wymaganiu na oporność izolacji i odporność na światło, ozon i olej, na pracowywanie na żyłę podwójnej warstwy: kauczuku naturalnego i sztucznego.

Politetrafluoroetylen /teflon/ wyróżnia się szczególnie dobrymi własnościami elektrycznymi i mechanicznymi oraz dużą odpornością na temperaturę aż do 300°C. Jest on stosowany głównie do produkcji kabli wielkiej częstotliwości.

W technice kablowej znajdują zastosowanie butylkauczuk, otrzymany w wyniku polimeryzacji z izobutylenem i izoprenem, oraz neopren otrzymany za pomocą polimeryzacji chloroprenu, który jest szczególnie odporny na działanie ozonu, światła, oleju i wysokich temperatur.

Dalszą pozycję zajmuje silikon-kauczuk, który jest stały w dużym zakresie temperatur /od -100 do +200°C/. Na folie i kordle stosowane są także tworzywa sztuczne zwane poliamidami.

W tabelicy 2 podane są produkowane przez firmę Siemens kable i przewody w tworzywach sztucznych.

T a b l i c a 2

Kable i przewody telekomunikacyjne f-my Siemens  
w tworzywach sztucznych

	Izolacja żył	Powłoka
Druty montażowe i linki	Protodur /PVC/	-
Kabel montażowy	Protodur /PVC/	Protodur /PVC/
Sznury telefoniczne	Protodur /PVC/	Protodur /PVC/

	Izolacja żył	Powłoka
Przewody kamerowe	Protodur /PVC/	Protodur /PVC/
Kable oponowe	Protodur /PVC/	Protodur /PVC/
Kable wewnętrzne	Protodur /PVC/	Protodur /PVC/
Kable sygnalizacyjne	Protodur /PVC/	Protodur /PVC/
Kable górnicze	Protodur /PVC/	Protodur /PVC/
Kable antenowe w.cz. małej mocy	Polietylen	Protodur /PVC/
Kable antenowe w.cz. dużej mocy	Polistyren	Polietylen
Przewody do połączeń wyrównawczych	Silikon /sinotherm/	Silikon
Kabel miejscowy, okrągowy i daleko- siężny	Papier	Ołów + Protodur /PVC/
Kabel miejscowy, okrągowy i daleko- siężny	Papier	Aluminium + Pro- todur /PVC/
Kabel miejscowy, okrągowy i daleko- siężny	Polietylen	Polietylen
Kabel miejscowy, okrągowy i daleko- siężny	Papier	Poliizobutylen
Kabel miejscowy, okrągowy i daleko- siężny	Polietylen piankowy	Polietylen
Kabel miejscowy, okrągowy i daleko- siężny	Polietylen	Alpeth /Polietylen/
Kabel miejscowy, okrągowy i daleko- siężny	Polietylen piankowy	Alpeth /Polietylen/

	Izolacja żył	Powłoka
Kabel miejscowy, okręgowy i daleko-siężny	Papier	Stalpeth /Polietylen/

### KABLE I PRZEWODY TELEFONICZNE W IZOLACJI I POWŁOCE Z TWORZYW SZTUCZNYCH STOSOWANE W SIECI MIEJSKIEJ<sup>1/</sup>

Wolfgang Müller und Emil Wägle. Kunststoff-Fernsprechkabel und -leitungen in Stadtnetzanlagen. Siemens Zeitschrift Nr 3/1958 r str. 158-161.

Eksploatacja i czas pracy kabli i przewodów telefonicznych zależy w dużym stopniu od użytych materiałów. Od kilku lat stosowane są kable i przewody w izolacji z tworzyw sztucznych odpornych na wpływy atmosferyczne i korozję. Podstawowymi tworzywami sztucznymi termoplastycznymi stosowanymi do kabli i przewodów są: polietylen/PET/ i polichlorek winylu /PVC/. PVC stosowany jest na izolację: przewodów i kabli rozdzielczych i wewnętrznych oraz na ich powłoki.

Do izolacji przewodów instalowanych na zewnątrz bu-

<sup>1/</sup> Na podstawie oryginału opracował E. Nachiło.

dynków stosuje się gumę i ponadto powłokę z neoprenu. Zakończenia kabli i przewodów w izolacji z tworzyw sztucznych nie wymagają specjalnych zabezpieczeń przed zawilgoceniem, są więc prostsze i tańsze niż przy kablach i przewodach w izolacji papierowej i bawełnianej.

Przy kablach w tworzywach sztucznych nie stosuje się lamp lutowniczych i palników gazowych do podgrzewania mas i syciw do zalewania złączy.

#### Kable i przewody abonenckie

Od puszki rozdzielczej rozprowadzane są przewody abonenckie. Puszki są zamocowywane na ścianach domów, masztach stalowych i betonowych, w punktach rozdzielczych biur itp.

Na ścianach zamocowuje się przewód abonencki typu YZ 1 x 2 x 0,6<sup>1/</sup>. Izolacja żył i powłoka wykonana jest z PVC w jednym procesie produkcyjnym. Oporność izolacji między żyłami wynosi 100 MΩ.km przy 20°C. Przewody te są zamocowywane na ścianach za pomocą skobelków z tworzyw sztucznych, praktyczniejszych od stosowanych poprzednio skobelków blaszanych.

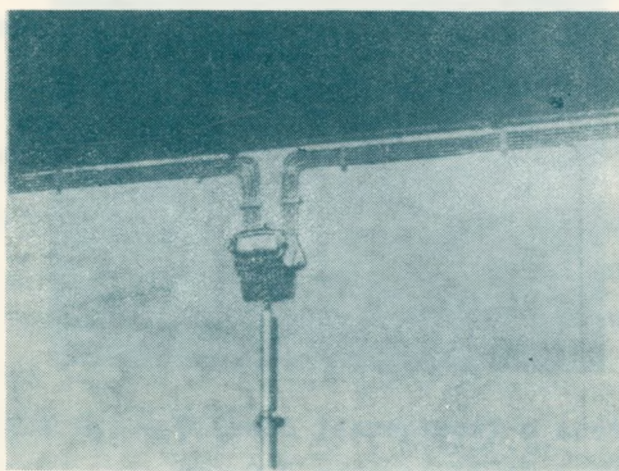
Do ułożenia w ziemi na niedługi okres czasu w dzielnicach willowych stosuje się kabel typu Lu YZ 1 x 2 x 0,6 o izolacji z PET i powłoce z PVC. Kabel jest przykrywany cegłami lub płytami betonowymi tylko w miejscach zagrożonych, np. przy przejściu pod drogami. Mon-

---

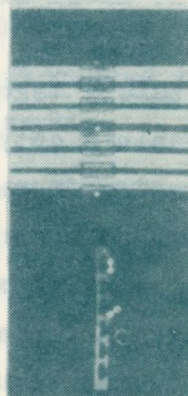
<sup>1/</sup>Objaśnienie oznaczeń podane jest na końcu artykułu.

taż tego typu kabla jest prostszy niż kabli starego typu.

Kable abonenckie samowiszące stosuje się poza obrębem miasta, od puszki rozdzielczej metalowej lub z tworzywa sztucznego /rys. 1/ do głowicy z zaciskami wewnątrz budynku. Zalewanie puszek masą wewnątrz nie jest konieczne.

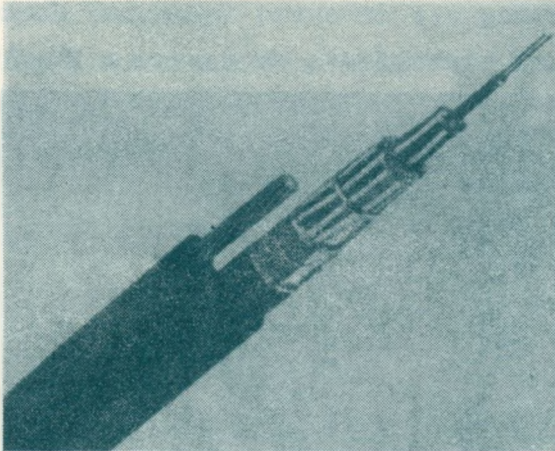


Rys. 1. Puszka kablowa rozdzielcza z tworzywa sztucznego do podłączenia kabla w izolacji i powłoce z tworzywa sztucznego



Kable napowietrzne typu YZ 1 x 2 x 0,6 i YZ 1 x 2 x x 1,0 Bz są zawieszane na linie nośnej za pomocą wieszaków z tworzywa izolacyjnego. Długość przęsła dla kabla pierwszego typu wynosi 20 m, a dla drugiego typu 80 m,

Kable napowietrzne wykonuje się także z linką nośną z ocynkowanych drutów stalowych jako kable samowiszące /rys. 2/. Linka jest w powłoce z PVC, połączonej z powłoką kabla z tego samego tworzywa. Długość przęsła wy-



Rys. 2. Kabel samowiszący w izolacji i powłoce z tworzywa sztucznego z linką wiszącą

nosi 80 m. Zalety tego rodzaju kabli i zawieszania ich są w porównaniu z dotychczas stosowanymi kablami samowiszącymi następujące: duża stałość parametrów kabla w czasie, dobra ochrona przeciwkorozyjna, mniejsze zagrożenie kabla od wyładowań atmosferycznych, krótki czas zawieszania kabla, nieznaczne osiadanie sadzi oraz bezpośrednia i łatwa regulacja naciągu linki. Kable samo-



wiszące są zabezpieczone przed wyładowaniami atmosferycznymi za pomocą ochronników umieszczanych w skrzynce na słupie kablowym.

Do montażu wewnątrz budynków używa się przewodów abonenckich typu IYZ 1 x 2 x 0,6 oraz wieloparowe przewody typu IYYe i IY/St/Y w izolacji z tworzyw sztucznych. Twarda izolacja przewodu jednoparowego i jego małe wymiary umożliwiają dogodnie prowadzenie przewodu. Zaciski łączące przewody są przykryte osłonami z tworzywa sztucznego. W dużych budynkach prowadzi się przewody typu IYYe i IY/St/Y w rurach do przełącznic na poszczególnych piętrach. Następnie przewodami małoparowymi do małych przełącznic.

Objaśnienie użytych oznaczeń:

IYZ 1 x 2 x 0,6 - przewód jednoparowy o średnicy żył 0,6 mm w izolacji i powłoce z tworzywa sztucznego z opletem przeciwnaciągowym,

Lu IYZ 1 x 2 x 0,6 - przewód jednoparowy o średnicy żył 0,6 mm w izolacji z emalii i tworzywa sztucznego, w powłoce z tworzywa sztucznego z opletem przeciwnaciągowym,

IY /St/ Y - - przewód wewnętrzny ekranowany w izolacji i powłoce z tworzyw termoplastycznych,

- IYYe - przewód wewnętrzny w izolacji i powłoce z tworzyw sztucznych z żyłą uziemienną /pomocniczą/,
- IYZ 1 x 2 x 0,6 - przewód wewnętrzny jednoparowy o średnicy żył 0,6 mm w izolacji i powłoce z tworzywa sztucznego z opłotem przeciwnaciągowym,
- YZ 1 x 2 x 1,0 Bz - przewód jednoparowy o średnicy żył 1 mm w izolacji z tworzywa sztucznego w utwardzonym opłocie bawełnianym i przeciwnaciągowym.

TELEKOMUNIKACYJNE KABLE STACYJNE  
W IZOLACJI I POWŁOCE Z TWORZYW SZTUCZNYCH<sup>1/</sup>

Hans Neumeier und Rudolf Thomanik. Kunststoff-Schaltkabel für die Nachrichtentechnik. Siemens-Zeitschrift Nr 3/1959 r str. 151-153.

W zależności od wymagań, na dobrą ochronę przed zawilgoceniem i wystarczającą giętkość miały stare kable stacyjne izolację emaliowo-papierową, jedwabno-bawełnianą i jedwabną. Osłona zewnętrzna była wykonana w postaci powłoki ołowianej, obwoju bawełnianego, lub obwoju z celuloиду przesyconego trudno zapalnym syciwem. Takie

<sup>1/</sup> Na podstawie oryginału opracował E. Nachiło.

konstrukcje były odpowiednie do stosowania w krajach o klimacie umiarkowanym.

W krajach o klimacie gorąco-wilgotnym potrzebna była niehigroskopijna izolacja żył. Próbowano impregnować masą izolacyjną otwarte końce kabli o izolacji emaliowo-papierowej i jedwabno-bawełnianej. Nie dało to pożądanego rezultatu - oporność izolacji malała po pewnym czasie. Zastosowanie izolacji z jedwabiu i dwóch warstw emalii znacznie podrożyło kabel. W krajach o klimacie umiarkowanym podczas prac przy kablach stacyjnych powstawały niekiedy, wskutek nieuwagi, pożary powodujące duże straty.

Wobec wyżej wymienionych trudności nasunęła się myśl wykorzystania nowych tworzyw sztucznych termoplastycznych na izolację i powłokę kabli, a w szczególności wzięto pod uwagę niepalny i praktycznie niehigroskopijny polichlorek winylu /PVC/. Było dużo trudności do przewyciężenia w celu wykonania konstrukcji kabli stacyjnych w izolacji i powłoce z PVC o dobrych własnościach elektrycznych i mechanicznych.

Od szeregu lat tego rodzaju kable zostały wypróbowane z dobrym skutkiem w wielu krajach. W Niemczech wyprodukowano kabel stacyjny o średnicy żył 0,6 mm Cu. Żyły są ocynowane, stąd ułatwione jest ich lutowanie. Na żyły jest natryśnięta izolacja, z barwionego polichloroku winylu o grubości 0,2 mm. Żyły w zależności od typu kabla są skręcone w wiązki parowe, trójkowe, czwórkowe i piątkowe. Wiązki są skręcone warstwami w ośrodek kabla. Ośrodek kabla owinięty jest folią z tworzywa sztucz-

nego, na której wzdłuż ośrodka kabla ułożona jest żyła miedziana, następnie nawinięta jest folia aluminiowa i druga warstwa folii z tworzywa sztucznego. Na tak owinięty ośrodek natryśnięta jest powłoka ochronna z polichloroku winylu /PVC/ koloru szarego. Pod powłoką ochronną ułożona jest nitka z perlonu służąca do rozrywania powłoki przy montażu kabla.

Duże znaczenie dla kabli stacyjnych ma oznaczenie żył w kablu. Przy produkcji kabli w izolacji emaliowo-papierowej oznaczono żyły przez owinięcie kolorowymi niciami. Ten sposób nie może być przyjęty przy izolacji żył z PVC, gdyż nici przesuwają się po śliskiej powierzchni izolacji.

Oprócz tego, do budowy ośrodka nowego typu kabli powinny być użyte tworzywa mało higroskopijne. Przyjęto oznaczać żyły za pomocą kolorowego nadruku spiralnego lub pierścieniowego na izolacji, natryśniętego równomiernie przy użyciu mieszanki farb podstawowych. Farby zostały tak dobrane, aby nie oddziaływały szkodliwie na mechaniczne i elektryczne właściwości izolacji z PVC. Oznaczanie farbami było trudnym procesem chemicznym i fabrykacyjnym, lecz zostało pomyślnie rozwiązane. Oznaczenie żył jest wyraziste, także wykluczona jest możliwość złego rozróżnienia żył podczas montażu kabli. Oznaczanie żył za pomocą nadruku farb zamiast nici jest bardzo korzystne do uzyskania lepszej konstrukcji wiązek, w związku z czym zmniejszają się sprzężenia między torami oraz niesymetria torów.

Wiadomo jest, że mieszanki PVC są trudne zapalne i

praktycznie biorąc niepalne. Mieszanka PVC używana na izolację żył i powłokę zewnętrzną nie rozprzestrzenia więc ognia w przypadku powstania pożaru. Dalsza korzyść polega na tym, że tworzywo PVC jest chemicznie odporne na większość chemikalii; żyły nie podlegają korozji i w eksploatacji zachowują swoje dobre właściwości mechaniczne i elektryczne.

Udało się także otrzymać tak małą grubość izolacji żył oraz grubość owinięcia ośrodka i powłoki zewnętrznej, że przekroje zewnętrzne kabli stacyjnych w izolacji i powłoce z tworzywa sztucznego nie są większe niż przekroje starych kabli stacyjnych w izolacji emaliowo-papierowej i w oplocie.

Łatwiej jest również, dzięki gładkiej powierzchni powłoki zewnętrznej oczyścić kabel z osiadającego brudu i kurzu i utrzymać w czystości niż kabel w oplocie.

Szczególnie ułatwione są prace przy montażu nowych kabli stacyjnych. Wskutek gładkiej powierzchni powłoki zewnętrznej dają się one dobrze układać i wciągać. Izolacja z PVC łatwo daje się zdejmować z żyły. W przeciwieństwie do izolacji emaliowo-papierowej izolacja z PVC dobrze przylega do żyły. Dzięki małej higroskopijności izolacji z PVC końce kabli nie są nasycane syciwem, natomiast końce kabli w izolacji emaliowo-papierowej są nasycane, wskutek czego barwy nici i taśm papierowych służących do oznaczania żył tracą swoją wyrazistość. Zakończenia kabli w powłoce z PVC można łatwiej i czyściej formować niż starych kabli. Lutowanie żył jest też ułatwione w porównaniu z żyłami emaliowanymi. Ułatwie-

nie i mniejsza pracochłonność przy montażu kabli w izolacji i powłoce z PVC wiąże się ze znaczną obniżką kosztów montażu.

Własności elektryczne kabli stacyjnych w izolacji i powłoce z PVC odpowiadają normie na kable stacyjne w izolacji emaliowo-papierowej a częściowo są znacznie korzystniejsze. Mimo małej grubości izolacji oporność izolacji jest duża i w wielu przypadkach wynosi kilkaset do tysiąca  $M\Omega \cdot km$ , przy  $20^{\circ}C$ , przy czym nie otrzymuje się wartości mniejszych niż  $100 M\Omega \cdot km$ .

Wystarczająco duża wartość oporności izolacji utrzymuje się mimo niesprzyjających warunków klimatycznych i temperaturowych.

Ważnym zagadnieniem przy produkcji tego typu kabli jest uzyskanie odpowiednio małych sprzężeń pojemnościowych. Współosiowe i równomierne natryśnięcie termoplastycznego tworzywa sztucznego na żyłę miedzianą wymaga dużych technicznych umiejętności. Trzeba było dużego wysiłku, aby ten proces produkcyjny tak opracować, żeby otrzymać tak małe sprzężenia pojemnościowe jak w kablach o izolacji emaliowo-papierowej.

Podsumowując można więc powiedzieć, że kable stacyjne w izolacji i powłoce z tworzyw sztucznych mają lepsze własności mechaniczne i stabilniejsze wartości elektryczne oraz można je szybciej i łatwiej montować niż kable starego typu.

OSŁONY OCHRONNE NA KABLACH<sup>1/</sup>

Friedrich Sandmeier: Kabelschutzhüllen  
Technische Mitteilungen PIT nr 8/58,  
str. 306-327.

## 1. OŁÓW JAKO MATERIAŁ NA POWŁOKI KABLOWE

Szybki rozwój techniki kablowej rozpoczął się po skonstruowaniu /w roku 1872/ przez Francois Bord prasy do obożowania kabli. Prasa ta umożliwiła otoczenie ośrodka ściśle przylegającą i całkowicie nieprzenikliwą dla wody i powietrza powłoką metalową. Z całego szeregu metali był i jest obecnie brany pod uwagę tylko ołów, gdyż żaden inny metal nie posiada wymaganej przy tym procesie fabrykacyjnym plastyczności.

Spośród metali nieszlachetnych ołów jest jednym z bardziej odpornych na działania chemiczne. Jednakże doświadczenia ze stosowaniem ołowiu na powłoki ołowiane kabli wypadły niezbyt pomyślnie. Statystyki podają, że niektóre kable, już w dwa lata po ich ułożeniu w ziemi, nie nadają się do eksploatacji z powodu uszkodzeń powłoki ołowianej przez korozję i że wobec tego muszą być one przed tymi uszkodzeniami zabezpieczone.

---

<sup>1/</sup> Na podstawie oryginału opracował H. Pomirski.

## 2. ZABEZPIECZANIE KABLI ZA POMOCĄ OSŁON PRZECIWKOROZYJNYCH

Konieczność zabezpieczania kabli przed uszkodzeniami korozyjnymi powstała już na samym początku rozwoju techniki kablowej. Podczas dziesiątków lat robiono w tej dziedzinie wszystko co było wówczas możliwe i co uważano za najbardziej celowe. Przeważnie owijano kable taśmą lub przędzą z materiałów włóknistych /najczęściej jutową lub papierem/, tak jak to było praktykowane przy rurach gazowych i wodociągowych i z podobnym skutkiem; w krótszym lub dłuższym czasie po ułożeniu w ziemi kable ulegały korozji.

Nie brakowało, oczywiście, pomysłów w sprawie zwiększenia skuteczności i pewności działania osłon ochronnych. Z punktu widzenia czysto technicznego dobra osłona ochronna nie jest trudna do zrealizowania, lecz przeważały tu względy ekonomiczne: koszty osłony byłyby w rażącej dysproporcji z kosztami fabrykacji kabli, szczególnie przy kablach cienkich, których ilość w teletechnice przeważa. Tym się prawdopodobnie tłumaczy, że jeszcze dotychczas stosowane są antyczne metody owijania kabli gołych jedną lub dwiema warstwami sznurków jutowych lub papierowych, dobrze przesyconych substancjami bitumicznymi lub gudronami.

## 3. WYMAGANIA STAWIANE PRZECIWKOROZYJNYM OSŁONOM OCHRONNYM

Wymagania stawiane przeciwkorozyjnym osłonom ochronnym wynikają w pierwszej linii z warunków, w jakich po-



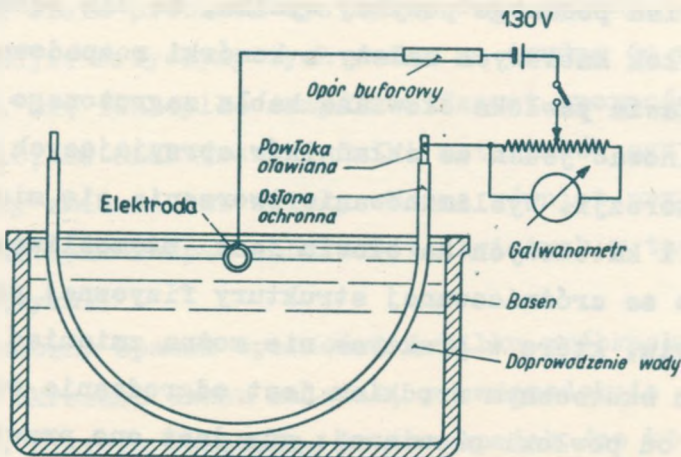
wstaje i w jakich się rozwija korozyja. Przypomnijmy, że w przypadku samokorozji, powstającej na skutek tworzenia się ogniw galwanicznych pomiędzy cząsteczkami anodowymi i katodowymi powierzchni powłoki ołowianej, ołów odkłada się na anodzie. Ogniwo galwaniczne oprócz anody i katody zawiera ciecz /elektrolit/ łączącą anodę z katodą. Wreszcie do trwałego działania "ogniwa korozyjnego" potrzebny jest tlen /powietrze/. W przypadku korozyji kabli rolę elektrolitu odgrywają wody gruntowe, działanie których wzmacniają rozpuszczone w nich kwasy, zasady i sole, które przeniknęły do gleby. Przy korozyji powodowanej prądami obcymi /prądami błądzącymi/, zwanej również korozyją elektrolityczną, która z punktu widzenia elektrochemicznego, różni się od samokorozji tylko wielkościami występujących napięć i prądów, powłoka kabla może być na dużych długościach spolaryzowana anodowo w stosunku do prądu obcego, jeżeli jest ona z tym źródłem połączona za pośrednictwem wody gruntowej.

Z opisu podanego powyżej wynika, że dla ochrony biernej powłok kablowych należy z komórki rozpadowej, jaką przedstawia powłoka ołowiana kabla zagrożonego korozyją, wyeliminować jeden ze składników sprzyjających powstawaniu korozyji. Wyeliminowanie tworzenia się miejsc anodowych i katodowych na ołowiu jest niemożliwe; pochodzi one ze zróżnicowanej struktury fizycznej powierzchni ołowiu, którą w praktyce nie można zmieniać dowolnie. Jedynym skutecznym środkiem jest odgrodzenie wód gruntowych od powłoki ołowianej; gdy jest ono prawidłowo wykonane, to tlen również jest odgrodzony od powłoki. Sto-

pień doskonałości wykonania tych czynności stanowi miarę skuteczności zabezpieczenia przeciwko samokorozji. Przy ochronie przeciwko korozji powodowanej prądami błądzącymi dochodzi jeszcze wymaganie, aby warstwa ochronna stanowiła dobrą izolację elektryczną.

#### 4. BADANIA RÓŻNYCH RODZAJÓW OSŁON OCHRONNYCH

Istnieją w fizyce dokładne metody określania stopnia przenikalności wody w różnych materiałach przemysłowych. Metody te nie dają się zastosować w omawianym przypadku, gdyż mamy tu do czynienia z osłonami dosyć grubymi, często złożonymi z wielu warstw różnorodnych materiałów. Poza tym badania powinny być przeprowadzone w warunkach możliwie zbliżonych do występujących w praktyce i wykonane na gotowych kablach. Z tych względów do przeprowadzenia badań i prób zastosowano układ pomiarowy przedstawiony na rysunku.



Schemat układu pomiarowego

Długość próbek wynosiła ok. 1,5 m. Basen napełniany był wodą z sieci wodociągowej. Za kryterium przenikania i rozprzestrzeniania się wody w materiałach tworzących osłonę uważana była oporność izolacji tych materiałów mierzona prądem stałym.

Pomiary wykonywane były: bezpośrednio po zanurzeniu próbki, następnie po 1, 3, 4, 5 lub 6 godzinach, wreszcie po 10, 24, 72, 96, 144 i 168 godzinach oraz w końcu każdego tygodnia. Każdego miesiąca woda była wypompowywana i basen napełniano świeżą wodą. Temperatura wody utrzymywana była w granicach  $20 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ . Zbadanych było 29 próbek /oznaczonych numerami od 1 do 29/ o różnych rodzajach osłon ochronnych.

## 5. ZACHOWANIE SIĘ PRÓBEK PODCZAS DŁUGOTRWAŁYCH BADAN I PRÓB

### 5.1. Uwagi ogólne

Na wielu próbkach wystąpiły duże zmiany oporności izolacji. Przyczyny tych zmian są trudne do ustalenia: można się ich tylko domyślać. Wzrost oporności pozwala sądzić, że niektóre składniki materiałów syntetycznych uległy zmianie lub znikły. Można również przypuszczać, że nastąpił rozpad substancji kleistych w taśmach samoklejących.

Znaczny spadek oporności w kilku próbkach w określonych okresach czasu zależał, prawdopodobnie od temperatury. Wykresy wskazują, że ten spadek /po którym zwykle następował wzrost/ występował głównie w lipcu i w sierp-

niu. Niektóre próbki nie wykazywały żadnych zmian. Występujące zmiany nie miały większego wpływu na końcowy wynik.

## 5.2. Poszczególne próbki

W artykule podanych jest szereg krzywych charakteryzujących przebieg oporności izolacji poszczególnych próbek w czasie długotrwałych prób.

Przy ocenie rezultatów należy pamiętać, że w stanie suchym wszystkie próbki wykazywały oporność izolacji dobrą lub bardzo dobrą. Spadek izolacji do wartości bardzo małych wskazuje, że woda przeniknęła przez osłonę i zwilżyła powłokę kabla w pewnych punktach lub na większej powierzchni.

Na podstawie wyników pomiarów można badane osłony podzielić na pięć grup.

1. Osłony, których oporność izolacji zmniejsza się bardzo szybko do wartości bliskiej zera, a więc przepuszczające wodę w ciągu bardzo krótkiego czasu.
2. Osłony, które nie przepuszczają wody w czasie nieco dłuższym, lecz nie wystarczającym.
3. Osłony, które nie wykazują zbyt dużej oporności izolacji, lecz utrzymują ją przez czas dłuższy i prawdopodobnie mogą być jeszcze ulepszone.
4. Osłony, których oporność izolacji początkowo nie jest zbyt duża, lecz wzrasta z biegiem czasu.

5. Osłony, których oporność izolacji od początku do końca próby jest duża i nie zmienia się z biegiem czasu.

Do grupy pierwszej należą próbki: nr 4 - z osłoną typu "Sandwich", nr 5 - z osłoną z taśmy polietylenowej, nr nr 6, 7, 8 - owinięte i asfaltowane wg przepisów poczty szwajcarskiej, nr 11 - owinięta taśmą "Szkocką 21", nr nr 21, 22, 23 - pokryte warstwą bitumów i "uzbrojone" przedzą szklaną, nr 24 - pokryta warstwą farby i nr 26 - owinięta taśmą "Denso".

Przy osłonie typu "Sandwich" /warstwa smoły, taśma bawełniana, warstwa smoły, taśma bawełniana, warstwa juty/ powłoka ołowiana została zawilgocona po 2 1/2 latach.

Miejsca styku zwojów w osłonie z taśmy polietylenowej były prawdopodobnie, pomimo spawania nieszczelne, gdyż jak wiadomo polietylen jest całkowicie nieprzemakalny.

Wyniki otrzymane na próbkach 6, 7, 8 potwierdzają to, co od dawna jest znane, a mianowicie, że osłony tego rodzaju, pomimo przepisowego asfaltowania, nie stanowią istotnego zabezpieczenia przeciwko korozi.

Zachowanie się próbki nr 24 wskazuje, że warstwa farby odpowiednio nałożona na kabel może go chronić /podobnie jak inne obiekty/ od korozi. Na badanej próbce warstwa farby była jednak zbyt cienka.

Można było również przewidywać niepowodzenie taśmy "Denso". Taśma zrobiona jest ze wstęgi bawełnianej zbyt cienkiej, przesyconej masą podobną do wazeliny. Tego

rodzaju taśmy nie mogą przez dłuższy czas przeszkadzać przenikaniu wody.

Grupa 2 zawiera próbki nr nr 12, 13, 14 owinięte taśmą "Scotch 22" i próbki nr nr 20a i 20b owinięte taśmą izolacyjną "Coroplast". Powłoka ołowiana wszystkich próbek uległa zawilgoceniu po upływie 2,1/2 lat. Wydaje się, że trudno jest skutecznie zabezpieczyć kabel za pomocą kilku warstw taśmy nawijanej ręcznie, nawet przy użyciu taśmy samoklejącej.

Grupa 3. W grupie tej znajdują się próbki nr nr 1 i 2 - owinięte taśmą "Polymet", próbka nr 9 - owinięta maszynowo dwiema warstwami taśmy "Scotch 22", próbka nr 10c - w osłonie z plastyku ściśle przylegającego do powłoki, nr 16 - w owinięciu z "Plastosynu" bez spoin, nr 18 - w owinięciu z PCW bez spoin, nr 19 - w powłoce z PCW i nr 20c - w potrójnym owinięciu taśmą "Coroplast".

Wyniki badań próbek tej grupy wskazują, że nawijając wystarczająco dużą ilość warstw z taśmy samoklejącej, prawdopodobnie można będzie uzyskać skuteczną ochronę przeciwko korozji, lecz że najskuteczniejszą i najtrwalszą ochronę dają osłony bez spoin.

Grupa 4. Grupa ta zawiera próbki z osłonami bez spoin wykonane bądź z materiału plastycznego, ściśle przylegającego do powłoki, bądź z "Plastosynu", albo osłony /względnie powłoki/ z PCW lub neoprenu, lub lakieru "Duralon".

Uderzające jest w tej grupie, że z dziesięciu próbek, sześć wykazało znaczny wzrost oporności izolacji podczas długotrwałych prób, niektóre już po jednej godzi-

nie od chwili zanurzenia w wodzie inne po 10 lub 25 godzinach, a nawet po kilku dniach lub tygodniach. Odnosi się to głównie do osłon o podłożu z polichlorku winylu /PCW/. Takie zachowanie się próbek wskazuje, że materiały o podłożu z PCW stają się w glebie wilgotnej coraz bardziej odporne na przenikanie wilgoci - właściwość bardzo cenna dla materiałów stosowanych w osłonach przeciwkorozyjnych.

Grupa 5. Grupa ta obejmuje tylko dwie próbki, obie w osłonach polietylenowych bez szwu. Oporność izolacji tych próbek /pochodzących z różnych fabryk/ nie zmieniła się podczas całego okresu badań i była tak duża, że nie można było jej dokładnie zmierzyć będącą w rozporządzeniu aparaturą pomiarową. Polietylen, którego nieprzemakalność jest od dawna znana, jest więc idealnym materiałem ochronnym przeciw korozji.

## 6. ODDZIAŁYWANIE OSŁONY NA OŁOWIANĄ POWŁOKĘ KABLA

Osłona powinna być nie tylko nieprzenikliwa dla wilgoci, lecz również nie powinna atakować ołowianej powłoki kabla. To drugie wymaganie nie jest jednak spełniane przez wiele badanych osłon, chociaż spełniają one wymagania pierwsze. Dotyczy to przede wszystkim osłon z polichlorku winylu. Nie ustalono dotychczas, czy przyczyną jest sam polichlorek winylu, czy też plastyfikatory, stabilizatory, materiały barwiące lub klejące. Jedno jest pewne: powłoka była atakowana.

Na niektórych próbkach atak nie szedł zbyt głęboko, na innych nieco głębiej. Produktem korozji był w przeważającej ilości tlenek ołowiu.

Na wzorku pokrytym czerwonym "plartosynem" korozja wystąpiła w postaci pęcherzy. Rozpad był połączony z wydzielaniem się gazów. Można by łatwo zabezpieczyć powłokę kabla przeciwko atakom PCW w podobny sposób jak zabezpiecza się druty miedziane przeciwko atakom siarki, którą zawiera guma wulkanizowana, tj. przez owinięcie drutu miedzianego np. przędzą lub taśmą bawełnianą, albo taśmą z celofanu lub polietylenu.

Fotografie zamieszczone w artykule wskazują, że powłoka kablowa pokryta warstwą ochronną "Polymet", "Sandwich" lub polietylenem nie wykazuje żadnych śladów ataków korozji. Pierwszą /licząc od powłoki kabla/ warstwa ochrony "Sandwich" pozostawiła wprawdzie pewne ślady na ołowiu. Nie są to jednak ślady korozji lecz ciemnawe zabarwienie, jakie często spotyka się na kablach obożowionych, owiniętych taśmami papierowymi i jutą, i ułożonych w ziemi. Jest to jednak znak, że korozja może się rozpocząć z chwilą, gdy zaistnieją niezbędne ku temu warunki - agresywność środowiska i obecność tlenu.

## 7. TRWAŁOŚĆ OSŁON

Materiał przeznaczony na osłony ochronne powinien być odporny na działanie wilgoci zawartej w glebie. Wiadomo jest, że osłony z juty, konopi i bawełny rozpadają się w ziemi dosyć szybko, pomimo że są impregnowane.

W próbkach z osłonami typu "Polymet" i "Sandwich"



materiał impregnujący jutę spowodował powstanie pęcherzy wypełnionych wodą. Tę "hydrofilię" trudno oczywiście poczytywać za zaletę, aczkolwiek powstanie pęcherzy nie wywarło ujemnego wpływu na nieprzenikalność osłony.

Pęcherzyki powstały również na próbce, której powłoka ołowiana była pokryta warstwą farby "Vinyl Clad". Pod pęcherzykami stwierdzono małe wgłębienia, spowodowane korozją. Po dłuższym przebywaniu próbek w wodzie barwy osłon z PCW /biała i kolorowa/ uległy zmianie. Na osłonie "Coroplast" substancja klejąca /normalnie bezbarwna/ stała się biała i przezroczysta. Zmiana barw nastąpiła wskutek absorpcji wody; zmiany te znikły po wysuszeniu próbek. Po odwinieciu taśm "Coroplast" cienka warstewka wody pomiędzy taśmami była widoczna i wyczuwalna przy dotyku.

## 8, WNIOSKI

Wyniki długotrwałych badań osłon ochronnych kabli nie umożliwiają podania jakiejś uniwersalnej recepty na osłonę, która byłaby tania i działała skutecznie przez długi okres czasu. Nie wszystkie wyniki producentów dążące do wyprodukowania osłon nie przenikliwych dla wody zostały uwieńczone powodzeniem. Stwierdzenia podane poniżej mogą jednak służyć za wytyczne.

1. Obwój złożony z małej ilości warstw sklejonych za pomocą bitumów, gudronów lub właściwych klejów przeznaczonych dla pomieszczeń suchych nie stanowi dostatecznego zabezpieczenia przeciwko korozji.

2. Obwój taśmowy może stanowić skuteczną ochronę przeciw korozji, o ile ilość warstw jest dostatecznie duża; jako minimum można uważać trzy warstwy.
3. Obydwa sposoby owijania: "na zakładkę" i "na spoiny" są równoważne.
4. Taśmy i substancje klejące muszą być trwale odporne na wodę.
5. Najlepszą gwarancją skutecznej i długotrwałej ochrony dają warstwy bez szwów, natryśnięte lub naprasowane na powłokę ołowianą.
6. Jest oczywiste, że używane na warstwy ochronne materiały nie powinny szkodliwie działać na ołów; powinny one również posiadać dostateczną odporność na destrukcyjny wpływ wód gruntowych. Jeśli jakiś materiał, poza szkodliwym oddziaływaniem na ołów, posiada wszystkie inne cechy kwalifikujące go do użycia na osłonę ochronną, to agresywność jego w stosunku do ołowiu może być usunięta przez owinięcie powłoki ołowianej przedzą lub taśmą z materiału nie atakującego ołowiu.

#### 9. UWAGA KONCOWA

W przeprowadzonych próbach nie brano pod uwagę: wytrzymałości, plastyczności, odporności przeciwko rozpuszczalnikom, bakteriom, grzybkom, czułości na prąd stały, topliwości, palności, szkodliwości dla zdrowia ani też możliwości racjonalnej produkcji osłon.

SPAJANIE POWŁOK POLIETYLENOWYCH  
W KABLACH TELEKOMUNIKACYJNYCH<sup>1/</sup>

Egid Kraus Schweissen der Polyäthylene - Mäntel von Nachrichtenkabeln. Siemens Zeitschrift Nr 4/1961 r. str. 251-252.

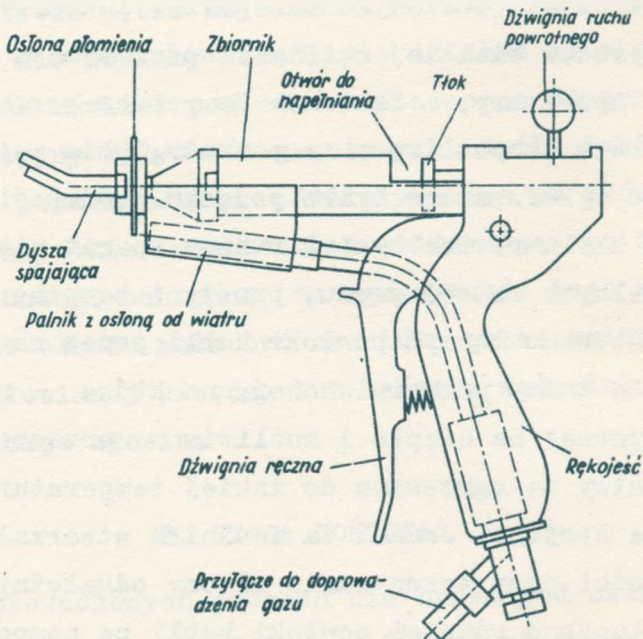
W związku z zastosowaniem polietylenu na izolację i powłoki kabli powstała konieczność opracowania metody spajania powłok polietylenowych przy montażu kabla. Znamy metoda łączenia polietylenu z polietylenem przy wykorzystaniu prądów wielkiej częstotliwości wymaga bardzo kosztownej aparatury, a łączenie za pomocą gorącego gazu jest bardzo kłopotliwe przy montażu. Obie metody mogą więc być wykorzystane tylko podczas produkcji kabli. Do montażu kabli potrzebny był ręczny aparat niewymagający oddzielnych źródeł prądu, prosty i bezpieczny w użyciu. Próbowano łączyć powłoki kabli przez nawinięcie kilku warstw taśmy polietylenowej, na które nawijano warstwę odpornej na ciepło i możliwie przezroczystej taśmy. Warstwy te ogrzewano do takiej temperatury, aż zostaną one spojone. Jednak ta technika stwarzała bardzo duże trudności przy wykonywaniu złączy odgałęźnych kilku kabli. Łączono również powłoki kabli za pomocą spawarek ostrzowych, spawając dwudzielne mufy wraz z powłoką.

---

<sup>1/</sup> Na podstawie oryginału opracował E. Nachiło.

Powierzchnie spajane w rozgrzanym stanie stykano ze sobą i dociskano. Bardzo żmudne było jednak poprawianie źle wykonanych złączy. Znana jest metoda łączenia polegająca na spajaniu powłoki na styk. Wykorzystany jest do tego palnik propanowy lub kolba lutownicza.

Ostatnio wynaleziono bardzo praktyczne nowe urządzenie do spajania powłok kabli. Schemat urządzenia podany jest na rysunku. Urządzenie jest pewnego rodzaju małą, ręczną, w kształcie pistoletu tłoczną tworzywa sztucz-



nego. Zasadniczymi częściami składowymi są: zbiornik z otworem do ładowania materiału do spajania, tłok z mechanizmem uruchamiającym, palnik podgrzewający i dysza

spajająca. Jako materiał spajający stosowany jest polietylen doprowadzony do stanu ciekłego przez podgrzanie palnikiem propanowym. Polietylen ładuje się do zbiornika w postaci odpowiednio ukształtowanych rolek. Jeden ładunek wystarczy na wykonanie szwu o długości ok. 50 cm. Zasób ciepła w polietylenie i ciśnienie, pod jakim jest on wytłaczany, pozwalają bez zarzutu spajać powłoki. Dysza spajająca jest tak wykonana, że można spajać na zakładkę. Proces nakładania szwu odbywa się następująco: po nagraniu polietylenu za pomocą palnika naciska się dźwignię ręczną i polietylen zostaje wytłoczony z dyszy. W tłoku znajduje się sprężyna, która przenosi siłę nacisku dźwigni na tłok, dzięki czemu polietylen wypływa w sposób równomierny z dyszy. W celu uniknięcia przegrzania polietylenu palnik daje stosunkowo mały płomień osłonięty od wiatru specjalną osłoną. Polietylen znajdujący się w zbiorniku jest chroniony przed dopływem powietrza, przy umiejętnym więc spajaniu szew nie jest narażony na utlenianie. Prędkość spajania wynosi ok. 10 cm/min w zależności od grubości szwu.

