

1 9 6 5

Nr 3 (42)

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI

WARSZAWA — MIEDZESZYN

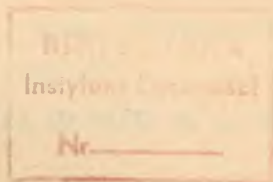
PRZEGLĄD ZAGADNIEN ŁĄCZNOŚCI



Instytut Łączności
Nr



PRZEGLĄD ZAGADNIENI ŁĄCZNOŚCI



1965

ROK 5

WARSZAWA 1965

NR 3(42)

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI

Ośrodek Informacji Techniczno-Ekonomicznej

Kolegium Redakcyjne:

Przewodniczący - mgr inż. Zenon Szpigler
Z-ca Przewodniczącego - mgr inż. Władysław Cetner

Członkowie:

mgr inż. Władysław Adaszewski, inż. Edmund Janowski,
prof. Stefan Jasiński, mgr inż. Stanisław Kobus,
mgr inż. Adam Moniuszko, mgr inż. Józef Możejko,
mgr Zofia Życińska

Sekretarz Redakcji - Irena Kulko

Adres Redakcji:

Instytut Łączności

Ośrodek

Informacji Techniczno-Ekonomicznej

Warszawa-Miedzeszyn, ul. Szachowa 1

NA PRAWACH RĘKOPISU - DO UŻYTKU SŁUŻBOWEGO

Redaktor: J. Borkowska

Montaż tekstu: B. Drabik

**Dział Wydawniczy OKW Instytutu Łączności
Format B5. Nakład 650. Druk ukończono
w sierpniu 1965 r.**

**PRZEGLĄD
ZAGADNIENÍ ŁĄCZNOŚCI**

Łączenie kabli

SPIS TREŚCI

Str.

Cyryl Niewiadomski - Łączenie telefonicznych kabli miejscowych o izolacji i powłoce z tworzyw termoplastycznych 1

Cyryl Niewiadomski

ŁĄCZENIE TELEFONICZNYCH KABLI MIEJSCOWYCH O IZOLACJI I POWŁOCE Z TWORZYW TERMOPLASTYCZNYCH

1. WSTĘP

Wskutek wyczerpywania się u nas w kraju rud ołowio-
nośnych wzrost produkcji ołowiu jest coraz mniejszy niż
wzrost jego zapotrzebowania, wobec czego ołów staje się
coraz bardziej deficytowym materiałem. Taki stan zmusza,
w celu uniknięcia importu ołowiu, do zastępowania go in-
nymi tworzywami, przede wszystkim w wyrobach nadających
się do tego, aby w taki sposób zapewnić dysponowanie o-
łowiem do tych wyrobów, w których, jak na przykład w a-
kumulatorach kwasowych, zastąpienie jego nie jest moż-
liwe.

Z tych właśnie względów w naszym przemyśle kablowym
planowane jest zastępowanie w szerokiej skali kabli o
powłoce ołowianej kablami o powłoce aluminiowej lub o
powłoce z tworzyw termoplastycznych. I tak planuje się
między innymi, że telefoniczne kable instalacyjne oraz
kable zakończeniowe mają być produkowane wyłącznie o i-
zolacji i powłoce z polwinitu, podczas gdy telefoniczne
kable miejscowe mają być produkowane w przeważającej
mierze o izolacji z polietylenu i powłoce dwuwarstwowej
z polietylenu i polwinitu oraz częściowo o izolacji pa-
pierowej i powłoce aluminiowej. Tylko telefoniczne ka-

ble dalekosiężne będą produkowane wyłącznie o powłoce ołowianej wobec wymaganej, szczególnie dużej niezawodności tych kabli.

Produkcja kabli miejscowych o izolacji i powłoce z tworzyw termoplastycznych, mających do 50 czwórek, miała być uruchomiona już w 1965 r. Uruchomienie tej produkcji nie nastąpiło jednakże dotychczas wskutek konieczności importowania suspensyjnego polichloroku winylu i polietyleny z powodu opóźniającego się uruchomienia ich produkcji w kraju oraz z powodu stale niedostatecznego wyposażenia w wyłaczarki tworzyw termoplastycznych w przemyśle kablowym. Tym niemniej można spodziewać się, że powyższa sytuacja powinna radykalnie zmienić się w najbliższych latach, co wymaga odpowiednio wczesnego przygotowania się resortu łączności do nowych metod łączenia i zakończenia kabli, wynikających z odmiennych właściwości materiałów kabli o izolacji i powłoce z tworzyw termoplastycznych.

Zasadniczymi, odmiennymi właściwościami materiałów powyższych kabli są mała nasiąkliwość wilgoci, a także znikomy wpływ wilgoci na własności elektroizolacyjne, zwłaszcza polietyleny, w porównaniu do papieru. Te właściwości powinny być więc jak najbardziej wykorzystano, w związku z czym właśnie należy zabezpieczać starannie przed przenikaniem wilgoci miejsca połączeń żył w złączach, przez które wilgoć może przedostawać się do wnętrza żył i dyfundować w nich wzdłuż kabla, co powoduje pogorszenie oporności izolacji i korozję elektrolityczną żył. Wilgoć bowiem przedostaje się zawsze do wnętrza

kabla, ponieważ wilgoć dyfunduje przez polietylen i polwinit, wskutek czego w niekorzystnych warunkach, po pewnym, wprawdzie znacznym czasie, wilgotność wewnątrz złącza może nawet zrównać się z wilgotnością otoczenia. To zjawisko nie występuje natomiast w kablach o izolacji papierowej i powłoce metalowej, gdyż ich powłoka jest całkowicie szczelna, poza tym zaś złącza tych kabli są z zasady tak wykonywane z racji ich izolacji, aby wilgoć nie mogła przedostać się do wnętrza złącza.

Jeżeli więc miejsce połączenia żył jest szczelne lub jeżeli zastosowane są tzw. przegrody przeciwwilgociowe, nie ma wtedy konieczności stosowania do złącz materiałów całkowicie nieprzepuszczających wilgoci. Nie oznacza to jednakże, że samo złącze może przepuszczać wodę, gdyż w każdym razie złącze musi być wodoszczelne, ponieważ przedostanie się wody do ośrodka kabla powoduje zwiększenie jego pojemności elektrycznej oraz odpowiednio zmiany oporności falowej i tłumienia, jak również pogorszenie sprzężeń. Jeżeli zaś połączenia żył nie są uszczelniane, wtedy samo złącze musi mieć szczelną osłonę metalową, aby uzyskać szczelność poprzeczną w miejscu złącza, podczas gdy całkowitą szczelność wzdłuż kabla można uzyskać tylko przez zastosowanie przegród przeciwwilgociowych [1-4].

Pożądaną jest ponadto, aby złącza kabli o izolacji i powłoce z tworzyw termoplastycznych były łatwe do otwierania i ponownego zamykania w celu uzyskania dostępu do połączonych żył, aby miały one możliwie małe wymiary, montaż ich był jak najprostszy, a złącza składały się z

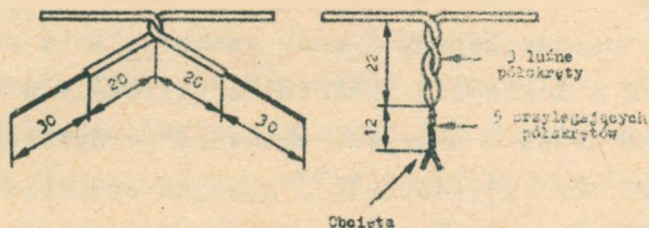
jak najmniejszej liczby części, które powinny nadawać się w miarę możliwości do kabli o szerokim zakresie średnic [5].

W różnych krajach istnieją różne tendencje i sposoby wykonywania złącz kabli miejscowych o izolacji i powłoce z tworzyw termoplastycznych. I tak w niektórych krajach stosuje się złącza z nieuszczelnianymi połączeniami żył i dąży się do dużej szczelności samych złącz ewentualnie z dodatkowym zastosowaniem przegród przeciwwilgociowych, podczas gdy w innych krajach zwraca się uwagę przede wszystkim na szczelność połączenia żył. Ponadto w niektórych krajach uważa się za najlepsze złącza rozbieralne, podczas gdy w innych krajach, jak na przykład w ZSRR i CSRS, stosuje się tylko złącza nierozbieralne.

Celem niniejszego opracowania jest właśnie przedstawienie konstrukcji i techniki wykonywania złącz w różnych krajach oraz omówienie ich wad i zalet dla uzyskania poglądu o złączach, które powinny być stosowane u nas w kraju. Należy przy tym zaznaczyć, że niektóre z rozpatrywanych dalej złącz nie nadają się jednakże do kabli produkcji krajowej w obecnym wykonaniu, które, przede wszystkim ze względów oszczędnościowych, mają powłokę podwójną, wewnętrzną z polietylenu i zewnętrzną z poliwinitu. Tym niemniej można spodziewać się, że w przyszłości, chociażby w celu zmniejszenia pracochłonności produkcji kabli, powłoka ich będzie tylko z polietylenu.

2. ŁĄCZENIE ŻYŁ

Przy wykonywaniu złączy kabli o izolacji i powłoce z tworzyw termoplastycznych żyły łączy się za pomocą skrętek, których prawidłowe wykonanie przedstawia rys.1 [1]. Odnośnie konieczności lutowania końców skrętek w przy-



Rys. 1. Technika wykonywania skrętek

padku złączy bez osłon metalowych poglądy są podzielone, podczas gdy w przypadku złączy z osłonami metalowymi lutowanie końców skrętek uważane jest za zbędne. Niektórzy zalecają lutowanie skrętek w przypadku uszczelniania połączeń żył z materiałami o dużej oporności izolacji, jak na przykład pastą silikonową lub przez zalanie żywicą epoksydową, jednakże zalecenia te nie wynikają z przeprowadzonych badań.

Najprostszym sposobem wzajemnego odizolowania skrętek jest nasunięcie na nie rurek z tworzywa termoplastycznego, najlepiej z polietylenu, jakkolwiek w NRD stosuje się do tego także rurki z plastyfikowanego polichlorku winylu [2],[3],[6]. Długość rurek wynosi około 40 mm, grubość ścianki wynosi 0,3-0,5 mm, a średnica

wewnętrzna rurek zależy od średnicy żyły gołej i grubości izolacji.

W NRD i w ZSRR [7],[8] rurki te nie są uszczelniane nawet w przypadku stosowania złącz bez osłon metalowych. Natomiast w Australii zalecane jest stosowanie rurek wypełnionych pastą silikonową, uszczelniającą miejsce połączenia żył przed przenikaniem do niego wilgoci [1],[9],[14].

Za jeszcze lepszy sposób uszczelniania skrętek uważane jest w Australii zatapianie polietylenu na końcu skrętki /hot twist/, przyjęte ostatnio powszechnie w tym kraju /rys. 2/ [9],[10],[14]. Kolejne operacje uszczelniania skrętek powyższym sposobem są następujące:

- wykonanie na końcu łączonych żył z izolacją czterech luźnych półskrętów oraz wygięcie żył pod kątem prostym w odległości 150 mm od początku skrętki,

- wykonanie ruchem korbki między wygięciem i początkiem przedniej skrętki 14 skrętów oraz podgrzewanie najdalej w odległości 50 mm od wygięcia słabym /o barwie prawie niebieskiej/ płomieniem palnika do uzyskania polysku polietylenu, przestrzegając, aby nie nastąpiło zapalenie się polietylenu,

- ponowne skręcanie podgrzanej skrętki do uzyskania ściśle przylegających zwojów /około 14 skrętów/ w części podgrzanej,

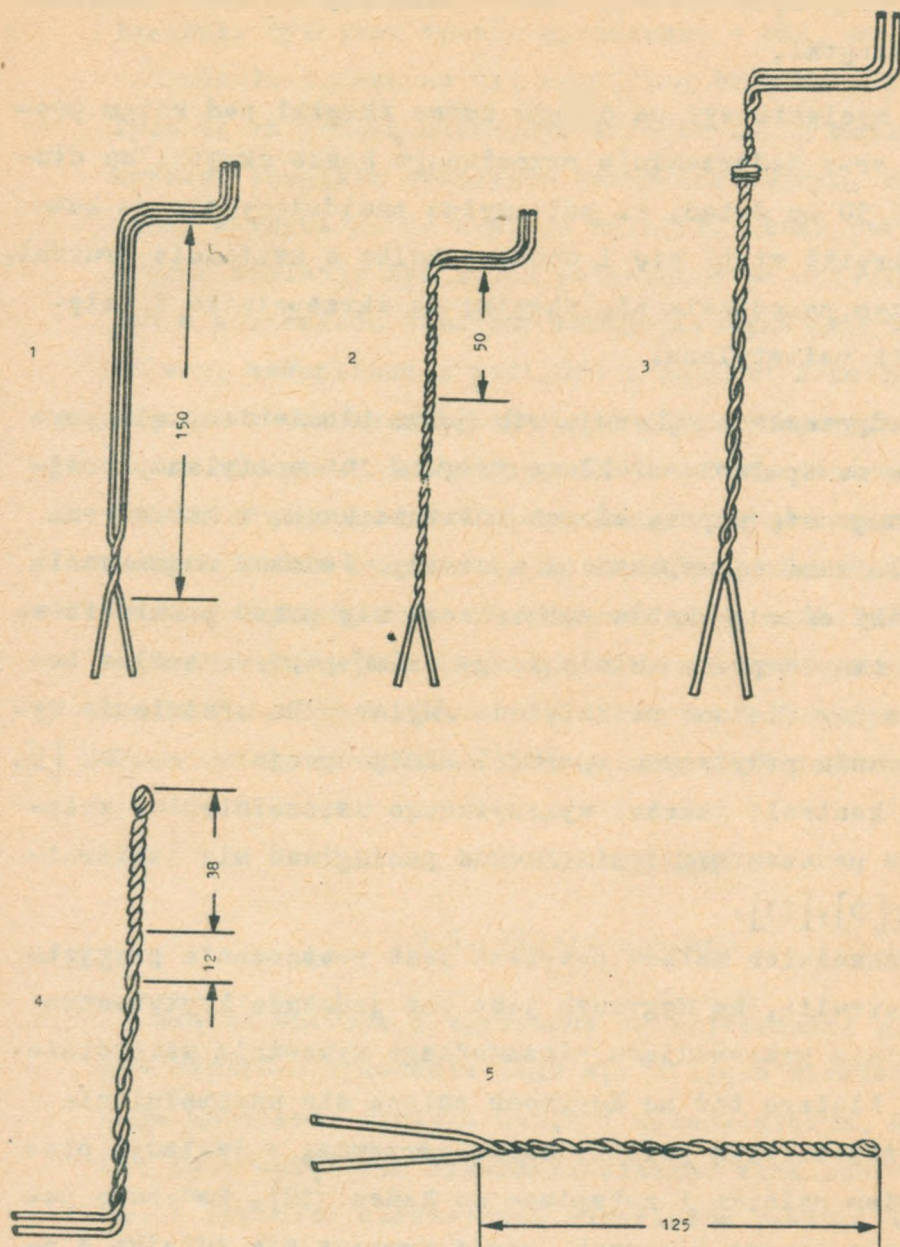
- ściągnięcie jeszcze gorącej izolacji na długości 12 mm od wygięcia skrętki oraz takie przecięcie skrętki,

aby ściągnięta izolacja znajdowała się na końcu przeciętej skrętki,

- wygięcie żył na drugim końcu skrętki pod kątem prostym oraz podgrzewanie przeciwnego końca skrętki na długości 50 mm dotąd, aż polietylen znajdujący się na końcu skrętki stopi się i utworzy kulkę o kształcie gruszki, po czym pozostawia się skrętkę do skrzepnięcia i oziębienia polietylenu.

Podgrzewanie wykonuje się gołym płomieniem, otrzymywanym ze spalania ciekłego propanu lub acetylenu, znajdującego się w przenośnych zbiorniczkach, w które wraz z palnikami są wyposażeni monterzy. Podczas nagrzewania skrętki ośrodek kabla zabezpiecza się przed promieniowaniem ciepła przez owinięcie go taśmą papierową albo taśmą z tereftalanu polietylenu /Mylar/. Do ułatwienia wykonywania powyższych operacji służy specjalny stojak [9], a do kontroli jakości wykonywanego uszczelnienia, zwłaszcza podczas szkolenia, można posługiwać się iskiernikiem [9], [11].

Jakkolwiek metoda powyższa jest powszechnie przyjęta w Australii, na Węgrzech jest ona jednakże krytykowana jako nie gwarantująca niezawodnego wykonania uszczelnienia. Dlatego też na Węgrzech zaleca się uszczelnianie skrętki tulejką polietylenową zgrzewaną z izolacją płomieniem palnika i zatopioną na końcu [12]. Podobnie postępuje się we Włoszech, gdzie zgrzewa się tulejkę z obydwu stron z izolacją lub dociska się ją do izolacji złączkami stożkowymi [13].



Rys. 2. Kolejne operacje uszczelniania skrętek sposobem australijskim /hot twist/

Bardzo dobrym, lecz drogim sposobem uszczelniania połączenia żył jest sposób opracowany w USA, polegający na zaciskaniu łączonych żył specjalną tulejką (Scotchlock Type T) za pomocą kleszczy. Tulejka ta, z miedzi pokrytego zewnątrz tworzywem termoplastycznym, ma wewnątrz ząbki skierowane do wnętrza tulejki, które powodują przecięcie izolacji żył i ich połączenie po ściśnięciu tulejek w kleszczach. Niekiedy stosuje się także dwie tulejki metalowe, wewnętrzną z miedzi z ząbkami i zewnętrzną z brązu, z których ostatnia uniemożliwia sprężynowanie tulejki wewnętrznej, co zapewnia trwalszy docisk ząbków. Zaletami tego sposobu łączenia żył z jednoczesnym uszczelnieniem połączenia są szybkie i niezawodne wykonywanie połączeń, opór elektryczny połączenia podobny do oporu połączenia lutowanego, a także brak potrzeby usuwania izolacji i lutowania. Pewną wadą takiego sposobu łączenia są stosunkowo duże wymiary połączeń (1,5).

3. WYKONYWANIE ZŁĄCZ

3.1. Złącza spawane

Złącza spawane i zgrzewane są najbardziej prawidłowe pod względem wykonania jako spełniające warunek jednako-
wego materiału powłoki kabla i osłony złącza. Dzięki temu, po prawidłowym wykonaniu złącza, własności chemiczne, fizyczne i elektryczne materiałów powłoki i złącza są jednakowe, co nie grozi odmiennym ich starzeniem w czasie i szkodliwym wzajemnym oddziaływaniem materiałów podczas eksploatacji.

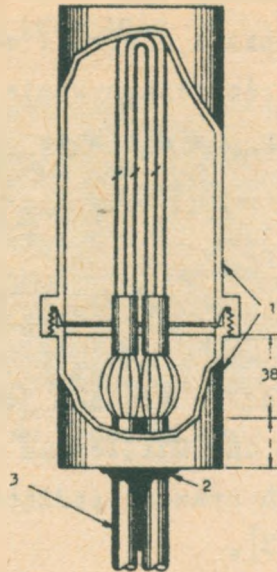
Spawanie złącz jest jednakże kłopotliwe, wobec czego stosowane jest ono tylko przez firmę Siemens und Halske - NRF. Do tego celu stosowane są przez nią podłużnie dzielone owalne foremki z polietylenu, spawane ze sobą i z powłoką z polietylenu specjalnie skonstruowanym podręcznym aparatem do spawania w kształcie pistoletu, obsługiwanym jedną ręką, którego źródłem ciepła jest płomień propanu. Metoda ta wymaga użycia przy spawaniu pałeczki z polietylenu, podobnie jak inne metody spawania gazowego, i jest stosowana do kabli mających do 200 par [15-17].

W przypadku łączenia tą metodą kabli o izolacji papierowej i powłoce ołowianej z kablami o izolacji i powłoce z polietylenu stosuje się m.in. dodatkowo rurkę mosiężną cynowaną, pokrytą na jednym końcu wewnątrz i zewnątrz polietylenem, którą z jednej strony przylutowuje się do powłoki ołowianej, a z drugiej strony spawa się z powłoką z polietylenu albo z foremką (rys.3) [17].

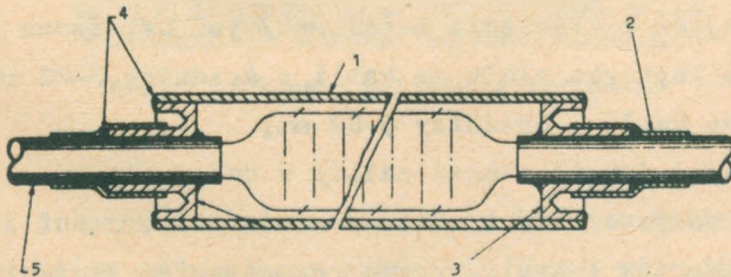


Rys. 3. Tulejka do łączenia kabli o izolacji papierowej i powłoce ołowianej z kablami o izolacji i powłoce z polietylenu

Złącza wykonywane sposobem firmy Siemens und Halske są złączami nierozbieralnymi. Złącza spawane mogą być jednakże również rozbieralne, jak to przedstawiają rys. 4 i 5 według opracowań australijskich [9]. Złącze według rys. 4 może być stosowane do kabli zawierających



Rys. 4. Złącze rozbieralne spawane do kabli o małej średnicy
 1 - kapturki formowane wtryskowo z polietylenu, 2 - spoina,
 3 - łączone kable



Rys. 5. Złącze rozbieralne spawane do kabli o dużej średnicy
 1 - rura z polietylenu, 2 - rurka z polietylenu orientowanego
 niskociśnieniowego, nasadzona na gorąco na kapturek i na ka-
 bel, będąca osłoną mechaniczną spoiny, 3 - kapturki formowane
 wtryskowo z polietylenu, 4 - spoiny, 5 - łączone kable

do 75 par, a złącze według rys. 5 do kabli o większej liczbie par. Według opinii australijskiej złącza te wymagają dużej umiejętności wykonywania i dlatego jest wątpliwe, aby znalazły one szerokie zastosowanie.

3.2. Złącza zgrzewane

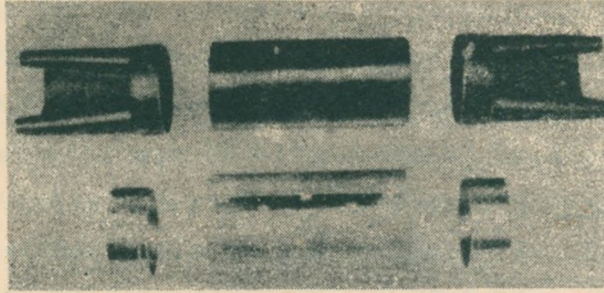
3.2.1. Złącza zgrzewane przez podgrzanie płomieniem

Najlepszym tego rodzaju złączem jest złącze opracowane przez firmę Felten und Guillaume - NRF, nadające się do złączy przelotowych oraz do podłączania dwóch kabli o średnicy 8 - 27 mm [18].

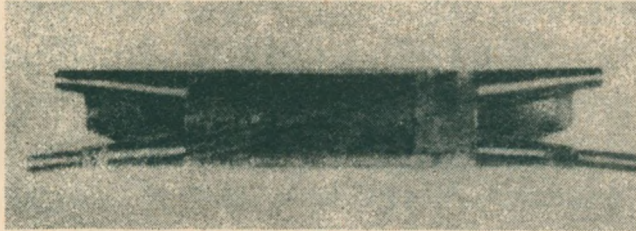
Do wykonania złącza niezbędne są rurka z polietylenu, dwa kapturki, z których każdy ma dwa stożkowe, początkowo zamknięte odgałęzienia, cylindryczna wkładka podpierająca z blachy, przecięta podłużnie, z ząbkami oraz dwa podpierające pierścienie metalowe /rys. 6/. Jedno odgałęzienie kapturka służy do kabli o średnicy 8-22 mm, a drugie do kabli o średnicy 9-27 mm.

Ponieważ jakość złącza zależy w dużej mierze od starannego oczyszczenia i odtłuszczenia powierzchni łączonych elementów i kabli, przed rozpoczęciem łączenia oczyszcza się je chlorkiem metylenu i podsusza, ostrożnie podgrzewając płomieniem palnika. Chlorek metylenu nie działa na polietylen, jest niepalny oraz doskonale oczyszcza i odtłuszcza. Przed rozpoczęciem łączenia trzeba poza tym dopasować przez obcięcie średnicę wylotu odgałęzienia kapturka do średnicy kabla oraz wykonać małe

przecięcie wzdłużne części cylindrycznej kapturka, polepszające jego przyleganie do tulejki z polietylenu.



Rys. 6. Elementy do łączenia kabli sposobem zgrzewania



Rys. 7. Wykonane połączenie zgrzewane

Po połączeniu żył owija się je taśmą z włókna szklanego, która zabezpiecza częściowo przed przenikaniem wilgoci oraz chroni połączone żyły przed nadmiernym nagrzaniem przez wkładkę i pierścienie podpierające, silnie nagrzewające się podczas zgrzewania złącza. Taśmą z włókna szklanego owija się silnie również miejsca styku kapturków z kablami i z tulejką polietylenową, po czym miejsca owinięte taśmą podgrzewa się płomieniem palnika

propanowego do zgrzania kapturek z tulejką i powłoką kabli. Owiniecie taśmą miejsc styku jest niezbędne, ponieważ bezpośrednio ich nagrzewanie palnikiem gazowym lub lampą lutowniczą spowodowałoby powstawanie na powierzchni polietylenu produktów jego rozkładu, utrudniających lub uniemożliwiających zgrzewanie. Ponadto dobrze przewodząca ciepło taśma ułatwia równomierne nagrzanie źle przewodzących ciepło elementów z polietylenu, ułatwia zgrzewanie przez wytworzenie nacisku wskutek rozszerzania się polietylenu podczas nagrzewania oraz umożliwia, dzięki porowatości, wydostawanie się powietrza na zewnątrz. Po wykonaniu złącza taśmę usuwa się.

Kapturki powinny być z polietylenu o możliwie dużym zakresie temperatur mięknienia, co ułatwia ich zgrzewanie z dowolnym gatunkiem polietylenu powłoki kabla. Wkładka i pierścienie metalowe są niezbędne, ponieważ uniemożliwiają one płynięcie polietylenu do wnętrza złącza.

Gdy zachodzi konieczność otwarcia złącza, wykonuje się dwa przecięcia obwodowe i jedno podłużne tulejki polietylenowej oraz zdejmuje się ją wraz z wkładką metalową. W celu ponownego wykonania złącza umieszcza się je z powrotem na połączonych żyłach i zgrzewa się tulejkę po owinieciu taśmą z włókna szklanego.

Podobną metodę stosuje firma Siemens und Halske - NRF do kabli mających więcej niż 200 par. Metoda tej firmy różni się od metody poprzedniej stosowaniem owalnych formek, poprzecznie dzielonych, zgrzewanych ze sobą i z powłoką kabli [15], [16].

Sposobem zgrzewania przez pośrednie podgrzewanie płomieniem można wykonywać złącza także przez wielokrotne owijanie połączonych żył taśmami z polietylenu, które zgrzewa się ze sobą i z powłoką kabla po uprzednim owinięciu taśmą z włókna szklanego. Metodą tą otrzymuje się dobrej jakości złącza przelotowe, podczas gdy do złączy rozdzielczych nie jest ona zalecana. Złącza wykonane tą metodą są nierozbieralne [15], [19].

3.2.2. Złącza zgrzewane za pomocą podgrzewanych narzędzi

Zasada tego sposobu zgrzewania polega na użyciu narzędzi w kształcie kleszczy, umożliwiających objęcie złącza, z nasadkami w kształcie klina, podgrzanymi do temperatury 160–200^oC lutownicą elektryczną lub lampą lutowniczą, które wsuwa się między łączone powierzchnie, na przykład przy wykonywaniu złącza przedstawionego na rys. 5. Podgrzane nasadki powodują nadtopienie łączonych powierzchni, które, po wyjęciu nasadek, dociska się do siebie rolką albo też odpowiednimi płaszczyznami dociskowymi kleszczy, posmarowanymi smarem silikonowym w celu uniknięcia ich przyklejenia do łączonego elementu i dostatecznie nagrzanymi [2], [3], [5], [9].

Sposób ten jest uważany za łatwiejszy niż spawanie i nadający się do łączenia kabli mających więcej niż 100 par.

3.2.3. Złącza zgrzewane za pomocą spirali nagrzewanej elektrycznie

Według powyższej metody na kablu nawija się odpowiednią liczbę zwojów z cienkiego drutu, nasuwa się na połączone żyły rurkę z materiału powłoki kabla i owija rurkę w miejscu styku z powłoką taśmą gumową. Przez utworzoną spiralę przepuszcza się prąd z akumulatora, który powoduje nagrzanie spirali umożliwiające zgrzanie rurki z powłoką. Po oziębieniu taśmę zdejmuje się, spirala zaś pozostaje w złączu [5].

3.3. Złącza owijane

3.3.1. Złącza owijane bez dodatkowych osłon

Złącza tego typu są szeroko używane tylko w ZSRR, gdzie je użyto po raz pierwszy do dawniej stosowanych jednoparowych przewodów o samej izolacji z polwinitu, układanych w ziemi, przeznaczonych do telefonizacji i radiofonizacji wsi. Po nieudanych próbach owijania taśmą przylepną z polichloroku winylu (prawdopodobnie nieodpowiedniej jakości) zadowalające wyniki uzyskano przez owijanie najpierw taśmą niesmarowaną z plastyfikowanego polichloroku winylu, o grubości 0,10-0,17 mm, a następnie kilkakrotnie taką samą taśmą o grubości 0,10-0,12 mm, lecz smarowaną dwuchloroetanem z dodatkiem 2-3% plastyfikowanego polichloroku winylu, rozpuszczonego po rozdrobnieniu w dwuchloroetanie podgrzanym do temperatury

75-80°C. W ten sposób wykonane złącza wykazywały stabilną i wymaganą dużą oporność izolacji [20].

Wobec toksyczności dwuchloroetanu oraz różnego składu chemicznego materiałów izolacji i obwoju z taśm sposób ten ulepszono przez zastosowanie do obwoju taśm z takiego samego plastyfikatu jak plastyfikat użyty na izolację oraz przez zastąpienie poprzedniej substancji mieszaniną plastyfikatorów zawierającą 6 cz. dwumetyloftalanu i 1 cz. dwubutyloftalanu lub 1,5 cz. plastyfikatora radzieckiego WSF. Po wykonaniu skrętek i ich zlutowaniu powierzchnię izolacji smaruje się po nadaniu chropowatości tą mieszaniną na długości 5 mm od końca i nawija się z zakładką 50% najpierw taśmę niesmarowaną, a następnie smaruje się tę taśmę i nawija kolejno w podobny sposób dalsze warstwy taśmy. Powyższy sposób różni się ponadto od poprzedniego przetrzymywaniem wykonanego złącza przez około 10 min w waniencie z wrzącym nasyconym roztworem chlorku sodu (o temperaturze wrzenia 108°C), dzięki czemu otrzymuje się zgrzanie taśm i monolityczne złącze, nie odróżniające się od izolacji. Przed zanurzeniem w waniencie złącze owija się mocną nitką lub umieszcza w nakładkach z cienkiej blachy stalowej [21].

Wobec dobrych wyników zachowania się złącz owijanych w eksploatacji złącza te zastosowano z kolei do kabli miejscowych wieloparowych typu TPKSz o izolacji z polietylenu i powłoce z polwinitu, a także do jednoczwrkowych kabli typu WTSP o izolacji z polietylenu i powłoce z polietylenu lub z polwinitu, jednoczwrkowych kabli typu MKPP o izolacji z porowatego polietylenu i powłoce

z polwinitu oraz do jednoparowych kabli typu PRPWM o izolacji z polietylenu i powłoce z polwinitu [7], [8], [21].

W przypadku kabli typu TPKSz skręcone żyły odizolowuje się rurkami z polietylenu, przy czym skrętki wykonuje się tak, aby były one względem siebie przesunięte. Przestrzeń między żyłami izolowanymi i rurkami wypełnia się dokładnie łopatką masą z poliizobutylenem, którą sporządza się przez zmieszanie 7-8 g rozdrobnionego poliizobutylenem o c.c. 85000-100000 z 92 g poliizobutylenem o c.c. 18000-20000, po czym tę mieszaninę zalewa się 50 ml benzyny i pozostawia na 3-4 dni, mieszając codziennie drewnianą łopatką do spęcznienia mieszaniny. Po wypełnieniu masą przestrzeni między izolacją i rurkami, smaruje się dokładnie tą samą masą izolację i rurki oraz owija ośrodek z zakładką 50% 6-7 taśmami z polietylenu o grubości ok. 0,2 mm, smarując je po nawinięciu każdej warstwy masą z poliizobutylenem. Powłokę z polwinitu odtwarza się w miejscu złącza, postępując podobnie jak w wyżej opisanym izolowaniu złącz przewodów jednoparowych, przy czym wszystkie taśmy z polwinitu, z wyjątkiem dolnej, smaruje się mieszaniną plastyfikatorów albo klejem z superchlorku winylu (chlorowanego polichlorku winylu). Jeżeli taśmy smaruje się mieszaniną plastyfikatorów, złącze podgrzewa się w wanience po uprzednim dwukrotnym owinięciu taśmą izolacyjną i przewiązaniu sznurkiem lub bandażem złącza, jeżeli zaś smaruje się je klejem, podgrzewanie to jest zbędne. Gdy taśmy są z innego plastyfikatu niż powłoka, zaleca się zgrzewać taśmy w małych podgrzewanych praskach, a nie w wanience,

poza tym zaś w celu uzyskania dobrej jakości złącza trzeba przestrzegać, aby koniec powłoki był dostatecznie chropowaty oraz aby taśmy polwinitowe zachodziły na powłokę co najmniej połową szerokości.

Podobnie postępuje się w przypadku kabli o izolacji i powłoce z polietylenu, zastępując obwój taśmami z polwinitu przez obwój taśmami z polietylenu sklejanymi masą poliizobutylenową, który jednakże nie poddaje się zgrzewaniu. Jeżeli kable mają pod zewnętrzną powłoką z polwinitu wewnętrzną powłokę z polietylenu, wtedy wewnętrzny obwój z taśm z polietylenu powinien obejmować na długości około 20 mm również koniec powłoki z polietylenu, która powinna wystawać z powłoki zewnętrznej na długości 35 mm.

Istnieją wzmianki o stosowaniu złącz owijanych bez osłon również w USA. Sposób stosowany w USA polega także na wypełnieniu mieszanką gumową w postaci kitu przestrzeni między połączonymi żyłami, po czym ośrodek owija się dwiema taśmami przyklepnymi z polichlorku winylu, dolną - klejem do góry i górną - klejem do dołu, a następnie jeszcze raz taśmą przyklepną, folią aluminiową laminowaną taśmą przyklepną i zwykłymi taśmami z plastyfikowanego polichlorku winylu. Zamiast wypełniania kitem stosuje się również zabezpieczanie zlutowanych skrętek tulejkami wypełnionymi smarem silikonowym, zamkniętymi z jednego końca [1].

3.3.2. Złącza owijane z dodatkowymi osłonami

Podczas gdy złącza owijane bez dodatkowych osłon są złączami nierozbieralnymi, zastosowanie osłon umożliwia uzyskanie rozbieralnych złącz owijanych. Złącza takie zostały opracowane w NRD, gdzie są one stosowane do łączenia kabli miejscowych o dużej liczbie par i samonośnych kabli napowietrznych o izolacji i powłoce z tworzyw termoplastycznych, a także do łączenia kabli w takim wykonaniu z kablami o izolacji papierowej i powłoce ołowianej [2], [3], [6]. Do kabli o małej liczbie par oraz izolacji i powłoce z tworzyw termoplastycznych są stosowane w NRD dalej omówione złącza zalewane żywicą epoksydową.

Według metody NRD łączonych żył nie lutuje się i odizolowuje się je rurkami z plastyfikowanego polichlorku winylu o średnicy 4 mm i długości 40 mm, po czym ośrodek owija się w środku dwa lub trzy razy taśmą, aby był on bardziej zwarty. Przewodu uziemiającego po połączeniu nie odizolowuje się.

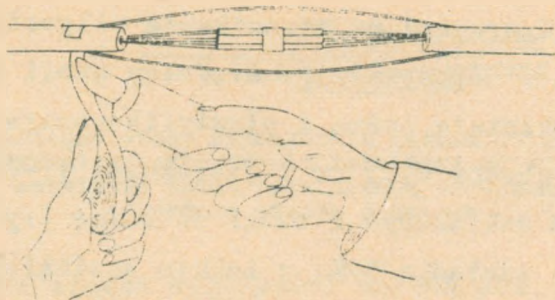
Po takim przygotowaniu ośrodka starannie oczyszcza się końce powłoki obydwu łączonych kabli oraz nadaje się jej chropowatość pilnikiem lub skrobakiem w miejscu przylegania osłon, na długości 30-40 mm. Osłony w postaci dwudzielnych, owalnych foremek z folii z nieplastyfikowanego polichlorku winylu o grubości 1,0 mm umieszcza się na końcach łączonych kabli tak, aby końce foremek znajdowały się w środku chropowatego końca powłoki. Końce foremek mają kształt stożka i są silnie wydłu-

żone, aby nadawały się one po odpowiednim obcięciu do kabli o określonym zakresie średnic zewnętrznych. Foremki do złącz przelotowych produkuje się w trzech wielkościach, a do złącz odgałęźnych w dwóch wielkościach. Dzięki formkom uzyskuje się nie tylko możliwość rozbierania złącza, lecz również polepszenie jego wytrzymałości mechanicznej i odporności na przenikanie wilgoci.

Należone i dopasowane do średnicy kabli foremki owija się trzykrotnie taśmą z plastyfikowanego polichlorku winylu o grubości 0,25 mm i szerokości 15-20 mm, smarowaną klejem nakładanym z tubki na taśmę (rys. 8). Taśmą owija się z zakładką 50%, z lekkim naciąganiem, ukośnie względem osi wzdłużnej złącza, przy czym kolejne warstwy nawija się tak, aby one krzyżowały się. Przy owijaniu należy przestrzegać, aby taśma zachodziła na powłokę kabla co najmniej połową jej szerokości oraz aby podczas owijania nie powstawały fałdy i pęcherze powietrza między zwojami, zwłaszcza na części stożkowej foremek. Taśmę należy smarować klejem na takiej długości, wynoszącej 20-30 cm, aby klej nie zdążył wyschnąć podczas owijania. Jeżeli taśma jest za śliska po posmarowaniu, co powoduje zsuwanie się taśmy na części stożkowej foremek, należy po nawinięciu odcinka taśmy nieco odczekać w celu podsuszenia kleju.

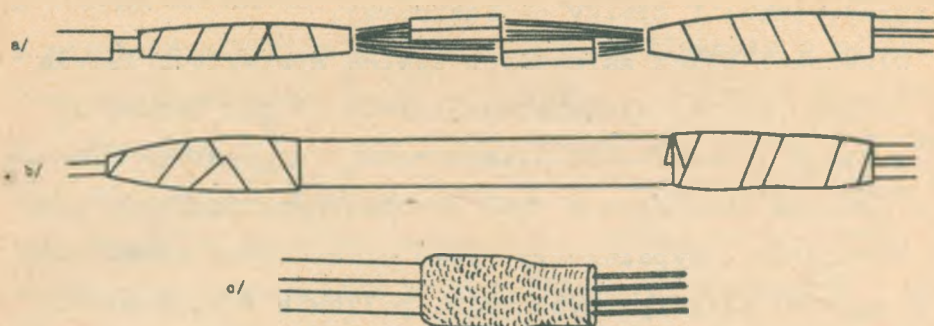
Bardzo podobny sposób wykonywania złącz przelotowych stosowany jest w Malazji, gdzie używa się do tego celu rurki z tworzywa termoplastycznego, owijanej taśmami z tego samego tworzywa [22], a także we Włoszech - do kabli napowietrznych, gdzie ośrodek kabla z połączonymi

żyłami owija się taśmą z polietylenu, a następnie zabezpiecza się go nasuniętą uprzednio rurką z nieplastyfikowanego polichlororku winylu i foremkami z tego tworzywa, które łączy się ze sobą i z powłoką polwinitową kabla przez sklejenie [13] .



Rys. 8. Owijanie złącza rozbieralnego

Metodę złącz owijanych z osłonami opracowano ponadto w Australii. W metodzie tej osłonę stanowi rurka z gumy polichloroprenowej, którą umieszcza się na dwóch kołnierzach uformowanych z taśmy z gumy butylowej na końcach powłok łączonych kabli, ściśniętych dodatkowo obwojem z taśm polwinitowych, dzięki czemu guma butylowa uszczelnia przestrzeń wokół powłoki i żył (rys. 9). Końce rurki z gumy polichloroprenowej owija się z zakładką 50% taśmą z gumy butylowej i następnie dwukrotnie przyklepną taśmą polwinitową tak, aby tą taśmą był owinięty na pewnej długości również łączony kabel. W przypadku kabli mających do 6 par kołnierz z gumy butylowej jest jednocześnie barierą przeciwwilgociową, podczas gdy w kablach o większej liczbie par daje się oddzielną barierę [1].



Rys. 9. Kolejne etapy wykonywania złącza owijanego sposobem australijskim: a/ uformowanie kołnierza na jednym końcu złącza, b/ owinięcie taśmą polwinitową utworzonych kołnierzy, c/ gotowe złącze z osłoną

Zarówno złącza wykonywane metodą NRD, jak i metodą australijską zachowują się bardzo dobrze w eksploatacji i zasługują na szczególną uwagę w naszych warunkach jako łatwe do wykonywania i nadające się do kabli o powłoce z polwinitu, których nie można łączyć wyżej opisanymi metodami spawania i zgrzewania.

3.4. Złącza zalewane żywicą, bez osłon metalowych

Złącza zalewane samą żywicą są jednymi z najprostszymi złącz, szczególnie nadającymi się do wykonywania w warunkach polowych złącz nierozbieralnych kabli o niezbyt dużej liczbie par, a także złącz między kablami o izolacji i powłoce z tworzyw termoplastycznych oraz kablami o izolacji papierowej i powłoce metalowej. Złącza te są szeroko stosowane w wielu krajach, przy czym naj-

częściej do zalewania używa się żywicy epoksydowej, a niekiedy także i żywicy poliestrowej.

Własności złącz zalewanych żywicą epoksydową zależą od gatunku użytej nienasyconej żywicy i jej lepkości, od rodzaju i zawartości utwardzacza, temperatury otoczenia podczas utwardzania oraz ewentualnych dodatków plastyfikatorów i wypełniaczy. Jako utwardzaczy używa się najczęściej alifatycznych amin, poliamin i poliamidów, jako substancji zmniejszających lepkość żywicy - nierozpuszczających z nią toluenu, ksylenu, dwubutyloftalanu i in. albo reagujących z żywicą epichlorohydryny względnie eteru butylo- i allyloglicydowego, a jako plastyfikatorów - ciekłych polisiarczków /tiokoli/.

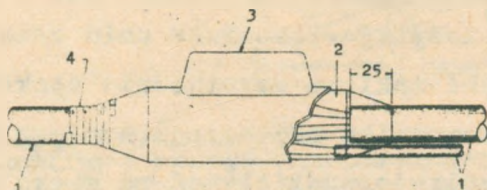
W Australii, gdzie zastosowanie żywic epoksydowych zostało najszczegółowiej i najlepiej opracowane [9], [23], używa się mieszaniny żywicy epoksydowej z reaktywnym rozcieńczalnikiem (epoksydowany syntetyczny kwas tłuszczowy/, której współczynnik epoksydowy wynosi 230-275, a lepkość przy temperaturze 25°C 105-125 cp. Mieszaninę tę utwardza się żywicą poliaminowo-poliamidową w gatunku Polymide 75 z dodatkiem czerwonego barwnika w celu ułatwienia stwierdzenia dobrego wymieszania. Ponieważ stosunek wagowy żywicy do utwardzacza musi być ściśle określony, aby utwardzanie żywicy zachodziło odpowiednio szybko w całym zakresie występujących temperatur otoczenia oraz aby ciepło wydzielające się podczas utwardzania nie spowodowało wzrostu temperatury powyżej temperatury mięknienia polietylenu, żywica i utwardzacz muszą być w dokładnie dozowanych porcjach, których sporządzenie w

warunkach polowych jest bardzo kłopotliwe. Dlatego też monterom dostarcza się żywicę w ilości 105 g, zmieszaną z rozcieńczalnikiem w ilości 19 g, w flakonie z polietylenu wysokociśnieniowego ze ścianką o grubości 0,25 mm, a utwardzacz - w ilości 56 g - w tubce z blachy ołowianej ocynowanej, gdyż nie nadaje się on do składowania w opakowaniu z tworzywa sztucznego (uprzednio stosowane utwardzacze dostarczano w grubościennych flakonach z polietylenu niskociśnieniowego). Flakon jest umieszczony w woreczku z papieru laminowanego folią metalową w celu zmniejszenia przepuszczania przez opakowanie pary rozcieńczalnika, poza tym zaś do zestawu żywicy i utwardzacza dołącza się jeszcze trzy woreczki z polietylenu, z których dwa zakłada się na ręce i umocowuje do napięteków gumkami przed manipulowaniem żywicą, a trzeci służy do zapakowania zużytego zestawu w celu zniszczenia go w magazynie. Dzięki takiemu rozwiązaniu opakowań z żywicą i utwardzaczem unika się bezpośredniego z nimi styku, który może szkodliwie oddziaływać na skórę (dermatitis).

Bezpośrednio przed wykonaniem złącza wlewa się utwardzacz z tubki do flakonu z żywicą, usuwa się powietrze z flakonu przez ściskanie jego ścianek i starannie miesza zawartość flakonu po uprzednim nałożeniu gwintowanego kapturka. Dzięki takiemu mieszaniu unika się mieszania w naczyniu otwartym, które jest niebezpieczne wskutek wdychania szkodliwych oparów. Natychmiast po wymieszaniu zawartość flakonu wylewa się do foremki kształtującej złącze, uprzednio umieszczonej na łączonych kablach, oraz pozostawia się złącze w spokoju przez pewien czas

do stwardnienia żywicy, które przebiega dostatecznie szybko przy temperaturze powyżej 10°C . Gdy złącze jest duże i wymaga kilku porcji żywicy, po wylaniu jednej porcji należy odczekać pewien czas, aby uniknąć nadmiernego wzrostu temperatury, który nastąpiłby przy odlewaniu bez przerw. Ponieważ żywica ma złą przyczepność do polietylenu, w przypadku kabli o powłoce z tego tworzywa należy przed odlaniem żywicy podgrzać ich powłokę do połysku, co znacznie polepsza przyczepność żywicy do powłoki dzięki nieznacznemu utlenieniu polietylenu.

Największe zastosowanie znalazły w Australii takie złącza do kabli o izolacji i powłoce z polietylenu o małej liczbie par (rys. 10) [9]. Do złącz tych używa się foremek z polietylenu ze stożkowymi zakończeniami, które



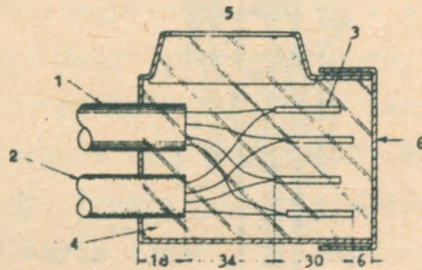
Rys. 10. Złącze nierozbieralne zalewane żywicą kabli o izolacji i powłoce z tworzyw termoplastycznych

1 - łączone kable, 2 - żywica, 3 - foremka, 4 - taśma z polwinitu

obcina się w celu dopasowania do średnicy łączonych kabli i uszczelnia przed odlaniem żywicy w miejscu styku z kablem taśmą przylepną z polwinitu. Skrętki są lutowane, aby uniknąć ich odizolowania przez żywicę, oraz odizolowane wzajemnie zwykłymi tulejkami z papieru. Zbiorniczek

u góry foremki służy do nadlewu kompensującego skurcz żywicy podczas krzepnięcia i ewentualnych strat żywicy wypływającej przez nie szczelności.

Taką samą technologią można stosować także do wykonywania barier przeciwwilgociowych i napraw uszkodzonych kabli, jak również do wykonywania złączy nierozbieralnych (rys. 11) i złączy rozbieralnych (rys. 12) kabli o izolacji i powłoce z tworzyw termoplastycznych z kablami o izolacji papierowej i powłoce ołowianej [9]. Do pierwszych z tych złączy służy foremka z polietylenu, która z

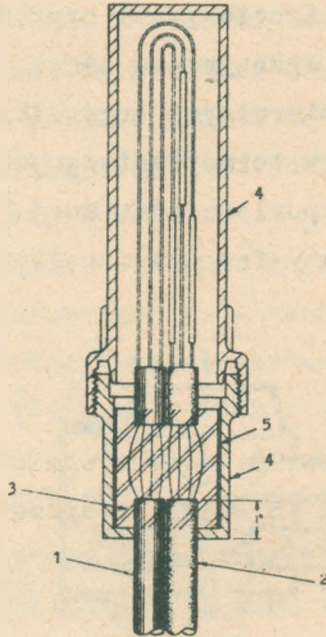


Rys. 11. Złącze nierozbieralne zalewane żywicą kabla o izolacji i powłoce z tworzyw termoplastycznych z kablem o izolacji papierowej i powłoce ołowianej

- 1 - kabel o izolacji i powłoce z tworzyw termoplastycznych,
2 - kabel o izolacji papierowej i powłoce ołowianej, 3 - tulejka izolacyjna, 4 - żywica, 5 - foremka, 6 - pokrywka

jednej strony ma otwory przebijane przez monterów do wprowadzenia kabli, uszczelniane kitem, a z drugiej strony dobrze zaciskającą pokrywkę z polietylenu. Do złączy rozbieralnych służą natomiast nakładane na siebie, dobrze dociśnięte kapturki formowane wtryskowo z polietylenu niskociśnieniowego, z których dolny ma zaformowaną tulejkę mosiężną w celu uzyskania odpowiedniej przyczepno-

ści żywicy oraz otwory przebijane przez monterów do wprowadzania kabli, także uszczelniane kitem przed odlewaniem żywicy. Złącza rozbieralne mogą być wykonywane za-



Rys. 12. Złącze rozbieralne z barierą przeciwwilgociową z żywicy kabla o izolacji i powłoce z tworzyw termoplastycznych z kablem o izolacji papierowej i powłoce ołowianej

1 - kabel o izolacji i powłoce z tworzyw termoplastycznych, 2 - kabel o izolacji papierowej i powłoce ołowianej, 3 - żywica, 4 - kaputki, 5 - tulejka miedziana

równie z barierą przeciwwilgociową, jak przedstawiono na rys. 12, lub bez tej bariery, jeżeli jest to niezbędne wobec poddawania kabli kontroli gazem pod ciśnieniem. Powyższe złącza nierozbieralne i rozbieralne są stosowane do kabli mających do 75 par.

Złącza nierozbieralne kabli o małej liczbie wiązek za-

lewane żywicą epoksydową są stosowane także w Czechosłowacji [24]. Złącza te mają skrętki lutowane, odizolowane rurkami z polietylenu i są zalane żywicą epoksydową, którą wlewa się do rurki z twardego polichlorku winylu z dwoma otworami, nałożonej na łączone kable, zatkaniej z obydwóch końców korkami. Zamiast powyższej rurki można stosować również podłużnie dzielone foremki z bakelitu, polichlorku winylu i inne, które zdejmuje się po utwardzeniu się żywicy.

W NRD złącza tego typu zalewane są natomiast tańszą żywicą poliestrową z dodatkiem odpowiedniego utwardzacza zmieszanego z wypełniaczem, co ułatwia dozowanie utwardzacza [25]. Żył tych złącz łączy się podobnie jak złącz owijanych, ponadto zaś końce kabli smaruje się klejem do polichlorku winylu w celu uzyskania lepszej przyczepności żywicy. Żywicę odlewa się do trójdzielnych, poprzecznie dzielonych foremek z twardego polichlorku winylu, które umieszcza się na kablach przed połączeniem żył, po dopasowaniu ich średnicy do średnicy kabli przez obcięcie, albo do podłużnie dzielonych dwudzielnych foremek aluminiowych z otworem wlewowym i odpowietrzającym. Przed odlewaniem żywicy foremki uszczelnia się w miejscach styku grubą warstwą kleju do polichlorku winylu albo kitem w przypadku foremek aluminiowych, samo zaś odlewanie żywicy zmieszanej z utwardzaczem i wypełniaczem wykonuje się tak, aby nie pozostało w niej powietrze. Żywicę miesza się z utwardzaczem z dodatkiem wypełniacza w naczyniu z gipsu albo z tworzywa sztucznego, z którego można ją łatwo usunąć w przypadku zżelowania, które

następuje już po 15 minutach przy temperaturze 20°C . Żywicę można odlewać w temperaturze nie niższej niż 5°C , a czas utwardzania odlanej żywicy wynosi 20-40 minut. Foremka z polichlorku winylu pozostaje na złączu, natomiast foremki aluminiowe zdejmuje się z niego, co jest możliwe po posmarowaniu foremek przed odlewaniem olejem, tłuszczem, woskiem lub smarem silikonowym. Powyższe złącza nadają się przede wszystkim do kabli o powłoce polwinitowej.

U nas w kraju opracowano także złącza nierozbieralne zalewane żywicą epoksydową [5]. Według tego opracowania ośrodek po połączeniu żył owija się taśmą metalową, a następnie trzykrotnie taśmą z gumy butylowej, która ma dobrą przyczepność do metalu oraz stosunkowo dobrą przyczepność do powłoki kabla z polwinitu. Zadaniem taśmy z gumy butylowej jest zabezpieczenie przed przedostawaniem się żywicy między żyły, a także, w razie nieszczelności odlewu z żywicy, wilgoci do wnętrza kabla. Taśmę z gumy butylowej owija się jeszcze raz taśmą metalową, po czym umieszcza się na łączonych kablach foremkę z twardego polichlorku winylu, którą na końcach uszczelnia się obwojem z taśmy izolacyjnej lub plasteliną w celu uniknięcia wyciekania żywicy. Do foremki odlewa się żywicę epoksydową zmieszaną z utwardzaczem, przy czym czas utwardzania tej żywicy jest długi i wynosi 12-48 godz., zależnie od temperatury otoczenia. Dzięki skurczowi odlana żywica dociska taśmę z gumy butylowej do końców powłoki kabli, co polepsza szczelność złącza. Przewiduje się, że złącza powyższe mogą znaleźć zastosowanie do kabli o ma-

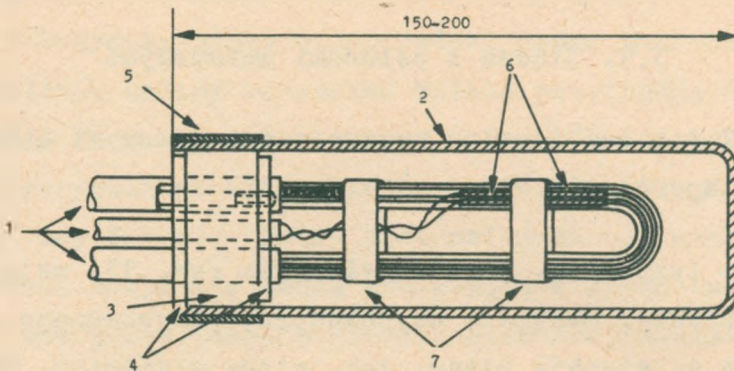
łej liczbie wiązek, zwłaszcza w przypadku wykonywania złączy w pomieszczeniach zamkniętych (studzienki, korytarnie, schody, piwnice itp.) oraz nie narażonych na uszkodzenia mechaniczne (na przykład przez monterów schodzących do studzien).

3.5. Złącza z osłonami metalowymi

3.5.1. Złącza rozbieralne uszczelniane gumowymi korkami rozporowymi

Złącza tego typu, przedstawione na rys. 13, mają osłonę z ołowiu, mosiądzu ocynowanego, pasywowanego albo pokrytego substancją bitumiczną, stopu aluminium, względnie też z formowanego wtryskowo tworzywa sztucznego z zaformowanym w nim pierścieniem mosiężnym [1], [5], [26]. Osłona ta jest uszczelniona w miejscu wprowadzenia kabli za pomocą korka gumowego, znajdującego się między krążkami mosiężnymi, dociśniętymi do korka śrubami. W miejscu styku korka z osłoną jest ona wzmocniona znajdującym się na niej pierścieniem metalowym, przeciwdziałającym rozpieraniu przez korek. Złącza mogą mieć również osłonę w postaci rurki, którą stosuje się w przypadku łączenia kabli o dużej średnicy lub w przypadku łączenia kabli o izolacji i powłoce z tworzyw termoplastycznych z kablami o izolacji papierowej i powłoce ołowianej, do której przylutowuje się rurkę. Ponieważ w każdym kablu wykonuje się barierę przeciwwilgociową przy użyciu zalawy, skrętki żył nie są lutowane i są odizolowane nie-

uszczelnianymi rurkami z polietylenu. Gdyby jednakże skrętki były lutowane, a rurki izolacyjne uszczelnione, bariery w kablach o izolacji i powłoce z tworzyw termoplastycznych byłyby zbędne.



Rys. 13. Złącze z osłoną metalową uszczelnione korkiem rozporowym
 1 - łączone kable, 2 - osłona metalowa, 3 - korek gumowy, 4 - krążki ściskające, 5 - pierścień wzmacniający, 6 - tulejki izolacyjne,
 7 - taśma z materiału włóknistego

Wadą powyższych złączy jest duży asortyment osłon, korków i krążków o wymiarach dopasowanych do kabli o różnych średnicach. Ponadto złącza są uważane za niepewne ze względu na starzenie gumy i pełzanie powłoki kabla pod naciskiem korka, co powoduje nieszczelności między korkiem oraz osłoną metalową i powłoką kabla.

3.5.2. Złącza rozbieralne uszczelniane gumą niewulkanizowaną

Znacznie pewniejsze niż poprzednie są złącza rozbieralne uszczelnione gumą niewulkanizowaną, opracowane w

USA, których prototypy wykonano również w kraju [5]. Złącza te mają osłonę składającą się z dwóch połówek ze stopu aluminiowego, połączonych śrubami. Otwory do wprowadzania łączonych kabli oraz powierzchnia styku połówek osłony są uszczelniane taśmami i sznurkami z niewulkanizowanej mieszanki z kauczuku butylowego o konsystencji nietwardniejącego kitu, dzięki czemu po dokręceniu śrub połówek osłony uszczelki ściśle przylegają do osłony i powłoki kabli wobec dobrej przyczepności i bardzo dobrej odporności na starzenie kauczuku butylowego.

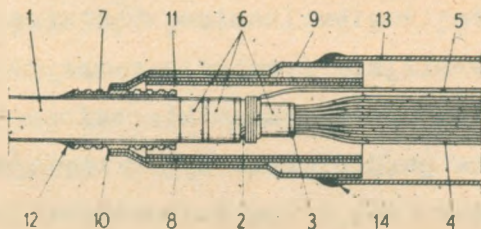
Gdy średnica kabla jest mniejsza niż gardło osłony, kabel owija się taśmą izolacyjną w specjalnym uchwycie, a następnie taśmą z niewulkanizowanej mieszanki kauczuku butylowego w miejscu przejścia przez gardło, po czym średnica tak utworzonej uszczelki powinna być nieco większa niż średnica gardła. Poza tym z obydwóch stron uszczelki umieszcza się przed połączeniem żył pierścienie z tworzywa termoplastycznego, których zadaniem jest uniemożliwienie płynięcia uszczelki na zewnątrz lub do wnętrza osłony. Osłona ma dwa uchwyty, umożliwiające umocowanie jej na lince nośnej w przypadku wykonywania złącz kabli napowietrznych.

Złącza z osłonami ze stopu aluminium są przeznaczone do kabli układanych w kanalizacji i kabli napowietrznych, podczas gdy do kabli układanych w ziemi powinny być stosowane podobne osłony, lecz odlane z żywicy epoksydowej. Zaletami tych złącz są mały asortyment elementów do wykonywania złącz, łatwość doboru elementów do kabli o różnej średnicy, mała ilość narzędzi niezbędnych do mon-

tażu, łatwość wykonywania złącz, dobra szczelność nawet po wielokrotnym otwieraniu złącza oraz odporność na uszkodzenia mechaniczne. Wadami złącz są natomiast stosunkowo duże wymiary i koszt.

3.5.3. Złącza uszczelniane żywicą epoksydową

Jednym ze złącz tego rodzaju jest złącze przedstawione na rys. 14, do kabli miejscowych o izolacji i dwóch powłokach z polietylenu, między którymi znajduje się obwód dwiema taśmami aluminiowymi [4]. Istotą tego złącza



Rys. 14. Złącze z osłoną metalową konstrukcji francuskiej, uszczelniane żywicą epoksydową

1 - powłoka zewnętrzna, 2 - folia, 3 - powłoka wewnętrzna, 4 - żyły izolowane, 5 - przewód łączący folię aluminiową, 6 - pierścienie z aluminium, 7 - tulejka wewnętrzna, 8 - tulejka pośrednia, 9 - tulejka zewnętrzna, 10 - miejsce zlutowania tulejek, 11 - folia z tworzywa termoplastycznego, 12 - obwód taśmą przyklepną, 13 - osłona z ołowiu, 14 - spoina osłony z tulejką zewnętrzną

jest zastosowanie trzech pośrednich tulejek mosiężnych cylindrycznych, z których wewnętrzna, przylegająca do kabla, ma średnicę wewnętrzną nieco większą niż średnica kabla, zewnętrzna ma średnicę nieco mniejszą niż osłona z ołowiu, a pośrednia ma średnicę zewnętrzną nieco mniejszą niż średnica wewnętrzna tulei zewnętrznej. Tu-

lejki zewnętrzna i pośrednia są zlutowane z tulejką wewnętrzną, natomiast osłona jest zlutowana z tulejką zewnętrzną, przy czym to ostatecznie lutowanie wykonuje się dopiero po uszczelnieniu tulejek żywicą epoksydową. Tulejki przed odlewaniem żywicy są umocowywane na kablu obwojem z taśmy przyklepnej.

Do uszczelniania stosuje się żywicę epoksydową zmieszaną z utwardzaczem, która żeluje po 1 godz. przy temperaturze 20°C , gdy ciężar odlanej żywicy wynosi 350 g. Żywicę odlewa się po osiągnięciu przez nią temperatury 40°C w wyniku zmieszania z utwardzaczem, przy czym utwardzacz jest tak dobrany, aby temperatura żywicy nie przekroczyła 90°C podczas jej polimeryzacji. Przed odlewaniem przygotowane końce kabli trzeba umieścić w pozycji pionowej za pomocą odpowiednich stojaków.

Uszczelnienie żywicą uzyskuje się dzięki jej skurczowi oraz przyleganiu do pierścieni aluminiowych, uprzednio nałożonych na powłokę zewnętrzną i powłokę wewnętrzną, a także dzięki przyleganiu do tulei wewnętrznej, którą piaskuje się zewnątrz w celu polepszenia przyczepności. Żywica nie powinna natomiast przylegać do wnętrza tulei pośredniej, którą zabezpiecza się w tym celu wkładką z folii z tworzywa sztucznego. Żyły przed odlaniem rozsuwa się, aby żywica mogła pomiędzy nie przedostać się.

Szczególnie skomplikowane jest zakładanie pierścieni aluminiowych, z których dwa znajdują się na powłoce zewnętrznej i jeden na powłoce wewnętrznej. Pierścienie te są z pasków o szerokości 20 mm i grubości 0,7 mm, wy-

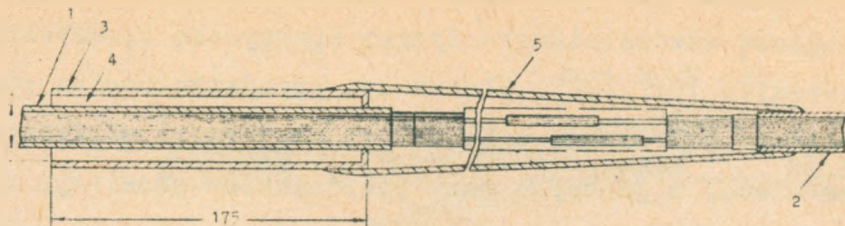
cinanych z blachy aluminiowej, której jednej powierzchni nadaje się chropowatość przez specjalną obróbkę i szczotkowanie, a następnie podgrzewa się i pokrywa tę powierzchnię polietylenem przez rozpylanie pistoletem, do uzyskania warstewki o grubości kilku dziesiętnych milimetra. Pierścienie umieszcza się na powłokach warstwą polietylenu do wewnątrz oraz dociera się je do powłoki, aby dobrze do niej przylegały, ponieważ powłoka nigdy nie jest dokładnie okrągła. Tak umieszczone pierścienie i powłokę podgrzewa się strumieniem gorącego powietrza do zmięknienia polietylenu, dzięki czemu następuje zgrzanie pierścieni z powłoką. Ostatnią operacją jest szczotkowanie nałożonych pierścieni w celu zwiększenia ich chropowatości.

Po uszczelnieniu zewnętrzną tulejkę przylutowuje się do osłony ołowianej, zabezpieczając tulejkę pośrednią i tulejkę wewnętrzną przed nadmiernym nagrzewaniem się za pomocą żeberek umieszczonych na tulejce zewnętrznej, gdyż to nagrzewanie się może spowodować degradację żywicy. Jeżeli złącze jest przeznaczone do kabli układanych w ziemi, tak wykonane złącze umieszcza się w mufie żeliwnej, którą wypełnia się zalewą o stosunkowo niskiej temperaturze topnienia.

Zaletą złącza konstrukcji francuskiej jest idealna szczelność podłużna i poprzeczna, która uniemożliwia rozprzestrzenianie się wilgoci i wody wzdłuż łączonych kabli w przypadku uszkodzenia jednego z połączonych odcinków. Niestety złącze to jest bardzo skomplikowane, kłopotliwe w wykonaniu i wymagające dużego asortymentu elementów do łączenia.

Znacznie prostszy sposób wykonywania złącz z osłoną metalową uszczelnianych żywicą epoksydową opracowano w Australii [27], [28]. Złącza te, przedstawione na rys. 15, polegają na zastosowaniu pomocniczej rurki ołowianej, zamkniętej z jednej strony pierścieniem ołowianym z otworem o średnicy kabla, przylutowanym do rurki pomocniczej. Rurkę tę wypełnia się żywicą epoksydową, umieszczając w tym celu koniec kabla w pozycji pionowej, przy czym dla polepszenia przyczepności żywicy do powłoki kabla utlenia się ją nieznacznie przez podgrzewanie płomieniem palnika tuż przed założeniem rurki pomocniczej. W momencie odlewania rurka jest podtrzymywana na kablu za pomocą odpowiednich zacisków i uszczelniona u dołu w celu uniknięcia wyciekania żywicy. Po takim przygotowaniu końców kabli, rurki pomocnicze przylutowuje się do osłony, także w postaci rurki ołowianej, przy czym w przypadku łączenia kabla o izolacji i powłoce z tworzyw termoplastycznych z kablem o izolacji papierowej i powłoce ołowianej osłonę przylutowuje się na jednym końcu bezpośrednio do powłoki ołowianej /w tym ostatnim przypadku osłona ma kształt stożka/. W celu ułatwienia odlewania można ponadto przylutować do rurki pomocniczej foremkę z ołowiu z otworem wlewowym i otworem odpowietrzającym. Złącza takie nadają się szczególnie do łączenia z kablami znajdującymi się pod ciśnieniem gazu.

Inny sposób wykonywania złącz z osłoną metalową zalanych żywicą epoksydową, stosowany w Szwecji przez firmę Ericsson, przedstawia rys. 16 [1]. Sposób ten po-

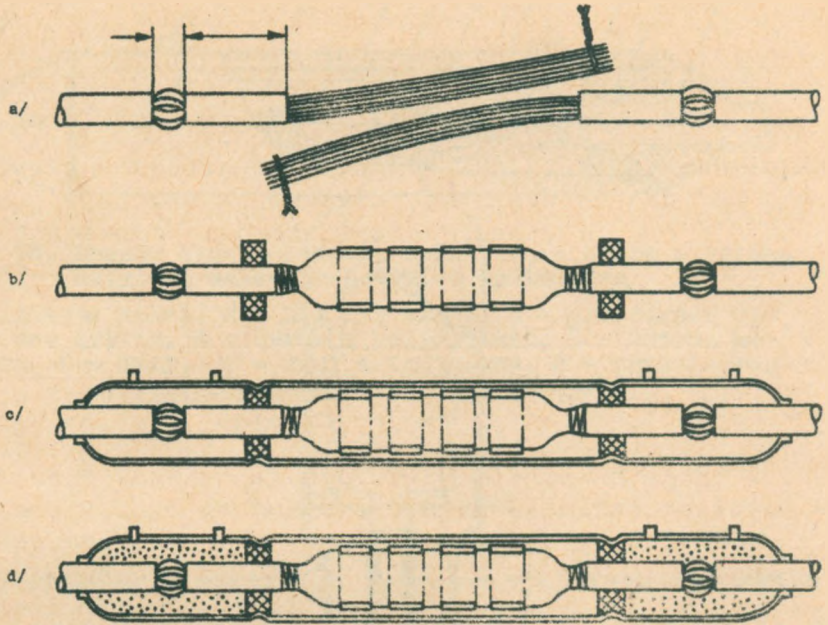


Rys. 15. Złącze konstrukcji australijskiej z osłoną metalową i rurką pomocniczą zalewaną żywicą epoksydową

1 - kabel o izolacji i powłoce z polietylenu, 2 - kabel o izolacji papierowej i powłoce ołowianej, 3 - rurka pomocnicza, 4 - żywica epoksydowa, 5 - osłona z ołowiu

lega na wykonaniu na końcach łączonych kabli kołnierzy z tworzywa plastycznego o konsystencji kitu, na których umieszcza się rurkę ołowianą, dociśniętą do powłoki łączonych kabli i do kołnierzy, osłaniającą nie tylko samo złącze, lecz również wycięcia w powłokach na bariery przeciwwilgociowe. Po umieszczeniu rurki wykonuje się w niej otwory i przylutowuje rurki ułatwiające zalewanie żywicą komór utworzonych przez rurkę i powłokę w miejscu barier. Po odlaniu żywicy rurki wlewowe odcina się.

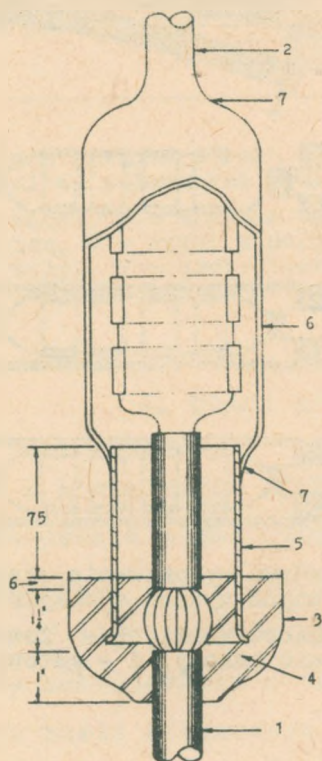
Podobną zasadę wykonywania złączy przedstawia rys.17. Sposób ten jest stosowany w Australii w przypadku przygotowywania kabli do łączenia w warsztatach i może być użyty zarówno do łączenia samych kabli o izolacji i powłoce z tworzyw termoplastycznych, jak i do łączenia ich z kablami o izolacji papierowej i powłoce ołowianej [9].



Rys. 16. Sposób szwedzki wykonywania złącz z osłoną metalową zalewanych żywicą epoksydową

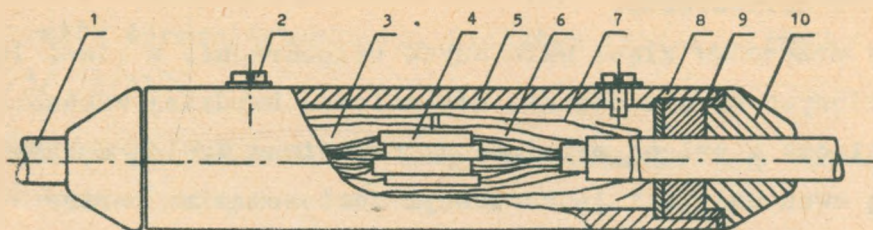
a - przygotowanie końców kabli, b - formowanie kołnierzy,
c - osadzenie osłony, d - gotowe złącze

Z innych sposobów wykonywania złącz z osłoną metalową zalewanych żywicą zasługuje na uwagę sposób opracowany w Czechosłowacji, przedstawiony na rys. 18 [24]. Złącza wykonane tym sposobem okazały się również pełnowartościowymi.



Rys. 17. Sposób australijski wykonywania w warsztatach złącz z osłoną metalową zalewanych żywicą epoksydową

1 - kabel o izolacji i powłoce z polietylenu, 2 - kabel o izolacji papierowej i powłoce ołowianej, 3 - foremka z polietylenu, 4 - żywica epoksydowa, 5 - rurka pomocnicza z ołowiu, 6 - osłona z ołowiu, 7 - spoiny lutowane w terenie



Rys. 18. Sposób czechosłowacki wykonywania złącz z osłoną metalową zalewanych żywicą epoksydową

1 - łączony kabel, 2 - miejsce wlewu, 3 - przestrzeń wypełniona żywicą, 4 - rurki z polietylenu, 5 - osłona metalowa, 6 - żyły, 7 - drut uziemiający, 8 - przekładka, 9 - pierścień gumowy, 10 - pokrywka

4. UWAGI KOŃCOWE

Jak widać z niniejszego opracowania, istnieje wiele sposobów wykonywania złącz kabli miejscowych o izolacji i powłoce z tworzyw termoplastycznych, zapewniających właściwą jakość złącz, z których jednakże nie wszystkie nadają się do zastosowania u nas w kraju wobec planowanej produkcji kabli miejscowych z zewnętrzną powłoką z polwinitu, a nie z polietylenu. Ponadto niektóre metody zagraniczne są nadmiernie skomplikowane lub wymagające szerokiego asortymentu elementów do wykonywania złącz.

Spośród sposobów nadających się do zastosowania u nas w kraju zasługują na uwagę przede wszystkim złącza owijane z dodatkowymi osłonami oraz złącza zalewane żywicą, bez osłon metalowych, jako złącza najprostsze w wykonaniu. Pierwsze z nich nadają się do złącz rozbieralnych, a drugie do nierozbieralnych, zwłaszcza wykonywanych w

pomieszczeniach zamkniętych oraz nie narażonych na uszkodzenia mechaniczne.

W przypadku złączy układanych bezpośrednio w ziemi lub narażonych na uszkodzenia mechaniczne bardziej wskazane są złącza z osłoną metalową uszczelniane żywicą epoksydową ewentualnie z jednoczesnym zastosowaniem barier przeciwwilgociowych. Szczególnie prostymi w wykonaniu złączami tego typu są złącza konstrukcji australijskiej, nadające się zarówno do łączenia samych kabli o izolacji i powłoce z tworzyw termoplastycznych, jak i do ich łączenia z kablami o izolacji papierowej i powłoce ołowianej, znajdującymi się lub nie znajdującymi się pod kontrolą ciśnieniową gazu.

WYKAZ LITERATURY

1. V.J. White: Jointing of plastic insulated and sheathed telephone cables. Telecommun. Journ. Australia 11/1958/ /5/ 156/61.
2. H. Eppert: Die Entwicklung der Kabelmantelverbindungen für NF-Fernsprechkabel. Mitt. Inst. Post und Fernmeldewesen /1963/ /3/ 33/8.
3. H. Eppert: Kabelmantelverbindungen für NF-Fernsprechkabel. Fernmelde-Praktiker 4/1964/ /7/ 154/62.
4. A. Cazaux: Procédé de raccordement de câbles de télécommunication à gaine de polyéthylène. Câbles et Transmission 17/1963/ /3/ 149/57.

5. E. Dmowski, K. Pakocowa, L. Żołątkowski: Złącza kabli telekomunikacyjnych o izolacji i powłoce z materiałów termoplastycznych. Biuletyn Kablowy 8/1964/ /3/ 94/112.
6. VDP 47103. Entwurf Mai 1963. Wickelmuffen aus PVC - - Band. Montage.
7. Inżynieryjno-techniczny sprawocznik po elektrosiwi-
zi. Kabielnije i wozdusznyje linii swiazi. Izdat.
Swiazi, Moskwa /1964/.
8. L.B. Marimont: Kabieli dla sielskoj tielefonnoj swia-
zi. Wiestnik Swiazi 24/1964/ /9/ 6/7.
9. CCITT. Cable sheaths made entirely of plastics. Docu-
ment Com. VI - Nr 8E /1962/.
10. Anon. New method of jointing plastic conductors. Te-
lecommun. Journ. Australia 12/1960/ /3/ 194/5.
11. Anon. Testing of hot twist joints in plastic cables.
Telecommun. Journ. Australia 13/1961/ /2/ 105.
12. K. Ipolyi, I. Dolman: Polietilén érszigetelesű kábe-
lek ereinek vizzaro kötése (Wodoszczelne połączenia
kabla z żyłami o izolacji z polietylenu). Postakiser-
leti Intezet Közleményei /1963/ /4/ 74/8.
13. CCITT. Cable sheaths made entirely of plastics. Docu-
ment Com. VI - Nr 30E /1963/.
14. W.H. Walker: Some aspects of external telephone plant
in Australia. Telecommun. Journ. Australia 14/1963/
/2/ 109/21.

15. E. Kraus: Schweissen der Polyäthylen- Mäntel von Nachrichtenkabeln. Siemens Ztschr. 35/1961/ /4/ 251/2.
16. K. Remold: Verlegung und Montage von Polyäthylen- isolierten Fernsprech-Ortskabeln in Bündelverseilung. Siemens Ztschr. 39/1965/ /1/ 37/44.
17. G. Reuschenbach, W. Wolff: Fernsprechortskabel mit Polyäthylenisolierung, Bündelaufbau und Polyäthylen- mantel. Jhrb. elektr. Fernmeldewesens 14/1963/ 221/74.
18. W. Ochel, R. Preissler: Eine neue schweissbare Muffe für Kabel mit Polyäthylen-Mantel. ETZ-B 14/1962/ /2/ 29/32.
19. E. Scheda: Neuere Entwicklung in der Kabeltechnik. Fernmelde-Praxis 38/1964/ 401/24.
20. A.M. Popow: O sposobach sraszcziwanja oboloczek ka- biela PRWPM. Wiestnik Swiazi 20/1960/ /2/ 9/12.
21. A.M. Popow: Niskotiempierturnoje sraszcziwanje po- lichlorwinilowych i chołodnoje sraszcziwanje polieti- lenowych oboloczek. Wiestnik Swiazi 21/1961/ /9/ 15/7.
22. CCITT. Realisation des joints sur les cables de re- seaux urbains a isolation en polyéthylène sous gaine en chlorure de polyvinyle. Méthode employée par la Fédération de Malaisie et Singapour. Document Com. VI - Nr 14-F, Annexe 5 /1962/.

23. Anon. Epoxy resin field pack. Telecommun. Journ. Australia 14 /1964/ /3/ 247/8.
 24. J. Slapansky: Použitie epoxydových živíc na koncovky a spojky celoplastových oznamovacích káblov. Bull. VUKI 16/1963/ /2/ 69/77.
 25. Institut für Post- und Fernmeldewesen. Vorläufige Montageanweisung für Giessharzmuffen in PVC-Mantel- und Drahtkabeln. IPF 461 /1960/.
 26. N.E. Fletcher, R.H. Harris: Field trials for large polythene cables in subscribers' local-line networks. Post Office Electr. Eng. Journ. 56/1963/ /1/ 8/12.
 27. R.D. Johnston: Installation of an 1800 pair polythene insulated and sheathed cable. Telecommun. Journ. Australia 14/1963/ /1/ 66/7.
 28. F. Herbstreit: Epoxy resin based for large size cables. Telecommun. Journ. Australia 14/1964/ /4/ 316/3.
-

