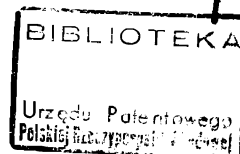


20 czerwca 1932 r.

H04b 11/06

URZĄD PATENTOWY



RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ

OPIS PATENTOWY

Nr 16087.

Kl. 21 c 5.

Electrical Research Products Inc.
(New-York, N. Y., Stany Zjednoczone Ameryki).

Kabel dalekosiężny do prądów słabych, zaopatrzony w powłokę ciągłą z materiału magnetycznego, oraz sposób wyrobu takich kabli.

Zgłoszono 20 maja 1922 r.

Udzielono 24 marca 1932 r.

Wynalazek niniejszy dotyczy elektrycznych kabli sygnalizacyjnych, zaopatrzonych w powłokę ciągłą, to jest kabli, w których żyła, przenosząca prąd elektryczny, jest otoczona warstwą materiału magnetycznego celem powiększenia indukcyjności na jednostkę długości kabla.

Heaviside w r. 1890 wyjaśnił, że najlepszym sposobem udoskonalenia kabli sygnalizacyjnych byłoby powiększenie indukcyjności tychże w sposób ciągły przez pokrycie żyły na całej jej długości warstwą materiału magnetycznego. Wadę jednak stanowiły niskie siły magnesujące w kablach sygnalizacyjnych i niska przenikalność magnetyczna materiałów znanych,

występująca przy tych siłach magnesujących, gdyż indukcyjność w powłokę z materiału magnetycznego jest zbyt mała, by mogła być wykorzystana w długich kablach telegraficznych. Naogół można osiągnąć pomyślniejsze wyniki przekazywania w przypadku, gdy całkowity rozporządzalny przekrój żyły składa się z miedzi, niż w przypadku, gdy składa się on częściowo z miedzi, częściowo zaś z powłoki żelaznej. Wobec tego, pomimo licznych prób stosowania żył, zaopatrzonych w powłokę ciągłą, pewne korzyści osiągnięto jedynie dla linii telefonicznych podwodnych, stosunkowo krótkich. W nielicznych przypadkach tego rodzaju stosowano z powodzeniem cią-

głą powłokę żelazną. W długich kablach telegraficznych nie znalazła ona zastosowania.

Długie podmorskie kable telegraficzne posiadają normalnie pojedynczą żyłę miedzianą, otoczoną warstwą materiału izolacyjnego, zazwyczaj kauczuku, która jest pokryta powłoką ochronną. W kablach tego rodzaju największą szybkość nadawania znaków, jaką można osiągnąć, ograniczają pewne czynniki, a mianowicie: pojemność elektrostatyczna, oporność, napięcie prądu wysyłanego oraz zakłócenia natury ubocznej.

Można nieco powiększyć szybkość przekazywania znaków przez obniżenie oporności lub pojemności lub obu tych czynników. Stają tu jednak na przeszkodzie czynniki kosztu i trudności wyrobu, które nie pozwalają stosować drutów cieńszych od 5,1 mm oraz powłoki kauczukowej powyżej 11,4 mm.

W praktyce zwykłej uważa się za pożądane ograniczenie napięcia prądu wysyłanego do 50 V; prądy o napięciu wyższym mogą uszkodzić izolację, czego oczywiście należy unikać. Długi kabel oceaniczny, odłączony od źródła prądu, wykazuje często słabe prądy zmienne, pochodzące od niezbadanych sił elektromotorycznych. Podobne prądy obserwować można również w telegrafii lądowej, a nieco co do charakteru podobne — również w radjotelegrafii i radjotelefonji. W przypadkach zwykłych uważać można w długich podmorskich liniach telegraficznych za normę, by odbierany prąd wykazywał 10 mikroamperów, aby można go było z łatwością wykryć wśród wspomnianych powyżej zakłóceń.

W przypadku długich stosunkowo kabli, wynoszących 3700 kilometrów, stosowanych w komunikacji transoceanicznej, wykazujących około 162 kg miedzi i 98 kg kauczuku na kilometr, częstotliwość jest ograniczona interferencją do 10 okresów na sekundę. Jeżeli stacja odbiorcza prze-

mować ma prąd o natężeniu 10 mikroamperów przy napięciu nadawczym 50 woltów, częstotliwość powinna być nawet mniejsza od 10 okresów na sekundę. Niezależnie od metody nadawania jest konieczne pewne ograniczenie częstotliwości impulsów przekazywanych, by nie zlewały się one ze sobą i sygnały były wyraźne. Przy zwiększeniu szybkości ponad 10 okresów na sekundę w omawianym kablu sygnały zostają osłabione o tyle, że normalne zakłócenia elektryczne uniemożliwią dokładne przejmowanie nadawanych sygnałów.

Oddawna już wiadomo, że osłabieniu sygnałów w przewodach można przeciwdziałać przez powiększenie ich indukcyjności. Czyniono w tym kierunku bardzo liczne doświadczenia celem ulepszenia działania podmorskich linii telegraficznych w drodze zastosowania indukcyjności dodatkowej. W większości przypadków chodziło jednak raczej o osłabienie zniekształceń, one to bowiem przede wszystkim ograniczały szybkość nadawania sygnałów.

Stwierdzono, że zniekształcenia w telegrafii powstają wskutek niejednakowego osłabienia sinusoidalnych składowych prądu o różnych częstotliwościach oraz względnego przesunięcia faz z tych składowych. W latach ostatnich w celu skorygowania w pewnym stopniu zniekształceń proponowano rozmaite środki i obecnie nie jest koniecznością zaopatrywanie kabla w powłokę celem zapobiegania zniekształceniom przekazywanych sygnałów. Główna zaleta linii z przewodu, zaopatrzonego w powłokę z materiału magnetycznego, w porównaniu z linią z przewodu zwykłego polega na zmniejszeniu osłabienia częstotliwości podczas sygnalizacji, co pozwala przyspieszyć szybkość nadawania sygnałów bez obawy, by przejmowane sygnały traciły na wyrazistości.

Najdłuższy ze znanych kabli telefonicznych, zaopatrzonych w powłokę z materiału magnetycznego, wynosi zgórá 200 kilo-

metrów. Kabel ten jest zaopatrzony w powłokę, wykonaną z drutu żelaznego, nawiniętego śrubowo na żyłę. Niekiedy stosowano krótkie kable telefoniczne z powłoką w postaci cewek powłokowych lub cewek Pupina, rozmieszczonych w rozmaitych punktach kabla wewnątrz materiału izolacyjnego. Trudności techniczne ograniczają jednak możliwość stosowania kabli tego rodzaju.

Obok wprowadzania indukcyjności dodatkowej, w celu zwiększenia szybkości pracy na długich liniach, proponowano stosować upływność prądu w punktach, rozmieszczonych w jednakowych odstępach wzdłuż linii. Usuwa to wprawdzie w pewnym stopniu zniekształcenia, znacznie jednak osłabia sygnały i nie może być uważane za środek pożyteczny.

Pożytek powłoki, zwiększającej indukcyjność długich telegraficznych kabli podmorskich, nie ulega wątpliwości. Stwierdzono przytem, że przy zastosowaniu jako powłoki pewnego stopu można osiągnąć szybkość nadawania sygnału znacznie większą, niż w przypadku przewodów, niezaopatrzonych w taką powłokę albo zaopatrzonych w powłokę ciągłą, wykonaną z materiałów znanych. Doniosłą zaletę nowego materiału stanowi okoliczność, iż aczkolwiek przenikalność jego przy wyższych siłach magnesujących może nie przewyższać przenikalności żelaza, przy siłach niskich, występujących w kablach telegraficznych, jest ona znacznie wyższa od przenikalności żelaza. Przy nadawaniu jednokierunkowem przez kabel oceaniczny natężenie prądu odbieranego może spaść do 10 mikroamperów lub nawet niżej jeszcze, co odpowiada bardzo słabym siłom magnesującym. Nawet na stacji nadawczej, gdzie panuje siła elektromotoryczna 50 V, prąd wzbudza siłę magnesującą zaledwie około 0,2 jednostek elektromagnetycznych. Przeto stop, znajdujący zastosowanie, winien odznaczać się wysoką przenikalnością w

granicach sił magnesujących, jakie odpowiadają prądom sygnalizacyjnym w długich kablach podmorskich.

Wzmiankowano już powyżej, że powłoka z materiału magnetycznego jest korzystna jedynie w przewodach telefonicznych, nie dając wyników korzystnych w przewodach telegraficznych. W celu zanalizowania kwestji powłok ciągłych, wykonanych z materiału magnetycznego, należy ustalić w sposób ścisły podstawę porównywania przewodów zaopatrzonych i niezaopatrzonych w powłokę z materiału magnetycznego. Wydawać się może, że porównywać należy przewód bez powłoki z przewodem o tej samej średnicy, zaopatrzonym dodatkowo w powłokę z materiału magnetycznego. Wszelako dodatek materiału powłoki wymaga powiększenia ilości materiału izolacyjnego i czyni kabel droższym. Może się zdarzyć, że w przypadku zastosowania miedzi zamiast materiału powłoki przemowiany prąd będzie nawet większy, niż w przewodzie z powłoką z materiału magnetycznego. Właściwiej przeto porównywać przewód z powłoką z materiału magnetycznego z przewodem bez powłoki, lecz o tej samej średnicy. Innemi słowy powłokę z materiału magnetycznego należy traktować jako materiał, zastępujący zewnętrzną warstwę przewodu miedzianego. Jeżeli przy takim postawieniu sprawy przewód z powłoką nie wykazałby korzyści, lepiej będzie zewnętrżnej warstwy miedzi nie zastępować powłoką.

Zgodnie z wyżej poddanym należy rozstrzygnąć w jakich warunkach może okazać się korzystne zastąpienie znikomo cienkiej warstwy zewnętrznej przewodu materiałem powłoki. Kwestję najważniejszej grubości powłoki można odłożyć na później. Narazie należy zbadać, czy najważniejsza grubość ma wynosić zero, czy też posiadać pewną wartość, większą od zera.

W przypadku takim, jak niniejszy, w którym szybkość sygnalizacji jest ograni-

czona przez tłumienie i interferencję fal, sprawę maksymalnej szybkości nadawania sygnałów korzystniej jest badać w związku ze zjawiskami, towarzyszącymi ciągłym prądom zmiennym. Przy każdym systemie i szybkości nadawania istnieje pewna częstotliwość przekazywanych impulsów, przy której odbierane sygnały są dostatecznie wyraźne. Przy przekazywaniu szeregu jednakowych impulsów, na zmianę dodatnich i ujemnych, z taką właśnie szybkością zostają one przejmowane mniej więcej w postaci sinusoidalnego prądu zmiennego, ponieważ składowe prądy o wyższych częstotliwościach są tłumione przez kabel. Tłumienie szeregu impulsów jest przeto w przybliżeniu takie samo, jak tłumienie ciągłego prądu zmiennego o częstotliwości, równej połowie liczby impulsów na sekundę, a gdy sygnał składa się z nieprawidłowego zespołu impulsów, tłumienie jego jako całości może być wyznaczone tłumieniem ciągłego prądu zmiennego o częstotliwości połowicznej w stosunku do najwyższej częstotliwości impulsów, niezbędnej do wyraźnego przejmowania sygnałów.

Obecnie należy ustalić wzór, podający stosunek, jaki powinien zachodzić między przenikalnością magnetyczną i innymi czynnikami, aby zastąpienie materiału przewodnika materiałem magnetycznym powłoki miało przynieść korzyść.

Tłumienie α na jednostkę długości, występujące przy prądzie o częstotliwości n w przewodzie, zaopatrzonym w powłokę ciągłą z materiału magnetycznego i wykazującym oporność R (na jednostkę długości), pojemność K i indukcyjność L , podaje znany wzór:

$$\alpha = \sqrt{\pi n K \sqrt{R^2 + 4\pi^2 n^2 L^2} - 2\pi n L}$$

w założeniu, że rozproszenie można pominąć, co w danym przypadku ma rzeczywiście miejsce. Ponieważ rozpatruje się dzia-

łanie znikomo cienkiej warstwy powłoki z materiału magnetycznego, wartość L będzie bardzo nieznaczna i wyraz $4\pi^2 n^2 L^2$ jest w porównaniu z R tak drobny, że można go pominąć wobec czego wzór powyższy przybierze postać:

$$\alpha = \sqrt{\pi n K (R - 2\pi n L)}$$

Przy stałym promieniu zewnętrznym r i w razie zastosowania powłoki z materiału magnetycznego o grubości t , nie tylko zwiększa się L , lecz jednocześnie zmniejsza się przekrój przewodnika, podnosząc R . Aby więc zmniejszyć α , należy wyraz $2\pi n \alpha$ powiększyć silniej, niż wyraz R . Różniczkując względem t , otrzymuje się warunek:

$$\frac{dR}{dt} < \frac{d(2\pi n L)}{dt}$$

Jeżeli ρ oznacza opór właściwy przewodnika, to opór na jednostkę długości wynosi:

$$R = \frac{\rho}{\pi (r - t)^2}$$

skąd

$$\frac{dR}{dt} = \frac{2\rho}{\pi (r - t)^3}$$

Ponieważ mamy do czynienia z bardzo cienką warstwą materiału magnetycznego równanie powyższe sprowadza się do postaci:

$$\frac{dR}{dt} = \frac{2\rho}{\pi r^3}$$

W celu określenia indukcyjności, pochodzącej z istnienia warstwy materiału magnetycznego, korzysta się ze znanego wzoru:

$$H = \frac{2I}{r}$$

który określa natężenie pola magnetycznego H przy odległości r od osi przewodu, po którym przepływa prąd I . Jeżeli przyjąć, że μ oznacza przenikalność materiału przewodzącego, to gęstość linii sił B określa wzór:

$$B = \mu \frac{2I}{r}$$

a liczba linii sił na jednostkę długości przewodu wyniesie:

$$\varphi = \frac{2I\mu}{r}$$

Z drugiej strony na podstawie określenia indukcyjności

$$L = \frac{d\varphi}{dI} = \frac{2\mu}{r}$$

skąd

$$\frac{dL}{dt} = \frac{2\mu}{r}$$

Wstawiając do nierówności, podanej powyżej, wartości, znalezione dla $\frac{dR}{dt}$ oraz $\frac{dL}{dt}$, sprowadzi się nierówność do postaci:

$$\frac{2\rho}{\pi r^3} < 2\pi n \cdot \frac{2\mu}{r},$$

czyli

$$\mu n > \frac{\rho}{2\pi^2 r^2}$$

Wyraz $\frac{\rho}{\pi r^2}$ oznacza opór R na jednostkę długości przewodu, niezaopatrzonego w powłokę z materiału magnetycznego, co pozwala nadać powyższej nierówności postać:

$$\mu n > \frac{R}{2\pi}$$

Jeżeli wartości przenikalności μ przy częstotliwości prądu n i oporności R czynią zadość nierówności powyższej, osiąga się pewność, że zastąpienie pewnej zniko-

mo cienkiej warstwy przewodnika równą mu warstwą materiału magnetycznego zmniejszy tłumienie prądu w tymże. Skoro natomiast powyższe trzy parametry nie zadowolają powyższej nierówności, to lepiej pozostawić materiał przewodu na miejscu, które miałby zająć materiał magnetyczny. Innymi słowy, aby materiał magnetyczny powłoki zapewniał jakąkolwiek korzyść w kierunku tłumienia, warunkiem niezbędnym jest, aby iloczyn częstotliwości przez przenikalność był większy od pewnej wartości, proporcjonalnej do oporności na jednostkę długości przewodu.

W założeniu, że oporność R jest ustalona, nierówność powyższa prowadzi do wniosku, że materiał magnetyczny o pewnej przenikalności może być bardzo pożyteczny przy prądach o częstotliwościach, stosowanych w telefonii, nie przynosi natomiast żadnej korzyści przy prądach o częstotliwościach, stosowanych w telegrafii. Ponieważ iloczyn μn powinien być większy od pewnej określonej wartości, częstotliwość zaś n prądów telefonicznych jest dość wysoka, przenikalność μ nie potrzebuje być duża; skoro jednak n , jak to ma miejsce w telegrafii, posiada wartość niższą, przenikalność μ musi być znaczna, aby iloczyn μn mógł osiągnąć wartość wystarczającą. Nierówność powyższa wskazuje również, że dla danych wartości μ oraz n zmniejszenie oporności R może zmienić warunki niekorzystne na korzystne przy dodatkowym zastosowaniu powłoki z materiału magnetycznego.

Poniżej zastosowano sprawdzian powyższy do szczególnego przypadku kabla o oporności 0,97 omów na kilometr, co odpowiada oporowi drutu miedzianego o wadze 162 kilogramów miedzi na kilometr. Po wprowadzeniu jednostek elektromagnetycznych i podzieleniu przez 2π wzór przedstawi się w postaci:

$$\mu n > 1540$$

Pod przenikalnością należy tu rozumieć przenikalność początkową, czyli przenikalność przy bardzo niskich siłach magnetycznych, gdyż, jak to podano już powyżej, natężenie pola magnetycznego bezpośrednio poza powierzchnią zewnętrzną przewodu kablowego wynosi co najwyżej 0,2 jednostek elektromagnetycznych i spada prętem szybko od tej wartości, istniejącej na końcu nadawczym, do wartości około 10^{-5} jednostek elektromagnetycznych na końcu odbiorczym kabla. Przy siłach magnesujących tak niskich przenikalność obwodu magnetycznego, jeżeli powłoka jest wykonana z żelaza, wynosi zaledwie około 150. Aby przeto zadośćuczynić wyżej podanej nierówności, liczba okresów n prądu na sekundę powinna wynosić co najmniej 10. Jeżeli n , czyli częstotliwość sygnałów, jest mniejsza, to wyposażenie kabla w powłokę ciągłą z materiału magnetycznego nie zmniejszy tłumienia. Aczkolwiek zdawałoby się mogło, że nierówności możnaby uczynić zadość przez podniesienie n , to jednak doświadczenie wykazuje, że przy częstotliwościach wyższych tłumienie wzrasta o tyle, że sygnały stają się niezrozumiałe. Krzywa na fig. 1 uwidocznia raptowny spadek odbieranego prądu w miarę wzrostu częstotliwości w rozpatrywanym kablu, niezaopatrzonym w powłokę z materiału magnetycznego. Rzędne przedstawiają tu przejmowany prąd w mikroamperach przy sile elektromotorycznej 50 V, a odcięte — częstotliwość w okresach na sekundę.

Aczkolwiek może to brzmieć nieco przecząco, lecz powłoka z materiału magnetycznego byłaby korzystna w kablu tym dla celów telefonji, lecz, jak to uwidocznia fig. 1, przy stosowaniu dużej częstotliwości wywierałaby zbyt mały wpływ i odbierany prąd pomimo oddziaływania tej powłoki byłby zbyt mały, by można go było przejmować.

Rzecz prosta, że tam, gdzie nierówność pozwala przypuszczać, że stosowanie po-

włoki z materiału magnetycznego jest celowe, największa dopuszczalna grubość powłoki z materiału magnetycznego będzie bardzo nieznaczna i w każdym razie znacznie mniejsza, niż wymagać tego będzie samo nałożenie materiału, którego grubość będzie wynosić co najmniej $\frac{1}{10}$ mm. Nierówność przedstawić można w następującej praktyczniejszej postaci:

$$\mu n > \frac{R}{2\pi} + \delta$$

gdzie δ jest przyrostem zależnym od okoliczności, wśród których należy liczyć się i z tą, że w rzeczywistości nie można stosować powłoki materiału magnetycznego znikomo cienkiej.

Inny czynnik, podnoszący wartość δ , który każe unikać żelaza w charakterze powłoki z materiału magnetycznego dla krótkich nawet kabli, polega na tem, że skoro powłoka ta posiada większą grubość, staje się ona miejscem powstawania prądów wirowych, zwiększających oporność kabla dla prądów zmiennych w porównaniu z opornością kabla dla prądu stałego.

Poza tem stosowanie powłoki żelaznej w krótkich nawet kablach nie pozwala osiągnąć wyrównoważenia kabla przy użyciu go do pracy przeciwsojnej (duplex). Aby pracować zapomocą kabla jednocześnie w obu kierunkach, należy na obu jego końcówkach posiadać sztuczną linię o oporności pozornej, odpowiadającej oporności pozornej kabla w zakresie stosowanej częstotliwości. Dla osiągnięcia stosowanych obecnie szybkości sygnałów, nadawanych w długich kablach, jest niezbędne dokładne wyrównoważenie między linią sztuczną a kablem. Konieczne jest nieraz przy zwykłych kablach bez powłoki z materiału magnetycznego wyrównoważenie z dokładnością, dochodzącą do 1 : 10000. Jednakże wyrównoważenie kabla z powłoką ciągłą z

materiału magnetycznego stanowi zadanie znacznie trudniejsze, niż kabla bez takiej powłoki, ponieważ w tym przypadku oporność pozorna nawet dla jednej częstotliwości nie jest stała, lecz zmienia się wraz z amplitudą prądu nadawanego wskutek zmian przenikalności materiału magnetycznego powłoki w zależności od zmiany natężenia pola magnetycznego. Zagadnienie wyrównoważenia staje się przy większych szybkościach jeszcze trudniejsze do rozwiązania.

Trudność wyrównoważenia kabla z powłoką z materiału magnetycznego, przeznaczonego do szybkiej pracy, przy długości jego np. 1800 kilometrów lub więcej można usunąć przez stosowanie pracy jednokierunkowej. Aby jednak w warunkach podobnych kabeł, zaopatrzony w powłokę ciągłą z materiału magnetycznego, mógł współzawodniczyć ze zwykłymi kablami, szybkość sygnałów, nadawanych przez kabeł z powłoką z materiału magnetycznego, powinna być więcej niż dwukrotna w porównaniu z szybkością pracy kabla bez takiej powłoki, pracującego w jednym tylko kierunku. Tak więc w przytoczonym powyżej przypadku normalna szybkość nadawanych sygnałów przy nadawaniu ich w jednym kierunku przez kabeł bez powłoki wynosiła 10 okresów na sekundę. Przy pracy dwukierunkowej (duplex) całkowita zdolność przejmowania przez kabeł sygnałów była równoważna szybkości sygnałów o 20 okresach na sekundę przy nadawaniu sygnałów w jednym tylko kierunku. W przypadku zastosowania żelaza w charakterze powłoki z materiału magnetycznego praca dwukierunkowa byłaby bardzo utrudniona i zastosowanie takiej powłoki opłacałoby się o tyle tylko, o ile kabeł z powłoką byłby w stanie przesyłać sygnały tylko w jednym kierunku z szybkością 20 okresów na sekundę. Krzywa fig. 1 uwidocznia, dlaczego jest to niemożliwe.

W kablu, pokrytym powłoką z materia-

łu magnetycznego w kształcie taśmy, indukcyjność na kilometr wynosi:

$$L = \frac{0,102 \mu t}{(d - t)} 10^4$$

gdzie d oznacza średnicę zewnętrzną żyły wraz z powłoką, a t — grubość taśmy. W takim kablu, którego przewód jest złożony z drutu miedzianego oraz z powłoki ze stopu $78\frac{1}{2}\%$ niklu i $21\frac{1}{2}\%$ żelaza oporność na kilometr, uwzględniając straty na prądy wirowe w taśmie, wynosi:

$$R = 0,54 \left(\frac{7,5}{(d - 2t)^2} + \frac{5 \cdot 5 \cdot 10^{-12} \mu^2 n^2 t^3}{(d - t)} \right)$$

gdzie d i t są wyrażone w milimetrach.

Po wprowadzeniu wartości tych na miejsce L i R do przytoczonego powyżej wzoru na tłumienie α otrzymuje się tłumienie w kablu, zaopatrzonym w powłokę z materiału magnetycznego.

Krzywe, uwidocznione na fig. 2, przedstawiają wyniki obliczeń, wykonanych za pomocą powyższych wzorów, i wskazują wpływ przenikalności na szybkość pracy. Na tej figurze rzędne przedstawiają szybkość nadawania sygnałów w okresach, odcięte zaś — przenikalność przy nieznacznych siłach magnesujących, wyrażone w jednostkach C.G.S. Krzywe na fig. 2 uwidoczniają w jaki sposób zmienia się najwyższa dopuszczalna częstotliwość impulsów sygnalizacyjnych w zależności od przenikalności materiału magnetycznego powłoki. Na figurze tej przedstawiono trzy przypadki dla których przyjęto średnice przewodów 3,8; 4,6; 5,1 mm. Przyjęto przytem, że pojemność tych kabli wynosi 2,25 mikrofaradów na kilometr. We wszystkich przypadkach długość przewodów wynosi 3700 kilometrów. Odpowiada to mniej więcej długości linii, łączących Europę z Ameryką Północną.

Przy obliczeniu krzywych, uwidocznio-

nych na fig. 2, przyjęto napięcie nadawcze 50 voltów, a natężenie prądu odbiorczego — około 10 mikroamperów. W każdym z przedstawionych przypadków zastosowano najodpowiedniejszą grubość powłoki z materiału indukcyjnego, to jest taką, przy której natężenie prądu przejmowanego jest największe, czyli tłumienie jest najmniejsze. Grubości te w milimetrach są oznaczone w odpowiednich punktach wykresu liczbami w nawiasach. Zmieniają się one od punktu do punktu wzdłuż każdej krzywej. Dla niskich wartości przenikalności wszystkie krzywe biegają mniej więcej poziomo, co wskazuje, że szybkość sygnalizowania nie zależy od przenikalności. Pochodzi to stąd, że przy niskich wartościach przenikalności najkorzystniejsza grubość powłoki byłaby zero. Szybkość sygnalizowania nie zależy przeto zupełnie od powłoki i krzywe posiadają układ prostych linii poziomych.

Krzywe te uwzględniają również straty na prądy wirowe w powłoce z materiału magnetycznego, nie uwzględniają natomiast rozpraszania lub oporów na drodze powrotnej. Wielkości te przy niskich częstotliwościach nie są znaczne, lecz mogą posiadać pewną wartość przy częstotliwościach wyższych. Wyraziłoby się to w skróceniu rzędnych krzywych.

Należy zaznaczyć, że im mniejsza jest średnica żyły, tem większa być powinna przenikalność magnetyczna powłoki, o ile wogóle stosowanie jej ma być pożyteczne.

Aby szybkość sygnalizowania poprzez kabel, wyposażony w powłokę, mogła dwukrotnie przewyższać szybkość sygnalizowania poprzez kabel zwyczajny, co, jak to wskazano powyżej, jest niezbędne przy zaniechaniu pracy dwukierunkowej (duplex), dla celowości zastosowania kabla z powłoką żyły o średnicy 5,1 mm powinny posiadać powłokę o przenikalności około 310, dla kabli zaś 4,6 mm i 3,8 mm — przenikalność, wynoszącą około 600 i 1350. Wy-

nika stąd, że żelazo o przenikalności około 150 będzie w tym przypadku zupełnie bezużyteczne jako materiał na powłokę kabla o tych wymiarach. Materiał jednak o przenikalności kilkakrotnie większej od żelaza pozwoli poważnie podnieść dopuszczalną szybkość sygnalizowania. Podobny materiał opisany jest w patencie Nr 14169.

W praktyce długi kabel podmorski składa się z pojedynczych łączonych ze sobą odcinków. Jeżeli odcinki te różnią pod względem charakteru swej oporności pozornej, zaleca się łączyć je w taki sposób, by te oporności pozorne zmieniały się stopniowo od odcinka danego do odcinka sąsiedniego. Skoro zamierzamy osiągnąć oporność pozorną, mniej więcej jednakową na obu końcach kabla, należy podzielić odcinki kabla na dwie grupy i każdą z nich ułożyć tak, by oporności pozorne wzrastały stopniowo od obu końców mniej więcej ku środkowi kabla. Aczkolwiek jest pożądana jednostajność oporności, zwłaszcza ze stanowiska wyrównoważenia kabla zapomocą linii sztucznej, gdy jest on używany do pracy obukierunkowej, to z drugiej strony jednakże drobne różnice oporności pozornej w poszczególnych odcinkach nie odgrywają znaczniejszej roli, ponieważ długość fal telegraficznych jest znaczna w porównaniu z długością odcinków kabli, normalnie wyrabianych.

Sposób wyrobu zaopatrzonego w powłokę kabla, stanowiącego przedmiot wynalazku niniejszego, wyjaśnia opis poniższy oraz figury 3 — 7, przyczem fig. 3 przedstawia żyłę, powleczonej nowym materiałem magnetycznym w myśl wynalazku niniejszego, fig. 4 — przekrój poprzeczny tegoż, fig. 5 — przekrój żyły, pokrytej izolacją, fig. 6 — przekrój pieca do wyżarzania żyły, pokrytej materiałem magnetycznym, a fig. 7 — żyłę, owiniętą podwójnie taśmami z materiału magnetycznego.

Żelazo i nikiel przetapia się razem w piecu indukcyjnym w stosunku około 21½%

żelaza i 78½% niklu. Należy stosować w tym celu dobre gatunki obu metali. Otrzymanemu stopowi nadaje się następnie kształt taśmy, czyli paska, jak to opisano w patencie Nr 14169, poczem jest on gotów do użytku.

Żyłą miedzianą w kablu według wynalazku (fig. 3 — 5) składa się z centralnego okrągłego drutu miedzianego 1, pokrytego śrubowo sześcioma jednakowymi paskami miedzianymi 2, ukształtowanymi w ten sposób, że szczelnie przylegają do siebie i stanowią łącznie zwartą tulejkę walcową, obejmującą drut. Jest pożądane, by wykonany w ten sposób przewód posiadał gładką walcową powierzchnię zewnętrzną; w tym celu można go poddawać tłoczeniu lub walcowaniu. Wykonana w ten sposób żyła miedziana odznacza się giętkością i zachowaniem przewodności nawet w razie uszkodzenia niektórych jej części składowych np. przez rozciąganie, niewystarczające jednak do przzerwiania wszystkich warstw w tem samym miejscu. Żyłą 1—2 może posiadać przekrój o średnicy 4,62 mm.

Niklowo-żelazny pasek 3 owija się śrubowo wokoło opisanej wyżej żyły miedzianej, bacząc, by brzegi jego szczelnie przylegały do siebie, lecz nie zachodziły jednak na siebie.

Następnie przewód poddaje się obróbce cieplnej. W tym celu przeciąga się go w stanie wyprostowanym przez piec (fig. 4), w którym panuje temperatura około 875°C. Jest to piec muflowy z grzejnikami 20 między ogniotrwałą komorą glinianą 21 a obmurzem 22 z cegły ogniotrwałej. Obmurówka 22 jest otoczona ścianką zewnętrzną z blachy żelaznej. Żelazna rurka 23 jest włożona miedzią 24, a jej średnica wewnętrzna wynosi nieco ponad 13 mm. Rurka żelazna przechodzi przez cały piec wzdłuż i wystaje zeń z obu stron po 230 mm. Długość rurki w obrębie pieca wynosi około 610 mm, a szybkość przesuwu przewodu przez nią dochodzi do 0,228 mm na

minutę. Po wyjściu przewodu z pieca przez końce rurki 23—24, stygnie on na powietrzu, którego temperatura zewnątrz rurki 23 — 24 równa się mniej więcej normalnej temperaturze pokojowej, wynosząc około 20°C. W warunkach podanych i przy wskazanych wymiarach osiąga się pożądaną szybkość stygnięcia nagrzanego w piecu przewodu. Przewód należy wyciągać z pieca w stanie wyprostowanym, zginanie go bowiem w tem stadium wyrobu obniża przenikalność magnetyczną. Przy zwijaniu przewodu należy również stosować promień przynajmniej 610 mm, ponieważ naprężenia, jakie powstają przy zwijaniu lub rozwijaniu drutu na bębnach o średnicy mniejszej, mogą obniżyć przenikalność. Dla utrzymania możliwie najwyższej przenikalności w myśl wynalazku niniejszego wielką doniosłość posiada szybkość chłodzenia przewodu po nagraniu go i wyjęciu z pieca. Przy wyrobie przewodu sygnalizacyjnego, opisanego powyżej, osiągnięcie możliwie najwyższej przenikalności nie jest konieczne; wystarcza przenikalność około 2400, osiągana zapomocą studzenia przewodu, owiniętego materiałem magnetycznym, w powietrzu w miarę wysuwania go z pieca.

Wykryto, że przy stosowaniu na powłokę ciągłą kabli podwodnych o zwykłej izolacji pewnych materiałów o wysokiej przenikalności przy niskich siłach magnesujących, powstaje dążność do odkształcenia powłoki wskutek wysokiego ciśnienia wody na zanurzony kabel. Odkształcenie to obniża przenikalność materiału powłoki ze względu na powstające naprężenia mechaniczne wskutek nierównomiernego ciśnienia wody.

Zmienność przenikalności materiału magnetycznego pod wpływem naprężeń mechanicznych znana jest już oddawna; co się jednak tyczy żelaza, stanowiącego jedyny materiał, stosowany dotąd na powłokę kabli podmorskich, to zmiany w przenikalno-

ści jego były nader małe, dopóki naprężenia nie przekraczały granicy sprężystości. Tak np. czyste żelazo o przenikalności początkowej poniżej 200, poddane siłom rozciągającym aż do 1400 kg na 1 cm kwadr., ulega zmianie przenikalności mniej niż 5%.

Z drugiej strony stopy niklu i żelaza, odznaczające się wyjątkowo wysoką przenikalnością przy niskich siłach magnesujących, są wyjątkowo czułe na naprężenia mechaniczne. Jeżeli np. pasek, wykonany ze stopu z 70% niklu i 30% żelaza, rozciągano z siłą około 420 kg na 1 cm², to przenikalność spadała z początkowej wartości 2000 do wartości około 100. Przy składzie 78½% niklu i 21½% żelaza początkowa przenikalność, wynosząca około 3500, ulegała wskutek rozciągania siłą 4200 kg na cm² obniżeniu wartości poniżej 1000, co, stanowiąc znacznie jeszcze więcej od przenikalności żelaza, oznacza w każdym razie poważne pogorszenie przenikalności przy użyciu stopu tego na powłokę kabli podmorskich. W obu tych przypadkach i przy wszystkich doświadczeniach stwierdzano, że przenikalność osiągała zpowrotem swoją wartość pierwotną, skoro zniknęło naprężenie w materiale, które nie wywoływało odkształceń, wychodzących poza granice sprężystości, i powstających w przypadku zastosowania omawianego stopu przy naprężeniu 3.160 kg na 1 cm².

Zwyczajny sposób izolacji zanurzanych na większe głębokości kabli telegraficznych lub telefonicznych podmorskich polegał na nałożeniu na żyłę warstwy mieszaniny Chatterton'a w celu stworzenia kleiwa między żyłą i kauczukiem, nakładanym następnie. W celu pokrycia mieszaniną Chatterton'a żyłę przeciąga się zazwyczaj w sposób ciągły przez wannę, wypełnioną gorącą mieszaniną, a następnie przez maszynę, która nakłada na żyłę jedną lub kilka warstw kauczuku. Ten sposób daje dobre wyniki przy zastosowaniu go do wyrobu podmorskich kabli telefonicznych, których

żyły są na całej długości równomiernie owinięte drutem żelaznym, tworzącym powłokę z materiału magnetycznego. Stwierdzono przytem, że drut żelazny, tworzący powłokę, zachowuje swoją przenikalność magnetyczną po zanurzeniu. Jeżeli jednak przy powłoce niklowo-żelaznej zastosować izolację wyżej podaną i kabel poddać ciśnieniu, jakie panuje na dnie oceanu, wówczas indukcyjność zaopatrzonego w powłokę przewodu znacznie się obniży. Tak np. przewód z powłoką, składającą się z 70% niklu i 30% żelaza w postaci nawiniętego spiralnie paska o grubości 0,15 mm i szerokości 3,17 mm, izolowany w sposób zwykły mieszaniną Chatterton'a oraz kauczukiem doznaje obniżki indukcyjności z 16,2 milihendrów na kilometr do mniej niż 2,7 milihendrów na kilometr, skoro kabel podlegał ciśnieniu wody 420 kg na 1 cm². W innym znowu przypadku przewód z powłoką, złożoną z 78½% niklu i 21½% żelaza, takich samych wymiarów i o takiej samej izolacji, zmniejszał indukcyjność z 32,4 do mniej niż 10,8 milihendrów pod tem samem ciśnieniem. Należy zaznaczyć, że zmiany indukcyjności w przewodach, zaopatrzonych w powłokę z materiału indukcyjnego, odpowiadają naogół zmianom przenikalności materiałów magnetycznych, poddanych rozciąganiu mechanicznemu. Wynika stąd, iż straty indukcyjności w kablach powstają wskutek naprężeń, wynikających z niejednostajnego ciśnienia kauczuku na materiał powłoki pod wpływem jednostajnego ciśnienia wody na kauczuk. Wskutek niejednostajnego ciśnienia powstają naprężenia deformacyjne w materiale powłoki. Potwierdza ten wniosek okoliczność, że o ile materiał powłoki poddać ciśnieniu jednostajnemu, zmiany indukcyjności nie zachodzą w sposób dostrzegalny.

Celem usunięcia dążności materiału powłoki do odkształcania się pod ciśnieniem, stosuje się otaczanie powłoki środkiem, wyrównującym ciśnienie. W tym celu zale-

ca się stosowanie materiału płynnego lub lepkiego w temperaturach i pod ciśnieniami, panującymi w głębinach morskich. Materiał podobny stanowi mieszanina Chatterton'a, składająca się ze smoły sztokholmskiej, żywicy i kauczuku. W tym celu mieszanina powinna posiadać stosunkowo znaczną zawartość smoły sztokholmskiej dla zachowania płynności w niskich temperaturach, panujących na dnie morskim. W celu należytego wypełnienia mieszaniną przeznaczonej dla niej przestrzeni wokoło przewodu, można z powodzeniem stosować impregnowanie w próżni, przyczem z przestrzeni pośrednich usuwa się powietrze, a na jego miejsce wtłacza się pod odpowiednim ciśnieniem gorącą mieszaninę Chatterton'a. Jak to powszechnie wiadomo, przy nasycaniu w próżni impregnowane przedmioty wprowadza się do uszczelnionego od dopływu powietrza zbiornika, z którego powietrze usuwa się następnie zapomocą odpowiedniej pompy powietrznej, poczem wpuszcza się mieszaninę impregnacyną aż do całkowitego pokrycia tą mieszaniną przewodu. Wówczas dopływ mieszaniny do zbiornika przerywa się i wytwarza w zbiorniku ciśnienie zapomocą wtłaczania powietrza, które wciska mieszaninę Chatterton'a w szczeliny, istniejące w zaopatrzoną w powłokę przewodzie i wypełnia je całkowicie mieszaniną. Wreszcie przewód zostaje wyjęty z gorącej kąpieli i nadmiarowi mieszaniny pozwala się ściec, zanim przesycony przewód zostanie wprowadzony do maszyny, nakładającej nań kauczuk.

Proponowano już dawniej pokrywać mieszaniną Chatterton'a goły przewód przed owinięciem go drutem żelaznym. Zabieg ten może jednak zabezpieczyć przewód jedynie od dostępu wody i w żadnym razie nie współdziała celom niniejszego wynalazku. Metody tej nie można ponadto stosować do przewodów z powłoką magnetyczną o wysokiej przenikalności typu opisanego, ponieważ utrwalenie tejże wymaga

obróbki cieplnej, a względnie wysoka temperatura tegoż zniszczy oczywiście każdy materiał izolacyjny. Nie można przeto pokrywać przewodu zaprawą przed założeniem powłoki, o ile powłoka ta wykonana jest z materiału o wysokiej przenikalności magnetycznej, zmieniającej się pod wpływem naprężeń mechanicznych. Jak już poprzednio zaznaczono, centralny drut miedziany 1 (fig. 3 i 4) przewodu pokryty jest sześcioma śrubowo nawiniętymi paskami 2, które wraz z drutem centralnym 1 stanowią żyłę typu powszechnie stosowanego w długich kablach podmorskich. Żyłę jest pokryta powłoką 3 z materiału magnetycznego, najwłaściwiej w postaci ściśle do siebie przylegających pasków, nawiniętych śrubowo naokoło żyły 1. Mieszanina Chatterton'a 4 wypełnia wszystkie szczeliny w żyłce i w jej powłoce i tworzy ciekłą warstwę na powierzchni powłoki. Całość zostaje wreszcie pokryta materiałem izolacyjnym 5, zazwyczaj kauczukiem. Ustrój podobny stanowi rdzeń kabla, zawierający ponadto w przypadkach zwykłych warstwy juty i uzbrojenia drucianego jako ochrony mechanicznej. Wynalazek opisany w zastosowaniu do żyły złożonej nadaje się równie dobrze i w zastosowaniu do żył innego typu.

Wzmianka, dotycząca impregnacji w próżni przy pomocy procesu, prowadzonego z przerwami, nie wyłącza możliwości pokrywania przewodu w inny jakikolwiek sposób, a więc np. zapomocą ciągłego przeciągania przewodu przez zbiornik, z którego usunięto powietrze i który został wypełniony masą impregnacyną. W ten sposób powstaje na przewodzie pewna warstwa masy, którą pokryty zostaje przewód, przesunięty na powietrze albo do zbiornika wysokiego ciśnienia, gdzie mieszanina zostaje wtłoczona w jego pory.

Mieszanina Chatterton'a i kauczuk nie są jedynymi materiałami nadającymi się do celów wynalazku. Stwierdzono, że zamiast

kauczuku można stosować gumę, a zamiast masy Chatterton'a — jakikolwiek inny materiał o odpowiednich własnościach chemicznych i fizycznych.

Typ pieca, szybkość procesu i temperatura mogą się zmieniać stosownie do warunków wyrobu. Przewód np. odmiennie średnicy będzie wymagał innych urządzeń. Napężenie, jakiemu podlega materiał, można zmieniać w zależności od temperatury pieca.

Aczkolwiek wskazano powyżej jeden tylko specjalny stop na materiał powłoki, to jednakże nadają się tu i stopy o różnych stosunkach składników lub o innych składnikach, a w szczególności o składnikach, wzmiankowanych w patencie Nr 14169.

Powyżej wskazano wymiary rdzenia przewodzącego tudzież szerokość i przekrój poprzeczny paska, tworzącego powłokę, w szczególności w przypadku długiego kabla oceanicznego do szybkiego telegrafowania, rzecz jednak prosta, że grubość paska i inne czynniki można zmieniać stosownie do okoliczności. Tam, gdzie chodzi o powłokę grubszą, można ją sporządzić z dwu pasków, nawiniętych w kierunkach przeciwnych jeden na drugim, jak to wskazuje fig. 7. Taki ustrój powłoki zaleca się, ponieważ wówczas powłoka składa się z dwóch, zamiast jednej, warstewek, co obniża straty na prądy wirowe. Ponadto nawinięcie pasków w kierunkach przeciwnych utrudnia ześlizgiwanie się lub ich płatanie. Przy kilkuwarstwowej powłoce cienka warstewka tlenków na powierzchni pasków stanowi izolację, która tłumi prądy wirowe. Można tu jednak stosować i inne materiały izolacyjne.

W celu zapewnienia wszelkich korzyści powłoki typu opisanego powyżej, należy zachować pewne przepisy postępowania. W szczególności należy rozporządzać środkami, możliwie usuwającymi zniekształcenia sygnałów. Chociaż niektórzy specjaliści uważają, że kable, pokryte po-

włoką stosunkowo grubą, są zabezpieczone od zniekształceń powyżej pewnych szybkości sygnałów, stwierdzono, że pewne zniekształcenia powstają niezależnie od szybkości pracy z przyczyny strat prądu zmiennego w materiale powłoki, przyczem powstają nowe rodzaje zniekształcenia, nieznane w przewodach zwykłych. Zasadniczo zniekształcenia sygnału w kablach z powłoką pochodzą od niejednostajnego tłumienia i przesunięcia faz z rozmaitych składowych częstotliwości sygnału w związku z powstawaniem częstotliwości harmonicznych, zależnych od właściwości magnetycznych powłoki. Inny typ zniekształcenia wprowadza hystereza magnetyczna powłoki. W przypadku stosowania stopu, o jakim mowa, zniekształcenia tego rodzaju nie odgrywają roli znaczniejszej, ponieważ w stopie tym hystereza występuje w stopniu bardzo słabym.

Zniekształcenie, powstające na tle niejednostajnego tłumienia i przesunięcia faz rozmaitych składowych częstotliwości sygnału, jest podobne do zniekształcenia w kablu, pozbawionym powłoki, lecz jest odcień słabsze. Zniekształcenie to można jeszcze zmniejszyć zapomocą odpowiedniej linii sztucznej, umieszczonej na końcówkach kabla, która zmniejsza amplitudę składowych częstotliwości, niższych od pewnej maksymalnej częstotliwości. Prawie wszystkie niższe częstotliwości zostają wspólnym działaniem kabla i linii sztucznej odpowiednio przytłumione. Przez nadanie odpowiednich wymiarów linii sztucznej można również zapewnić potrzebne przywrócenie właściwych stosunków faz.

Odpowiednią linię sztuczną w myśl wyłazku niniejszego przedstawia fig. 8. Kabel 30 posiada powłokę ciągłą według niniejszego opisu. Kabel jest uziemiony przy pomocy aparatu nadawczego 31 i kondensatora 32. Na końcu odbiorczym kabel jest połączony z ziemią dwiema równoległymi gałęziami, z których jedna zawiera znaczną

indukcyjność 33, połączoną szeregowo z nastawialnym opornikiem 34. Druga gałąź zawiera kondensator 35 i włączony do niego równolegle nastawialny opornik 36, połączony szeregowo z cewką 37 i z nastawialnym opornikiem 38, połączonemi ze sobą również szeregowo. Narządy 32, 33, 34, 35, 36, 37 i 38 są włączone w przyrząd, korygujący zniekształcenia. Cewka indukcyjna 37 i opornik 38 są włączone bocznikowo do oporu 39 potencjometru. Zaciski tego oporu należą do wejściowego obwodu siatki lampy wzmacniającej 40, której obwód wyjściowy obejmuje przyrząd odbiorczy zapisujący 41 w postaci np. oscylografu, utrwalającego sygnały fotograficznie na światłoczułym papierze. Zapisujący przyrząd odbiorczy, stosowany zazwyczaj w przewodach bez powłoki, pracuje zbyt powolnie dla szybko pracujących kabli z powłoką w myśl wynalazku niniejszego.

W pewnych przypadkach można z pożytkiem stosować system, polegający na tem, że prądy sinusoidalne umiarkowanej częstotliwości ulegają modulacji nakładaniem na nie impulsów sygnałowych o częstotliwości niższej. Aczkolwiek ten system telegrafowania nie posiada żadnej przewagi nad zwykłymi systemami dla kabli, niezaopatrzonych w powłokę, to jednakże może on ją wykazać w przypadku zastosowania kabli z powłoką ciągłą ze względu na to, że osłabienie nie wzrasta tu tak gwałtownie z częstotliwością, jak w kablu, pozbawionym powłoki z materiału magnetycznego.

Warunkiem doniosłym przy stosowaniu przewodu sygnalizacyjnego, zaopatrzonego w powłokę ciągłą, jest nie tylko zapewnienie wysokiej przenikalności materiałowi powłoki, lecz również i zapewnienie jednostajności tej przenikalności. Ustalenie niezbędnych zabiegów, jakie do tego prowadzą, nastęrczało znaczne trudności, wskazane w opisie powyższym.

Wzmiankowano już powyżej, że pożą-

daną jest rzeczą, by przewód posiadał wewnątrz powłoki gładką powierzchnię walcową. Jedną z przyczyn tego polega na tem, że gdyby w głębinach morskich, gdzie ciśnienie dochodzi 350 kg na cm², przewód miał nieforemną powierzchnię, ciśnienie to powodowałoby w materiale magnetycznym powłoki niejednostajne naprężenia, co zmniejszałoby jego przenikalność. Poza tem zwarta budowa przewodu zapewnia mniejszą pojemność elektrostatyczną, niż w przypadku, gdyby składał się on z taśm luźno tylko związanych.

Aczkolwiek wynalazek niniejszy opisano powyżej w szczególnem zastosowaniu jego do podmorskich kabli telegraficznych, to jednakże nie ogranicza się on ani wyłącznie do kabli telegraficznych, ani do kabli podmorskich, chociaż w pewnych swych odmianach wykonania wykazuje on szczególne zalety w zastosowaniu do kabli podmorskich. Wynalazek nadaje się wszelako i do telegrafji przewodowej powietrznej, a również i do telefonji, czy to podmorskiej, czy też przewodowej powietrznej.

Zastrzeżenia patentowe.

1. Kabel dalekosiężny do prądów słabych, zaopatrzony w powłokę ciągłą z materiału magnetycznego, znamienny tem, że materiał powłoki stanowi stop niklu i żelaza.

2. Kabel według zastrz. 1, znamienny tem, że materiał powłoki zawiera również chrom.

3. Kabel według zastrz. 1 i 2, znamienny tem, że szczeliny między skrętkami żyły, między zwojami, tworzącymi powłokę, oraz między żyłą i powłoką są wypełnione masą płynną lub lepłą, która pozostaje płynną lub lepłą również na dużej głębokości, na jaką jest zanurzony kabel podmorski w wodzie, przez co osiąga się wyrównanie ciśnień na żyłę i powłokę oraz unika przez to zmniejszenia przenikalności w materiale magnetycznym powłoki.

4. Kabel według zastrz. 1 — 3, znamienny tem, że powłoka z materiału magnetycznego jest utworzona z dwóch paszków, nawiniętych śrubowo na żyłę jeden nad drugim w kierunkach przeciwnych.

5. Sposób wyrobu kabli dalekosieżnych według zastrz. 1 — 4, znamienny tem, że żyła, zaopatrzona w powłokę z materiału magnetycznego, jest poddawana początkowo procesowi nagrzewania, podczas którego jest przeciągana przez piec w stanie wyprostowanym, a bezpośrednio potem jest poddawana procesowi ochładzania, przyczem procesy odbywają się w takich warunkach, iż wartość przenikalności magnetycznej powłoki przy bardzo małych si-

łach stanowi wielokrotność wartości przenikalności powłoki magnetycznej, wykonanej z czystego żelaza.

6. Sposób wyrobu kabli dalekosieżnych według zastrz. 3, znamienny tem, że wypełnianie masą szczelin między skrętakami żyły, między zwojami, tworzącymi powłokę, oraz między żyłą i powłoką uskutecznia się pod ciśnieniem zmniejszonym, najkorzystniej zaś w próżni.

Electrical Research
Products Inc.

Zastępca: M. Skrzypkowski,
rzecznik patentowy.

FIG. 1.

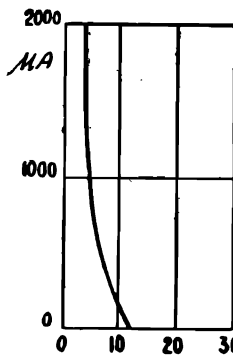


FIG. 2.

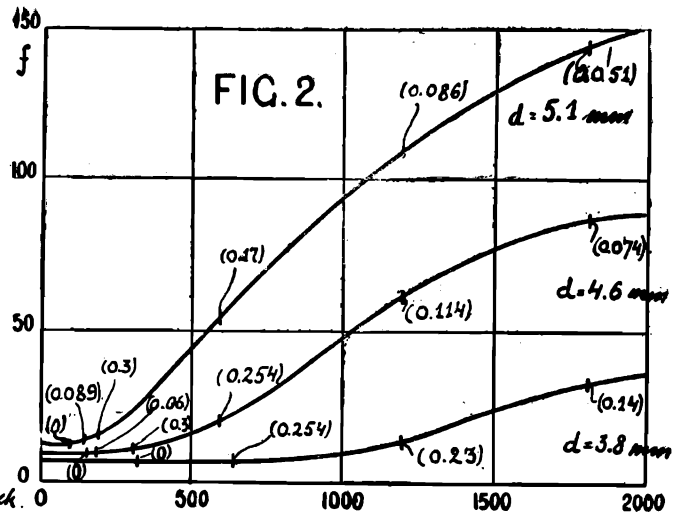


FIG. 3.

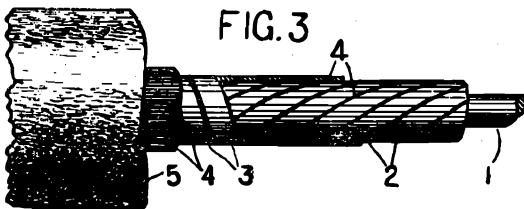


FIG. 4.

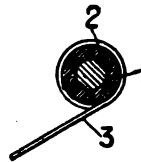


FIG. 5.

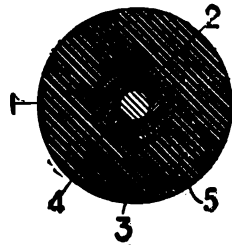


FIG. 6.

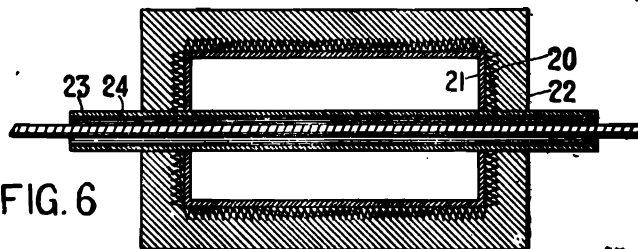


FIG. 7.

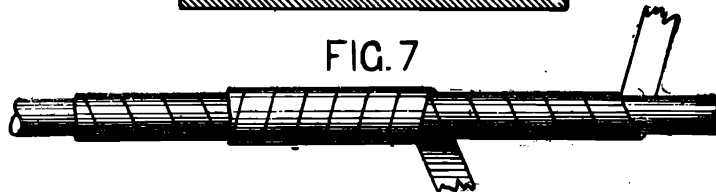


FIG. 8.

