

MINISTERSTWO ŁĄCZNOŚCI

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI
BIBLIOTEKA NAUKOWA

Nr _____

PRACE
INSTYTUTU ŁĄCZNOŚCI

ROK XIX

ZESZYT 1(65)

WARSZAWA

WYDAWNICTWA KOMUNIKACJI i ŁĄCZNOŚCI

SPIS TREŚCI

1. <i>C. Niewiadomski</i> — Przewody telekomunikacyjne stalowe aluminiowane	3
2. <i>Z. Rymarowicz, W. Moroń</i> — Obserwacje zmienności dobowej poziomu przemysłowych zakłóceń radioelektrycznych we Wrocławiu w zakresie fal średnich radiofonicznych	16
3. <i>R. Klimkiewicz</i> — Sprzęgacz kierunkowy — 3 dB	25
4. <i>Z. Dudziński</i> — Metoda dopasowania funkcji logistycznej o danym poziomie nasycenia do zbioru punktów statystycznych	39

СОДЕРЖАНИЕ

1. <i>Ц. Невядомски</i> — Стальные алюминированные провода для воздушных линий связи	3
2. <i>З. Рымарович, В. Моронь</i> — Суточные изменения промышленных радиопомех, наблюдаемых в диапазоне средних волн, в городе Вроцлаве	16
3. <i>Р. Климкиевич</i> — Направленный ответвитель — 3 дБ	25
4. <i>З. Дудзиньски</i> — Метод подбора логистической кривой к множеству имевшихся статистических пунктов	39

CONTENTS

1. <i>C. Niewiadomski</i> — Steel Aluminium coated conductors for overhead telecommunication lines	3
2. <i>Z. Rymarowicz, W. Moroń</i> — Day and night variability of man-made noise measured on broadcast medium waves in the town of Wrocław	16
3. <i>R. Klimkiewicz</i> — Directional coupler — 3 dB	25
4. <i>Z. Dudziński</i> — Method of adjusting the logistic curve to a given set of statistical points	39

SOMMAIRE

1. <i>C. Niewiadomski</i> — Conducteurs d'acier avec le revêtement d'aluminium pour les lignes aériennes de télécommunications	3
2. <i>Z. Rymarowicz, W. Moroń</i> — Changement diurne des perturbations radioélectriques industrielles, observées sur ondes moyennes dans la ville de Wrocław	16
3. <i>R. Klimkiewicz</i> — Coupleur directionnel de 3 dB	25
4. <i>Z. Dudziński</i> — Méthode d'adaptation de la fonction dite logistique à la collection des points statistiques	39

INHALTSVERZEICHNIS

1. <i>C. Niewiadomski</i> — Alumierte Fernmeldestahlleitungen	3
2. <i>Z. Rymarowicz, W. Moroń</i> — Tagesschwankungen von Funk-Industriestörungen im Mittelwellenbereich in der Stadt Wrocław	16
3. <i>R. Klimkiewicz</i> — 3 — dB Richtkoppler	25
4. <i>Z. Dudziński</i> — Methode der Anpassung der logistischen Funktion an die gegebene Menge von statistischen Punkten	39

MINISTERSTWO ŁĄCZNOŚCI

PRACE
INSTYTUTU ŁĄCZNOŚCI

ROK XIX

ZESZYT 1(65)

WARSZAWA

WYDAWNICTWA KOMUNIKACJI i ŁĄCZNOŚCI

Komitet Redakcyjny

Redaktor Naczelny — prof. mgr inż. *Lesław Kędzierski*

Redaktorzy działów:

adj. mgr inż. *Aleksy Brodowski*, doc. mgr inż. *Jerzy Wójcikiewicz*

Sekretarz Redakcji — *Janina Janicka*

Adres Redakcji:

Instytut Łączności, Warszawa-Miedzeszyn, ul. Szachowa 1

WSZELKIE PRAWA ZASTRZEŻONE

Printed in Poland

Opracowano w Dziale Wydawniczym Instytutu Łączności

CYRYL NIEWIADOMSKI

621.315.14:669 14

PRZEWODY TELEKOMUNIKACYJNE STALOWE ALUMINIOWANE

Rękopis dostarczono do Komitetu Redakcyjnego dnia 21.7.1971 r.

Omówiono zasady technologii produkcji przewodów telekomunikacyjnych stalowych, aluminiowanych w ciekłym aluminium, metody ich badań oraz własności takich przewodów produkcji krajowej, w stanie dostarczenia i po ich eksploatacji przez 5 lat w atmosferach o różnym zanieczyszczeniu. W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono, że trwałość przewodów aluminiowanych jest nieporównanie większa niż przewodów telekomunikacyjnych stalowych ocynkowanych.

1. WSTĘP

Do napowietrznych linii telekomunikacyjnych, przeznaczonych do połączeń na stosunkowo niewielkie odległości, są jeszcze stosowane jako materiał przewodowy druty ze stali niskowęglowej, ocynkowane w ciekłym cynku elektrolitycznym, z powłoką o ciężarze $150 \div 280 \text{ G/m}^2$ (zależnie od średnicy drutu) i o własnościach ustalonych przez PN-70/T-90001. Zasadniczą zaletą tych drutów jest ich niska cena oraz niedeficytowość surowca, przeciwnie niż drutów telekomunikacyjnych miedzianych i brązowych, a jedną z głównych wad — stosunkowo mała trwałość przewodów, zwłaszcza znajdujących się w atmosferze zanieczyszczonej dwutlenkiem siarki i siarkowodorem oraz w atmosferze morskiej. Na trwałość drutów, poza rodzajem atmosfery, w której one pracują, wpływają również grubość i jakość powłoki oraz średnica drutu, natomiast nie ma praktycznie wpływu gatunek cynku użytego do cynkowania [1], [2].

Korozja powłoki cynku, wyrażona stratą jej ciężaru w G/m^2 lub zmniejszeniem jej grubości, przebiega w funkcji czasu prawie prostoliniowo, ponieważ warstewki produktów korozji nie chronią przed dalszym postępowaniem korozji. Natomiast intensywność korozji powłoki cynku zależy od warunków atmosferycznych w danym rejonie, a zwłaszcza od zawartości w atmosferze zanieczyszczeń gazowych i zawieszin ciał stałych, częstotliwości i intensywności opadów deszczowych, intensywności oraz czasu trwania rosy i mgły, jak również zawartości wilgoci w powietrzu [1]. Ta różnorodność wpływów powoduje, że wyniki różnych badań trwałości powłoki

Tablica 1

Intensywność korozji powłoki cynku w różnych atmosferach klimatu kontynentalnego

Rodzaj atmosfery	Intensywność korozji	
	G/m ² ·rok	μm/rok
Wiejska	2,9– 38,0	0,4– 4,8
Podmiejska	21,9– 40,2	3,0– 5,5
Miejska	11,4– 48,6	1,6– 6,8
Przemysłowa	29,2–138,7 ¹⁾	4,0–19,0
Miejsko-przemysłowa	29,2–116,8	4,0–16,0
Morska	7,3– 47,1	1,0– 6,6

¹⁾ Przeważnie 40–80 G/m²·rok

cynkowej znacznie różnią się pomiędzy sobą i wahają się w szerokich granicach, jak to widać z tabl. 1, obejmującej dane dotyczące intensywności korozji powłoki zarówno blach, jak i drutów [2 do 8], przy czym w przypadku drutów o średnicach od 8,0 mm ÷ 0,8 mm można przyjąć poniższe wartości, ustalone przez G. Bockera, W. Friche i B. Meuthena [2]:

Rodzaj atmosfery	Intensywność korozji	
	G/m ² ·rok	μm/rok
Przemysłowa	58,4–91,0	8,2–22,2
Wiejska	24,0–38,0	3,4–5,3

Przyjmując powyższe wartości, można z kolei obliczyć przybliżoną trwałość drutów telekomunikacyjnych stalowych ocynkowanych, produkowanych według normy PN-70/T-90001. I tak jeżeli przyjmujemy, że jakość powłoki pod względem przyczepności i szczelności jest właściwa oraz że ciężar powłoki odpowiada najmniejszemu ciężarowi dopuszczalnemu przez normę, otrzymuje się wtedy, że trwałość drutów jest następująca:

Średnica drutu mm	Trwałość w latach	
	atmosfera wiejska	atmosfera przemysłowa
2,0	5,8	1,8
2,5	7,4	2,5
3,0	8,9	3,2
4,0	9,2	3,7
5,0	8,7	4,0

Trwałość ta jest — jak widać — niewielka, a w praktyce okazuje się zwykle jeszcze mniejsza wskutek istnienia różnych wad powłoki cynku. Jest więc wysoce

wskazane znaczne polepszenie trwałości drutów, co można uzyskać przede wszystkim przez zastąpienie drutów ocynkowych przez omawiane niżej druty stalowe aluminiowane w ciekłym aluminium.

2. ZASADY TECHNOLOGII PRODUKCJI, WŁASNOŚCI I METODY BADAŃ DRUTÓW STALOWYCH ALUMINIOWANYCH

2.1. Zasady technologii produkcji drutów stalowych aluminiowanych

Spośród różnych sposobów aluminiowania największe znaczenie ma aluminiowanie w ciekłym aluminium, które w większości przypadków jest tańsze i wydajniejsze niż inne sposoby aluminiowania. Sposób ten jest jednak dość kłopotliwy w produkcji i dlatego też trzeba było najpierw przezwyciężyć wiele trudności, zanim udało się go wprowadzić na szerszą skalę. Do trudności tych należą przede wszystkim szybkie utlenianie się stali przy wysokiej temperaturze kąpieli, zanieczyszczanie się powierzchni aluminiowanego materiału tlenkiem glinu i związkami żelaza z aluminium podczas zanurzania i wyjścia drutu z kąpieli, a także skłonność do pęknięcia i rozwarstwiania się powłoki aluminiowej na stali, poddawanej odkształcaniu plastycznemu.

Aby zrozumieć trudności, które powoduje przy aluminiowaniu utlenianie się stali zanurzonej w ciekłym aluminium, należy wyjaśnić, że takie aluminiowanie polega na dyfuzji aluminium do stali, co może zachodzić tylko wtedy, gdy powierzchnia stali jest czysta. Jest więc oczywiste, iż przed zanurzeniem stali do ciekłego aluminium trzeba nie tylko poddać ją odtłuszczeniu i trawieniu (tzn. zwykłym zabiegom przed jakimkolwiek powlekaniami w ciekłym metalu), lecz również zabezpieczyć oczyszczoną stal przed utlenianiem się przy temperaturze ciekłego metalu i zanieczyszczaniem się oczyszczonej powierzchni.

W praktyce stosuje się obecnie dwa sposoby takiego zabezpieczania stali: zabezpieczanie przez zastosowanie atmosfer ochronnych lub za pomocą topników. Pierwszy sposób, opracowany w skali przemysłowej przez T. Sędzimirę i wprowadzony do produkcji taśm aluminiowanych metodą ciągłą, jest najbardziej efektywny i polega na odtłuszczeniu (spalaniu smaru) stali przez jej nagrzewanie (utlenianie) przy temperaturze około 430°C, a następnie na redukcji zgorzeliny (zastępującej trawienie) w atmosferze wodoru lub zdysocjowanego amoniaku przy temperaturze wyższej niż temperatura normalizowania lub wyżarzania stali. Tak przygotowany materiał oziębia się następnie do temperatury 700°C i przepuszcza przez ciekłe aluminium, w którym przebywa on około 10 sekund. Niekiedy utlenianie zastępuje się oczyszczaniem chemicznym albo też stosuje się dodatkowe trawienie chemiczne, po utlenianiu. W przypadku aluminiowania drutów stosuje się także przepuszczanie ich przez stopiony topnik, który pokrywa powierzchnię drutu, przechodzącego następnie przez komorę z atmosferą redukującą [1].

Drugi sposób polega natomiast na odtłuszczeniu i wytrawianiu stali oraz na

pokrywaniu jej topnikiem przed zanurzeniem w aluminium; topnik ten znajduje się w oddzielnej wannie, albo też na powierzchni ciekłego aluminium lub pod nim. Zanurzanie w topniku można ponadto zastąpić zanurzeniem w niektórych substancjach organicznych, na przykład w alkoholowym roztworze gliceryny [11].

Jedną z trudności aluminiowania w ciekłym aluminium jest pękanie lub rozwarstwianie się powłoki przy odkształcaniu plastycznym aluminiowanego wyrobu. Wynika to z właściwości budowy powłoki składającej się z dwóch warstw, a mianowicie twardej i kruchej wewnętrznej warstwy dyfuzyjnej związku międzymetalicznego aluminium i żelaza oraz z warstwy zewnętrznej o składzie kąpeli. Z tych dwóch warstw decydującą o pękaniu i rozwarstwianiu się powłoki jest warstwa wewnętrzna, która im jest grubsza i twardsza, tym ma gorsze własności plastyczne; wobec tego w praktyce dąży się do jak najniższej temperatury aluminiowania oraz jak najkrótszego zanurzenia w kąpeli (zwiększenia szybkości aluminiowania), a poza tym wprowadza się do niej krzem lub beryl, które hamują rozrost warstwy dyfuzyjnej [9 do 11]. W związku z tym do aluminium dodaje się od 2 do 9,5% krzemu [1], przy czym najczęściej jego zawartość wynosi około 7% [12].

Tak więc aluminiowanie w stopie, a nie w samym aluminium, jest istotą prawidłowego aluminiowania, gdyż otrzymuje się wówczas bardziej plastyczną warstwę dyfuzyjną związku aluminium z żelazem i krzemem, której grubość nie powinna przekraczać $0,025 \div 0,04$ mm. Oprócz tego, jak wykazały badania M. L. Hughesa i D. P. Mosesa [13] oraz badania własne [11], szczególnie istotny dla uzyskania dobrej plastyczności powłoki jest duży stosunek grubości warstwy dyfuzyjnej do grubości warstwy powłoki zewnętrznej, który powinien wynosić co najmniej 2:1, a jeszcze lepiej 5:1 lub więcej. Dlatego też właśnie należy stosować podczas aluminiowania obcieranie drutów po wyjściu z kąpeli.

Dużą niedogodnością aluminiowania stali jest rozpuszczanie się żelaza w ciekłym aluminium, które jest tym większe, im wyższa jest temperatura kąpeli i im dłuższy czas zanurzenia w kąpeli. Zawartość żelaza rozpuszczonego w aluminium o określonej temperaturze jest jednak ograniczona warunkami równowagi, ustalonymi wykresem układu Al-Fe. Z wykresu tego wynika bowiem, że przy temperaturze 700°C w ciekłym aluminium może rozpuścić się co najwyżej około 2,5% żelaza, wobec czego nadmiar żelaza ponad tę zawartość wydziela się z kąpeli w postaci kryształów związku FeAl_3 , opadających powoli na dno kąpeli.

Zasadniczym negatywnym skutkiem rozpuszczania się żelaza jest pogorszenie plastyczności powłoki przy zawartości żelaza ponad 2% [14], a ponadto, po przekroczeniu zawartości odpowiadającej maksymalnej rozpuszczalności żelaza w kąpeli o danej temperaturze, następuje pogorszenie płynności kąpeli oraz chropowatość powłoki wskutek znajdowania się w kąpeli kryształów związku FeAl_3 [15]. Natomiast, zgodnie z dotychczasowymi badaniami, nie wydaje się, aby zawartość żelaza do co najmniej 2,5% mogła w sposób istotny wpływać na korozję powłoki w atmosferze. Zanieczyszczenia atmosfery mają bowiem znacznie większy wpływ na intensywność korozji aluminium niż zanieczyszczenia powłoki krzemem i żelazem [16].

Jak wynika z powyższego, nie można więc dopuszczać w kąpeli do nadmiernej zawartości żelaza, a gdy zawartość żelaza przekroczy dopuszczalną wartość, prawdopodobnie ponad 2%, trzeba wtedy wymieniać kąpiel. Wymiana ta jest dość kłopotliwa, wobec czego trzeba dążyć m.in. do możliwie dużej szybkości aluminiowania i niskiej temperatury ciekłej kąpeli.

Badania nad aluminiowaniem w ciekłej kąpeli zainicjowano u nas w kraju w Instytucie Mechaniki Precyzyjnej w 1956 r. [11]. Badania te były następnie kontynuowane, głównie przez J. Kwietnia, i doprowadziły m. in. do uruchomienia na prowizorycznych urządzeniach produkcyjnych próbnej produkcji przewodów telekomunikacyjnych stalowych aluminiowanych.

2.2. Własności drutów stalowych aluminiowanych

Zasadniczą zaletą stali aluminiowanej w ciekłym aluminium jest jej znacznie lepsza odporność na korozję niż stali ocynkowanej przy tej samej grubości powłoki, co stwierdzają liczne badania, przeprowadzone prawie wyłącznie dla blach lub gotowych wyrobów. I tak nie stwierdzono w przypadku nich prawie żadnego wytwarzania się rdzy w atmosferze wiejskiej nawet po 31,6 latach, w atmosferze przemysłowej po 12,8 latach, a w atmosferze miejskiej po 17 latach, przy czym w tym ostatnim przypadku grubość powłoki wynosiła $0,05 \div 0,065$ mm [1]. Inne badania wykazały natomiast, że blacha ocynkowana koroduje w atmosferze półmiejskiej, przemysłowej i morskiej 4,6 ÷ 6,1 razy szybciej niż blacha z powłoką z aluminium z dodatkiem krzemu oraz że drut aluminiowany nie wykazywał prawie żadnych zmian własności mechanicznych nawet po 8 latach przebywania w tych atmosferach [17]. Ponadto stwierdzono, że nieznaczne wytwarzanie się rdzy na materiale aluminiowanym, spowodowane nieszczelnością powłoki, także nie ma istotnego wpływu na trwałość i użyteczność wyrobu.

Aby trwałość drutów stalowych aluminiowanych była dostatecznie duża, w Tymczasowych Warunkach Technicznych dla tych drutów, opracowanych w 1964 r. przez Instytut Mechaniki Precyzyjnej, przyjęto poniższe ciężary powłoki aluminiowej, zależnie od średnicy drutu:

Średnica znamionowa drutu mm	Najmniejszy dopuszczalny ciężar powłoki aluminiowej G/m ²
2,0	65
2,5	65
3,0	75
4,0	90
5,0	100

Poza tym warunki te wymagają, aby zawartość krzemu w kąpielu wynosiła 2÷4%, co wydaje się za mało, oraz aby zawartość żelaza w kąpielu nie przekraczała 2%.

Wytrzymałość na rozciąganie drutów aluminiowanych jest nieco większa niż drutów ocynkowanych i powinna wynosić według TWT co najmniej 35 kG/mm², podczas gdy wydłużenie przy zerwaniu A_{200} jest nieco większe i powinno wynosić co najmniej 12%. Jest to wynikiem pogarszania się własności wytrzymałościowych drutów stalowych aluminiowanych z powodu znacznie wyższych temperatur procesu aluminiowania niż cynkowania, przy czym kompensacja tego wymagałaby zastosowania stali o większej zawartości węgla lub większego stopnia zgniotu przy ciągnięciu drutu, co z kolei spowodowałoby bardzo niekorzystne pogorszenie oporności elektrycznej przewodów.

Pozostałe własności mechaniczne drutów aluminiowanych są takie same jak drutów stalowych ocynkowanych według PN-70/T-90001.

2.3. Metody badań jakości powłoki

Jakość powłoki aluminiowej drutu powinna być sprawdzana za pomocą ogłędzin, próby przyczepności powłoki (przez nawijanie przylegającymi zwojami na trzpień o określonej średnicy) i określenia jej ciężaru według Tymczasowych Warunków Technicznych, a także za pomocą próby szczelności, przeprowadzanej jak dla powłok cynowych według PN/H-04612 (pkt 4.2). Według bowiem badań H. Przygodzkiej próba ta nadaje się także do kontroli szczelności powłok aluminiowych na stali [18], co zresztą potwierdzają również inne prace, stosujące podobną zasadę badań [19], [20].

Poza powyższymi badaniami była również stosowana, opracowana przez H. J. Wittrocka [21], próba równomierności powłoki, polegająca na jej rozpuszczeniu przez czas do 3 min w roztworze zawierającym 25 g $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, 80 ml 95% H_2SO_4 i 62,5 ml 48% HF (albo dwukrotnie większą ilość tych składników), rozcieńczonym wodą do 1 litra mającym temperaturę 20÷27°C. Intensywność działania tego roztworu zależy od podatności na korozję materiału powłoki, którą ocenia się ze straty jej ciężaru na powierzchni 6 cali² lub też, w granicznym przypadku, z wytwarzania się wytrąconego z roztworu osadu miedzi na stali. Z badań przeprowadzonych przez J. H. Rigo wynika przy tym, że strata ciężaru powłoki w mocniejszym roztworze wynosi (zależnie od składu kąpeli) przy temperaturze roztworu 27°C od 0,0150 do 0,0450 G/6 cali² w przypadku próby jedno-minutowej i od 0,03 do 0,105 G/6 cali² w przypadku próby trzyminutowej [12].

3. WYNIKI BADAŃ WŁASNOŚCI DRUTÓW STAŁOWYCH ALUMINIOWANYCH W WARUNKACH EKSPLOATACYJNYCH

3.1. Wyniki badań odcinków próbnych drutów

Badaniom tym poddano odcinki drutów o średnicy znamionowej 3,0 mm i długości 250 m, pobrane z partii kręgów aluminiowanych na prowizorycznych urządzeniach produkcyjnych w kąpeli zawierającej 2,12% krzemu i zanieczyszczonej żelazem w ilości 1,20%. Własności mechaniczne drutów użytych do badań przedstawia tabl. 2, natomiast opór 1 m takiego drutu przy temperaturze 20°C wahał się w granicach 15,82 ÷ 16,50 mΩ.

Tablica 2

Własności mechaniczne drutów stalowych aluminiowanych użytych do badań

Nr kręgu	Lp. próbki	Wytrzymałość na rozciąganie kG/mm ²	Wydłużenie przy zerwaniu %	Liczba przegięć do pęknięcia	Liczba skręceń do pęknięcia
1	1	37,1	11,6	13	72
	2	37,9	16,2	12	77
	3	37,1	16,9	12	50
2	1	35,4	10,5	6	45
	2	33,9	11,4	5	44
	3	34,4	10,5	6	48
3	1	34,5	12,5	8	56
	2	35,2	10,5	9	50
	3	35,2	12,5	8	54
4	1	35,2	13,2	16	48
	2	35,6	15,5	16	56
	3	34,7	16,2	13	68
5	1	35,7	12,2	10	78
	2	35,8	11,5	8	67
	3	35,4	12,0	16	61

Jakość powłoki drutów była zadowalająca, ponieważ wykazywała ona właściwą przyczepność do stali (przy próbie nawijania na trzpień o średnicy 15 mm), właściwą szczelność sprawdzaną według PN/H-04612 oraz odpowiedni ciężar powłoki, który był następujący:

krąg nr 1	88,53 G/m ² ,
krąg nr 2	93,56 G/m ² ,
krąg nr 3	107,52 G/m ² ,
krąg nr 4	118,01 G/m ² ,
krąg nr 5	107,47 G/m ² .

Tablica 3

Wyniki próby równomierności powłoki drutów stalowych aluminiowanych użytych do badań

Nr kręgu	Ubytek ciężaru, G/6 cali ²	
	próba 1 min	próba 3 min
1	0,0770	0,3300
2	0,0710	0,0866
3	0,0314	0,0650
4	0,0375	0,0807
5	0,0536	0,0830

Za pozytywne w większości przypadków można także uznać wyniki próby równomierności powłoki przedstawione w tabl. 3.

Odcinki drutów o powyższych własnościach zostały podwieszane na słupach telekomunikacyjnych linii napowietrznych w Płocku i jego okolicach, w rejonach o atmosferze wiejskiej, miejskiej, podmiejskiej, przemysłowej i przemysłowo-miejskiej, gdzie przebywały one przez 5 lat i były poddawane okresowej kontroli włas-

Tablica 4

Wpływ czasu eksploatacji na wytrzymałość na rozciąganie i wydłużenie drutów stalowych aluminiowanych, znajdujących się w różnych atmosferach

Rodzaj atmosfery	Lp. odcinka przewodu	Wytrzymałość na rozciąganie w kG/mm ²					Wydłużenie przy zerwaniu w %				
		przed eksploatacją	po 1 roku eksploatacji	po 2 latach eksploatacji	po 3 latach eksploatacji	po 5 latach eksploatacji	przed eksploatacją	po 1 roku eksploatacji	po 2 latach eksploatacji	po 3 latach eksploatacji	po 5 latach eksploatacji
Wiejska	1a	37,4	36,7	34,8	36,0	36,4	14,9	16,0	16,6	16,8	16,1
	1b		37,7	33,3	35,5	34,9		16,2	16,0	15,8	16,1
Miejska	2a	34,6	37,3	33,3	34,0	—	10,8	11,8	13,8	14,7	—
	2b		37,1	34,1	34,0	—		12,8	16,5	17,2	—
Podmiejska	3a	35,0	35,6	33,5	33,3	33,2	11,8	13,5	14,7	18,3	15,8
	3b		34,7	33,1	32,6	33,6		13,8	14,5	16,2	19,3
Przemysłowa	4a	35,2	36,7	33,8	34,7	—	14,3	18,0	16,2	19,1	—
	4b		37,6	34,3	33,5	34,0		12,8	13,2	17,6	20,6
Przemysłowo-miejska	5a	35,6	36,4	34,9	34,6	34,2	11,9	19,6	17,0	18,1	14,6
	5b		37,3	35,1	34,4	33,3		19,6	17,5	18,4	19,8

ności, której wyniki podano w załączonych tablicach. Kontrola ta obejmowała oględziny powierzchni drutu oraz badania wytrzymałości na rozciąganie i wydłużenie przy zerwaniu, liczby przegięć i skręceń do pęknięcia, ciężaru powłoki aluminiowej i równomierności powłoki.

Jak widać z wyników badań, podanych w tabl. 4-6, po pięciu latach eksploatacji nie występowały żadne istotne zmiany własności mechanicznych drutów i ciężaru powłoki, nawet przy eksploatacji w bardzo zanieczyszczonej atmosferze, a nieregularność zmian własności należy przypisać tylko niejednorodności własności i ciężaru powłoki drutów, które były wykonywane na prowizorycznych urządzeniach produkcyjnych. Również przy oględzinach powierzchni drutów stwierdzono tylko sporadyczne występowanie plamek rdzy, a szary lub czarny nalot, występujący na drutach, jest typowy dla aluminium z dodatkiem krzemu. Tak więc trwałość drutów stalowych aluminiowanych jest nieporównanie większa niż drutów ocynkowanych.

Komentarza wymagają jeszcze wyniki podane w tabl. 7, z której widać, że już po jednorocznej eksploatacji następuje znaczna aktywacja powłoki aluminiowej i jej podatność do rozpuszczania się w mieszaninie kwasów i siarczanu miedziowego, po czym podatność ta zmienia się nieznacznie. Niewątpliwie jest to wynikiem

Tablica 5

Wpływ czasu eksploatacji na liczbę przegięć i skręceń do pęknięcia drutów stalowych aluminiowanych, znajdujących się w różnych atmosferach

Rodzaj atmosfery	Lp. odcinka przewodu	Liczba przegięć do pęknięcia					Liczba pęknięć do skręcenia				
		przed eksploatacją	po 1 roku eksploatacji	po 2 latach eksploatacji	po 3 latach eksploatacji	po 5 latach eksploatacji	przed eksploatacją	po 1 roku eksploatacji	po 2 latach eksploatacji	po 3 latach eksploatacji	po 5 latach eksploatacji
Wiejska	1a	12	7	8	7	12	66	71	65	69	78
	1b		6	7	8	8		64	60	66	65
Miejska	2a	6	8	8	10	—	46	91	52	73	—
	2b		8	10	7	—		56	73	66	—
Podmiejska	3a	8	9	13	12	12	53	65	86	70	82
	3b		12	11	14	16		81	71	72	85
Przemysłowa	4a	15	10	14	15	—	57	57	71	62	—
	4b		15	11	16	15		65	71	76	89
Przemysłowo-miejska	5a	11	10	10	14	11	69	88	78	77	85
	5b		8	12	14	11		75	74	79	88

Tablica 6

Wpływ czasu eksploatacji na zmianę ciężaru powłoki drutów stalowych aluminiowanych, znajdujących się w różnych atmosferach

Rodzaj atmosfery	Lp. odcinka przewodu	Ciężar powłoki w G/m ²				
		przed eksploatacją	po 1 roku eksploatacji	po 2 latach eksploatacji	po 3 latach eksploatacji	po 5 latach eksploatacji
Wiejska	1a	88,53	95,96	90,12	91,6	82,9
	1b		97,99	84,01	91,6	81,7
Miejska	2a	93,56	112,05	93,32	105,0	—
	2b		94,97	92,91	103,3	—
Podmiejska	3a	107,52	123,94	119,14	103,6	111,3
	3b		99,70	122,88	96,0	109,3
Przemysłowa	4a	118,01	114,78	111,37	126,0	—
	4b		115,36	104,75	107,3	120,7
Przemysłowo-miejska	5a	107,47	89,12	80,79	81,1	102,0
	5b		94,30	92,12	91,2	86,4

oddziaływania składników atmosfery na powłokę, które ma jednak znacznie mniejszy wpływ na parametry istotne dla eksploatacji przewodów niż na odporność na działanie powyższej mieszaniny, co dyskwalifikuje przydatność próby H. J. Wittrocka.

3.2. Wyniki badań linii doświadczalnej z drutów stalowych aluminiowanych

Doskonałą przydatność drutów stalowych aluminiowanych na telekomunikacyjne linie napowietrzne potwierdziły także wyniki badań linii doświadczalnej o długości 5,6 km, zbudowanej z drutów stalowych aluminiowanych o średnicy 3,0 mm, zawieszonych na wysokości 6 m na słupach strunobetonowych, przebiegającej przez tereny zalesione i podmokłe w okolicach Płocka. Badania te, prowadzone również przez pięć lat przez Okręgowe Laboratorium Poczty i Telekomunikacji w Warszawie, obejmujące pomiary prądem stałym oporności izolacji, oporności pętli i asymetrii oporowej oraz pomiary prądem zmiennym oporności falowej w stanie zwarcia i rozwarcia, a także tłumienności skutecznej linii, nie wykazały zmian wpływających niekorzystnie na parametry eksploatacyjne linii.

Tablica 7

Wpływ czasu eksploatacji w różnych atmosferach na stratę ciężaru powłoki drutów stalowych aluminiowanych, rozpuszczonej w określonych warunkach

Rodzaj atmosfery	Lp. odcinka przewodu	Strata ciężaru w G/6 cali ²									
		próba 1 min					próba 3 min				
		przed eksploatacją	po 1 roku eksploatacji	po 2 latach eksploatacji	po 3 latach eksploatacji	po 5 latach eksploatacji	przed eksploatacją	po 1 roku eksploatacji	po 2 latach eksploatacji	po 3 latach eksploatacji	po 5 latach eksploatacji
Wiejska	1a		0,2832	0,2824	0,3297	0,3453		0,3482	0,3134	0,3685	0,3840
	1b	0,0770					0,3300				
Miejska	2a		0,3532	0,2350	0,2826			0,4094	0,4258	0,3827	
	2b	0,0710				—	0,0866				—
Podmiejska	3a		0,1455	0,1018	0,2178	0,3753		0,3388	0,2407	0,3474	0,4261
	3b	0,0314					0,0650				
Przemysłowa	4a		0,2704	0,1868	0,1900	—		0,3881	0,2402	0,3631	—
	4b	0,0375					0,0807				
Przemysłowo-miejska	4a		0,2701	0,2160	0,2362	0,3457		0,3508	0,3045	0,3250	0,4083
	4b	0,0536					0,0830				

WYKAZ LITERATURY

1. Burns R. M., Bradley W. W.: Protective coatings for metals. New York, Reinhold Publishing Corporation, 1967
2. Becker G., Friehe W., Meuthen B.: Abwitterungsversuche an feuerverzinkten, elektrolytisch verzinkten und feueraluminierten Drähten verschiedener Durchmesser in Industrie-, Land- und Meeresluft. Stahl u. Eisen 1970 t. 90 nr 11, s. 559—566
3. Todt F.: Korrosion und Korrosionsschutz. Berlin, W. de Gruyter, 1955
4. Report of Subcommittee XV on atmospheric exposure test of wire and wire products. Proc. ASTM 1962 t. 62, s. 171—175
5. Haarmann R.: Die Feuerverzinkung als Korrosionsschutz. Metalloberfläche 1966 t. 20 nr 9, s. 381—388
6. Kurski K.: Cynkowanie ogniowe. Warszawa, WNT, 1970
7. Böttcher H. J.: Feuerverzinkung—ein vorteilhafter Korrosionsschutz. Maschinenmarkt 1970 t. 76 nr 24, s. 454—455
8. Dreulle N., Dreulle P.: Causes du bon comportement du zinc à la corrosion atmosphérique. Corrosion (France) 1970 t. 18 nr 8, s. 503—519

9. *Stroup P. T., Purdy A. G.*: Aluminum coating of steel. A comparison of various processes. *Metal Progress* 1950 t. 57, s. 59–63, 128–130
10. *Gittings D. O., Rowland D. H., Mack J. O.*: Effect of bath composition on aluminum coatings on steel. *Trans. Am. Soc. Mater.* 1951 t. 43, s. 587–606
11. *Niewiadomski C., Zdanowski A.*: Aluminowanie stali niskowęglowej w ciekłej kąpieli. *Prace Inst. Mechaniki* 1958 t. 7 nr 22, s. 11–19
12. *Rigo J. H.*: Laboratory and service evaluation of aluminized steel wire. *Corrosion* 1961 t. 17 nr 5, s. 245t–250t
13. *Hughes M. L., Moses D. P.*: Hot dip aluminising. *Metallurgia* 1953 t. 48, s. 105–122
14. *Doverly D. M., Waluski A.*: Continuous dip aluminising of steel. *Metallurgia* 1963 t. 57, s. 211–217
15. *Douady P.*: L'aluminium au trempé de pièces en fer et en acier. *Aluminium Suisse* 1956 t. 6, s. 65–71
16. *Whitaker M.*: Corrosion resistance of aluminium. *Metal Industry* 1952 t. 80, s. 207–212, 346–350
17. *Schmitt R. J., Rigo J. H.*: Corrosion and heat resistance of aluminum-coated steel. *Mater. Protection* 1966 t. 5 nr 4, s. 46–52
18. *Przygodzka H.*: Badania szczelności powłok aluminiowych sposobem zanurzenia indywidualnego. *Prace Inst. Mechaniki* 1969 t. 17 nr 1, s. 54–60
19. *Mima Y.*: Die Messung der Porosität von Al-Spritzüberzügen unter besonderer Berücksichtigung der Ferroxylnmethode. *Werkstoffe u. Korrosion* 1963 t. 14 nr 7, s. 587 według *J. Met. Finish. Soc. Japan* 1962 t. 13 nr 1, s. 1–9
20. *Canning T. A., Davies I., Gibbon W. M.*: Dry-powder aluminizing of steel strip. *J. Iron Steel Inst.* 1967 t. 205 nr 8, s. 848–853
21. *Wittrock H. J.*: Simple test checks aluminium coating uniformity. *Iron Age* 1956 t. 177 nr 7, s. 102–103

Ц. Невядомски

СТАЛЬНЫЕ АЛЮМИНИРОВАННЫЕ ПРОВОДА ДЛЯ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ СВЯЗИ

Резюме

Рассмотрено основы технологии производства, предназначенных для связи, стальных проводов покрытых алюминием путем погружения в жидком алюминии.

В статье приводится метод испытаний и свойства проводов, производимых в состоянии поставки и после пятилетней эксплуатации в воздухе с разным загрязнением.

В исходе проведения испытаний констатируется, что стойкость стальных проводов покрытых алюминием является несравненно больше стойкости стальных оцинкованных проводов.

C. Niewiadomski

STEEL ALUMINIUM COATED CONDUCTORS FOR OVERHEAD TELECOMMUNICATION LINES

Summary

The principles have been discussed of production technology of steel aluminium coated conductors for overhead telecommunication lines by method of dipping them in a molten aluminium bath. Test methods and conductor characteristics have been presented in the state of delivery and after five years of exploitation in conditions of different atmospheric contaminations.

As a result of the performed tests, an incomparably greater durability of steel aluminium coated conductors has been found than that of steel galvanized ones.

C. Niewiadomski

CONDUCTEURS D'ACIER AVEC LE REVÊTEMENT D'ALUMINIUM POUR LES LIGNES AÉRIENNES DE TÉLÉCOMMUNICATIONS

Résumé

Dans l'article on a exposé les principes de technologie de la production des conducteurs d'acier pour les lignes aériennes de télécommunications protégés par la couche d'aluminium obtenue par immersion dans le bain d'aluminium fondu.

On a présenté la méthode d'essais des conducteurs ainsi que leurs paramètres en état de livraison et après la période d'exploitation de cinq années dans l'atmosphère de divers degrés de contamination. Les résultats d'essais obtenus prouvent, que la durabilité des conducteurs d'acier avec le revêtement d'aluminium est sensiblement meilleure que celle des conducteurs d'acier galvanisé.

C. Niewiadomski

ALUMINIERTE FERNMELDESTAHLEITUNGEN

Zusammenfassung

Es wurden die technologischen Grundlagen der Herstellung von den im flüssigen Aluminium aluminieren Fernmeldestahlleitungen besprochen, sowie ihre Prüfmethoden und Eigenschaften solcher Leitungen der inländischen Produktion in den Lieferungszustand und nach fünfjährigem Betrieb in der Atmosphäre mit verschiedenen Verunreinigungen. Gemäss der Ergebniss der ausgeführten Prüfungen hat man festgestellt, dass die Dauerhaftigkeit der aluminieren Leitungen viel grösser als die der verzinkten Stahlleitungen ist.

ZBIGNIEW RYMAROWICZ
WŁADYSŁAW MOROŃ

621.391.823

OBSERWACJE ZMIENNOŚCI DOBOWEJ POZIOMU PRZEMYSŁOWYCH ZAKŁÓCEŃ RADIOELEKTRYCZNYCH WE WROCŁAWIU W ZAKRESIE FAL ŚREDNICH RADIOFONICZNYCH

Rękopis dostarczono do Komitetu Redakcyjnego dnia 31. 7. 1971 r.

W artykule podano opis i wyniki obserwacji przemysłowych zakłóceń radioelektrycznych, przeprowadzonych we Wrocławiu na częstotliwości 0,5 MHz, ze szczególnym uwzględnieniem godzin od 7 rano do godziny 21.

Zastosowano rozróżnianie rzadko występujących krótkotrwałych zakłóceń o charakterze impulsowym od zakłóceń bardziej stałych w czasie, które nazywa się tu „gładkimi”.

Stwierdzono występowanie największych wartości zakłóceń w czasie od godziny 11 do 13³⁰ oraz o godz. 20³⁰ i najmniejszych o godzinie 6 i 15³⁰. Różnice między wartościami ekstremalnymi dochodzą do 18 dB. Ponadto stwierdzono, że w przedziale czasu między godzinami 7 i 14 wartość średnia poziomu zakłóceń gładkich wykazuje zmiany nie większe niż 6 dB, a impulsowych nie większe niż 4,5 dB. Poziom zakłóceń impulsowych jest o 20 dB większy niż zakłóceń gładkich.

W zakończeniu przeprowadzono porównanie wyników obserwacji własnych z wynikami publikowanymi przez innych autorów.

1. WSTĘP

Zauważa się w praktyce, a znajduje to również potwierdzenie w literaturze [1], [2], że poziom przemysłowych zakłóceń radioelektrycznych zmienia się w ciągu doby. Wahania te można tłumaczyć nieustanną fluktuacją gęstości pracujących urządzeń elektrycznych, stanowiących źródła zakłóceń. Wielkość tych zmian może zależeć od typu miasta, lokalizacji miejsc pracy, gęstości zabudowy, a także innych czynników. Wydaje się, że w przypadku dość znacznych wahań poziomu zakłóceń w ciągu doby zmiany te powinny być brane pod uwagę przy planowaniu sieci stacji radiofonicznych, ponieważ mogą one w dość znacznym stopniu wpływać na wartość stosunku sygnału do zakłóceń.

Literatura w tym zakresie nie jest bogata. Jediną dostępną nam pozycją, z którą można było porównać badania własne, jest praca *G. M. Mjaskowskiego* [1] (porównanie podano w punkcie 3).

W ramach niniejszej pracy omówiono wyniki obserwacji poziomu zakłóceń prowadzonych w siedzibie Instytutu Łączności we Wrocławiu na częstotliwości 0,5 MHz, między godzinami 7 a 21 [3], [4]. Instytut położony jest w dzielnicy o zabudowie willowej, o gęstości zaludnienia terenów mieszkalnych netto¹⁾ 70 osób na ha i o gęstości miejsc pracy rzędu 8 pracowników na ha. Założono przy tym, że w dzielnicach mieszkaniowych o innym charakterze zabudowy średnie poziomy zakłóceń wprawdzie mogą być inne, lecz charakter zmian dobowych nie ulega zmianie.

2. APARATURA I METODA POMIARU

W czasie przeprowadzania obserwacji mierzono składową pionową natężenia pola zakłóceń za pomocą anteny prętowej (własnej konstrukcji) o długości jednego metra, współpracującej z typowym miernikiem zakłóceń spełniającym wymagania CISPR i PN-68/T-06450 (firmy Siemens typ B-83600 B80 [5]).

Antenę umieszczono na stałe na dachu budynku i przecechowano ją standardowymi metodami w polu fali płaskiej. Przy pomiarach rozróżniano i notowano oddzielnie część „gładką” i część „impulsową” quasi-impulsowej wartości zakłóceń. Za część „gładką” przyjmowano względnie stabilne wskazania miernika, utrzymujące się przez okres co najmniej kilkunastu sekund, natomiast za część „impulsową” przyjmowano krótkotrwałe, rzadko występujące impulsy wskazań miernika, przekraczające wartość quasi-ustaloną.

Pomiary wykonywano codziennie w godzinach między 7 i 14, z wyjątkiem niedziel i dni wolnych od pracy w okresie od 11.05.1968 r. do 4.11.1969 r. codziennie w innym przedziale godzinowym z zastosowaniem zmian rotacyjnych, tak aby w ciągu każdego 7 dni roboczych zebrać wyniki dotyczące całego przedziału czasowego. Natomiast obserwacje w godzinach od 14 do 7 rano wykonywano wrywkowo, przy czym pomiary do godziny 21 przeprowadzano co 10 minut w ciągu dwóch dni w październiku 1969 r., a pomiary po godzinie 21 przeprowadzano w nocy z 7 na 8 marca 1969 r. co pół godziny.

3. WYNIKI POMIARÓW

Otrzymane wyniki obserwacji poddano analizie statystycznej, przy czym metoda analizy była jednakowa zarówno w odniesieniu do zakłóceń gładkich, jak i impulsowych. Jak wspomniano już wyżej, badania w godzinach rannych przepro-

¹⁾ Tereny mieszkalne netto obejmują powierzchnie zabudowane budynkami mieszkalnymi i obiektami usług podstawowych bez wydzielonych działek, powierzchnie nie zabudowane przylegające do tych budynków i związane bezpośrednio z funkcją mieszkania, jak plac zabaw dla dzieci i odpoczynku dla starszych, dojazd do budynku, placówki gospodarcze itp.

wadzone były w miesiącach letnich i zimowych. Aby stwierdzić, czy różnice dla tych okresów są istotne, uzyskane wyniki podzielono na dwie grupy:

- wyniki zebrane w miesiącach letnich (lipiec i sierpień),
- wyniki zebrane w pozostałych miesiącach.

Dla grup tych zbudowano dystrybuanty i testowano ich różnice testem λ -Kolmogorowa-Smirnowa. Dla zakłóceń gładkich uzyskano wynik pozytywny, stwierdzający istotność różnic. Poziom istotności wyniósł $P(\lambda) = 1,12 \cdot 10^{-3}$. Dla zakłóceń impulsowych uzyskano wynik negatywny, z tego też względu wyniki pomiarów dla tych zakłóceń potraktowano łącznie.

Stwierdzono, że wyniki pomiarów zakłóceń gładkich, a także zakłóceń impulsowych, wyrażone w dB, mają rozkład normalny, który — jak wiadomo — w pełni opisuje jego wartość średnią \bar{E} i odchylenie standardowe σ . Wyznaczone z pomiaru wartości średnie \bar{E} i odchylenia standardowe σ zestawiono w tablicy 1.

Tablica 1

Poziom przemysłowych zakłóceń radioelektrycznych między godziną 7 a 14

Wyszczególnienie	W przedziałach godzinowych						
	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14
ZAKŁÓCENIA GŁADKIE							
Miesiące letnie							
\bar{E} dB	23,0	24,1	24,6	23,5	22,7	25,5	24,4
σ dB	3,5	3,2	4,0	3,5	3,0	4,9	3,7
liczba obserwacji	5	10	10	11	11	11	12
Miesiące pozostałe							
\bar{E} dB	23,5	27,0	26,5	26,8	27,7	25,8	29,0
σ dB	6,5	4,2	6,9	6,7	4,2	6,0	4,7
liczba obserwacji	28	28	26	25	32	31	32
ZAKŁÓCENIA IMPULSOWE							
\bar{E} dB	42,5	42,8	46,1	45,7	46,6	46,0	46,8
σ dB	12,0	7,9	7,3	7,1	8,8	8,6	9,2
liczba obserwacji	33	38	36	36	43	42	44

Jak widać z niej, w przedziale między 7 a 14 wartość średnia zakłóceń gładkich, w zależności od pory, zmienia się nie więcej niż o 6 dB, a impulsowych o 4,5 dB. Poziom zakłóceń impulsowych jest o 20 dB większy niż poziom zakłóceń gładkich.

Wyniki z obserwacji przeprowadzonych w godzinach między 14 a 21 zestawiono w tablicy 2. Z tablicy tej widać, że poziom zakłóceń gładkich zaczyna wzrastać od godziny 15, osiągając około godziny 21 wartość o 10 dB wyższą, natomiast wahania wartości średniej poziomu zakłóceń impulsowych do godziny 20 nie przekraczają 4 dB.

Tablica 2

Poziom przemysłowych zakłóceń radioelektrycznych między godziną 14 a 21

Wyszczególnienie	W przedziałach godzinowych						
	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21
ZAKŁÓCENIA GŁADKIE							
\bar{E} dB	25,2	24,2	28,0	30,6	31,5	32,5	34,7
σ dB	2,4	2,9	4,4	2,7	2,4	2,6	2,1
liczba obserwacji	6	12	12	12	12	11	8
ZAKŁÓCENIA IMPULSOWE							
\bar{E} dB	40,7	43,1	42,8	44,4	43,0	43,8	49,0
σ dB	3,1	3,6	3,7	3,7	3,5	4,4	2,7
liczba obserwacji	6	12	12	12	12	11	8

Tablica 3

Poziom przemysłowych zakłóceń radioelektrycznych między godziną 21 a 7 rano

Wyszczególnienie	W przedziałach godzinowych				
	21-23	23-1	1-3	3-5	5-7
ZAKŁÓCENIA GŁADKIE					
\bar{E} dB	27,7	26,3	24,8	23,0	18,0
σ dB	2,1	1,1	1,4	1,7	3,1
liczba obserwacji	3	4	4	4	4
ZAKŁÓCENIA IMPULSOWE					
\bar{E} dB	36,7	36,3	34,7	37,5	29,5
σ dB	1,7	1,9	3,1	3,6	3,8
liczba obserwacji	3	4	4	4	4

Uzyskane wyniki dla okresu nocnego (21 — 7) zestawiono w tablicy 3. Można z niej zaobserwować, że po godzinie 21 wartości średnie poziomu zakłóceń gładkich i impulsowych zaczynają maleć, osiągając o godz. 6 wartość dla zakłóceń gładkich niższą o 10 dB, a dla zakłóceń impulsowych — o 7 dB. Poziom zakłóceń impulsowych jest w tym okresie czasu wyższy o 10 dB niż zakłóceń gładkich.

Dla zobrazowania przebiegu zakłóceń w ciągu doby uzyskane wyniki pokazano łącznie na rys. 1, uzyskując w ten sposób krzywe zmienności dobowej zakłóceń gładkich i impulsowych. Na każdej krzywej można wyróżnić wyraźne ekstrema, przy czym wartości największe poziomu zakłóceń występują między godzinami 11 i 13³⁰ oraz o godz. 20³⁰, najmniejsze zaś o 6 i 15³⁰.

Na rysunku 1 naniesiono także oczekiwaną wartość zakłóceń atmosferycznych dla danego położenia geograficznego i odpowiedniej pory roku według Sprawozdania



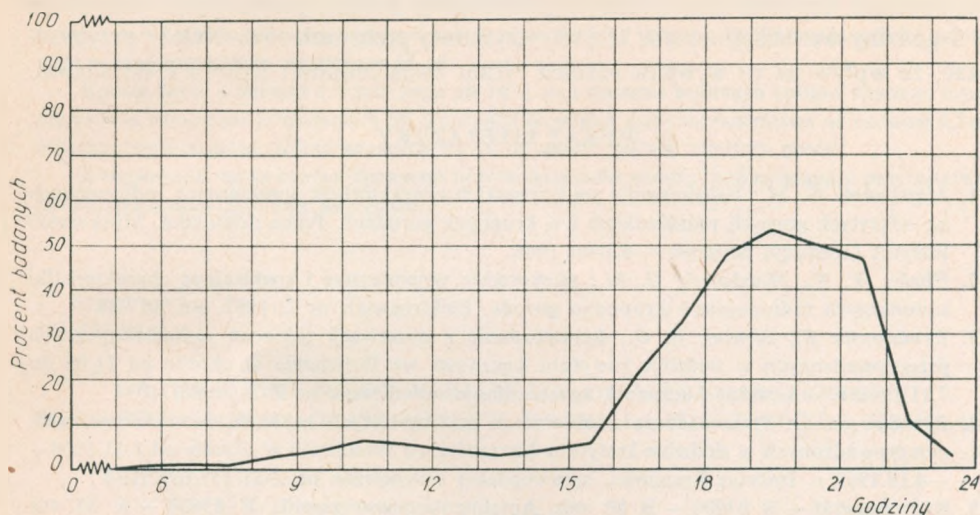
Rys. 1. Dobowa zmienność wartości średniej poziomu przemysłowych zakłóceń radioelektrycznych. Wyniki własne

CCIR nr 322 [6]. Ze względu na to, że zakłócenia atmosferyczne podawane są w wartości skutecznej, a zakłócenia przemysłowe w wartości quasi-szczytowej, na podstawie danych R. J. Mathesona [7] oczekiwaną wartość zakłóceń atmosferycznych powiększono o 10 dB. Jak widać z rys. 1, zakłócenia atmosferyczne w porze dziennej nie mogą zasadniczo wpływać na mierzoną wartość zakłóceń przemysłowych.

W pracach F. H. Dicksona [8] oraz W. E. Buehlera i C. D. Lundena [9] wspomina się o możliwości odbioru zakłóceń przemysłowych, pochodzących z odległych miast, na częstotliwości około 1–2 MHz za pośrednictwem odbitej fali jonosferycznej. W związku z tym obserwowany wzrost zakłóceń w godzinach wieczornych może być spowodowany z jednej strony wzrostem zakłóceń przemysłowych w danym mieście, a z drugiej strony zakłóceniami pochodzącymi od innych miast, a dochodzącymi za pośrednictwem fali jonosferycznej. Oddzielenie takich dwóch wpływów od siebie w tym zakresie częstotliwości wydaje się praktycznie niemożliwe, jednakże z punktu widzenia warunków odbioru istotny jest efekt sumaryczny.

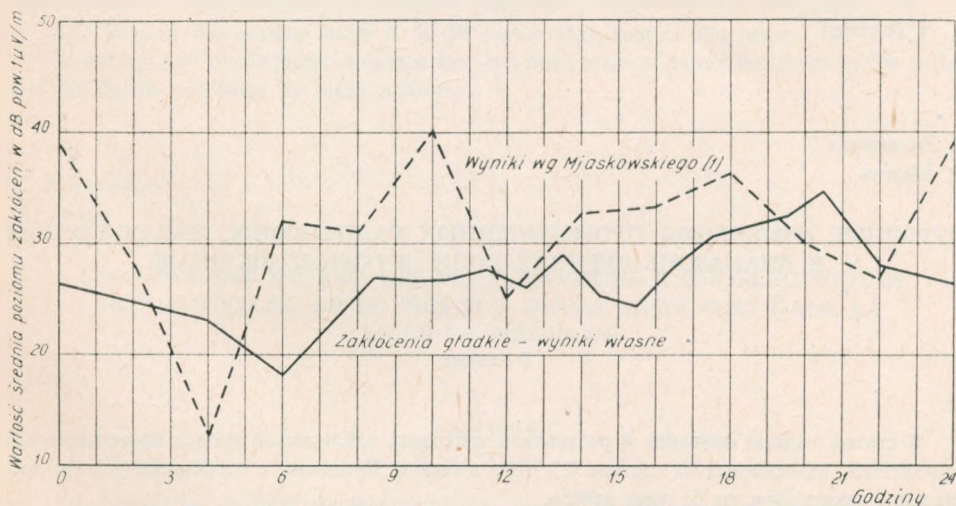
Występowanie największej wartości zakłóceń w godzinach wieczornych zbiega się z czasem wolnym ludności, który jest skorelowany z preferowanym czasem słuchania radia. Rozkład czasu wolnego pokazano na rys. 2 [10].

Dla porównania wyników własnych z wynikami uzyskanymi przez G. M. Mjaskowskiego zestawiono je na rys. 3 [1]. Obserwował on zmiany dobowe poziomu zakłóceń między innymi na częstotliwości 1,5 MHz w jednym punkcie na terenie Kijowa. Według jego badań w ciągu doby średni poziom zakłóceń osiąga największą wartość około 10, 18 i 24, najmniejsze zaś około godziny 12 i 22, przy czym różnice między wartościami ekstremalnymi dochodzą do 27 dB.



Rys. 2. Czas wolny ludności w dni powszednie bez sobót w odniesieniu do miast powyżej 100 000 mieszkańców [10]

Ilościowe porównanie wyników własnych z wynikami uzyskanymi przez *Mjaskowskiego* nie jest jednak możliwe ze względu na to, że *Mjaskowski* nie rozróżnia zakłóceń gładkich i impulsowych. Ponadto nie wiadomo, jak duże różnice mogą występować w wartościach poziomu zakłóceń oraz w samym przebiegu krzywej zmian dobowych między częstotliwością 0,5 i 1,5 MHz. Można jedynie stwierdzić



Rys. 3. Dobowa zmienność wartości średniej poziomu przemysłowych zakłóceń radioelektrycznych. Porównanie wyników własnych z wynikami *Mjaskowskiego* [1]

że wartości ekstremalne dla krzywej uzyskanej przez *Mjaskowskiego* występują o 3 godziny wcześniej niż dla krzywej uzyskanej przez autorów. Należy przypuszczać, że wpływ na to wywiera różnica rytmu życia ludności Kijowa i Wrocławia.

WYKAZ LITERATURY

1. *Mjaskowski G. M.*: Issledowanije statisticeskich charakteristik summarnych radiopomech na odkrytych gornych rozrabortkach i w krupnych gorodach. Praca doktorska, Moskiewski Instytut Górniczy, Moskwa — Kijów 1966
2. *Glinka W. N., Mjaskowski G. M.*: Niekotoryje wrjemiennye i spektralnye charakteristiki summarnych radiopomech krupnogo goroda. Elektroswiaź, nr 2, 1967, str. 40—44
3. *Rymarowicz Z., Strużak R. G.*: Sprawozdanie z obserwacji zakłóceń radioelektrycznych przeprowadzonych w siedzibie Instytutu Łączności we Wrocławiu w okresie od 11.05 do 7.11.1968 r. — Instytut Łączności, sprawozdanie wewnętrzne nr Z-21/14/68/71034
4. *Rymarowicz Z.*: Sprawozdanie z obserwacji przemysłowych zakłóceń radioelektrycznych przeprowadzonych w siedzibie Instytutu Łączności we Wrocławiu w okresie od 8.11.1968 — 4.10.1969 r. Instytut Łączności, sprawozdanie wewnętrzne nr Z-21/157/69/71034
5. Störmessgerät — B 83600 — B 80 mit Antennen-anpassungsgerät B 83600 — A 85 für die Messung von Störfeldstärken — Siemens (opis techniczny i instrukcja obsługi)
6. Sprawozdanie CCIR nr 322. Zakłócenia atmosferyczne i ich charakterystyki, Genewa 1963
7. *Matheson R. J.*: Instrumentation Problems Encountered Making Man-Made Electromagnetic Noise Measurements for Predicting Communication Systems Performance, IEEE Trans. Electromagnetic Compatibility vol. 12, nr 4, listopad 1970, s. 151—158
8. *Dickson F. H.*: Man-Made Noise, w pracy zbiorowej: F. Horner, Radio Noise of Terrestrial Origin, 1962 XIII th general assembly of URSI London 1960, Elsevier Publishing Company 1962
9. *Buehler W. E., Lunden C. D.*: Signature of Man-Made High-Frequency Radio Noise, IEEE Trans. Electromagnetic Compatibility, vol. 8, nr 3, sierpień 1966, s. 143—152
10. Sprawozdanie z badań dot. preferowanych godzin słuchania radia przeprowadzonych w Polsce w 1964/65 r., Ośrodek Opinii Publicznej i Studiów Programowych przy Polskim Radiu i Telewizji

3. *Рымарович*
В. Моронь

СУТОЧНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ РАДИОПОМЕХ, НАБЛЮДАЕМЫХ В ДИАПАЗОНЕ СРЕДНИХ ВОЛН, В ГОРОДЕ ВРОЦЛАВЕ

Резюме

В статье поданы описание и результаты суточных наблюдений уровня промышленных радиопомех, измеряемых на частоте 0,5 МГц в городе Вроцлаве, с особенным учётом времени с 7 часов утра до 21 часа вечера.

Различались здесь редко выступающие кратковременные помехи импульсного характера от более постоянных помех, которые называются здесь „гладкими“. Констатируется

выступление максимальных величин помех (между 11 часов утра и 13.30 часа дня и в 20.30 ч. вечера) и минимальных величин (в 6 часов утра и 15.30 часов дня). Разницы между экстремальными величинами достигают 18 дБ.

Кроме того, в период с 7 час. утра до 14 ч. дня средняя величина уровня гладких помех проявляла изменение не больше 6 дБ, а средняя величина импульсных помех не больше 4,5 дБ. Уровень импульсных помех является на 20 дБ выше уровня гладких помех.

В оконечной части статьи сравнено результаты собственных наблюдений с результатами опубликованными другими авторами.

Z. Rymarowicz

W. Moroń

DAY AND NIGHT VARIABILITY OF MAN-MADE NOISE MEASURED ON BROADCAST MEDIUM WAVES IN THE TOWN OF WROCLAW

Summary

The paper contains a description of some observation results of the man-made noise, measured in the town of Wrocław daily from 7 to 21 o'clock on 0.5 MHz frequency.

Impulse noise of short duration, rarely occurring, have been distinguished from other more stable ones, named here „flat” noise.

The appearance of maximum noise values has been observed between 11 and 13.30 o'clock and at 20.30 o'clock; the minimum noise values — at 6 and 15.30 o'clock. The difference between the extreme values reached up to 18 dB.

Besides it was observed that in the period from 7 to 14 o'clock the mean value of the flat noise level shows changes not greater than 6 dB, and that of the impulse noise — not greater than 4,5 dB.

The level of the impulse noise is 20 dB higher than that of flat noise.

In the last part of the paper, a comparison has been made of values measured by the author and the results published by other authors.

Z. Rymarowicz

W. Moroń

CHANGEMENT DIURNE DES PERTURBATIONS RADIOÉLECTRIQUES INDUSTRIELLES, OBSERVÉES SUR ONDES MOYENNES DANS LA VILLE DE WROCLAW

Résumé

On a décrit les résultats des observations du niveau des perturbations industrielles, mesuré chaque jour à la fréquence de 0,5 MHz dans la ville de Wrocław, en particulier entre 7 h. et 21 h.

On distingue les perturbations radioélectriques de courte durée, qui ont un caractère

d'impulsion et se produisent rarement et les perturbations qui subsistent plus longtemps et qu'on appelle ici „plates”.

On a constaté les valeurs maximum des perturbations entre 11 h. et 13 h 30 ainsi qu'à 20 h. 30 et les valeurs minimum à 6 h. du matin et à 15 h.30. Les différences entre les valeurs extrêmes atteignent 18 dB.

En outre, entre 7 h. et 14 h., la valeur moyenne du niveau des perturbations „plates” présente des changements qui ne dépassent pas 6 dB tandis que celle du niveau des perturbations ayant un caractère d'impulsion présente des changements qui ne dépassent pas 4,5 dB. Le niveau des perturbations qui ont un caractère d'impulsion dépasse le niveau des perturbations „plates” de 20 dB.

Enfin les résultats des observations propres ont été comparés avec ceux publiés par d'autres auteurs.

Z. Rymarowicz

W. Moroń

TAGESSCHWANKUNGEN VON FUNK-INDUSTRIESTÖRUNGEN IM MITTELWELLENBEREICH IN DER STADT WROCLAW

Zusammenfassung

Im Aufsatz hat man die Beschreibung und Endergebnisse der Prüfungen von Funkstörungen angegeben, die in Wrocław bei der Frequenz von 0,5 MHz täglich und insbesondere ab 7 Uhr morgen bis 21 Uhr durchgeführt worden sind. Man hat die selten auftretenden, kurzzeitigen Impulsstörungen von den vielmehr zeitinvarianten Störungen, die man hier „glatt” nennt, unterschieden.

Es wurde festgestellt, dass die grössten Störwerte zwischen 11 Uhr und 13 Uhr 30 sowie um 20 Uhr 30 und die kleinsten um 6 Uhr und 15 Uhr 30 auftreten. Die Höchstunterschiede betragen 18 dB. Man hat ausserdem festgestellt, dass ein Mittelwert des Glattstörpegels im Zeitraum zwischen 7 Uhr und 14 Uhr nicht grössere Schwankungen als 6 dB und im Falle der Impulsstörungen — entsprechend 4,5 dB aufweist. Der Impulsstörpegel ist um 20 dB grösser als der Glattstörpegel.

Man hat endlich ein Vergleich der eigenen Beobachtungsergebnisse mit den von anderen Verfassern veröffentlichten Werten durchgeführt.

RYSZARD KLIMKIEWICZ

621.396.67

SPRZĘGACZ KIERUNKOWY — 3 dB

Rękopis dostarczono do Komitetu Redakcyjnego dnia 14.1.1970 r.

W artykule omówiono podstawy projektowania oraz podano przykład obliczania sprzęgacza kierunkowego -3 dB, przewidzianego jako urządzenie do rozdziału lub sumowania mocy wielkiej częstotliwości. Omówiono również rozwiązanie konstrukcyjne obliczonego sprzęgacza kierunkowego.

1. PODSTAWY TEORETYCZNE

W nowoczesnej technice antenowej sprzęgacze kierunkowe 3 dB nabierają coraz większego znaczenia. Stosuje się je jako urządzenia do rozdziału i sumowania mocy wielkiej częstotliwości, jako przesuwniki fazowe, urządzenia odsprzęgające lub wreszcie jako układy do tworzenia sumy czy różnicy napięć (np. w urządzeniach goniometrycznych).

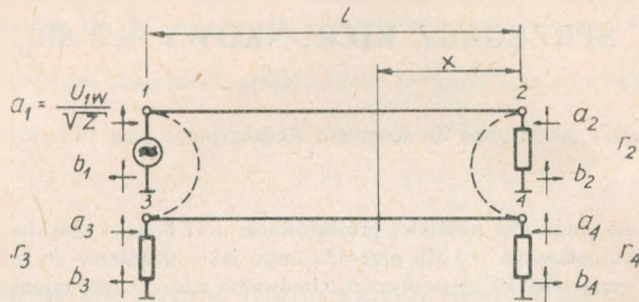
Budowa oraz działanie sprzęgaczy kierunkowych zostały opisane w wielu ogólnie dostępnych publikacjach, przy czym analizę pracy sprzęgacza przeprowadza się zazwyczaj za pomocą macierzy rozproszenia.

H. Wolf [1] wyprowadza na przykład zależności, w których fale występujące na każdej parze zacisków sprzęgacza są określone przez amplitudę fali wchodzącej do jednej pary przyjętej jako wejście układu. Oznaczenia zacisków, jak również fal na nich występujących, podano w układzie jednobiegunowym na rys. 1. Przez a_i oznaczono tu fale wchodzące do układu, przez b_i fale wychodzące, przy czym parę zacisków oznaczoną I przyjęto za wejście układu, pozostałe zaś pary zacisków — za wyjścia (rys. 6). Przez r_i oznaczono odpowiednio współczynniki odbicia występujące na poszczególnych zaciskach. Występują one wskutek niedopasowania impedancji obciążenia do impedancji charakterystycznej sprzęgacza.

Amplitudę fali padającej określa się jako $U_{1w} : \sqrt{Z}$, gdzie Z jest impedancją charakterystyczną sprzęgacza. Pojęciem impedancji charakterystycznej sprzęgacza określa się taką wartość impedancji przyłączonej do jego zacisków wyjściowych, przy której zachowuje on warunki dopasowania na wejściu oraz właściwy stosunek rozdziału mocy. W wyprowadzonych zależnościach występuje jeszcze współczynnik

sprężenia k , którego kwadrat oznacza stosunek mocy P_2 , pobieranej z wyjścia 2, do mocy występującej na wejściu, przy długości elektrycznej sprzęgacza równej $\pi/2$ i w warunkach pełnego dopasowania, czyli

$$k^2 = \frac{P_2}{P_1}$$



Rys. 1. Sprzęgacz kierunkowy 3 dB w układzie jednobiegunowym

G. H. Kaden [5], niezależnie od wzorów stanowiących rozwiązanie ogólne zagadnienia, wyprowadza również wzory do obliczeń praktycznych, wprowadzając następujące założenia upraszczające:

- 1) współczynniki odbicia r_2 i r_3 mają równe sobie moduły i fazy;
- 2) $|r_2 r_3| \ll 1$;
- 3) $l = \frac{\lambda}{4}$

gdzie: l — długość geometryczna sprzęgacza,

λ — długość fali, odpowiadająca środkowej częstotliwości pasma przenieszonego.

Otrzymane w ten sposób zależności przybliżone są następujące:

$$\frac{b_3}{b_2} \approx j \frac{\sqrt{1-k^2}}{k} \cos \alpha \quad (1)$$

gdzie

$$\alpha = \frac{\pi}{2} \frac{\Delta f}{f_0} \quad (2)$$

a

$$\left| \frac{\Delta f}{f_0} \right|_{\max} = \frac{(f_2/f_1) - 1}{(f_2/f_1) + 1} \quad (3)$$

$$\left| \frac{b_3}{b_2} \right|^2 = \frac{P_3}{P_2} \approx \frac{1-k^2}{k^2} \cos^2 \alpha \quad (4)$$

przy czym dla $k^2 = \frac{1}{2}$ $\left| \frac{b_3}{b_2} \right|^2 \approx \cos^2 \alpha \quad (5)$

W wyrażeniach tych oznaczono przez:

f_0 — częstotliwość środkową,

f_1 i f_2 — częstotliwości krańcowe pasma przenoszonego ($f_1 < f_2$),

Δf — odstrojenie od częstotliwości środkowej pasma.

W celu zachowania w całym roboczym pasmie częstotliwości możliwie równomiernego rozdziału mocy należy tak dobrać sprzężenie przy częstotliwości środkowej, aby moc dochodząca do wyjścia 3 była nieco większa niż występująca na wyjściu 2. Przy odstrajaniu się więc od częstotliwości środkowej moc na wyjściu 3 będzie stopniowo malała. Optymalna wielkość sprzężenia będzie taka, przy której moc na wyjściu 3, występująca przy krańcowych częstotliwościach pasma przenoszonego, będzie o tyle mniejsza od mocy wynikającej z równomiernego podziału, o ile była ona większa przy częstotliwości środkowej. Uwzględniając podane uprzednio założenia, warunek ten można zapisać jako

$$\left| \frac{b_3}{b_2} \right|_{f_0}^2 = \left| \frac{b_2}{b_3} \right|_{f_1}^2 \quad (6)$$

Uwzględniając zależność (4), można wyrażenie (6) przekształcić na

$$\frac{1-k^2}{k^2} = \frac{k^2}{(1-k^2)\cos^2\alpha_{\max}} \quad (7)$$

które po rozwiązaniu względem k daje wyrażenie na optymalny współczynnik sprzężenia

$$k_{\text{opt}} = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{1}{\cos^2\alpha_{\max}}}} \quad (8)$$

Przy $k = k_{\text{opt}}$ maksymalne nierównomierności rozdziału mocy są równe

$$\left| \frac{b_3}{b_2} \right|_{\min}^2 = \left| \frac{b_2}{b_3} \right|_{\max}^2 \approx \cos^2\alpha_{\max} \quad (9)$$

Moduł współczynnika odbicia na wejściu, gdy współczynniki odbicia na poszczególnych wyjściach są sobie równe i dużo mniejsze od jedności, jest równy

$$|r_{1w}| \approx |r_2| \left| \frac{k^2 - (1-k^2)\cos^2\alpha}{k^2 + (1-k^2)\cos^2\alpha} \right| \quad (10)$$

a dla sprzężenia równego optymalnemu (k_{opt})

$$|r_{1w}| \approx |r_2| \left| \frac{\cos\alpha_{\max} - \cos^2\alpha}{\cos\alpha_{\max} + \cos^2\alpha} \right| \quad (11)$$

Przy jednakowym niedopasowaniu na wyjściach 2 i 3 ($r_2 = r_3 = r$) moc wydzielana na wyjściu 4 przy jego dopasowaniu jest równa

$$\left| \frac{b_4}{a_1} \right|^2 = 4|r|^2 \frac{k^2(1-k^2)\cos^2\alpha}{[k^2 + (1-k^2)\cos^2\alpha]^2} \quad (12)$$

co dla $k = k_{opt}$ daje

$$\left| \frac{b_4}{a_1} \right|^2 = 4 |r|^2 \frac{\cos \alpha_{max} \cos^2 \alpha}{[\cos \alpha_{max} + \cos^2 \alpha]^2} \quad (13)$$

W celu uzyskania warunków właściwego rozdziału mocy i dopasowania sprzęgacza należy odpowiednio dobrać charakterystyczne impedancje symetrycznego i niesymetrycznego układu linii sprzęgacza. Zakłada się przy tym, że wszystkie wyprowadzenia mają taką samą impedancję — równą impedancji charakterystycznej sprzęgacza Z oraz że sprzęgacz jest symetryczny (tzn. że impedancje charakterystyczne obu linii są sobie równe). Pojęciem impedancji charakterystycznej linii określa się tu impedancję w stosunku do połączonych ze sobą pozostałych przewodów układu. Otrzymuje się wtedy następujące zależności w trójprzewodowym układzie sprzęgacza:

a) impedancję układu niesymetrycznego

$$Z_N = Z \cdot F \quad (14a)$$

gdy przewody 1 i 2 są połączone równoległe, a impedancję określamy w stosunku do wspólnego przewodu 3;



Rys. 2. Oznaczenie przewodów sprzęgacza

b) impedancję układu symetrycznego

$$Z_S = \frac{Z}{F} \quad (14b)$$

przewodów 1 i 2 w stosunku do siebie — przy obecności trzeciego wspólnego przewodu 3.

Wielkość F wynika z zależności

$$F = \frac{\sqrt{1-\kappa}}{2(1-\kappa)} \quad (15)$$

przy czym κ jest tu stosunkiem mocy P_3 , występującej na wyjściu 3 do mocy P_1 , doprowadzonej do wejścia przy częstotliwości równej środkowej częstotliwości pasma przenoszenia, tzn.

$$\kappa = \left(\frac{P_3}{P_1} \right)_{f=f_0} = 1 - k^2 \quad (16)$$

Rozmiary poprzeczne sprzęgacza są określone wartością mocy przenoszonej, a dla sprzęgaczy 3 dB z reguły maksymalnym napięciem panującym pomiędzy

sprężonymi przewodami. Wyznaczono zatem rozkład napięcia pomiędzy przewodami sprzęgacza znajdującego się w warunkach dopasowania.

Odpowiedni wzór dla $\beta l = \pi:2$ przybiera postać

$$|U| = |U_0| \sqrt{(1 - \sqrt{\kappa})^2 \sin^2 \beta x + (1 - \kappa) \cos^2 \beta x} \quad (17)$$

gdzie: U_0 — napięcie na wejściu sprzęgacza (w układzie niesymetrycznym)

x — odległość mierzona od strony wyjść 2 i 4 (rys. 1)

β — współczynnik fazowy, $\beta = \frac{2\pi}{\lambda}$

Dla obu końców linii zależność (17) upraszcza się do postaci

$$\text{dla } x = 0 \quad |U_{24}| = |U_0| \sqrt{1 - \kappa} \quad (18)$$

$$\text{dla } x = 1 \quad |U_{13}| = |U_0| (1 - \sqrt{\kappa}) \quad (19)$$

2. PROJEKTOWANIE SPRĘGACZY KIERUNKOWYCH

Posługując się zależnościami podanymi wyżej wyznacza się charakterystyczną impedancję dla symetrycznego i niesymetrycznego układu linii sprzęgacza. Analityczne określenie na tej podstawie geometrycznych rozmiarów układu jest możliwe tylko w najprostszyc przypadkach, które mogą być przydatne tylko w niektórych zastosowaniach praktycznych. W związku z tym, w celu określenia rozmiarów sprzęgacza, należy z reguły stosować metodę dobierania eksperymentalnego.

Z określonych uprzednio impedancji charakterystycznych linii sprzęgacza można określić wartości pojemności jednostkowych układu symetrycznego i niesymetrycznego. Wynoszą one odpowiednio

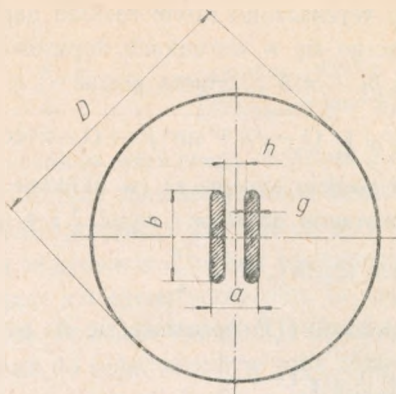
$$c_N = \frac{1}{v_f Z_N} \quad (20)$$

$$c_S = \frac{1}{v_f Z_S} \quad (21)$$

gdzie v_f oznacza prędkość fazową fali w sprzęgaczu.

Wiadomo przy tym, że dla jednorodnych linii przesyłowych z układem pola elektromagnetycznego TEM przebieg linii sił składowej elektrycznej pola jest identyczny z przebiegiem linii sił pola elektrostatycznego. W związku z tym zagadnienie można sprowadzić do doboru wartości odpowiednich pojemności jednostkowych układu, przeprowadzanego przy małych częstotliwościach.

Na rysunku 3 przedstawiono przykładowo wybrany przekrój poprzeczny układu trójprzewodowego, traktując oczywiście kołowy ekran jako przewód wspólny. Układ taki, przy zadowalającej sztywności przewodów, charakteryzuje się tym, że dla danego współczynnika sprężenia odległości pomiędzy przewodami są możliwie duże. Jest to szczególnie korzystne dla sprzęgaczy o silnych sprężeniach ze względu na



Rys. 3. Przekrój poprzeczny trójprzewodowego układu sprzęgacza

wytrzymałość napięciową układu, a więc i ze względu na przenoszoną moc. Poza tym układ taki jest stosunkowo prosty do wykonania.

Dla przedstawionego układu z powietrzną izolacją pomiędzy przewodami wykonano serię pomiarów pojemności dla układu symetrycznego i niesymetrycznego, traktując szerokość przewodów b jako parametr, natomiast odległość pomiędzy przewodami h jako zmienną niezależną. Średnica ekranu zewnętrznego D i grubość przewodu g pozostawały jednakowe w czasie wszystkich pomiarów.

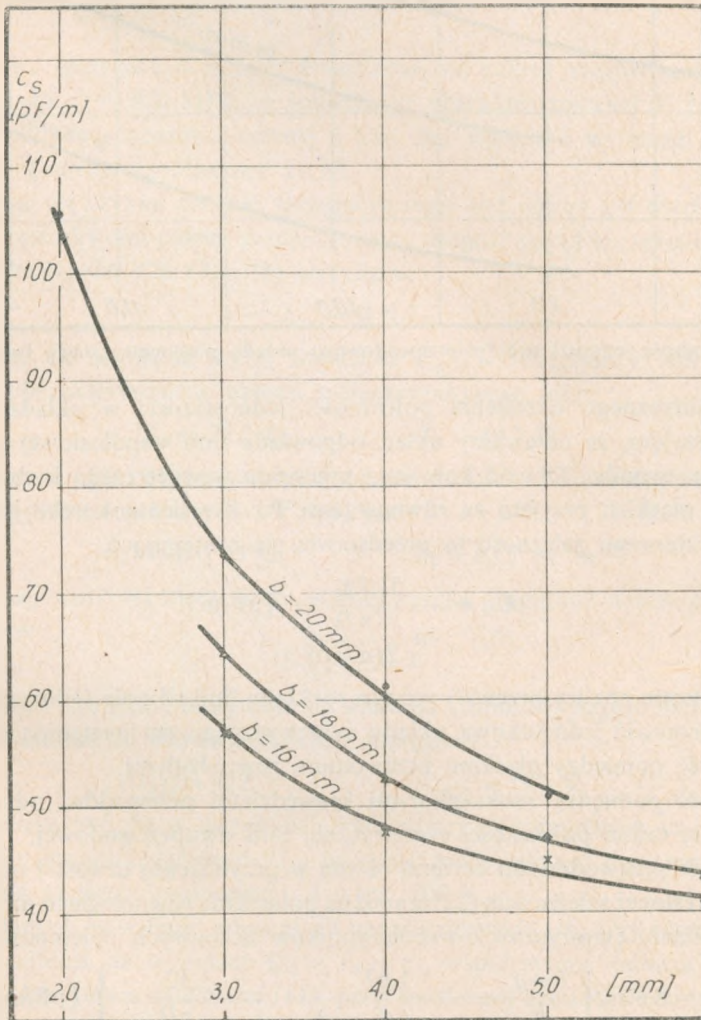
Tablica 1

Wyniki pomiarów pojemności jednostkowych układu przewodów według rys. 3 (c_S pojemność układu symetrycznego, c_N pojemność układu niesymetrycznego)

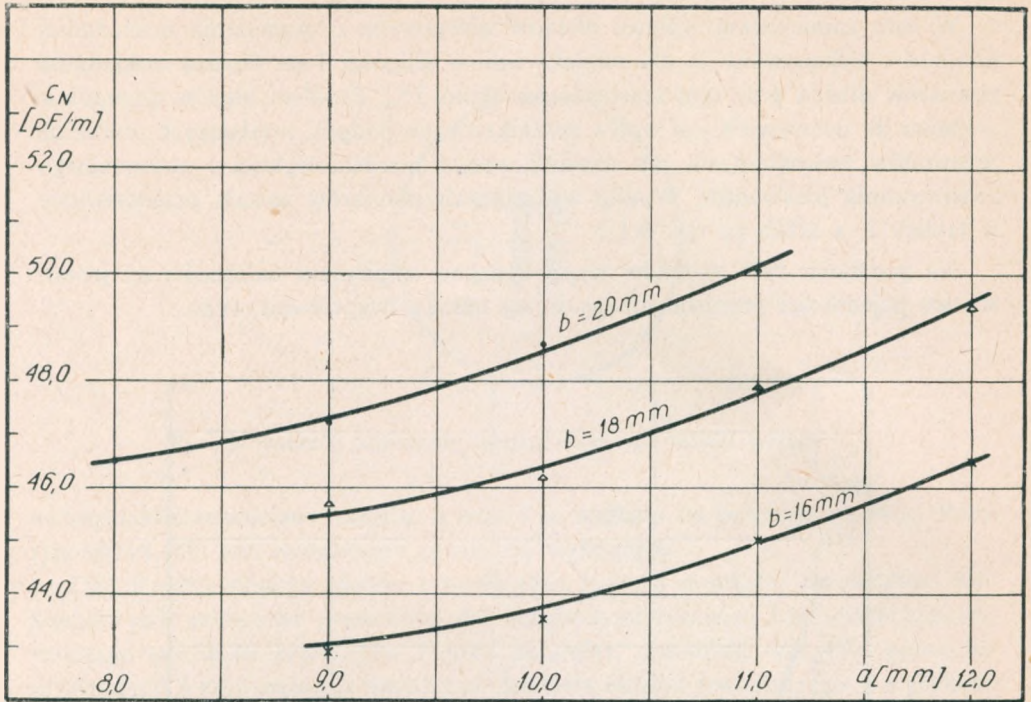
	a mm	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
$b = 20$ mm	c_S pF/m	105,5	73,8	61,3	50,9	×
	c_N pF/m	46,5	47,2	48,7	50,9	×
$b = 18$ mm	c_S pF/m	×	64,5	52,8	47,2	43,1
	c_N pF/m	×	45,7	46,2	47,9	49,4
$b = 16$ mm	c_S pF/m	×	57,0	47,9	45,0	40,7
	c_N pF/m	×	42,9	43,5	45,0	46,5

W celu zmniejszenia wpływu efektów brzegowych i zwiększenia dokładności pomiarów wykonywano je dla odcinka linii o długości 1 m. Ogólną dokładność pomiarów można przy tym szacować na około 5%. Źródłem błędów szczególnie trudnym do uchwycenia jest wpływ nieuniknionych podpór, ustalających położenie przewodów wewnętrznych, jak również wpływ nierównoległości i ewentualnego zwichrowania przewodów. Wyniki wykonanych pomiarów zostały przedstawione w tablicy 1, a także na rys. 4 i 5.

Na podstawie tych wyników wyprowadzono empiryczne zależności na jednostkowe pojemności przedstawionego wyżej układu trójprzewodowego.



Rys. 4. Pojemność jednostkowa trójprzewodowego układu symetrycznego (według rys. 3)



Rys. 5. Pojemność jednostkowa trójprzewodowego układu niesymetrycznego (według rys. 3)

Dla analitycznego określenia pojemności jednostkowej w układzie niesymetrycznym przyjęto, że omawiany układ odpowiada linii współosiowej o kołowym przekroju przewodów. Obwód kołowego przewodu wewnętrznego i obwód obrysu przewodów płaskich przyjęto za równoważne. Po określeniu korekcyjnego współczynnika liczbowego zależność ta przedstawia się następująco

$$C_N = \frac{51,7 \varepsilon_r}{\ln \frac{\pi D}{2(a+b)}} \quad [\text{pF/m}] \quad (22)$$

Na podstawie analizy przewidywanego rozkładu linii sił pola elektrycznego przyjęto, że pojemność jednostkowa układu symetrycznego ma następujące składowe:

- pojemność pomiędzy płaskimi przewodami równoległymi,
- pojemność pomiędzy zaokrąglonymi krawędziami przewodów, odpowiadającą określonej części pojemności symetrycznej linii dwuprzewodowej,
- pojemność przewodów do ekranu, równą w przybliżeniu czwartej części pojemności określonej zależnością (22) (zamiana połączenia równoległego na szeregowe).

Po określeniu empirycznych współczynników liczbowych pojemność ta wynosi

$$C_S = 8,85 \varepsilon_r \left[\frac{b-g}{h} + \frac{1,67}{\ln 2 \left(\frac{a}{g} - 1 \right)} + \frac{1,57}{\ln \frac{\pi D}{2(a+b)}} \right] \quad [\text{pF/m}] \quad (23)$$

Wyniki obliczeniowe, uzyskiwane za pomocą tych zależności, różnią się od wyników uzyskiwanych z pomiarów nie więcej niż o 5%, czyli odpowiadają w przybliżeniu dokładności zastosowanej metody pomiarowej.

Zależności (22) i (23) są funkcjami wielu zmiennych i ich rozwiązanie ogólne dla potrzeb konstrukcji sprzęgacza jest praktycznie nie do przeprowadzenia. Mając jednak dane wartości pojemności jednostkowych układu, określenie odpowiadających im rozmiarów przekroju poprzecznego jest najdogodniej przeprowadzić metodą kolejnych przybliżeń.

3. PROJEKT SPRZĘGACZA

Przeliczono sprzęgacz o izolacji powietrznej na zakres częstotliwości od $f_1 = 470$ MHz do $f_2 = 620$ MHz, o impedancji charakterystycznej Z równej 60Ω i wartości mocy przenoszonej równej 3 kW. Na wejściu i wyjściach sprzęgacza zastosowano gniazda współosiowe 11/30.

Przyjmując, że czynna długość sprzęgacza musi być równa $1/4$ długości fali dla środkowej częstotliwości pasma przenoszonego, długość części sprzężonej równa się 140 mm. Z zależności (2), (3) i (8) otrzymano

$$k_{opt} = 0,703$$

Posługując się uzyskaną wyżej wartością k_{opt} , wyznaczono z zależności (14) impedancje charakterystyczne układu trójprzewodowego jako

$$Z_N = 72,5 \Omega \quad Z_S = 49,5 \Omega$$

oraz z zależności (18) i (19) odpowiadające im wartości pojemności jednostkowych dla izolacji powietrznej ($v_f = 3 \cdot 10^8$ m/s) jako

$$c_N = 46,0 \text{ pF/m} \quad c_S = 63,7 \text{ pF/m}$$

Z założonej wielkości mocy przenoszonej wynika amplituda napięcia wejściowego sprzęgacza

$$|U_0| = 600 \text{ V}$$

Z zależności (16) i (17) otrzymuje się wielkość amplitudy napięć panujących pomiędzy przewodami na obydwu końcach sprzęgacza

$$|U_{24}| = 422 \text{ V} \quad |U_{13}| = 174 \text{ V}$$

Należy zaznaczyć, że w warunkach najbardziej niekorzystnych (całkowite niedopasowanie) amplituda napięcia U_{13} osiągnąć może wartość dwukrotnie większą niż amplituda napięcia wejściowego, a więc 1200 V.

Przy podanych na wstępie założeniach upraszczających, tzn. przy równych współczynnikach odbicia na wyjściach ($r_2 = r_3 = r$), współczynnik odbicia na wejściu sprzęgacza, określony z zależności (11), przy środkowej częstotliwości pasma przenoszonego wynosi

$$r_{1w} = r \cdot 0,01$$

Jak widać z powyższego, współczynnik odbicia na wejściu sprzęgacza jest równy tylko 1% wartości współczynnika odbicia wywołanego niedopasowaniem impedancji obciążającej jego wyjścia. Ta cecha nabiera szczególnego znaczenia w układach zasilania telewizyjnych anten nadawczych, poprawiając zdecydowanie warunki dopasowania w liniach zasilających, a tym samym powodując zmniejszenie efektów odbić.

Dla podanej na rys. 3 geometrii przekroju poprzecznego przyjęto średnicę $D = 54$ mm i grubość przewodów $g = 3$ mm. Stosując metodę kolejnych przybliżeń i posługując się zależnościami (22) i (23) obliczono, że odległość h pomiędzy przewodami powinna wynosić 3,2 mm, a szerokość b przewodów 18 mm. Dla tych rozmiarów obliczeniowe wartości pojemności wynoszą odpowiednio

$$c_N = 45,5 \text{ pF/m} \qquad c_S = 64,1 \text{ pF/m}$$

Natomiast wyniki uzyskane z pomiarów wynosiły

$$c'_N = 48,0 \text{ pF/m} \qquad c'_S = 63,5 \text{ pF/m}$$

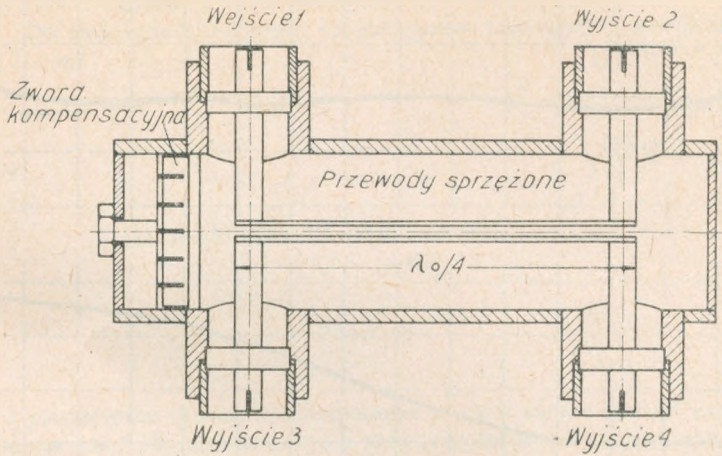
Różnice mieszczą się więc w określonej wyżej dokładności przyjętej metody pomiarowej.

Dla założonej mocy przenoszonej oraz w warunkach najbardziej niekorzystnych amplituda składowej elektrycznej pola pomiędzy przewodami może osiągnąć wartość 3,6 kV/cm.

4. MODEL SPRZĘGACZA

W oparciu o przytoczone wyżej wyniki obliczeń i pomiarów został wykonany model sprzęgacza o długości części sprzężonej równej 140 mm. Szkic rozwiązania konstrukcyjnego przedstawiono na rys. 6. Linie wyjściowe stanowią jednocześnie element ustalający położenie przewodów wewnętrznych. W celu skompensowania niejednorodności wprowadzonych przez załamania przewodów zamknięcie korpusu sprzęgacza od strony wejścia wykonano w postaci przesuwnego zwieracza. Przez zmianę jego położenia można uzyskać minimalizację wejściowego współczynnika odbicia w całym zakresie częstotliwości roboczych.

W warunkach dopasowania na wyjściach sprzęgacza ($r \leq 1,5\%$), wykonano pomiary w funkcji częstotliwości: wejściowego współczynnika odbicia r_{1w} , współczynników rozdziału mocy q_2 i q_3 (przy czym $q_2 = 20 \lg \left| \frac{a_1}{b_2} \right|$, a $q_3 = 20 \lg \left| \frac{a_1}{b_3} \right|$), przesunięcia fazowego oraz odsprężenia A (gdzie $A = 20 \lg \left| \frac{U_1}{U_4} \right|_{r_4=0}$). Wyniki pomiarów podano w tablicy 2 i przedstawiono wykreślnie na rys. 7. Współczynnik odbicia na wejściu sprzęgacza nie przekracza, jak widać, wartości 3,5% w zakresie częstotliwości od 445 MHz do 715 MHz. W tym samym zakresie częstotliwości

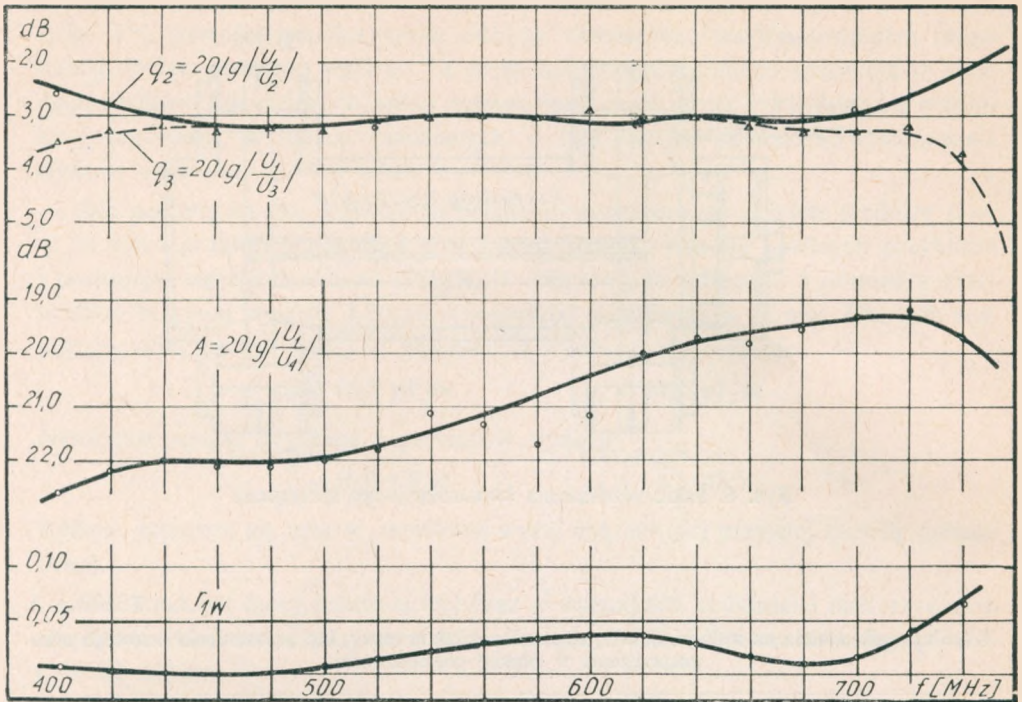


Rys. 6. Szkic rozwiązania konstrukcyjnego sprzęgacza

Tablica 2

Współczynnik odbicia na wejściu układu, stosunek rozdziału mocy, kąt przesunięcia fazowego oraz odspężenie w funkcji częstotliwości

f	r_{1w}	q_2	q_3	φ_{23}	A
MHz	%	dB	dB		dB
400	0,00	2,6	3,5	90°	22,6
420	0,00	2,8	3,3	91°	22,6
440	0,00	3,0	3,2	91°	22,0
460	0,00	3,2	3,3	90°	22,1
480	0,00	3,2	3,2	89°	22,1
500	0,50	3,1	3,3	89°	22,0
520	1,50	3,2	3,1	89°	21,8
540	2,00	3,0	3,0	89°	21,1
560	3,00	3,0	3,0	91°	21,3
580	3,50	3,0	3,0	89°	21,7
600	3,50	3,1	2,9	91°	21,1
620	3,50	3,1	3,0	88°	20,0
640	3,00	3,0	3,0	89°	19,7
660	1,75	3,0	3,2	88°	19,8
680	1,00	3,1	3,3	87°	19,5
700	1,50	2,9	3,3	87°	19,3
720	4,00	2,5	3,2	86°	19,2
740	6,00	2,2	3,7	93°	19,7



Rys. 7. Współczynnik odbicia na wejściu układu, stosunek rozdziału mocy oraz odsprężenie w funkcji częstotliwości

nierównomierność rozdziału mocy jest mniejsza niż $\pm 0,3$ dB, natomiast wartości kąta przesunięcia fazowego nie odbiegają od teoretycznej wartości więcej niż $\pm 3^\circ$.

Zmierzona wartość odsprężenia A występuje w warunkach pełnego dopasowania na wyjściach. Przy pogorszeniu się warunków dopasowania na jednym z nich wielkość ta silnie maleje aż do wartości około 3 dB, występującej w warunkach jednostronnego całkowitego niedopasowania. W warunkach całkowitego dopasowania na wyjściach 2 i 3 wpływ stanu dopasowania występującego na wyjściu 4 na stosunek rozdziału mocy oraz warunki dopasowania na wejściu sprzęgacza jest do pominięcia.

WYKAZ LITERATURY

1. Wolf H.: „Gekoppelte Hochfrequenzleitungen als Richtkoppler” – Nachrichtentechnische Zeitschrift 1956 zeszyt 8
2. Meinke H., Gundlach F. W.: „Taschenbuch der Hochfrequenztechnik” – 2 wydanie, Springer – Verlag, Berlin 1962
3. Künemund F., Laub H.: „Mehrfachausnutzung von Sendeantennen im Fernsbereich IV/V” – Rundfunktechnische Mitteilungen 7/1963
4. Martini W.: „Coupleurs directs a lignes couplées” Annales de Radioélectricité, październik 1966, tom XXI nr 86

5. Kaden G. H.: „3-dB Richtungskoppler als Leistungsverteiler für Sendeantennen im Fernsehbereich IV/V” — Frequenz 1966, zeszyt 11
6. Kraus A.: „Der technische Richtkoppler aus gekoppelten Leitungen” — Rohde Schwarz Mitteilungen 21/1967

P. Klimкевич

НАПРАВЛЕННЫЙ ОТВЕТВИТЕЛЬ — 3 ДБ

Резюме

В статье рассмотрены основы проектирования и представлено пример расчета направленного ответвителя 3 дБ, предвиденного в виде устройства для раздела или суммирования мощности высокой частоты.

Рассмотрено тоже конструктивное решение рассчитанного направленного ответвителя.

R. Klimkiewicz

DIRECTIONAL COUPLER — 3 dB

Summary

In the paper the designing principles of a 3 dB directional coupler have been discussed and an example of its calculation has been presented. The device is foreseen to divide or to sum up high frequency power.

A constructional solution of the calculated directional coupler has also been discussed.

R. Klimkiewicz

COUPLEUR DIRECTIONNEL DE 3 dB

Résumé

Dans l'article on a traité les principes d'établir un projet du coupleur directionnel (de 3 dB) ainsi qu'on a présenté un exemple du calcul d'un tel dispositif, destiné à partager ou à additionner la puissance de haute fréquence. On a traité aussi la construction d'un coupleur directionnel préalablement calculé.

3 – dB RICHTKOPPLER

Zusammenfassung

Man hat im Aufsatz die Entwurfsgrundlagen besprochen sowie ein Beispiel der Berechnung des 3-dB Richtkopplers angegeben, der als Einrichtung zur Verteilung und Summierung von Hochfrequenzleistungen vorgesehen ist. Es wurde auch die konstruktive Lösung des berechneten Richtkopplers besprochen.

ZBIGNIEW DUDZIŃSKI

519.283:621.39

METODA DOPASOWANIA FUNKCJI LOGISTYCZNEJ O DANYM POZIOMIE NASYCENIA DO ZBIORU PUNKTÓW STATYSTYCZNYCH

Rękopis dostarczono do Komitetu Redakcyjnego dnia 27.12.1969

W artykule przedstawiono metodę wyznaczania przebiegu funkcji logistycznej, która osiąga (w nieskończoności) daną końcową wartość i jest jednocześnie możliwie dobrze dopasowana do zbioru posiadanych punktów statystycznych.

Metoda taka jest zalecana zwłaszcza wtedy, gdy zbiór posiadanych punktów statystycznych znajduje się w początkowej części funkcji logistycznej, gdyż w takich przypadkach dopasowanie funkcji tradycyjnymi metodami napotykałoby trudności.

Proponowaną metodę zilustrowano przykładem wyznaczania linii rozwoju gęstości telefonicznej Polski.

1. WSTĘP

Funkcja logistyczna, tzn. funkcja o równaniu:

$$y = \frac{k}{1 + e^{b-a}}$$

jest często wykorzystywana do przedstawienia tendencji rozwojowych wielkości statystycznych, które ze swej natury wykazują (w przyszłości) dążenie do określonego poziomu nasycenia.

Tak np. w [1] przedstawiona jest próba dowodu na to, że rozwój liczby telefonów (na 100 mieszkańców) w Szwajcarii następował w przeszłości w sposób mniej więcej zgodny z funkcją logistyczną, co upoważnia do rokowania przyszłego rozwoju liczby telefonów również według funkcji logistycznej.

Tematem niniejszego artykułu nie są ani rozważania na temat zasadności zastosowania funkcji logistycznej do badania tendencji rozwojowych (trendów) takich wielkości statystycznych (odniesionych do liczby mieszkańców), które reprezentują konsumpcję, ani rozważania o dopuszczalności ekstrapolowania na przyszłość funkcji trendu, wyznaczonych na podstawie materiału statystycznego. Autor docenia ten fakt, że obie te sprawy są przedmiotem dyskusji w literaturze, jednakże nie jest celem tego artykułu włączanie się do tej dyskusji.

Natomiast niezależnie od tego istnieje zapotrzebowanie na praktyczne metody dopasowywania funkcji logistycznej do zbioru danych statystycznych w ten sposób, aby dopasowana funkcja możliwie dobrze oddawała charakter zmienności badanej wielkości statystycznej, ilustrowany zbiorem punktów statystycznych.

Przy dopasowywaniu do zbioru danych funkcji wielomianowych (takich, jak funkcja liniowa, kwadratowa) jest powszechnie stosowana tzw. metoda najmniejszych kwadratów, której jednak nie można użyć bezpośrednio do postaci funkcji logistycznej, gdyż jej równanie nie ma charakteru wielomianu.

Przy dopasowywaniu funkcji logistycznej do danego zbioru punktów statystycznych stosowanych jest kilka — znanych z literatury — metod. Jednakże z praktyki wynika, że metody te zdają pomyślnie egzamin, jeśli zbiór posiadanych punktów statystycznych z przeszłości sięga co najmniej połowy uzyskiwanego w dalekiej przyszłości poziomu nasycenia.

Jeżeli natomiast wszystkie punkty statystyczne znajdują się w obszarze początkowego przebiegu funkcji logistycznej, to wyczuwa się intuicyjnie, że mając tylko takie informacje trudno jest wyprowadzić z nich cały przebieg funkcji. Wyraża się to w ten sposób, że wówczas nawet niewielkie przesunięcie choćby jednego z punktów statystycznych ogromnie wpływa na cały przebieg dopasowywanej funkcji, a więc i na poziom nasycenia.

Wynika z tego, że dotychczasowe metody są nieprzydatne dla dopasowywania funkcji logistycznej, jeżeli dysponuje się tylko danymi z początkowej części przebiegu tej funkcji.

W tej sytuacji należy określić (metodami pozastatystycznymi) przyszły spodziewany poziom nasycenia badanego wskaźnika i poprowadzić krzywą logistyczną tak, aby osiągała ona (w nieskończoności) ten określony z góry poziom nasycenia, a jednocześnie, aby była ona możliwie dobrze dopasowana do posiadanych danych statystycznych.

Przy wielu zastosowaniach badania tendencji rozwojowych wskaźników statystycznych (odniesionych do liczby mieszkańców) na ogół można przyjąć pewne założenia, umożliwiające oszacowanie tego postulowanego poziomu nasycenia, osiąganego w bardzo odległej przyszłości.

Tak więc jeżeli dany jest, przyjęty z góry, poziom nasycenia (wielkość k w równaniu funkcji logistycznej), to dla wyznaczenia całego przebiegu tej funkcji potrzeba wyznaczyć dwa pozostałe parametry funkcji (a i b w równaniu funkcji) — i to w ten sposób, aby można było uznać, że funkcja jest dobrze dopasowana do zbioru danych statystycznych.

Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie metody dopasowywania funkcji logistycznej o danym poziomie nasycenia do zbioru danych statystycznych.

2. TRADYCYJNE METODY DOPASOWYWANIA FUNKCJI LOGISTYCZNEJ

Funkcja logistyczna ma postać:

$$y = \frac{k}{1 + e^b e^{-at}} \quad (1)$$

gdzie: y — zmienna zależna,
 t — zmienna niezależna,
 k — poziom nasycenia,
 a i b — pozostałe parametry, wpływające na kształt i położenie funkcji logistycznej.

Można łatwo wykazać, że równanie (1) odpowiada ściśle równaniu funkcji tangensa hiperbolicznego*)

$$y = A [1 + \operatorname{tg} h(\alpha t + \beta)] \quad (2)$$

jeśli

$$A = \frac{k}{2}$$

$$\alpha = \frac{a}{2}$$

$$\beta = -\frac{b}{2}$$

Typowy przebieg funkcji logistycznej został pokazany na rysunku 1.

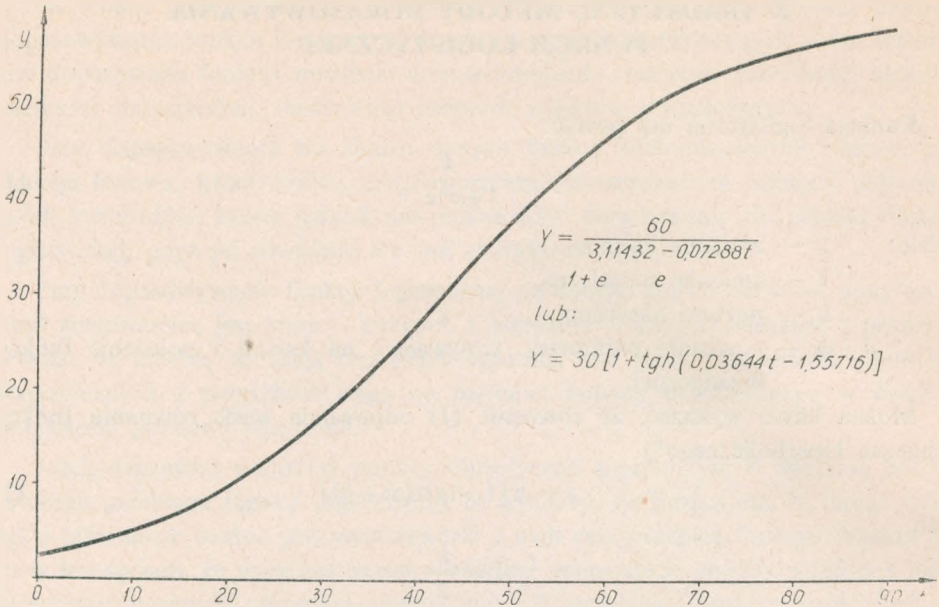
W literaturze (patrz np. [2]) można spotkać się z różnymi metodami dopasowywania funkcji logistycznej do zbioru punktów statystycznych. Przedstawimy pokrótce trzy z nich.

a. **Metoda wybranych punktów** polega na wybraniu trzech jednakowo odległych (licząc wzdłuż osi odciętych) punktów spośród punktów statystycznych i na poprowadzeniu krzywej przez te trzy wybrane punkty, co jest równoznaczne z tym, że równanie funkcji ma być spełnione dla współrzędnych tych trzech punktów. Taki układ trzech równań z trzema niewiadomymi udaje się rozwiązać, a więc wyznaczyć wszystkie trzy parametry funkcji logistycznej. Oczywiście metoda ta jest obciążona błędem, wynikającym z dowolności wyboru trzech punktów.

b. **Udoskonalona metoda wybranych punktów** składa się z 2 etapów. W pierwszym etapie uzyskuje się przybliżenie funkcji logistycznej metodą trzech wybranych punktów (jak wyżej). W drugim etapie przyjmując, że wartość parametru a jest znana, stosuje się w stosunku do niej poprawkę h

$$y = \frac{k}{1 + e^b e^{-(a+h)t}}$$

*) Stosowanie tej drugiej postaci jest nawet dogodniejsze przy wyznaczaniu przebiegu funkcji ze względu na istnienie łatwo dostępnych tablic tangensa hiperbolicznego.



Rys. 1. Typowy przebieg funkcji logistycznej (na przykładzie trendu gęstości telefonicznej o poziomie nasycenia 60 aparatów telefonicznych na 100 mieszkańców)

Taką postać funkcji logistycznej udaje się przekształcić na zależność liniową między nieznanymi parametrami (tj. między parametrami k , b i h), co pozwala zastosować do funkcji liniowej kryterium minimum kwadratów i stąd wyznaczyć nieznanne parametry funkcji logistycznej.

c. **Metoda trzecia (Hottelinga)** polega na sprowadzeniu do funkcji liniowej. Obliczając mianowicie pochodną $\frac{dy}{dt}$ funkcji (1), można bez trudności uzyskać zależność:

$$\frac{1}{y} \frac{dy}{dt} = a - \frac{a}{k} y \quad (3)$$

Jeżeli zastąpimy dy i dt przez przyrosty skończone Δy i Δt i jeżeli założymy, że $\Delta t = 1$ (co oznacza, że w zbiorze danych statystycznych dysponuje się obserwacjami w jednakowych odstępach czasu, np. corocznymi), wtedy zależność (3) można napisać w postaci:

$$\frac{\Delta y}{y} = a - \frac{a}{k} y$$

Oznaczając:

$$\frac{\Delta y}{y} = R \quad (4)$$

$$-\frac{a}{k} = q$$

uzyskuje się zależność liniową:

$$R = a + qy \quad (5)$$

W stosunku do tego równania można zastosować kryterium minimum kwadratów, jako do równania liniowego, i wówczas uzyskuje się układ równań:

$$\begin{aligned} aN + q \sum y_i &= \sum R_i \\ a \sum y_i + q \sum y_i^2 &= \sum \Delta y_i \end{aligned} \quad (6)$$

gdzie N — liczba punktów statystycznych.

Układ ten pozwala jednocześnie wyznaczyć parametry a i q , a stąd dwa parametry funkcji logistycznej (1). Wyznaczenie ostatniego parametru, tzn. parametru b , gdy znane są pozostałe, nie przedstawia już większych trudności.

Mimo całej poprawności przedstawionej metody, jej stosowanie jest utrudnione w tych przypadkach, gdy punkty statystyczne, jakimi się dysponuje, nie sięgają do punktu przęgięcia krzywej logistycznej.

Trudności te są zilustrowane w Dodatku, z którego wynika, że nawet nieznaczna zmiana wartości jednej danej statystycznej powoduje ogromne zmiany w całym przyszłym przebiegu funkcji logistycznej.

3. PROPONOWANA METODA DOPASOWANIA PRZY DANYM POZIOMIE NASYCENIA

Zadanie sprowadza się do dopasowania do zbioru punktów statystycznych (t_i, y_i) funkcji logistycznej o równaniu (1) przy danym (określonym metodami pozastatystycznymi) poziomie nasycenia k .

Równanie funkcji logistycznej (1) można przedstawić w następującej przekształconej postaci

$$\frac{k-y}{y} = e^{b-at} \quad (7)$$

Jeżeli oznaczymy

$$P = \ln \frac{k-y}{y} \quad (8)$$

to uzyskuje się zależność liniową

$$P = b - at \quad (9)$$

Stosując do tej zależności, jako do zależności liniowej, kryterium minimum kwadratów

$$\sum (P_i - b + at_i)^2 \rightarrow \min$$

tzn. różniczkując to wyrażenie względem parametrów a i b oraz przyrównując pochodne do zera, uzyskuje się dwa warunki:

$$\begin{aligned} bN - a \sum t_i &= \sum P_i \\ b \sum t_i - a \sum t_i^2 &= \sum t_i P_i \end{aligned} \quad (10)$$

Tak więc dla określenia parametrów a i b funkcji logistycznej (bo parametr trzeci k jest dany), jeżeli funkcja ta ma być możliwe najlepiej dopasowana do zbioru punktów statystycznych, należy obliczyć sumy

$$\begin{aligned} \sum t_i \\ \sum t_i^2 \\ \sum P_i &= \sum \ln \frac{k - y_i}{y_i} \\ \sum t_i P_i \end{aligned}$$

a następnie zbudować i rozwiązać układ równań (10).

4. PRZYKŁAD DLA FUNKCJI TRENDU GĘSTOŚCI TELEFONICZNEJ

Dane statystyczne, dotyczące gęstości telefonicznej (liczby aparatów telefonicznych na 100 mieszkańców) Polski w latach 1958—1968, są zestawione w tablicy 1.

Poziom nasycenia gęstości telefonicznej przyjęto równy $k = 60$ aparatów telefonicznych na 100 mieszkańców.

Tablica 1

Dane statystyczne gęstości telefonicznej Polski

Rok	Liczba aparatów telefonicznych na 100 mieszkańców
1958	2,53
1959	2,76
1960	2,96
1961	3,18
1962	3,38
1963	3,52
1964	3,81
1965	4,10
1966	4,44
1967	4,77
1968	5,09

Przy ustalaniu tego poziomu nasycenia przyjęto takie elementy, jak stopień urbanizacji (procent ludności zamieszkałej w mieście) w odległej przyszłości, średnią wielkość rodziny w mieście i na wsi, liczbę aparatów telefonicznych przypadających na jedną rodzinę (założono mianowicie, że w stanie nasycenia każda statystyczna rodzina będzie posiadać średnio jeden aparat), procent zatrudnienia ludności w mieście i na wsi, liczbę aparatów w gospodarce narodowej, przypadających na jednego zatrudnionego itp.

Po przyporządkowaniu kolejnym latom indeksu roku t_i w ten sposób, że $t_i = 0$ dla 1958 r. — zostały wykonane obliczenia pomocnicze dla wyznaczenia elementów układu równań (10), zawarte w tablicy 2.

Tablica 2

Obliczenia pomocnicze do zestawienia układu równań dla wyznaczenia parametrów funkcji logistycznej przy przyjęciu $k = 60$ aparatów telefonicznych na 100 mieszkańców

Rok	t_i	t_i^2	Liczba aparatów telefonicznych na 100 mieszkańców y_i	$\frac{k - y_i}{y_i}$	$P_i = \ln \frac{k - y_i}{y_i}$	$t_i P_i$
1958	0	0	2,53	22,715	3,12305	0
1959	1	1	2,76	20,739	3,03203	3,03203
1960	2	4	2,96	19,270	2,95855	5,91710
1961	3	9	3,18	17,868	2,88300	8,64900
1962	4	16	3,38	16,751	2,81846	11,27384
1963	5	25	3,52	16,045	2,77540	13,87700
1964	6	36	3,81	14,748	2,69111	16,14666
1965	7	49	4,10	13,634	2,61256	18,28792
1966	8	64	4,44	12,514	2,52686	20,21488
1967	9	81	4,77	11,579	2,44920	22,04280
1968	10	100	5,09	10,788	2,37844	23,78440
Σ	55	385			30,24866	143,22563

Wykorzystując wyniki tych obliczeń w układzie równań (10), otrzymamy:

$$11b - 55a = 30,24866$$

$$55b - 385a = 143,22563$$

skąd

$$a = 0,07288$$

$$b = 3,11432$$

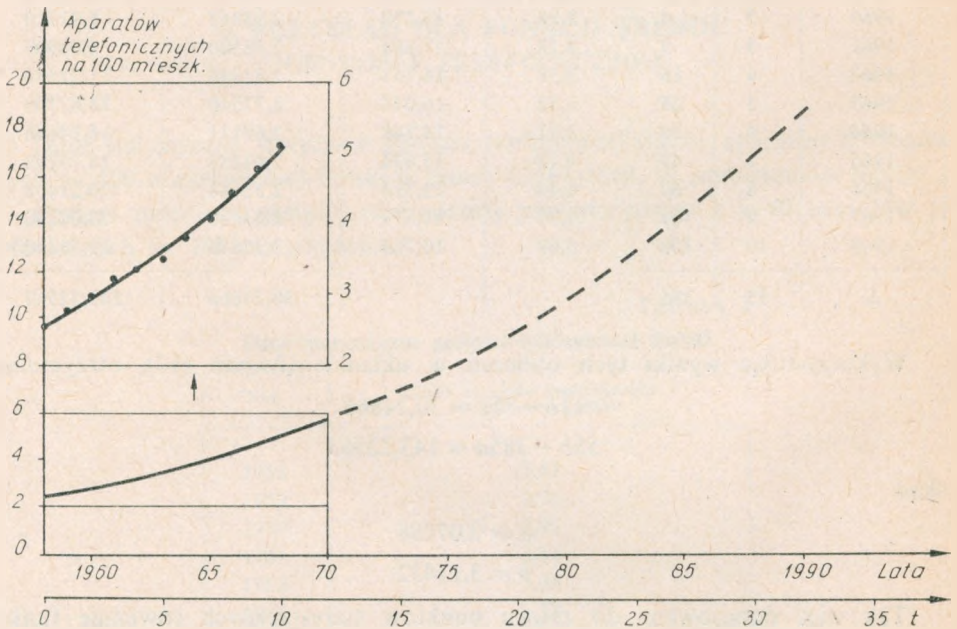
Tak więc dopasowane do zbioru punktów statystycznych równanie funkcji trendu gęstości telefonicznej Polski w postaci funkcji logistycznej przedstawia się następująco

$$Y = \frac{60}{1 + e^{3,11432} e^{-0,07288 t}}$$

Tablica 3

Przebieg funkcji trendu o równaniu $Y = 30 [1 + \operatorname{tg} h (0,03644 t - 1,55716)]$

Rok	t	Liczba aparatów telefonicznych na 100 mieszkańców
1958	0	2,55
1960	2	2,93
1962	4	3,37
1964	6	3,86
1966	8	4,42
1968	10	5,06
1970	12	5,77
1975	17	7,98
1980	22	10,85
1985	27	14,47
1990	32	18,83



Rys. 2. Linia trendu gęstości telefonicznej Polski wyznaczona proponowaną metodą przy przyjęciu poziomu nasycenia 60 aparatów telefonicznych na 100 mieszkańców

lub w postaci funkcji tangensa hiperbolicznego

$$Y = 30[1 + \operatorname{tgh}(0,03644 t - 1,55716)]$$

gdzie: Y — średnia (wartość wyrównana) gęstość telefoniczna Polski,
 t — indeks roku, przy czym $t = 0$ dla 1958 r.

Przebieg tej funkcji został przedstawiony w sposób tabelaryczny w tablicy 3 i w sposób graficzny na rysunku 2 w zakresie najbliższej przyszłości, a cały przebieg na rysunku 1.

Z rysunku 2 (z rysunku w powiększonej skali) widać, że wyznaczona linia trendu dobrze oddaje charakter zmienności gęstości telefonicznej, wyrażony za pomocą zbioru punktów statystycznych.

Ostatecznym celem badania tendencji rozwojowych i wyznaczania funkcji trendu jest ekstrapolacja takiej prawidłowości rozwojowej na przyszłość. Oczywiście, ekstrapolować należy z wielką rozwagą; wyniki ekstrapolacji należy traktować jako pierwszą, wstępną, jedną z możliwych, hipotezę przyszłego rozwoju. W praktyce mogą zająć okoliczności być może uzasadniające planowanie rozwoju szybszego, niż to wynika z ekstrapolacji trendu; mogą również wystąpić trudności ograniczające tempo rozwoju przewidziane w wynikach ekstrapolacji.

DODATEK

W niniejszym Dodatku pokazano na przykładzie wyznaczenia funkcji trendu gęstości telefonicznej w postaci funkcji logistycznej metodą sprowadzenia do funkcji liniowej (*Hottelina*) (patrz rozdz. 2, pkt c), że zmiana choćby jednej z danych statystycznych — i to zmiana stosunkowo niewielka — powoduje ogromny wpływ na cały przebieg funkcji logistycznej w przyszłości, jeżeli — jak to ma miejsce w przypadku gęstości telefonicznej — wszystkie posiadane punkty statystyczne znajdują się na początku przebiegu tej funkcji.

Podstawą obliczeń przebiegu funkcji trendu są dane zamieszczone w tablicy 1.

Obliczenia pomocnicze według metody *Hottelina* zawarte są w tablicy 4.

Parametry funkcji logistycznej uzyskuje się rozwiązując następujący układ równań, zbudowany na elementach obliczonych w tablicy 4 według wzoru (6)

$$10a + 38,01q = 0,6746$$

$$38,01a + 150,00q = 2,56$$

Stąd

$$a = 0,070319$$

$$q = -0,0007521$$

Wobec tego można obliczyć poziom nasycenia z równania (4)

$$k = -\frac{a}{q} = 93,50$$

Tablica 4

Obliczenia pomocnicze do wyznaczenia funkcji logistycznej metodą Hottelina

Rok	Liczba aparatów telefonicznych na 100 mieszkańców y_t	$\Delta y_t = y_t - y_{t-1}$	$R_t = \frac{\Delta y_t}{y_t}$	y_t^2
1958	2,53			
1959	2,76	0,23	0,0833	7,618
1960	2,96	0,20	0,0676	8,762
1961	3,18	0,22	0,0692	10,11
1962	3,38	0,20	0,0592	11,42
1963	3,52	0,14	0,0398	12,39
1964	3,81	0,29	0,0761	14,52
1965	4,10	0,29	0,0707	16,81
1966	4,44	0,34	0,0766	19,71
1967	4,77	0,33	0,0692	22,75
1968	5,09	0,32	0,0629	25,91
Σ	38,01	2,56	0,6746	150,00

Obliczenie trzeciego parametru funkcji logistycznej, tj. parametru b , gdy są znane pozostałe parametry, przeprowadza się za pomocą wzoru

$$b = \frac{1}{N} \left[\sum \ln \frac{k - y_t}{y_t} + a \sum t_t \right] = 3,567$$

Wzór ten powstaje przez proste przekształcenie równania funkcji logistycznej [1].

Tak więc uzyskano następujące równanie funkcji logistycznej

$$Y = \frac{93,50}{1 + e^{3,567} e^{-0,070319 t}}$$

Zmieńmy teraz w zbiorze danych statystycznych daną dla 1968 r. z 5,09 na przykład na 4,90 aparatów telefonicznych na 100 mieszkańców. Jest to więc zmiana jednego z 11 punktów i to zmiana tylko o 3,7%.

Porównanie wyników obliczeń, przy założeniu, że dane dla 1968 r. wynoszą 5,09 i 4,90 aparatów telefonicznych na 100 mieszkańców, jest przedstawione w tablicy 5.

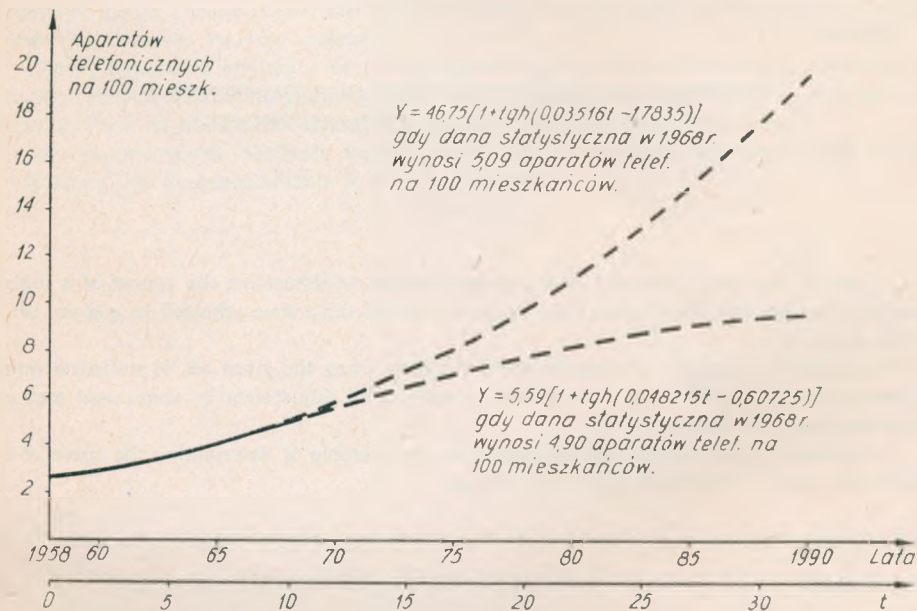
Z tablicy tej widać, że stosunkowo niewielka zmiana w zbiorze danych statystycznych powoduje przede wszystkim ogromną zmianę poziomu nasycenia k , gdyż według tego drugiego obliczenia k jest 8,4 razy mniejsze.

Przebieg obu wyznaczonych funkcji jest przedstawiony na rysunku 3, na którym widać również ogromne różnice, spowodowane tylko przez fakt stosunkowo niewielkiej zmiany jednego punktu statystycznego. Różnice te uwidaczniają się już w ciągu pierwszych lat okresu ekstrapolacji.

Tablica 5

Porównanie wyników obliczeń parametrów funkcji logistycznej

Parametry funkcji logistycznej	Przy założeniu, że w 1968 r. dana statystyczna wynosiła	
	5,09	4,90
	aparatów telefonicznych na 100 mieszkańców	
N	10	10
$\sum y_i$	38,01	37,82
$\sum y_i^2$	150,00	148,10
$\sum \Delta y_i$	2,56	2,37
$\sum R_i$	0,6746	0,6382
a	0,070319	0,09643
q	-0,0007521	-0,008623
k	93,50	11,18
b	3,567	1,2145



Rys. 3. Dwa warianty linii trendu gęstości telefonicznej uzyskane przy zmianie danej statystycznej w 1968r.

WYKAZ LITERATURY

1. Lancoud C. i Ducommun M.: Beitrag zum Studium der wahrscheinlichen Entwicklung des Telephons in der Schweiz. „PTT”, nr 4, 1957
2. Davis H. T.: The Analysis of Economic Time Series. Bloomington, 1941

3. *Дудзиński*МЕТОД ПОДБОРА ЛОГИСТИЧЕСКОЙ КРИВОЙ К МНОЖЕСТВУ ИМЕВШИХСЯ
СТАТИСТИЧЕСКИХ ПУНКТОВ

Резюме

В статье представлено метод определения логистической кривой, которая достигает (в бесконечности) определенное предельное значение и которая одновременно хорошо подбрана к множеству имевшихся статистических пунктов.

Метод этот рекомендуется особенно тогда, когда множество имевшихся статистических пунктов соответствует начальной части подбираемой кривой, так как в таком случае подбор кривой традиционными методами мог бы вызывать препятствия.

Предлагаемый метод пояснен примером определения направления развития телефонной плотности в Польше.

*Z. Dudziński*METHOD OF ADJUSTING THE LOGISTIC CURVE
TO A GIVEN SET OF STATISTICAL POINTS

Summary

A method has been presented in the paper enabling to determine the course of a logistic curve reaching (in infinity) a given final value and at the same time adjusted to a given set of statistical points.

The method is specially recommended in the case, when the given set of statistical points corresponds to the initial part of the curve; in such cases, adjustment by traditional methods would involve difficulties.

The proposed method has been explained on the example of determining the curve of development trend of telephone density in Poland.

*Z. Dudziński*MÉTHODE D'ADAPTATION DE LA FONCTION DITE LOGISTIQUE
À LA COLLECTION DES POINTS STATISTIQUES

Résumé

Dans l'article on a présenté la méthode de désigner la courbe logistique, qui atteint (à l'infinité) la valeur finale de densité donnée et qui en même temps est bien adaptée à la collection des points statistiques disponibles.

Une telle méthode est à recommander surtout lorsque la collection des points statistiques disponibles se rapporte à la partie initiale de la courbe et l'adaptation par les méthodes traditionnelles aurait résulté des difficultés.

La méthode proposée a été expliquée par un exemple indiquant la ligne de développement de la densité téléphonique en Pologne.

Z. Dudziński

METHODE DER ANPASSUNG DER LOGISTISCHEN FUNKTION AN DIE GEGEBENE MENGE VON STATISTISCHEN PUNKTEN

Zusammenfassung

Im Aufsatz hat man die Methode der Bestimmung des Verlaufes der logistischen Funktion dargestellt, die (in Unendlichkeit) den Endwert erreicht und möglichst gut an die Menge von gegebenen statistischen Punkten angepasst ist.

Diese Methode ist besonders dann zu empfehlen, wenn sich die Menge von gegebenen statistischen Punkten im Anfangsteil der logistischen Funktion befindet, da die Anpassung der Funktion nach traditionellen Methoden in solchen Fällen sehr schwierig wäre.

Die vorgeschlagene Methode wurde beispielsweise zur Bestimmung einer Kennlinie der Entwicklung der Fernsprehdichte in Polen angewendet.

AUTORZY



Mgr inż. *Cyryl Niewiadomski* — sam. prac. nauk.-badawczy ukończył w 1936 r. Wydział Chemiczny Politechniki Warszawskiej i specjalizował się w metaloznawstwie. Od 1937 r. pracował w różnych zakładach produkcyjnych oraz placówkach naukowych i techniczno-administracyjnych, zajmując w nich szereg stanowisk kierowniczych. Od 1963 r. pracuje w Instytucie Łączności, najpierw jako kierownik Zakładu, a obecnie jako kierownik Zespołu. Jest autorem licznych publikacji naukowych, przeważnie z dziedziny metali nieżelaznych i kabli.



Mgr inż. *Władysław Moroń* urodził się w 1932 r. w Poznaniu. Studia ukończył na Wydziale Łączności Politechniki Wrocławskiej w 1956 r. Od 1956 r. pracuje w Instytucie Łączności, Oddział we Wrocławiu, zajmując się początkowo antenami nadawczymi, a następnie problemami ochrony przed zakłóceniami radioelektrycznymi. Od 1964 do 1969 r. delegowany przez Polski Komitet Normalizacyjny do pracy w Instytucie Normalizacyjnym RWPG w Moskwie, gdzie w charakterze eksperta zajmował się zagadnieniami normalizacji międzynarodowej w zakresie radioelektroniki. Jest autorem 6 publikacji, 2 patentów oraz szeregu projektów norm krajowych i zaleceń międzynarodowych. Obecnie jest kierownikiem Pracowni Koordynacji i Normalizacji w Zakładzie Badania Zakłóceń IŁ.



Mgr inż. *Zbigniew Rymarowicz* urodził się 6.9.1931 r. we Lwowie. W latach 1951—1957 odbywa studia stopnia pierwszego na Wydziale Elektrycznym Politechniki Śląskiej w Gliwicach oraz stopnia drugiego na Wydziale Łączności Politechniki Wrocławskiej. Do 1965 r. pracował w Przemysłowym Instytucie Elektroniki, gdzie pełnił funkcję kierownika pracowni. Zajmował się pracami badawczymi i konstrukcyjnymi, związanymi z opracowaniem lamp mikrofalowych oraz ich pomiarami. Obecnie pracuje w Instytucie Łączności, gdzie zajmuje się pracami badawczymi, związanymi z przemysłowymi zakłóceniami radioelektrycznymi w miastach.



Mgr inż. *Ryszard Klimkiewicz* — ur. w 1934 r. Studia na Wydziale Łączności Politechniki Wrocławskiej ukończył w 1957 r., specjalizuje się w dziedzinie radiotechniki nadawczej, ze szczególnym uwzględnieniem nadawczych sygnałów antenowych. Pracownik Instytutu Łączności w latach 1956 do 1959 oraz od roku 1968. W latach 1960 do 1966 główny konstruktor Zakładów Radiowych i Telewizyjnych „ZARAT” — Zakład Produkcji Anten we Wrocławiu.



Mgr inż. *Zbigniew Dudziński*, ur. w 1927 r. Studia na wydziale Elektrycznym Politechniki Warszawskiej ukończył w 1950 r. Od 1951 r. (z 3-letnią przerwą, kiedy pracował w Urzędzie Rady Ministrów) pracuje najpierw w Ministerstwie Łączności, a od 1958 r. w Biurze Planów Perspektywicznych Łączności, gdzie zajmuje się metodologią planowania perspektywnego, ekonomiką łączności i zastosowaniem metod matematycznych. Jest autorem wielu publikacji w literaturze krajowej i kilku w literaturze zagranicznej; jest doktorantem w Instytucie Łączności.

WYDAWNICTWA KOMUNIKACJI I ŁĄCZNOŚCI — WARSZAWA 1972

Wydanie 1. Nakład 570+60 egz. Ark. wyd. 3,56. Ark. druk. 3,5. Oddano do składania w kwietniu 1972. Podpisano do druku i druk ukończono w lipcu 1972. Papier druk. sat. kl. V 70 g 70×100 cm z Włocławka. Zam. P/76/72. K/6785.

Poznańskie Zakł. Graf. im. M. Kasprzaka w Poznaniu — 3992/72 — K-1/532

