

NA WARSZTACIE

ANTENY TELEWIZYJNE

opr. inż. Witold Kozak

Telewizja rozpowszechnia się w naszym kraju szybko i dlatego też zwiększa się zainteresowanie zagadnieniami związanymi z techniką odbiorczą.

Anteny telewizyjne mają własności selektywne (tzn. działają sprawnie tylko w pewnym zakresie częstotliwości — jednego kanału). Z tego względu należy je projektować uwzględniając długość fali danej stacji telewizyjnej.

W niniejszym artykule opiszemy projektowanie i wykonanie kilku typów anten zewnętrznych.

Specyfika odbioru telewizyjnego

Zasięg stacji telewizyjnej w znacznej mierze jest uzależniony od własności rozchodzenia się fal w zakresie metrowym. Fale te pod wieloma względami można porównać do promieni świetlnych. Zasięg stacji telewizyjnej z dużym przybliżeniem określa pole horyzontu anteny nadawczej. W miarę oddalenia od anteny siła sygnału maleje. Dla uzyskania zadowalającego odbioru na dalsze odległości konieczne jest stosowanie specjalnej anteny kierunkowej.

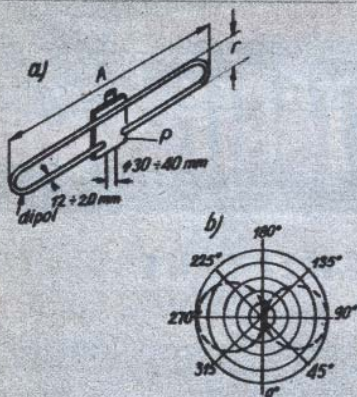
Anteny telewizyjne pod względem konstrukcji można podzielić na proste (pojedyncze) i złożone (wieloelementowe). Anteny pojedyncze składają się z jednego elementu, tzw. dipola. Najczęściej stosowane są dipole półfalowe pętlowe (rys. 1a). Kształt dipola przypomina pętlę. Antena taka ma charakterystykę ósemkową (rys. 1b). Siła odbioru przy tej antenie będzie maksymalna wówczas, gdy dipol swoją płaszczyznę jest ustawiony prostopadle do kierunku rozchodzenia się fali.

Antenę dipolową jednoelementową stosuje się w odległości od stacji nie przekraczającej 20 km.

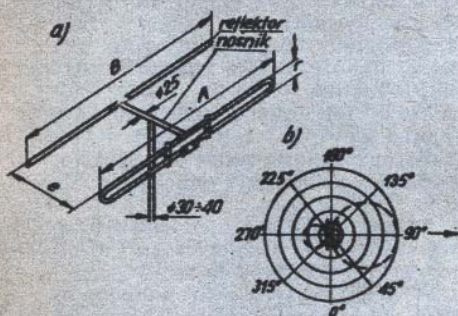
W trudniejszych warunkach stosuje się anteny wieloelementowe. Dodając za dipolem drugi element, tzw. reflektor (rys. 2a), uzyskamy charakterystykę jednokierunkową (rys. 2b). Antenę dwuelementową stosuje się przy odległościach przekraczających 50—60 km.

Zwiększenie własności kierunkowych anteny można jeszcze uzyskać dzięki dodaniu przed dipolem czynnym elementu biernego, tzw. direktora (rys. 3a). Charakterystyka kierunkowości takiej anteny jest dostatecznie ostra (rys. 3b). Zasięg anteny trójelementowej 70—100 km.

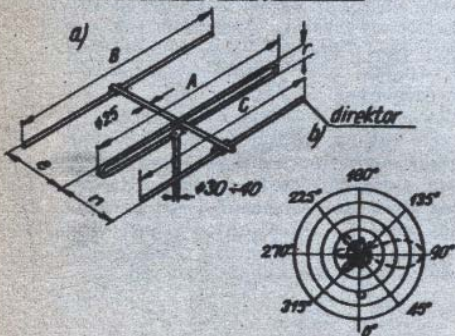
Pasją leningradzkiego ślusarza Nikołaja Wasiljewa jest udoskonalanie narzędzi pracy. Oto skonstruowane przez niego pneumatyczne narzędzia ułatwiające wykonywanie szeregu prac ślusarskich



Rys. 1. Dipol pojedynczy pętlowy



Rys. 2. Dipol pętlowy z reflektorem



Rys. 3. Dipol pętlowy z reflektorem i direktorem

Antena telewizyjna łączy się z odbiornikiem za pośrednictwem specjalnej linii, tzw. fidera. Zarówno antena, jak i fider pod względem elektrycznym muszą być „dopasowane”, aby nie powstawały zbędne straty i odbicia fali.

Projektowanie anten

Wzory, według których możemy obliczyć wymiary dipola pętlowego (czynnego), jak i pozostałych elementów anteny — podajemy obok. Anteny telewizyjne należy projektować w zależności od długości fali stacji telewizyjnej, którą zamierzamy odbierać.

Długość dipola pętlowego „A” (w metrach) obliczamy ze wzoru:

$$A = \frac{141}{f \text{ (Mhz)}}$$
, gdzie f = średnia częstotliwość kanału.

Długość reflektora „B” (w metrach) obliczamy ze wzoru $B = \frac{150}{f \text{ (Mhz)}}$

Długość direktora „C” (w metrach) obliczamy ze wzoru: $C = \frac{138}{f \text{ (Mhz)}}$

Odległość „e” (w metrach) między dipolem „A” a reflektorem „B” (rys. 2a) obliczamy ze wzoru
$$e = \frac{75}{f \text{ (Mhz)}}$$

Odległość „n” (w metrach) między dipolem „A” a direktorem „C” (rys. 3a) obliczamy ze wzoru:
$$n = \frac{30}{f \text{ (Mhz)}}$$

Odległość między prętami dipola „r” (w metrach) obliczamy ze wzoru:
$$r > \frac{\lambda}{64}$$
, gdzie λ = średnia długość fali w metrach.

Konstrukcja anten telewizyjnych

Najodpowiedniejszym materiałem do sporządzenia anteny telewizyjnej są rurki aluminiowe o średnicy 12—20 mm. Nadają się do tego celu również i cienkościenne rurki stalowe. Można z nich wykonać wszyst-

kie elementy anteny telewizyjnej (dipole, reflektory i direktory). Rurki stalowe dają się doskonale wyginać na gorąco po napełnieniu ich szczelnie ubitym, suchym piaskiem. Prócz tego poszczególne elementy można trwale łączyć za pomocą spawania. Do łączenia elementów anteny są przydatne różnego typu pomocnicze elementy łączeniowe, jak wufy, uchwyty odlewane lub z blachy.

Należy zwrócić uwagę, że kształt pętli dipola nie musi być koniecznie taki, jak na rys. 1a, aczkolwiek jest to forma najracjonalniejsza. W razie niemożności wykropowania całej rurki można dać wstawki z innego materiału lub też po prostu rurkę przeciąć i połączyć pod kątem prostym (za pomocą spawania lub lutowania).

Pętlę dipola należy usztywnić dodatkową prostokątną płytką „p” (rys. 1a) z trwałego materiału izolacyjnego (w. winidur).

Płytkę mocujemy do końców rurek za pomocą śrub z nakrętkami.

Po zmontowaniu poszczególnych zespołów należy antenę wyważyć i w miejscu równowagi przymocować silnie nośnik do masztu. Przy niewielkich wymiarach anten nośnik można również przyspawać do anteny.

Przy montowaniu elementów należy przestrzegać zasady trwałego metalicznego połączenia wszystkich elementów anteny z nośnikiem lub też odizolowania wszystkich elementów od nośnika. Naruszenie tej zasady może być później przyczyną zakłóceń w odbiorze.

Wszystkie części anteny podlegające korozji (szczególnie żelazo) trzeba koniecznie pokryć dobrą emalią lub trwałym lakierem.

Urządzenia dopasowujące i symetryzujące

Omawiane anteny telewizyjne posiadają tak zwane wejście symetryczne, a większość produkowanych fabrycznie odbiorników posiada wejście niesymetryczne (oporności 75 Ω). Jest ono dostosowane do kabla koncentrycznego o oporności falowej 75 Ω. Bezpośrednie połą-

czenie niesymetrycznego fidera z symetryczną anteną prowadzi do zniekształceń odbieranego obrazu. Z tego względu kabel koncentryczny (fider) powinno się podłączyć do anteny za pośrednictwem urządzenia symetryzującego. Takim urządzeniem jest pętla symetryzująca i dopasowująca (rys. 4). Składa się ona z odcinka kabla koncentrycznego odpowiedniej długości.

Obliczenie długości odcinka kabla „lp” zależy od długości fali:

$$lp = \frac{\lambda}{2\epsilon}, \text{ gdzie } \epsilon - \text{ stała dielek-}$$

tryczna danego kabla (średnio ϵ można przyjąć jako 2,3).

Sposób zamontowania pętli symetryzującej do płytki i prętów dipola ilustruje rys. 4.

Wykonanie dipola pętlowego z materiałów zastępczych

Dipol pętlowy można wykonać również z materiałów zastępczych (jeśli nie mamy odpowiednich rurek). Do tego celu nadaje się kabel koncentryczny (możliwie gruby, tzw. radarowy) lub rurki Bergmana używane przy instalacjach elektrycznych. Wymienione materiały są bardzo wiotkie i z tego względu wymagana jest dodatkowa konstrukcja nośna, którą można wykonać z drewna. Projekt konstrukcji nośnej sporządzonej z listew drewnianych podajemy na rys. 5.

Wymiary konstrukcji (długość ramion) zależą od długości dipola, który należy zaprojektować uwzględniając długość fali danej stacji telewizyjnej.

Do drewnianej beleczki (1) należy zamontować za pomocą wkrętek drewniane klocki-rozpórki (2), wzduż których zakłada się kabel koncentryczny lub rurkę Bergmana (3), które tworzą dipol pętlowy. Klocki (4) umieszczone na końcach beleczki (1) na stałe można zamocować po zmontowaniu końców kabla lub rurki do płytki izolacyjnej (5). Płytkę wykonuje się z materiału izolacyjnego odpornego na wilgoć (pleksiglas lub winidur). Z końców kabla koncentrycznego dipola na długości 20 cm należy usunąć

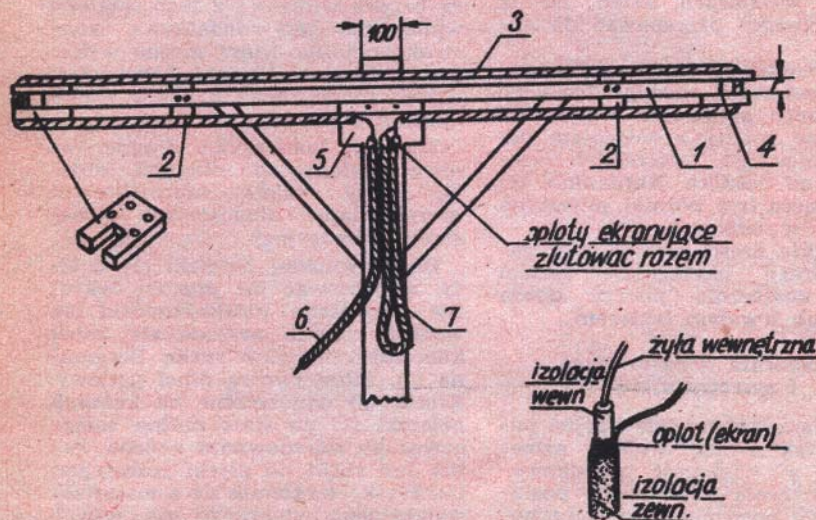
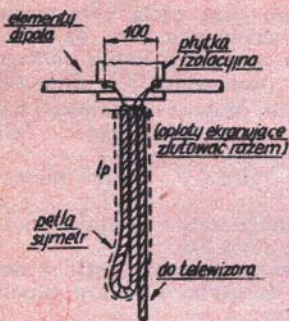
zewnątrzną izolację. Oplot metalowy ekranu trzeba rozpleść, a poszczególne druciki skręcić razem, obłutować i przyłączyć do przewodów fidera (6). Pętlę symetryzującą i linię fiderową zaprojektujemy zgodnie z omówionymi wcześniej zasadami.

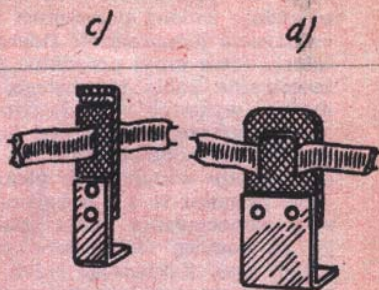
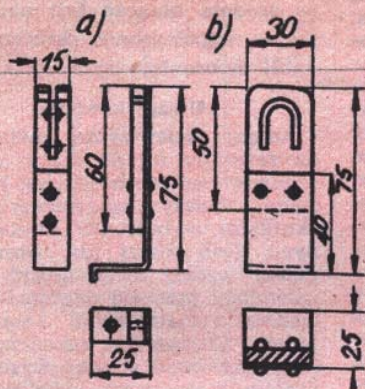
Części drewniane konstrukcji nośnej należy pokryć emalią olejną w celu zabezpieczenia ich przed wpływami atmosferycznymi.

Fider łączący antenę z odbiornikiem

Warunkiem dobrego działania anteny telewizyjnej jest właściwie zaprojektowana i wykonana z odpowiednich materiałów linia doprowadzająca napięcie od anteny do odbiornika — zwana fiderem.

Fidery mogą być symetryczne lub niesymetryczne. Symetryczny fider może tworzyć linia składająca się z dwóch równoległych przewodów, a niesymetryczny fider można wykonać z kabla koncentrycznego.



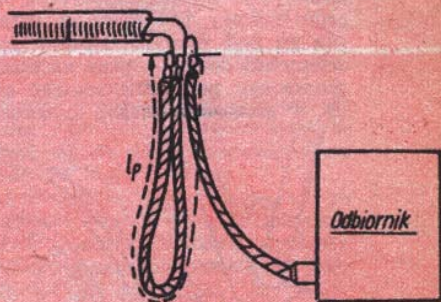


Cechą charakterystyczną linii (fidera) jest jej oporność falowa zależna od wymiarów geometrycznych przewodów (średnica i odległość między nimi), lecz niezależna od ich długości. Natomiast długość przewodów fidera powoduje dodatkowe osłabienie sygnału.

Najlepszym materiałem nadającym się na linię (fider) jest specjalny kabel koncentryczny (niesymetryczny), patrz rys. 6. W kablu koncentrycznym jest żyła z drutu miedzianego otoczona warstwą izolacyjną z polietylenu, a następnie opłotem metalowym, który jest pokryty zewnętrzną warstwą izolacyjną. Kabel koncentryczny jest dość drogi i trudno go uzyskać w pożądaney ilości.

Fider symetryczny można wykonać z kabli zastępczych, np. sznura oświetleniowego $2 \times 1 \text{ mm}^2$ — oporność falowa 130–140 Ω , przewodu montażowego w igielicie $2 \times 1,5 \text{ mm}^2$ — oporność falowa 75 Ω . Jednak kable te wnoszą znaczne straty i z tego względu mogą być stosowane tylko w tym przypadku, gdy instalacja antenowa znajduje się w niedużej odległości od stacji nadawczej.

Ostatnio ukazały się na rynku kable taśmowe o oporności falowej około 300 Ω . Kabel ten nie posiada ekranu. Z tego względu montaż instalacji antenowej (linii) należy wykonać przy pomocy specjalnych izolatorów, które pozwolą zabezpieczyć



kabel przed możliwością dotykania (lub chwiania się) do przedmiotów metalowych. Zbliżenie kabla taśmowego do przedmiotów metalowych powoduje zmiany pojemności kabla, co narusza jednorodność fidera. Izolator (dwa typy) przydatne do zamocowania kabla taśmowego, które można wykonać we własnym zakresie, pokazujemy na rys. 7 a i b. Materiałem odpowiednim do tego celu będzie winidur lub pleksiglas.

Na rysunku 7c i d pokazano sposoby zamocowania kabla taśmowego za pomocą izolatorów dwojakiemu typu. Zakładając fider z kabla taśmowego należy wykonać 3—4 skręty na jeden metr, w celu zmniejszenia wpływów zakłóceń postronnych, które mogłyby przeszkodzić w odbiorze audycji telewizyjnej.

Kabel taśmowy (symetryczny) podłącza się do odbiornika (najczęściej odbiorniki mają wejście antenowe niesymetryczne) za pomocą dopasowującej półfalowej pętli (lp) z kabla koncentrycznego (patrz rys. 8). Długość pętli (lp) wykonanej z

kabla koncentrycznego obliczamy

wg wzoru: $lp = \frac{\lambda \text{ śr.}}{2 \sqrt{\epsilon}}$ gdzie λ śr.

— średnia długość fali nadajnika,
 $\sqrt{\epsilon}$ — współczynnik skrócenia (dla kabli koncentrycznych $\sqrt{\epsilon} = 1,5$).

Uwagi końcowe

Anteny telewizyjne instalowane na zewnątrz na masztach umieszczonych zarówno na dachu, jak i na ziemi, należy zabezpieczyć przed skutkami wyładowań atmosferycznych. Jeśli maszt jest drewniany, należy wzdłuż niego ułożyć dobrze uziemiony przewód odgromowy, połączony z metalowymi elementami anteny. Celowe jest zakończenie takiego przewodu wysoko wysuniętym prętem metalowym, odgrywającym rolę zastępczego piorunochronu.

Orientację kierunkową anteny można ustalić przed jej postawieniem, znając właściwy azymut (posługując się mapą i kompasem) lub dobrać kierunek eksperymentalnie w oparciu o obserwację odbieranego obrazu.