

Mikrofony (1)

W artykule przedstawiono informacje dotyczące mikrofonów stosowanych w studiach fonograficznych i radiofonicznych, na estradach oraz w praktyce radioamatorskiej. Opisano parametry mikrofonów oraz przedstawiono wybrane typy mikrofonów producentów zagranicznych i wytwarzanych przez ZWG Tonsil.

Twierdzi się, że mikrofony i zespoły głośnikowe są najstarszymi ogniwami całego toru elektroakustycznego. Od wielu lat producenci tych urządzeń czynią wiele wysiłku do tworzenia coraz to doskonalszych konstrukcji. Nowe materiały i technologie, nadzwyczaj precyzyjne narzędzia, zastosowanie najlepszych elementów współczesnej elektroniki i rozszerzone możliwości przeprowadzania badań oraz pomiarów, umożliwiły uzyskanie znaczących wyników. Dobre wyniki dała również specjalizacja mikrofonów, stosownie do ich zasadniczego przeznaczenia. Właściwie dobierając typ mikrofonu do wymagań jakościowych i warunków w jakich ma on pracować oraz prawidłowo go użytkując, można obecnie osiągnąć tak dobre wyniki, że przytoczone na wstępie twierdzenie staje się słuszne tylko teoretycznie.

Mikrofony będące przedmiotem naszych rozważań, przeznaczone głównie do przekazywania muzyki i występów artystycznych, dzielą się na dwie, duże grupy:

- mikrofonów dynamicznych (magnetoelektrycznych),
- mikrofonów pojemnościowych (kondensatorowych).

Rodzina mikrofonów pojemnościowych dzieli się na:

- mikrofony pojemnościowe klasyczne, z zastosowaniem polaryzacji napięciem doprowadzanym ze źródła zasilania,
- mikrofony pojemnościowe elektretowe, w których polaryzację uzyskuje się dzięki zastosowaniu materiałów wytwarzających trwale pole elektryczne (materiałów elektretowych),
- mikrofony pojemnościowe w.c.z., w których drgania membrany powodują modulację przebiegów szybkozmiennych, po demodulacji których otrzymuje się sygnały m.c.z. odpowiadające dźwiękom odbieranym przez mikrofon.

Współczesne mikrofony są urządzeniami złożonymi. Analiza ich działania i omówienie konstrukcji wymagałoby obszernego opisu, mało przydatnego dla użytkowników. Ograniczymy się więc do zwięzłej charakterystyki mikrofonów.

Mikrofony dynamiczne (magnetoelektryczne) są najbardziej rozpowszechnione i najwygodniejsze w użyciu. Nie wymagają zasilania, są odporne na wstrząsy i zdolne przetwarzać nawet bardzo głośne dźwięki. Mikrofony te są wytwarzane w wielu odmianach przystosowanych do różnych zadań i w różnych kategoriach cen. Mikrofony dynamiczne są szczególnie szeroko stosowane w orkiestrach estradowych jako mikrofony wokalistów i do wzmacniania dźwięku instrumentów muzycznych. Poza tym są one stosowane w instalacjach do wzmacniania głosu oraz w fonografii amatorskiej. W mikrofonowej technice studyjnej mikrofony dynamiczne spełniają funkcje pomocnicze.

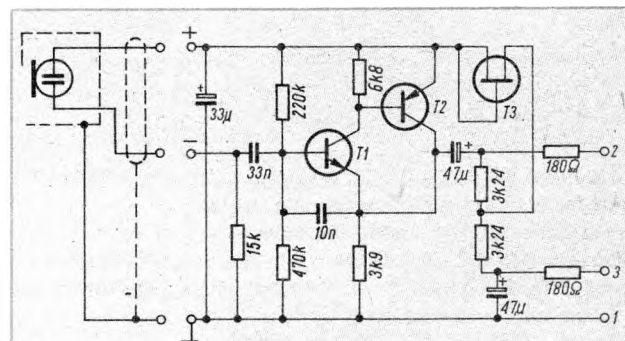
Mikrofony pojemnościowe (kondensatorowe) są najlepszymi przetwornikami elektroakustycznymi. Przewaga ich nad wszystkimi innymi polega na nadzwyczaj małej masie (a więc i bezwładności) układu drgającego, w formie membrany wykonanej z bardzo cienkiej folii ($1 \pm 10 \mu\text{m}$). Dzięki temu jest możliwe konstruowanie mikrofonów przetwarzających wierne przebiegi impulsowe i przenoszących równomiernie sze-

rokie pasmo częstotliwości. Wadą mikrofonów pojemnościowych jest konieczność zastosowania układów elektronicznych zintegrowanych z mikrofonem właściwym i ich zasilania. Wada ta obecnie, w okresie rozwoju mikroelektroniki, straciła na znaczeniu i obserwuje się kierunek zmierzający do rozszerzenia zakresu zastosowania mikrofonów pojemnościowych poza profesjonalną techniką studyjną.

Klasyczny mikrofon pojemnościowy z polaryzacją napięciem stałym zawiera: przetwornicę elektroniczną napięcia stałego, wytwarzającą napięcie stałe o większej wartości ($60 \div 80 \text{ V}$) oraz wzmacniacz wstępny (przymikrofonowy), wyposażony w transformator wyjściowy lub beztransformatorowy. Prąd zasilający mikrofon jest doprowadzany z zewnątrz kablem mikrofonowym lub może być pobierany z baterii umieszczonej w mikrofonie.

Wynalezienie materiałów elektretowych umożliwiło konstruowanie mikrofonów pojemnościowych nie mających przetwornicy będącej źródłem napięcia polaryzującego. Konieczną polaryzację zapewnia folia elektretowa, z której jest wykonana membrana mikrofonu lub nieruchoma płytka stanowiąca drugą elektrodę układu. Schemat jednego z mikrofonów elektretowych jest przedstawiony na rys. 1. Właśnie elektretowe mikrofony pojemnościowe są obecnie coraz częściej stosowane na estradach.

Mikrofony pojemnościowe w.c.z. należą do kategorii najlepszych mikrofonów studyjnych. Mikrofon ten zawiera generator w.c.z. ($8 \div 10 \text{ MHz}$) oraz układ symetrycznego modulatora i



Rys. 1. Schemat pojemnościowego mikrofonu elektretowego f-my AKG (przykład)

demodulatora. Zmiany pojemności między elektrodami mikrofonu powoduje modulowanie amplitudy przebiegów w.c.z., z których po demodulacji otrzymuje się przebieg m.c.z. odpowiadający zmianom ciśnienia akustycznego na membranie mikrofonu. Dzięki zastosowaniu symetrycznych układów mostkowych, wielkiej częstotliwości prądu modulowanego i najlepszych elementów elektronicznych, mikrofony te mają bardzo dobre parametry i małe szумы własne. Często jest stosowany symetryczny układ samego mikrofonu z membraną poruszającą się między dwiema elektrodami nieruchomymi.

Struktury akustyczne

Pod względem struktury akustycznej mikrofony można podzielić na: ciśnieniowe, gradientowe, ciśnieniowo-gradientowe i ciśnieniowo-gradientowo-interferencyjne.

Mikrofon ciśnieniowy ma jedną stronę membrany osłoniętą szczelną komorą, dlatego jest czuły tylko na zmiany ciśnienia

akustycznego bez względu na kierunek, z którego napływa fala akustyczna.

Mikrofon gradientowy ma membranę otwartą z obu stron i jest w zasadzie symetryczny, tj. jednakowo czuły na dźwięki napływające z kierunków prostopadłych do membrany. Jest on zupełnie nieczuły na fale dźwiękowe napływające z kierunków leżących w płaszczyźnie membrany

W mikrofonach ciśnieniowo-gradientowych zmiany ciśnienia akustycznego przedostają się do drugiej strony membrany przez odpowiednie kanały oraz otwory, dlatego mikrofon nie jest jednakowo czuły na fale dźwiękowe napływające z różnych kierunków. Mikrofon wykazuje właściwości kierunkowe, uprzywilejowując fale dźwiękowe padające prostopadle na membranę od przodu mikrofonu.

Mikrofony ciśnieniowo-gradientowo-interferencyjne mają długi kanał z bocznymi otworami (w kształcie rury przed membraną mikrofonu) tak skonstruowany, że następuje wybitne uprzywilejowanie fal dźwiękowych, napływających dokładnie od przodu, wzdłuż osi głównej mikrofonu. Mikrofony tego rodzaju konstruuje się jako mikrofony pojemnościowe studyjne i reporterskie oraz ostatnio także jako mikrofony do kamer magnetowidowych i kamerowidów.

Parametry mikrofonów

Impedancja wyjściowa mikrofonu (impedancja wewnętrzna) jest to impedancja zmierzona na wyjściu mikrofonu traktowanego jako źródło prądu elektrycznego. Wartość impedancji zmienia się w pewnym zakresie (ok. 20 – 30%) w zależności od częstotliwości. Wartość znamionowa modułu impedancji jest podawana w odniesieniu do częstotliwości 1000 Hz.

Najmniejsza wartość impedancji obciążenia mikrofonu jest to najmniejsza wartość impedancji wejściowej wzmacniacza lub transformatora, do którego mikrofon może być przyłączony, z zachowaniem prawidłowych jego warunków roboczych. Wartość ta jest podawana w katalogach, szczególnie w odniesieniu do mikrofonów pojemnościowych. Jeżeli nie ma danych zaleconych przez producenta, można przyjąć, że wartość tej impedancji powinna być co najmniej 5-krotnie większa od wartości znamionowej impedancji wyjściowej mikrofonu. Bywają jednak mikrofony pojemnościowe (np. mikrofon MCU-53 Tonsil), które wymagają obciążenia o impedancji 10-krotnie większej od ich impedancji wyjściowej.

Skuteczność mikrofonu w polu fali płaskiej, jest to stosunek napięcia na nie obciążonym wyjściu mikrofonu do wartości ciśnienia akustycznego działającego na membranę, wyrażony w mV/Pa. Skuteczność mikrofonów dynamicznych wynosi 1 ÷ 3 mV/Pa; skuteczność mikrofonów pojemnościowych (na wyjściu wzmacniacza lub transformatora wyjściowego) jest większa i wynosi 5 ÷ 50 mV/Pa.

Charakterystyka skuteczności mikrofonu jest krzywą przedstawiającą zależność skuteczności od częstotliwości, odniesioną do skuteczności przy częstotliwości 1000 Hz i stałej wartości ciśnienia akustycznego. Metryczka lepszej klasy mikrofonów zawiera charakterystykę skuteczności danego egzemplarza mikrofonu.

Graniczna wartość wysterowania mikrofonu jest wartością ciśnienia akustycznego, przy którym mikrofon wprowadza już znaczące zniekształcenia nieliniowe (0,5 ÷ 1%). Wartość ta jest podawana w katalogach w odniesieniu do mikrofonów pojemnościowych. W wypadku mikrofonów dynamicznych wartość ta jest tak duża, że nie jest podawana w katalogach. Graniczna wartość wysterowania jest najczęściej podawana w decybelach (np. poziom ciśnienia akustycznego równy 132 dB, co odpowiada ciśnieniu 80 Pa).

Pasma przenoszenia jest to zakres skutecznie przetwarzanych przez mikrofon zmian ciśnienia akustycznego o różnej częstotliwości, ograniczony spadkiem skuteczności mikrofonu, określonym odpowiednią normą lub wymaganiami technicznymi. Jeżeli w katalogu jest podany tylko użyteczny zakres przetwarzanych częstotliwości (np. 50 ÷ 15 000 Hz) bez dodatkowych wyjaśnień, należy się liczyć z tym, że podany zakres jest określonym znacznym spadkiem skuteczności, np. o 10 dB.

Napięcie szumów mikrofonu jest to napięcie na wyjściu mikrofonu zmierzone za pomocą odpowiedniego miernika z filtrem, w warunkach zupełnej ciszy. Napięcie szumów mikrofonu jest wywołane kilku przyczynami a mianowicie: uderzaniem cząstek powietrza o membranę mikrofonu, szumami cieplnymi w przewodach, szumami cieplnymi i innymi układów elektronicznych. Tak więc nawet najlepszy mikrofon osłonięty od dźwięków i pól zakłócających wnosi szumy o określonej wartości. Szumy te mogą być wyrażone w decybelach, zakładając, że są one teoretycznie równoważne napięciu wyjściowemu mikrofonu wytworzonemu sygnałem akustycznym o określonym poziomie ciśnienia, przyjmując poziom 20 μ Pa = 0 dB. Parametr ten określany w literaturze niemieckiej jako „Ersatzlautstärke” ma dla różnych mikrofonów pojemnościowych wartość 14 ÷ 34 dB.

Odstęp od poziomu szumów przyjmuje się umownie jako wyrażoną w decybelach różnicę między napięciem otrzymanym na wyjściu mikrofonu przy ciśnieniu akustycznym równym 1 Pa, co odpowiada poziomowi ciśnienia 94 dB i napięciem szumów mikrofonu. Wartość tego odstępu w wypadku mikrofonów pojemnościowych, zależy od jakości mikrofonu, wynosi 80 ÷ 60 dB.

Wrażliwość mikrofonu na magnetyczne pole zakłócające jest wyrażana bądź stosunkiem napięcia na wyjściu mikrofonu do zmiennego natężenia pola magnetycznego (mV/Am), bądź stosunkiem napięcia do zmiennej indukcji magnetycznej (μ V/5 μ T). Typowa wartość dla dobrych mikrofonów dynamicznych wynosi 5 μ V/5 μ T przy częstotliwości 50 Hz.

Wrażliwość mikrofonu na elektryczne pole zakłócające jest wyrażana w μ V/V; typowa wartość dla dobrego mikrofonu pojemnościowego wynosi 0,4 μ V/V.

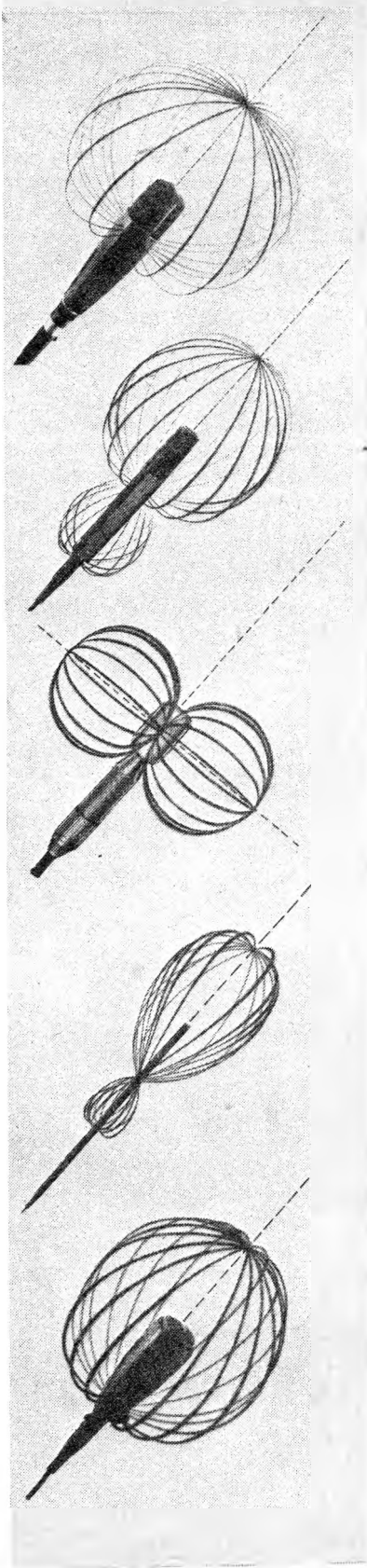
Charakterystyka kierunkowości jest bardzo istotnym z punktu widzenia użytkownika parametrem danego mikrofonu, określającym w dużym stopniu przydatność mikrofonu do jego użycia w określonych warunkach. Charakterystyki mikrofonów bywają następujące:

- kulista (kołowa, wszechkierunkowa),
- kardiodalna (nerkowa),
- superkardiodalna,
- hiperkardiodalna,
- maczugowata (wydłużona),
- ósemkowa (dwukierunkowa).

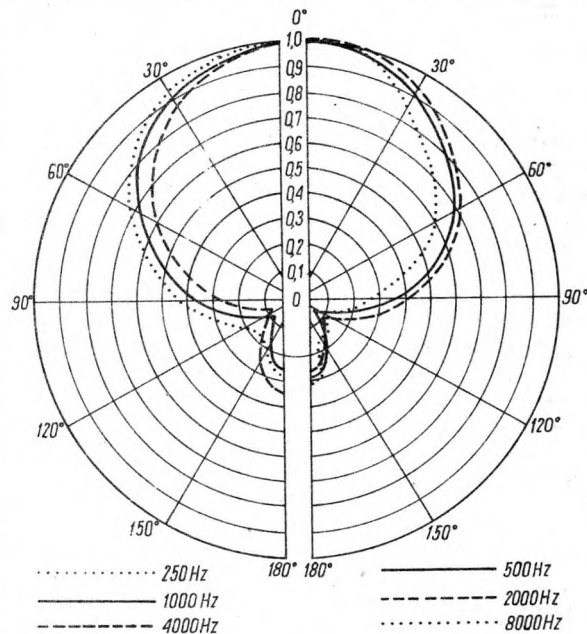
Na rys. 2 przedstawiono kilka charakterystyk kierunkowości mikrofonów, w kształcie rodziny krzywych, otaczających mikrofon.

Charakterystyka kierunkowości mikrofonu zmienia się mniej lub bardziej wraz ze zmianą częstotliwości odbieranego dźwięku, co ilustruje przykładowo rys. 3. Zmiany te są największe przy bardzo małych i wielkich częstotliwościach akustycznych, czyli na krańcach zakresu częstotliwości przenoszonych przez dany mikrofon. Poza tym występują jeszcze efekty dodatkowe, o których niżej.

Membrana mikrofonu ma określoną średnicę (15 ÷ 25 mm w wypadku studyjnych mikrofonów pojemnościowych). Jeżeli fala akustyczna jest krótka (częstotliwość wielka) i pada prostopadle na membranę, wówczas występuje zjawisko odbijania się fali od membrany, co powoduje zwiększenie się



Rys. 2. Różne charakterystyki kierunkowości mikrofonów.
Od góry: kardiodalna, superkardiodalna, ósemkowa,
maczugowata, kulista



Rys. 3. Charakterystyka kierunkowości (superkardiodalna) mikrofonu dynamicznego MD 441 f-my Sennheiser

wartości ciśnienia akustycznego. Zwiększy się skuteczność mikrofonu w odniesieniu do fal padających prostopadle i mających długość współmierną z wymiarami membrany. Zjawisko to występuje przy częstotliwościach większych od 5000 Hz. Słabnie ono w miarę zmniejszania kąta padania fali na membranę mikrofonu.

Zdolność do kierunkowego odbierania dźwięku jest wyrażana także liczbowo jako tzw. współczynnik kierunkowości. Określa on, ile razy większa moc pola akustycznego została by odebrana przez mikrofon o charakterystyce kulistej (kołowej), o skuteczności takiej samej, jak dany mikrofon kierunkowy. Wartości tego współczynnika są następujące:

- mikrofon o charakterystyce kardiodalnej — 3,
- mikrofon o charakterystyce superkardiodalnej — 3,7,
- mikrofon o charakterystyce hiperkardiodalnej — 4,
- mikrofon o wybitnych właściwościach odbioru kierunkowego (charakterystyka maczugowata) — 6 (zmieniający się od 4 do 10 w zależności od częstotliwości).

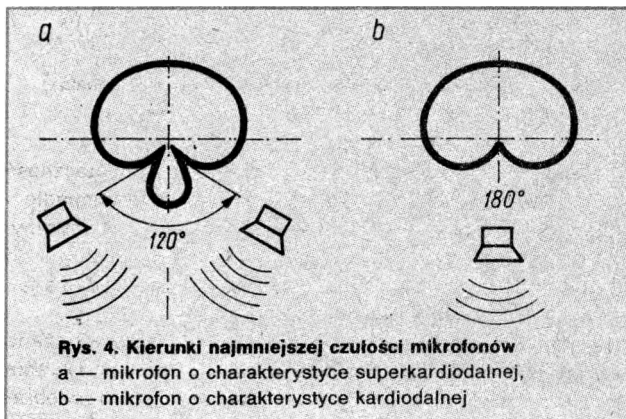
Ponieważ natężenie dźwięku maleje proporcjonalnie do kwadratu odległości, zastosowanie mikrofonu kierunkowego umożliwi zwiększenie odległości od źródła dźwięku o wartość równą pierwiastkowi ze współczynnika kierunkowości zastosowanego mikrofonu (co odpowiada wartości 1,7 — przy zastosowaniu mikrofonu o charakterystyce kardiodalnej oraz w przybliżeniu 2 — przy mikrofonach o charakterystyce superkardiodalnej i hiperkardiodalnej).

Ważną cechą mikrofonów kierunkowych jest również to, że wykazują one minimum czułości w odniesieniu do dźwięków napływających z określonych kierunków, jak to przedstawiono schematycznie na rys. 4. Ułatwia to posługiwanie się mikrofonami na estradzie oraz podczas wzmacniania dźwięku w teatrach, audytoriach itd., bowiem mikrofon można tak ustawić, aby źródło dźwięków niepożądanych było odbierane jak naj słabiej.

Na estradzie i w praktyce amatorskiej są stosowane najczęściej mikrofony o charakterystyce kardiodalnej i charakterystyce superkardiodalnej. W technice studyjnej są stosowane również mikrofony o charakterystyce kulistej, bowiem odbierają one lepiej dźwięki odbite i rozproszone, co ma duże znaczenie dla właściwego brzmienia orkiestry i odtworzenia

Tablica 1. Dane techniczne mikrofonów wysokiej klasy

Parametry	Producent i typ	AKG C414B-ULS	Sennheiser MKH40P48U3	AKG C567E1 Miniaturowy	Sennheiser MD 441 U
System przetwornika		pojemnościowy	pojemnościowy w.c.z.	pojemnościowy elektretowy	dynamiczny
Charakterystyka kierunkowości		zmienna	kardiodalna	kulista	superkardiodalna
Impedancja	[Ω]	180	150	400	200
Skuteczność	[mV/Pa]	12	25	10	1,8
Pasma przeniesienia	[Hz]	20 ÷ 20 000	40 ÷ 20 000	20 ÷ 20 000	30 ÷ 20 000
Poziom szumów własnych	[dB]				
— wg CCIR 468-2		25	21	34	
— ważony, filtr A		14	12	21	
Maksymalny poziom dźwięku	[dB]	140	134	128	
Filtr obciążenia basów	[12 dB/okt]	75 i 150 Hz	30 Hz	—	korektor basów 5-polożeniowy
Zalecana impedancja obciążenia	[Ω]	≥ 600	≥ 1000	≥ 2000	≥ 1000
Zasilanie przez tor pochodny	[V]	9 ÷ 52 (2 mA)	44 ÷ 52 (2 mA)	9 ÷ 52 (2 mA)	—
Dopuszczalna temperatura	[$^{\circ}$ C]	- 10 do + 60	- 10 do + 70	- 20 do + 60	
Masa	[g]	310	100	9 ÷ 90	450
Wtyk		XLR-3	XLR-3	XLR-3	XLR-3



atmosfery akustycznej. W studiach telewizyjnych są często stosowane mikrofony o wybitnych właściwościach kierunkowego odbioru dźwięku.

Mikrofony ciśnieniowo-gradientowe, a takimi są mikrofony o charakterystykach kardiodalnej, superkardiodalnej i hiperkardiodalnej, silnie uwydatniają niskie tony w wypadku zbliżenia źródła dźwięku do mikrofonu (niem. Nahbesprechungseffekt). Jest to spowodowane tym, że gradient ciśnienia fali kulistej ma większą wartość niż gradient ciśnienia fali płaskiej. Śpiewak zbliżający mikrofon do ust jest źródłem „punktowym” fali kulistej w zakresie tonów niskich, a źródłem fal zbliżonych do płaskich w zakresie tonów średnich i wysokich. Zjawisko to daje bardzo znaczne uwypuklenie tonów niskich o około 10 dB przy częstotliwości 100 Hz oraz 5 ÷ 6 dB przy częstotliwości 200 Hz i zmianie odległości źródła z 100 cm do 5 cm. Wiele typów mikrofonów estradowych ma wbudowany korektor tego efektu, włączany przełącznikiem znajdującym się na obudowie mikrofonu.

Dane techniczne kilku mikrofonów wysokiej klasy są przykładowo podane w tablicy 1. Można się z nich zorientować, jaki jest obecnie poziom techniczny tych przetworników elektroakustycznych. A.W. □

Mikrofony (2)

Rodzaje mikrofonów

Różnorodność warunków, w jakich są stosowane mikrofony, wpłynęła na duże zróżnicowanie ich właściwości i rozwiązań konstrukcyjnych, a także rozmiarów, masy itd. W związku z tym, dla otrzymania optymalnych wyników, duże znaczenie ma właściwy dobór mikrofonu do rodzaju dźwięków, które będą odbierane oraz warunków otaczających. Niżej scharakteryzujemy podstawowe rodzaje mikrofonów.

Mikrofony studyjne. Mikrofony te powinny spełniać największe wymagania pod względem wnoszonych szumów i zniekształceń oraz przenoszenia szerokiego pasma częstotliwości akustycznych. Powinny je cechować „przezroczystość” akustyczna, tj. nie powinny one w niczym zmieniać brzmienia odbieranego dźwięku. Są to głównie wysokiej klasy mikrofony pojemnościowe o zmiennej (przełączanej) charakterystyce



Rys. 5 Widok studyjnego mikrofonu pojemnościowego AKG typ C414B-ULS

kierunkowości (rys. 5), bądź tzw. mikrofony modułowe, w których zmianę charakterystyki uzyskuje się przez zamianę na inny kapsla, stanowiącego człon akustyczny mikrofonu z membraną. Mikrofony studyjne są często wyposażone w przełączalny filtr umożliwiający osłabienie najmniejszych częstotliwości akustycznych (np. mniejszych niż 150 Hz, 75 Hz).

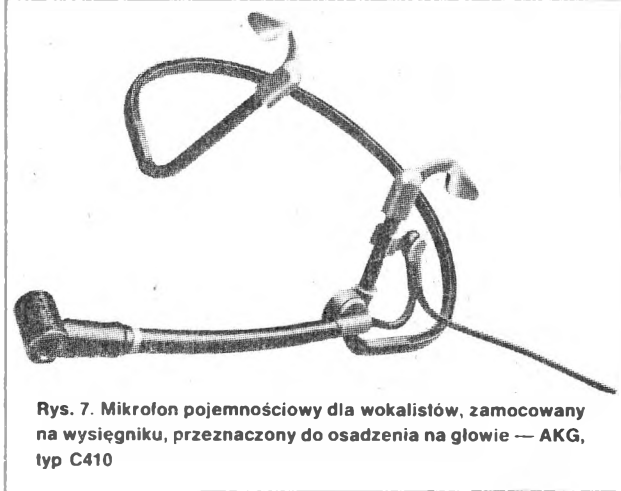
Mikrofony dla solistów (muzyka klasyczna). Stosowane są uniwersalne, pojemnościowe mikrofony studyjne lub bardzo dobre mikrofony dynamiczne o kardiodalnej lub superkardiodalnej charakterystyce kierunkowości.

Mikrofony dla wokalistów estradowych (rys. 6). Jest to specjalna grupa mikrofonów dynamicznych, wyróżniających się następującymi cechami: elastyczne zamocowanie właściwego mikrofonu w obudowie, przeciwdziałające wpływom wstrząsów i uderzeń; przystosowanie mikrofonu do zbliżenia go na małą odległość od ust piosenkarza (osłona z odpowiedniej siatki i filtry eliminujące wpływ podmuchów powietrza); specjalna charakterystyka częstotliwości (nieco podniesiona w zakresie $1 \div 5$ kHz); wyposażenie mikrofonu w wyłącznik i często w korektor basów oraz mocna konstrukcja i estetyczny wygląd. Mikrofony te mają charakterystykę kardiodalną lub

superkardiodalną, rzadziej hiperkardiodalną. Ostatnio pojawiły się również pojemnościowe mikrofony dla wokalistów. Pewną odmianę stanowią mikrofony nagłowne przeznaczone dla wokalistów, którzy nie mogą trzymać mikrofonu w ręku, grają jednocześnie na instrumencie klawiszowym lub gitarze. Są to miniaturowe mikrofony pojemnościowe, zamocowane do wysięgnika osadzanego na głowie solisty (rys. 7).



Rys. 6. Widok trzech mikrofonów dynamicznych dla wokalistów — AKG, typy: D310, D320B i D330BT



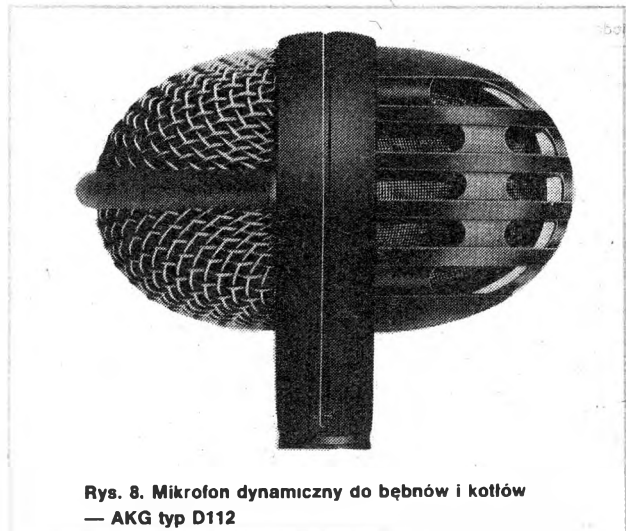
Rys. 7. Mikrofon pojemnościowy dla wokalistów, zamocowany na wysięgniku, przeznaczony do osadzenia na głowie — AKG, typ C410

Mikrofony dla konferansjerów (typu Lavalier). Są to dynamiczne lub pojemnościowe mikrofony o małych rozmiarach, przystosowane do zawieszenia na szyi lub wpięcia w klapy marynarki. Niektóre z nich są tak małe, że nie mogą być zauważone przez widzów. Charakterystyka tych mikrofonów jest najczęściej kulista, bywa również kardiodalna.

Mikrofony instrumentalne (estradowe). Wytwarzana jest cała gama mikrofonów, przeważnie pojemnościowych-elektretowych, przeznaczonych do odbioru dźwięków różnego rodzaju instrumentów muzycznych. Można wyróżnić następujące odmiany mikrofonów:

- mikrofony do instrumentów strunowych (zamocowywane na instrumencie),
- mikrofony do instrumentów dętych, blaszanych (zamocowane u wylotu instrumentu),
- mikrofony specjalne (np. do fletów),
- mikrofony do instrumentów perkusyjnych (z wyjątkiem bębnów i kottłów).

Mikrofony do bębnów i kottłów. Do odbioru dźwięków tych instrumentów są potrzebne specjalne mikrofony znoszące bardzo wielkie ciśnienia akustyczne i przystosowane do przenoszenia najniższych tonów. Częstotliwości podstawowe



Rys. 8. Mikrofon dynamiczny do bębnów i kottłów — AKG typ D112

tych instrumentów perkusyjnych wynoszą 30 ± 60 Hz. Przytomy zamuja pasmo do 300 Hz, a szumy towarzyszące uderzeniom pałki sięgają $3 \div 5$ kHz. Mikrofony zamocowuje się często wewnątrz bębna z odpowiednią osłoną z gąbczastego materiału.

W tablicy 2 są podane przykładowo konkretne typy mikrofonów znanych producentów, reprezentujące mikrofony wymienionych wyżej rodzajów. Mikrofony produkcji krajowej ZWG Tonsil są opisane w następnym rozdziale.

Mikrofony produkcji ZWG Tonsil

Kilkanaście lat temu została zakupiona licencja firmy MB „Elektronik”, korzystając z której ZWG Tonsil zaczęły produkować 12 typów mikrofonów zaspokajających w ciągu wielu lat potrzeby rynku krajowego, z wyjątkiem potrzeb w zakresie mikrofonów studyjnych i specjalnych. Zadaniem ówczesnej produkcji, podobnie jak i obecnej, jest zaspokojenie potrzeb w zakresie elektroakustycznego sprzętu powszechnego użytku oraz potrzeb fonoamatorów i amatorskich zespołów muzycznych, radiowęzłów lokalnych, kolejnictwa, budownictwa itd. Ewolucja w zakresie technologii produkowania mikrofonów i nowych materiałów oraz nowe potrzeby spowodowały, że ZWG Tonsil produkuje obecnie (dane z 1988 r.) 22 typy mikrofonów, których konstrukcja stanowi rozwinięcie kiedyś produkowanych mikrofonów licencyjnych lub jest oparta na własnych opracowaniach. Wykaz typów tych mikrofonów (z wyjątkiem mikrofonu typu MDU-43) oraz ich podstawowe dane techniczne są zawarte w tablicach 3 i 4.

Tablica 2. Rodzaje mikrofonów — podział i przykłady

Rodzaje wg przeznaczenia	Producent — typ mikrofonu — uwagi
Mikrofony studyjne	AKG — C414B, uniwersalny mikrofon pojemnościowy o zmiennej charakterystyce kierunkowości C460B + CK1, CK3, CK5, CK8, CK9, CK22, pojemnościowy mikrofon modułowy, zakładane kapsle mają różne charakterystyki kierunkowości C422 comb. — pojemnościowy mikrofon stereofoniczny systemu XY Sennheiser — MKH40P48U3, MKH406P48U3, MKH416P48U3, MKH816P48U3, mikrofony pojemnościowe w.cz. o różnych charakterystykach kierunkowości
Mikrofony dla wokalistów (muzyka klasyczna)	AKG — D222, D224 Electro Voice — RE10, RE20 Sennheiser — MD441, MD421
Mikrofony dla wokalistów estradowych	AKG — D330, D321, D310, D95S, C1000S (pojemnościowy) Electro Voice — PL80, PL88, PL92 Sennheiser — MD427U, MD431U Shure — SM58, 565SD, 588SB
Mikrofony do instrumentów muzycznych orkiestr estradowych i innych	AKG — C747 comb. uniwersalny, hiperkardioidalny mikrofon pojemnościowy (\varnothing 9 mm, długość 135 mm) C567 E1, uniwersalny, mikrofon pojemnościowy o charakterystyce kulistej (\varnothing 11 mm, długość 24 mm oraz człon zasilający) C401, C402, pojemnościowy mikrofon do instrumentów strunowych C408, pojemnościowy mikrofon do instrumentów perkusyjnych C409, pojemnościowy mikrofon do instrumentów dętych Countryman — EM101, EM105, Isomax II, pojemnościowe uniwersalne mikrofony o małych rozmiarach Sennheiser — MKE 10-3, MKE 40-3, miniaturowe mikrofony pojemnościowe, uniwersalne Uwaga: jako instrumentalne są używane również mikrofony dynamiczne, np.: AKG — D90S, D80, D125, D190
Mikrofony do bębnów	AKG — D12, D112
Mikrofony dla konferansjerów	AKG — D109, C567 E1 Sennheiser — MKE2-3, MKE-10-3, MKE40-3, MD214
Mikrofony amatorskie	Sennheiser — MD200, MD400, MD402, MD412
Mikrofony do nagłośnienia informacyjnego (słowo)	AKG — D541, D558B, D590B, D58E

Jak łatwo zorientować się, wiele typów stanowią mikrofony popularne, będące uzupełnieniem magnetofonów oraz służące potrzebom fonoamatorów (rys. 9). Warto zwrócić uwagę na kilka mikrofonów o cechach półprofesjonalnych i profesjonalnych.

Tablica 3. Dane techniczne mikrofonów dynamicznych ZWG Tonsil

Typ	Charakterystyka kierunkowości	Impedancja [Ω]	Skuteczność [mV/Pa]	Pasma przenoszenia [Hz]	Masa [g]	Zastosowanie i uwagi
MDU-24-1	KA	200 (700)	1,7 (2,8)	70 ÷ 15 k	400	Zestaw dwóch mikrofonów do amatorskich nagrań stereofonicznych
MDU-34	KA	200	1,7	80 ÷ 16 k	120	Popularny estradowy
MDU-37	KA	750	2,8	70 ÷ 10 k	100	Wyposażenie magnetofonów kasetowych
MDU-39	KA	200	1,9	50 ÷ 18 k	325	Estradowy uniwersalny, wyposażony w przełącznik „muzyka” — „słowo”
Md-067	O	700	1,5	80 ÷ 10 k	170	Amatorskie nagrania stereofoniczne (2 mikrofony)
Md-071	O	200	1,5	200 ÷ 5 k	37	Głośnomówiące aparaty telefoniczne
Md-248 ^{*)}	KA	200	1,5	50 ÷ 15 k	300	Profesjonalny, uniwersalny
Md-249	KA	700	1,5	70 ÷ 15 k	230	Magnetofonowe nagrania amatorskie
Md-268	KA	200 (700)	1,4 (2,4)	50 ÷ 15 k	170	Nagrania amatorskie; popularny estradowy — wykonanie 200 Ω
Md-274 ^{*)}	SKA	300	1,4	50 ÷ 15 k	310	Profesjonalny dla wokalistów
Md-277 ^{*)}	KA	200	1,6	15 ÷ 15 k	360	Profesjonalny, uniwersalny

^{*)} Wykonywane na zamówienie. Charakterystyka kierunkowości: O — kulista, KA — kardoidalna, SKA — superkardoidalna

Tablica 4. Dane techniczne mikrofonów pojemnościowych ZWG Tonsil

Typ	Charakterystyka kierunkowości	Impedancja [Ω]	Skuteczność [mV/Pa]	Pasma przenoszenia [Hz]	Masa g	Zasilanie V	Zastosowanie i uwagi
MCO-52	O	200	5,6	20 ÷ 20 k	210	6 bat.	Uniwersalny, wbudowana bateria, długość 150 mm
MCU-53	KA	200	7,1	20 ÷ 20 k	210	6 bat.	Uniwersalny, wbudowana bateria, długość 150 mm
ME-055	O	1000	5,6	50 ÷ 8 k	4	9	Elektronowy do wbudowania w magnetofonie
Me-061	O	1000	5,6	50 ÷ 8 k	2,2	9	Elektretowy do wbudowania w magnetofonie
Mc-062 ^{*)}	O	50	6	20 ÷ 20 k	40		Przywieszany, audycje słowne
Mc-063 ^{*)}	O	50	6	20 ÷ 20 k	40		Przywieszany, instrumenty smyczkowe
Me-076	O	1000	11	50 ÷ 8 k	10	3 ÷ 15	Elektretowy, przywieszany
Mc-265 ^{*)}	KA	40	10	20 ÷ 20 k	120	48	Studyjny uniwersalny, długość 138 mm
Mc-358 ^{*)}	M	40	40	20 ÷ 20 k	350	48	Studyjny o dużej kierunkowości, długość 560 mm
Mc-381 ^{*)}	SKA	40	25	20 ÷ 20 k	160	48	Studyjny uniwersalny, długość 245 mm

^{*)} Wykonywane na zamówienie. Charakterystyka kierunkowości: O — kulista, KA — kardoidalna, SKA — superkardoidalna, M — maczugowata

Mikrofon typu MDU-34 o kardoidalnej charakterystyce kierunkowości ma elastycznie zamocowaną wkładkę mikrofonową w obudowie, odpowiedni filtr akustyczny, a jego charakterystyka częstotliwości uwypukla częstotliwości w zakresie 2 ÷ 5 kHz oraz opada poniżej częstotliwości 150 Hz. Ponieważ jest to mikrofon ciśnieniowo-gradientowy, przy zbliżeniu mikrofonu do źródła dźwięku (wokalisty) wystąpi efekt uwypuklenia basów. Mikrofon może służyć jako uniwersalny mikrofon estradowy.



Rys. 9. Widok mikrofonu dynamicznego Tonsil typ Md-268

Mikrofon MDU-39 jest uniwersalnym mikrofonem estradowym dobrej klasy, wyposażonym w przełącznik umożliwiający zmianę charakterystyki przenoszenia (osłabienie o 12 dB częstotliwości 50 Hz). Cechuje go masywna obudowa i zastosowanie filtrów akustycznych osłabiających efekty podmuchu z ust wokalisty.

Do mikrofonu MDU-39 może być zastosowane następujące wyposażenie: statywy stołowe MSS12, MSS14, MSS15; Gss25, GSP25, transformator Te377, kable mikrofonowe KM-11, KM-12, KM-13, statyw estradowy MSE-11, wysięgnik estradowy WSE-11, WSE-12, WG25.

Mikrofon pojemnościowy MCU-53 jest uniwersalnym mikrofonem o kardoidalnej charakterystyce kierunkowości, zasilanym z umieszczonej w obudowie baterii, która wystarcza na 40 godzin pracy. Zasilanie mikrofonu jest włączane, gdy zostaje on połączony z kablem mikrofonowym typu KM-15. Układ elektroniczny mikrofonu zawiera tranzystory: BF245A, BC149C i BF180. W skład kompletu wchodzi: osłona przeciwwiatrowa OW11, statyw stołowy MS11, uchwyt mikrofonowy UM11, kabel mikrofonowy MK-15 oraz bateria 4LR9 (CLAI0).

Mikrofon dynamiczny Md-274 jest profesjonalnym mikrofonem dla wokalistów o charakterystyce odznaczającej się uwypukleniem zakresu częstotliwości 1500 ÷ 10000 Hz i osłabieniem dźwięków o częstotliwości mniejszej niż 150 Hz. Takie ukształtowanie charakterystyki częstotliwości eliminuje potrzebę zastosowania przełączalnego korektora. Dobranie odpowiedniej odległości od ust wokalisty i korekcja elektryczna w mieszczeniu umożliwiają właściwe wykorzystanie mikrofonu. (Cd. w nr 5/89)

Mikrofony (3)

Mikrofony specjalne

Spośród wielu mikrofonów o szczególnych cechach wymienimy tylko kilka.

Mikrofony bezprzewodowe. Kabel mikrofonowy łączący mikrofon ze wzmacniaczami jest szczególnie niedogodny podczas występów artystów poruszających się na estradzie, przechodzących z miejsca na miejsce itp. Dość dawno powstał pomysł umieszczenia w mikrofonie lub w małej odległości od niego nadajnika radiowego zasilanego z baterii, a poza estradą lub sceną — ustawienie odpowiedniego odbiornika, którego wyjście jest normalnie połączone z mieszaczem i wzmacniaczami.

Trudności techniczne polegały na konieczności osiągnięcia wysokiej jakości transmisji oraz wystarczająco małych rozmiarów i małej masy urządzenia nadawczego.

Obecnie wielu producentów mikrofonów oferuje również kompletne zestawy mikrofonów bezprzewodowych. Moc promieniowana przez nadajnik wynosi w zależności od częstotliwości i typu urządzenia $1 \div 10$ mW.

Częstotliwość pracy musi być uzgodniona z właściwą terytorialnie placówką Państwowej Inspekcji Radiowej (potrzebne jest odpowiednie zezwolenie na posiadanie i użytkowanie urządzenia). Jako przykład podamy urządzenia produkowane przez firmę AKG w Wiedniu.

● Urządzenie systemu 42 z nadajnikiem kieszonkowym. Nadajnik o masie 100 g i wymiarach: $65 \times 60 \times 25$ mm łączy się przewodem z dynamicznym mikrofonem dla wokalistów (D330BT lub D321) z mikrofonem pojemnościowym (CK67 WL1) lub z gitarą elektryczną, noszonym instrumentem klawiszowym itd.

Odbiornik, o rozmiarach $200 \times 150 \times 65$ mm, wyposażony w antenę teleskopową, odbiera w zakresie $26 \div 45$ MHz. Wytwarzane są dwie odmiany odbiorników: przystosowana do odbioru jednej częstotliwości i przystosowana do odbioru trzech częstotliwości (trzech nadajników).

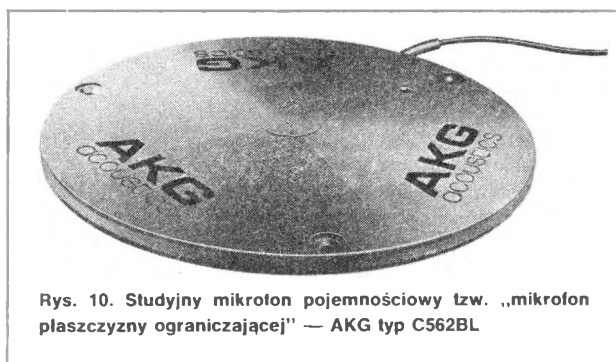
● Urządzenie systemu 85 oraz systemu 185 z nadajnikiem przymikrofonowym. Dwa te systemy różnią się między sobą częstotliwością emisji radiowej (zakresy: $26 \div 45$ MHz oraz $130 \div 225$ MHz). Poza tym są one identyczne. Nadajnik z baterią ma kształt walcowatego uchwytu do mikrofonu zakończonego u góry nagwintowanym łącznikiem, na który nakręca się właściwy mikrofon w specjalnym wykonaniu (D330 WL, D321 WL lub pojemnościowy C535 WL). Masa kompletu ze zwisającą anteną wynosi 385 g.

Dostarczany jest na żądanie odpowiedni element umożliwiający przyłączenie, za pomocą krótkiego kabla i odpowiednich wtyków, standardowych mikrofonów lub innych źródeł sygnału elektrycznego. Odbiorniki mają takie same rozmiary jak w systemie 42 i mogą być zasilane z baterii lub z sieci.

Wyjście m.cz. odbiorników ma gniazdo mikrofonowe XLR i gniazdo DIN. Napięcie wyjściowe wynosi 1,55 V (poziom 6 dB). Pasma przenoszenia całego układu (wejście nadajnika-wyjście odbiornika) wynosi zależnie od odmiany urządzenia $40 \div 15\,000$ Hz lub $40 \div 20\,000$ Hz. Zniekształcenia nieliniowe w całym pasmie przenoszonym są mniejsze niż 1%. Odbiorniki mają gniazdo do przyłączenia słuchawek kontrolnych.

Mikrofon płaszczyzny ograniczającej (niem. Grenzflächenmikrofon).

Płaszczyzną ograniczającą (akustycznie) jest np. ściana lub podłoga studia czy sali koncertowej. Fale akustyczne odbijają się od takiej płaszczyzny. Jeżeli w takiej płaszczyźnie umieści się mikrofon o bardzo małej średnicy membrany, to wykaże on szczególne właściwości, głównie dzięki temu, że nie zakłóca on w niczym pola akustycznego. Fale o różnej długości napływają z różnych kierunków, odbijają się i podążają dalej. Oczywiście charakterystyka kierunkowości takiego mikrofonu ma kształt półkuli. Na rys. 10 jest przedstawiony mikrofon tego rodzaju. Mikrofony te wykonuje się z reguły jako pojemnościowe. Odnaczają się one bardzo naturalnym odbiorem dźwięku i dobrym odtwarzaniem atmosfery akustycznej. Stosowane są w studiach do odbioru instrumentu solowego (np. fortepianu) lub małych zespołów orkiestrowych. Mogą być



Rys. 10. Studyjny mikrofon pojemnościowy tzw. „mikrofon płaszczyzny ograniczającej” — AKG typ C562BL

wykorzystane również jako mikrofony pomocnicze, odbierające dźwięki sali (np. głosy publiczności, oklaski).

Mikrofon właściwy jest umieszczony w środku okrągłej płytki metalowej. Ma ona podkładkę z miękkiej gumy w celu zmniejszenia wpływu dźwięków rozprzestrzeniających się w materiale ściany lub podłogi. Ciśnienie akustyczne działa na membranę przez $1 \div 3$ małe otworki.

Wybrane zalecenia dotyczące stosowania mikrofonów

Mikrofon odbiera zmiany ciśnienia akustycznego powodującego drgania membrany. Człowiek słyszy dwoma uszami i natychmiast poddaje odebrane przebiegi nadzwyczaj złożonej obróbce w mózgu. Można rzec, że mikrofon „słyszy” obiektywnie, a człowiek słyszy subiektywnie i to są zupełnie różne sposoby słyszenia. O tym trzeba pamiętać, posługując się mikrofonami.

W studio fonograficznym i radiofonicznym reżyser akustyk ma do dyspozycji bogate środki, dość czasu na próby i możliwości zastosowania techniki zapisu wielośladowego, czyli przygotowywania materiału dźwiękowego, z którego wytworzony jest ostateczny produkt muzyczny. Powstała obszerna wiedza o mikrofonowej technice studyjnej, stale wzbogacana w miarę nagromadzania doświadczeń i wprowadzania nowych środków technicznych. Ta działalność jest domeną dość wąskiego kręgu specjalistów. Inaczej jest na estradzie, gdzie technika mikrofonowa jest częścią techniki wzmacniania dźwięku żywej orkiestry z udziałem wokalisty i chórów. Zadaniem jest tu uzyskanie najlepszego efektu muzyczno-dźwiękowego w

trudnych warunkach, często dość skromnymi środkami. Niżej podane uwagi dotyczą głównie zastosowania mikrofonów na estradzie.

Pierwsza zasada sprowadza się do zalecenia stosowania jak najmniejszej (niezbędnej) liczby mikrofonów, bowiem:

- każdy dodatkowy mikrofon zwiększa niebezpieczeństwo wystąpienia sprzężenia elektroakustycznego między głośnikami i mikrofonami;
- im większa jest liczba mikrofonów, tym więcej się odbiera hałasów i dźwięków zakłócających;
- gdy stosuje się dużo mikrofonów, zwiększa się prawdopodobieństwo, że dwa mikrofony odbierają dźwięk tego samego instrumentu, co ze względu na przesunięcia fazowe — może powodować szkodliwe interferencje;
- duża liczba mikrofonów utrudnia panowanie nad całością (mieszanie, korekcję, określenie wpływu zmian położenia mikrofonów itd.);
- wreszcie, każdy mikrofon (ze statywem i kablem) zajmuje miejsce na estradzie, zmniejsza przejrzystość połączeń oraz zwiększa prawdopodobieństwo sprzężeń z elektrycznymi i magnetycznymi polami zakłócającymi.

W wypadku estrady należy stosować mikrofony o charakterystykach kierunkowych: kardiodalnej, superkardiodalnej i hiperkardiodalnej. Jeżeli bierze się pod uwagę dźwięki napływające od przodu, różnice właściwości między tymi mikrofonami są małe. Natomiast występują zasadnicze różnice co do strefy najmniejszej czułości, tj. kierunku, z którego napływające dźwięki są odbierane słabo. Mikrofon kardiodalny jest najmniej czuły dla kierunku odpowiadającego dokładnie jego tyłowi (180° względem osi głównej mikrofonu). Najmniejsza czułość mikrofonów superkardiodalnych i hiperkardiodalnych leży w zakresie kątowym 120–135° (patrz także rys. 4). Minimum dla konkretnego mikrofonu można ustalić na podstawie charakterystyki kierunkowości lub doświadczalnie. Należy pamiętać, że te mikrofony odbierają dość dobrze z kierunku 180°.

Mikrofon dla wokalisty ma szczególne cechy, o czym już pisaliśmy wyżej. Identyczne mikrofony mogą być zastosowane dla śpiewaków towarzyszących wokaliście, z tym, że powinny one być odtwarzane (wyciszane), gdy nie pracują. Często stosowane są do tego celu mikrofony tańsze, ze względu na mniej odpowiedzialną ich funkcję.

Jest pożądane, aby instrumenty zespołu zostały „obsłużone” grupami przez niewielką liczbę mikrofonów. Konieczny jest tu kompromis między rodzajem i sposobem ustawienia mikrofonów, rozmieszczeniem instrumentów i liczbą mikrofonów, oraz warunkami zewnętrznymi.

Bębny i kotły wymagają stosowania specjalnych mikrofonów ze względu na bardzo niskie tony i duże wartości ciśnienia akustycznego.

Półkotły (ang. Toms), zależnie od ich rozmiarów, emitują dźwięki o częstotliwości 70–120 Hz poczynając. Mikrofon może być umieszczony tuż nad membraną lub we wnętrzu półkotła. Ten drugi sposób ma tę zaletę, że zmniejsza czułość mikrofonu na dźwięki innych instrumentów.

Werbel emituje dźwięki zawierające drgania od 140 Hz poczynając do około 1000 Hz oraz ważne dźwięki (szmery) uzupełniające o częstotliwości do 10 kHz. Mikrofon, najczęściej dynamiczny, umieszcza się o kilka centymetrów nad obrzeżem instrumentu.

Talerz wykazuje dużą zależność widma częstotliwości od miejsca i siły jego uderzenia. Trzeba się liczyć z szerokim widmem częstotliwości 100 Hz–20 kHz. Jeżeli zastosowane zespoły głośników są w stanie odtworzyć bardzo wysokie częstotliwości akustyczne, zaleca się użycie mikrofonu pojemnościowego.

Konga emitują dźwięki o częstotliwościach od 100 Hz do 2 kHz. Mikrofon może być umieszczony nad obu instrumentami (na wysokości ok. 20 cm).

Bongosy wytwarzają dźwięki o częstotliwościach od 200 Hz do 5 kHz. Ze względu na niezbyt małe częstotliwości podstawowe może być zastosowany mikrofon przenoszący pasmo od 100 Hz poczynając, co ma tę ualekę, że jest on mniej czuły na dźwięki bębna.

Wierne odtworzenia dźwięków wydawanych przez kołatki, grzechotki i inne podobne źródła dźwięku oraz triangel, wymagają zastosowania mikrofonów pojemnościowych.

Pojawienie się małych i miniaturowych mikrofonów pojemnościowych (elektretowych) o uniwersalnym zastosowaniu ułatwia rozwiązanie wielu problemów techniki mikrofonowej na estradzie. Mogą być one montowane bezpośrednio na instrumencie, wskutek czego maleje obawa powstawania sprzężeń elektroakustycznych oraz zbędne są wówczas statywy, czy wysięgniki zajmujące miejsca i utrudniające pracę muzykom.

Wybór rodzaju i liczby mikrofonów służących do wzmocnienia dźwięku orkiestry estradowej powinny być skorelowane z zastosowanym systemem nagłośnienia (liczba kanałów, liczba i moc wzmacniaczy, rodzaj i liczba głośników itd.). Brak odpowiednich głośników może wpłynąć na konieczność ograniczenia pasma wzmacnianych częstotliwości zarówno w odniesieniu do częstotliwości najmniejszych (basów) jak i bardzo wielkich.

Synteзаторы, organy elektroniczne, gitary elektryczne oraz inne adapteryzowane instrumenty przyłącza się bezpośrednio do mieszaczy, bez zastosowania mikrofonów. W niektórych wypadkach gitarę elektryczną mającą specjalny wzmacniacz z głośnikiem, odbiera się za pomocą mikrofonu umieszczonego przed głośnikiem.

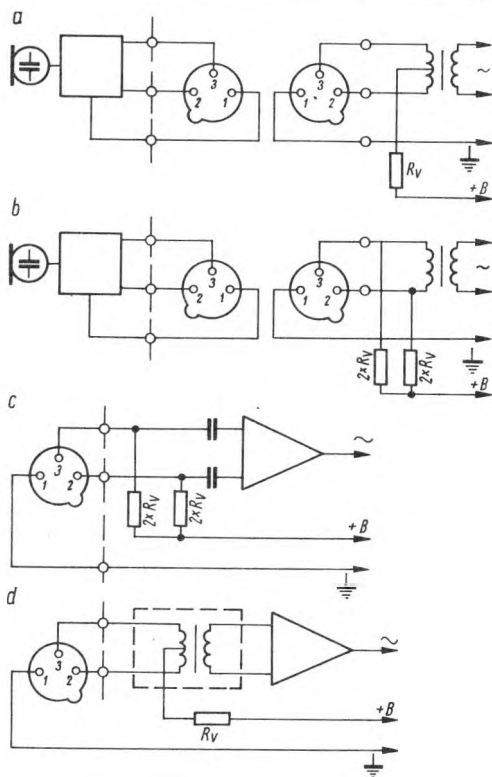
Dobierając i ustawiając mikrofony należy zdawać sobie sprawę z wartości ciśnienia akustycznego wytwarzanego przez instrumenty muzyczne, głosy i inne źródła dźwięku. Najwygodniejsze jest operowanie poziomem ciśnienia akustycznego (ang. SPL) wyrażonym w decybelach (dB) względem ciśnienia odpowiadającego ustalonej granicy słyszalności (20 μPa). Jeżeli zapamięta się, że ciśnienie 1 Pa odpowiada poziomowi ciśnienia równemu 94 dB oraz że zmiana o 6 dB, to dwukrotna zmiana wartości, wszelkie przeliczenia, nawet w pamięci, stają się łatwe (np. 100 dB = 2 Pa, 88 dB = 0,5 Pa). Poziom ciśnienia 94 dB = 1 Pa został przyjęty umownie jako średnia wartość poziomu ciśnienia akustycznego na membranie mikrofonu studyjnego podczas odbioru dźwięków orkiestry. Największą wartość ma poziom ciśnienia akustycznego wewnątrz bębna, wynoszący około 140 dB. Inne instrumenty perkusyjne mogą wytwarzać dźwięki o poziomie maksymalnym 110–120 dB. Poziom ciśnienia akustycznego u wylotu instrumentów blaszanych nie przekracza 110 dB. Klarinet, flet i inne podobne instrumenty mogą wytwarzać dźwięki o poziomie ciśnienia do 100 dB. Głos ludzki (mowa normalna) osoby stojącej w odległości 0,5 m do mikrofonu, wytwarza ciśnienie akustyczne o poziomie 80 dB.

Zasilanie

Mikrofony pojemnościowe wymagają zasilania ze źródła energii elektrycznej. Stosowanych jest kilka rozwiązań.

Pojemnościowe mikrofony studyjne są zasilane w sposób znormalizowany, przez tor przewodowy pochodny (fantomowy), utworzony z dwóch przewodów „sygnałowych” i ekranu połączonego z masą mikrofonu.

Na rys. 11a jest przedstawiony układ zasilania z transformatorem mającym wyprowadzenie ze środka uzwojenia pierwotnego, a na rys. 11b — układ zasilania z transformatorem



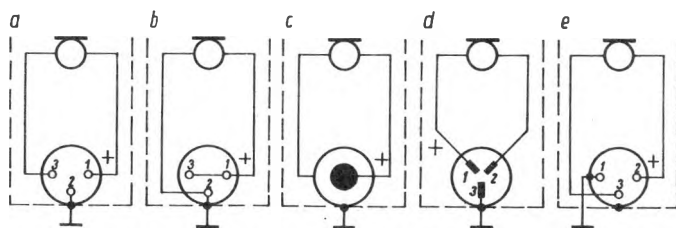
Rys. 11. Schematy zasilania mikrofonów pojemnościowych przez pochodny tor przewodowy (wyjaśnienia w treści)

wejściowym wzmacniacza (mieszacza) nie mającym wyprowadzenia ze środka uzwojenia pierwotnego. Wartość rezystancji (R_V) zależy od napięcia źródła zasilania i typu mikrofonu. Stosowane są znormalizowane wartości napięcia: 12, 24 i 48 V. W profesjonalnych studiach fonograficznych i radiofonicznych najczęściej spotyka się zasilacze o napięciu 48 V. Jeżeli wzmacniacz (mieszacz) nie jest wyposażony w transformator wejściowy, utworzenie toru pochodnego wymaga bądź oddzielenia galwanicznego wejścia wzmacniacza od napięcia zasilającego, tak jak to przedstawiono na rys. 11c, bądź dodania transformatora przepustowego, wmontowanego w kabel mikrofonowy, zakończony odpowiednimi wtykami. Spotyka się również transformatory przepustowe wykonane w formie wtyku. Takie rozwiązanie przedstawiono na rys. 11d. Producenci mikrofonów dążą do uproszczenia układów zasilania, szczególnie w odniesieniu do mikrofonów elektroretowych, przeznaczonych do stosowania na estradzie, w teatrach, jako mikrofony instrumentalne itd. Najprostszym rozwiązaniem jest zastosowanie baterii umieszczonych w obudowie mikrofonu lub w oddzielnym pojemniczku stanowiącym integralne uzupełnienie miniaturowego mikrofonu. Oto kilka przykładów.

- Firma AKG stosuje w mikrofonie pojemnościowym C1000S dla wokalistów wbudowaną baterię 9 V, a w wypadku miniaturowych mikrofonów: C401/B9, C402/B9, C408/B9, C409/B9, C410/B9 — baterię 9 V umieszczoną w pojemniczku.

- Firma Sennheiser elektretowe mikrofony modułowe ME40, ME80 wyposaża w baterię 5,6 V wystarczającą na 600 godz. pracy mikrofonu; te same mikrofony w innym nieco wykonaniu mogą być zasilane z baterii lub ze źródła zewnętrznego (niesymetrycznie) napięciem 4 ÷ 15 V.

- ZWG Tonsil zastosowały do zasilania mikrofonów pojemnościowych MCO-52 i MCU-53 umieszczone w obudowie baterie o napięciu 6 V; jest możliwe przystosowanie tych mikrofonów do zasilania ze źródła zewnętrznego.



Rys. 12. Schematy przyłączenia mikrofonów do różnych wtyków

- a — wtyk mikrofonowy DIN (WM-345) połączenie symetryczne,
- b — wtyk mikrofonowy DIN (WM-345) połączenie asymetryczne,
- c — wtyk palcowy \varnothing 6,3 mm, połączenie asymetryczne
- d — wtyk specjalny (DIN 41624), połączenie symetryczne,
- e — wtyk XLR systemu Cannon, połączenie symetryczne

Kable oraz wtyki i gniazda połączeniowe

Kabel mikrofonowy zawiera dwa izolowane, wielożyłowe przewody (o przekroju od 0,2 do 0,6 mm², zależnie od typu kabla), opłot ekranujący (często podwójny) i zewnętrzną warstwę ochronną. Kable mikrofonowe są tak wykonane, że nie splatają się i nie pętają. Zewnętrzna średnica kabla wynosi 4 ÷ 7 mm.

W mikrofonach przeznaczonych do zastosowań profesjonalnych większość producentów stosuje wtyki typu XLR z trzema bolcami, systemu Cannon. Spotyka się również mikrofony wyposażone we wtyk mikrofonowy DIN, mający w kraju oznaczenie WM-345. Mikrofony przeznaczone do połączenia z aparaturą bardzo krótkim kablem bywają wyposażone w palcowy wtyk o średnicy 6,3 mm. Rozpowszechnione są również tzw. adaptery umożliwiające, np. połączenie kabla zakończonego wtykiem XLR lub DIN z gniazdem wtyku palcowego.

Na rys. 12 są przedstawione schematycznie wtyki różnego typu z przyłączonymi do nich mikrofonami.

Mikrofony profesjonalne i estradowe mają wyjście przyłączone do dwóch bolców (symetrycznie), a masa mikrofonu jest połączona z oddzielnym bolcem. Mikrofony stanowiące uzupełnienie magnetofonów są często połączone niesymetrycznie, tj. jedno z wyjść mikrofonu jest połączone z masą mikrofonu. Należy więc zawsze upewnić się jaki jest układ połączeń danego mikrofonu.

Mikrofony o małej wartości impedancji wyjściowej (do 300 Ω) mogą być połączone z wejściem wzmacniacza (mieszacza) o impedancji 1000 ÷ 5000 Ω nawet kablem o długości 100 m bez istotnego pogorszenia charakterystyki przenoszenia. Dotyczy to połączeń symetrycznych, tj. kablem dwuprzewodowym z ekranem.

Warto zwrócić uwagę na to, że niektóre mikrofony pojemnościowe, obciążone długim kablem, mogą wносить zwiększone zniekształcenia nieliniowe przy dużych wartościach sygnału. Jest to spowodowane znaczną wartością pojemności obciążającej wzmacniacz przymikrofonowy. Dotyczy to szczególnie mikrofonów pojemnościowych nie mających transformatora wyjściowego.

Niesymetryczne połączenie mikrofonu z wejściem wzmacniacza (mieszacza) może być stosowane tylko przy bardzo krótkich połączeniach.

(A.W.)

(W artykule wykorzystano materiały informacyjne i ilustracje firm: AKG (Austria), Sennheiser (RFN) i ZWG Tonsil).