



Hi-End

Zespoły głośnikowe

Wiedeńska Acoustics

MAHLER

Gustawowi Mahlerowi przypadł honor patronowania największemu dziełu wiedeńskich akustyków. Konsekwentnie nazywając swoje konstrukcje nazwiskami wiedeńskich muzyków, mają widocznie największy szacunek właśnie do wielkiego kompozytora i dyrygenta z przełomu wieków. Można też doszukiwać się analogii - Mahler zasłynął symfonią o spektakularnych instrumentacjach, utworami rozbudowanymi i monumentalnymi. Takie też są najnowsze kolumny z Wiednia.





onstrukcja *Mahlerów* zawiera dwa charakterystyczne elementy - pochyloną do tyłu obudowę i głośniki niskotonowe na bocznej ścianie. Trudno nie skojarzyć tych cech z propozycjami niemieckiego Audio-Physica. Ale jak już wspominaliśmy, tego typu rozwiązania wynikają z dość prostych założeń, które jednak dopiero skojarzone ze sobą, dają efekt wyraźnego odejścia od konwencji.

Pochylenie przedniej ścianki to najprostszy zabieg, dzięki któremu centrum akustyczne głośnika średniotonowego (lub niski-średniotonowego), leżące w pobliżu cewki drgającej, można ustawić w przybliżeniu w tej samej odległości od miejsca odsłuchowego, co centrum głośnika wysokotonowego. W przypadku zastosowania niektórych typów zwrotnic spełnienie tego warunku jest konieczne do uzyskania właściwej korelacji fazy między głośnikami.

Zainstalowanie głośników niskotonowych na bocznej ścianie pozwala natomiast ograniczyć szerokość przedniej ścianki do średnicy głośników średniotonowych; im węższa

przednia ścianka, tym mniej szkodliwych odbić w zakresie średnich i wysokich częstotliwości, natomiast ze względu na dookólne promieniowanie niskich częstotliwości, samo ustawienie głośników basowych "bokiem" do słuchacza nie powoduje problemów w odbiorze, o ile częstotliwość podziału (między niskotonowymi a średniotonowymi) jest odpowiednio niska. Komentarz ten przypomina opis działania subwoofera i satelitów; czy zachodzi tu pełna zbieżność? Na szczęście dla kolumn o takiej konstrukcji - nie. Działanie wszelkich, nawet najdoskonalszych systemów subwooferowych obarczone jest zagrożeniem, że integracja między subwooferem a kolumną obsługującą pozostały zakres częstotliwości nie będzie optymalna, na skutek trudnych do przewidzenia przesunięć fazowych między nimi, w zakresie częstotliwości podziału - producentowi trudno jest bowiem przewidzieć, w jakiej pozycji względem "satelitów" będzie znajdował się subwoofer (przebieżność dowolność w lokalizacji subwoofera ma być jedną z jego zalet). Natomiast głośniki niskotonowe *Mahlera*, choć ustawione bokiem do słuchacza, znajdują się w niezmiennym położeniu względem głośników średniotonowych, co pozwala konstruktorowi ustalić op-

tymalną i niezmienną korelację fazową między nimi, tak jak w każdym pełnozakresowym zespole głośnikowym.

Inną już sprawą jest, że głośniki niskotonowe pracujące na bocznej ścianie, mającej zwykle dużą powierzchnię (*Mahler* doskonałym przykładem), pracują w warunkach podwyższonej rezystancji promieniowania, co potencjalnie zwiększa ilość basu. Uwzględnienie tego zjawiska (poprzez odpowiednie zwiększenie poziomu w zakresie średnio-wysokotonowym) należy do konstruktora kolumny, natomiast użytkownik powinien pamiętać, że ustawiając głośniki niskotonowe "na zewnątrz", w kierunku ścian bocznych pomieszczenia, poprzez dalsze zwiększenie rezystancji promieniowania (duża płaszczyzna w pobliżu źródła promieniowania) uzyska wyższy poziom niskich częstotliwości, niż ustawiając głośniki niskotonowe "do wewnątrz". Do odtworzenia basu przede wszystkim czystego i jak najbardziej liniowego, ustawienie do wewnątrz jest zwykle korzystniejsze.

Ustawienie głośników niskotonowych na bocznej ścianie praktykuje się zwykle wówczas, gdy występuje duża różnica między średnicami głośników niskotonowych i średniotonowych - wówczas na szerokości przedniej ścianki można zaoszczędzić najwięcej. W przypadku *Mahlera* różnica ta nie jest duża; mamy bowiem do czynienia zarówno z dużymi głośnikami średniotonowymi (18-cm), jak i relatywnie niewielkimi niskotonowymi (22-cm). Niewątpliwie jednak o kilka centymetrów szersza przednia ścianka istotnie zmieniłaby warunki akustyczne, a także sylwetkę *Mahlera*. Wąskie obudowy są bowiem nie tylko korzystne akustycznie, ale i "w modzie". Jeśli jednak obudowa ma być wąska, a jednocześnie dysponować określoną objętością, musi stać się głęboka. *Mahler* sięga więc daleko do tyłu; głębokość bryły, mierzona na dowolnej wysokości (tylna ścianka jest równoległa do przedniej), wynosi 47-cm, ale całkowita głębokość, mierzona między przednią, dolną krawędzią, a tylną, górną, to już ponad 60 cm. Na tylnej ścianie znajdziemy ponadto otwory bass-reflex, trzeba więc przygotować tym kolumnom sporo miejsca w pokoju, ale znaczne odsunięcie nie zaszkodzi również przestrzenności dźwięku.

Konstrukcja *Mahlerów* jest skomplikowana jeszcze bardziej, niż na to wskazują cechy zewnętrzne. Co prawda w środku obudowy nie ma już więcej głośników, ale te które widać przypisano rozbudowanemu układowi trójpółdrożnemu. Dwa głośniki niskotonowe przetwarzają ten sam zakres częstotliwości najniższych (do ok. 80Hz), powyżej pracują dwa średniotonowe, ale jeden z nich - dolny - jest tłumiony już powyżej kilkuset Hz (jak niski-średniotonowy w układzie dwupółdrożnym), a tylko górny kontynuuje pracę aż do częstotliwości podziału z głośnikiem wysokotonowym. Przy niskiej pierwszej częstotliwości podziału działanie dwóch głośników średniotonowych w zakresie do kilkuset Hz jest niezbędne do osiągnięcia w tym zakresie wysokiej efektywności, dyktowanej przez dwa głośniki niskotonowe zainstalowane na dużej bocznej ścianie.

Głośniki niskotonowe, podłączone do tego samego filtra w zwrotnicy, pracują w oddziel-

Mahler to kolejna hi-endowa kolumna z pojedynczym gniazdem przyłączeniowym. Otwory bass-reflex wyprowadzają ciśnienie z komór niezależnych dla obydwu głośników niskotonowych; mają bardzo długie tunele - prawie 40-cm - w celu dostrojenia do bardzo niskiej częstotliwości rezonansowej (25Hz).



Vienna Acoustics MAHLER

Impedancja znamionowa [Ω]	6
Efektywność (2.83V/1m) [dB]	89
Rekomend. moc wzm. [W]	50-500
Wymiary (WxSxG) [cm]	144x22x47
Cena (za parę) [zł]	30000.-
Dystrybutor:	Audio Klan

nych komorach bass-reflex. Otwory o średnicy 66mm mają bardzo długie tunele - 38-cm. Najwyraźniej mamy do czynienia z bardzo niskim strojeniem układów rezonansowych. Tunel dolnego otworu jest prosty, jego wlot znajduje się kilka centymetrów za przednią ścianką, tunel górnego otworu trzeba już było zakrzywić i poprowadzić w dół, gdyż z przodu górnej części obudowy znajduje się komora górnego głośnika średniotonowego. Głośniki średniotonowe również mają oddzielne komory, o objętości ok. 10 dm³ każda. Ścianki tylne tych komór nie są równoległe do ścianki przedniej, czym zredukowano fale stojące.

Prezentację głośników zastosowanych w *Mahlerze* ponownie rozpoczniemy od sekcji niskotonowej. Zainstalowano tam 22-cm przetworniki niemieckiej firmy Eton, stosującej membrany typu Hexacone o strukturze wielowarstwowej, charakteryzujące się doskonałą sztywnością przy niskiej masie. Głośniki mają odlwane kosze i umiarkowanej wielkości układy magnetyczne (średnica 102mm).

Głośniki średniotonowe pochodzą z rodziny "węglowych" "18" Scan-Speaka, mają 120-mm układy magnetyczne i membrany celulozowo-węglowe. Głośnik wysokotonowy to 28-mm jedwabna kopułka Scan-Speaka z rodziny D2905/9300; dokonano modyfikacji, wymieniono front (wyraźnie większy, o średnicy 135 zamiast 105 mm), który jednak nie jest przykręcany do obudowy, lecz przymocowany za pomocą substancji tłumiącej wibracje.

Zwrotnica jest bardzo skomplikowana, i podzielona na kilka części. Największą płytkę drukowaną zainstalowano na ozdobnym panelu z gniazdem przyłączeniowym, drugą, z obwodami sekcji niskotonowej, przykręceno nieopodal do bocznej ścianki, jeszcze jedną cewkę już zupełnie oddzielnie.

Obok gniazda przyłączeniowego znajdują się dwa dyskretne dwupozycyjne przełączniki, pozwalające na dodanie basu (pozycja "N" (normal) i "+"), i odjęcie wysokich tonów (pozycja "N" i "-").

W konstrukcji obudowy nie żalowano materiału; przednią i tylną ściankę przygotowano z 4-cm MDF-u, pozostałe ścianki mają przeważnie grubość 2cm, ale w miejscu mocowania głośników niskotonowych boki pogrubiono od wewnątrz 2-cm płytą wiórową. Należy dodać, że kilka ścianek, dzielących obudowę na komory do poszczególnych głośników, również wzmacnia całą strukturę.

Pochyloną bryłę *Mahlera* stabilizuje 5-cm grubości cokół, cofnięty do tyłu dla właściwego podparcia względem środka ciężkości. Całość opiera się na trzech kółkach.

Przednia i tylna ścianka mają zaokrąglone krawędzie. Wszystkie ścianki oklejono naturalnym fornirem i polakierowano. Głośniki średniotonowe mają maskownicę, w której obrysie wycięto luk dla kopułki wysokotonowej. Głośniki niskotonowe mają niezależne okrągłe osłony.

A.K.

Sekcję średnio-wysokotonową obśługują Scan-Speaki. Wysokotonówka to odmiana modelu D2905/9300,

zmodyfikowana m.in. o sposób montażu - powiększony front nie jest przykręcany, ale elastycznie łączony z przednią ścianką. Nisko-średniotonowe celulozowo-węglowe "18" jak zwykle imponują potężnymi układami magnetycznymi.



Przed rozpoczęciem właściwego testu przeprowadziliśmy kilka odsłuchów próbnych. Kolumny *Mahler* można bowiem ustawić na dwa sposoby: głośnikami niskotonowymi na zewnątrz (w stronę ścian bocznych) lub do wewnątrz (ku sobie). W tym pierwszym przypadku, dysponując nawet dość szerokim pomieszczeniem, pobudzamy interakcje zestawów z jego ścianami bocznymi. Redakcyjny pokój jest dobrze wytłumiony, ściany boczne na 2/3 długości pomieszczenia zabudowano grubym i miękkim materiałem. Mimo to *Mahlery* zabrzmiały w takim ustawieniu ciężko i zbyt grubo. Porporęce w całym pasmie akustycznym były wyraźnie niewłaściwe. Zmiana ustawienia (głośniki niskotonowe do wewnątrz) wniosła zdecydowaną poprawę. Niskie rejestry stały się czytelniejsze, precyzyjniejsze. Średnica pasma została lepiej zintegrowana z basem.

Ważną częścią procedury ustawiania kolumn jest dobór właściwego kąta skręcenia. Charakterystyki kierunkowe zespołów pozwalają na uzyskanie pożądanego balansu tonalnego. Możemy również uwolnić się od zgubnego wpływu odbić bocznych. Niestety, często przy ustawieniu "na osi", choć uzyskujemy odpowiednią równowagę, tracimy np. precyzję lokalizacji. Podczas słuchania przy bardzo niewielkim kącie skręcenia precyzja może być wspaniała, a rys wysokich częstotliwości niedostateczny. Nie można zapominać również o transformacjach w zakresie basu. Niestety, wszystkich tych zależności nie da się opisać pojedynczym równaniem, są one wynikiem sumy kilku czynników: ustawienia, właściwości pomieszczenia i kolumny. W przypadku *Mahlera* sprawa komplikuje się dodatkowo. Biorąc pod uwagę sam bas, niezależnie od umieszczenia głośników niskotonowych, powinniśmy raczej unikać ustawienia "na wprost" (zerowy kąt skręcenia), uciekając w ten sposób od równoległości

dwóch pokazanych płaszczyzn tworzonych przez głębokie obudowy kolumn oraz układy ściana pomieszczenia - ściana kolumny. Skręcenie zestawów eliminuje równoległość powierzchni oraz, co może mniej oczywiste "na pierwszy rzut oka", zwiększa odległość źródła promieniowania od ściany pokoju. Dźwięk *Mahlerów* można więc modelować w szerokim zakresie. Trzeba jednak mieć na uwadze, iż najpewniej każde ustawienie będzie kompromisem, łączącym pozytywne jak i negatywne elementy brzmienia.

Właściwe wrażenia odsłuchowe dotyczą ustawienia z głośnikami niskotonowymi do wewnątrz oraz lekkim skręceniu w stronę słuchacza.

Mahlery dysponują ponadto regulacją poziomu niskich i wysokich tonów - przełączniki ustawiliśmy w pozycjach neutralnych.

Już dawno nie dane mi było słuchać kolumn o tak energicznym i żywym brzmieniu. *Mahlery* wręcz eksplodują dźwiękami. Zrównoważenie tonalne kolumn jest ogólnie dobre, na niektórych nagraniach można mówić o delikatnym faworyzowaniu zakresu wyższej średnicy, słowo eksponowanie byłoby jednak na wyrost.

Mahlery grają bardzo otwartą i gorącą średnicą. Zarówno *Metallica* jak i *Mahavishnu Orchestra* wspomaganą talentem Johna McLaughlina zabrzmiały wręcz fenomenalnie. Gitary elektryczne przyparowały o dreszcz emocji. Przestery są wyraźne, słyhać najdrobniejsze wibracje. Dodatkowo kolumny serwują dźwięk obszerny, duży, dynamiczny. *Metallica* zagrała z autentycznie porażającą siłą. Z natłoku gęstych aranżacji bez trudu wybija się perkusja, "przejsicia" są energiczne, czyste, precyzyjne.

Kari Bremnes zaśpiewała z gracją, odpowiednio delikatnie i subtelnie. Bas w wyższych podzakresach jest przyjemny, gęsty i raczej miękki. *Mahlery* potrafią zaimponować siłą i zdecydowaniem, uciekając jednak od wyraźnej twardości. Wybrzmienia najniższych dźwięków są swobodne i pełne, ich faktura jest lekko wygładzona, jednak bas zawsze zachowuje dobrą sprężystość i energetyczność. Ustawiając regulację niskich tonów (zamontowaną w kolumnach) w pozycji "normal" uzyskuje się i tak bardzo obszerny i gęsty bas. Nikt chyba nie będzie narzekał na niedostatek najniższych rejestrów, a przecież do dyspozycji pozostaje jeszcze podbicie dolnego zakresu.

Na uwagę zasługuje dynamika. Po sesji odsłuchowej Vienna Acoustics odniosłem wrażenie, że większość kolumn długo "zastanawia" się, zanim wyda z siebie jakikolwiek dźwięk. *Mahler* wręcz spektakularnie reaguje

Głośniki niskotonowe dostarczyła niemiecka firma Eton. Membrany, przygotowane z wielowarstwowej struktury Hexacone, charakteryzują się doskonałą sztywnością przy umiarkowanej masie



na impulsy. Wrażenie to dodatkowo potęguje precyzyjne odwzorowanie zdarzeń mikrodynamicznych.

Scena dźwiękowa jest swobodna i precyzyjna. Głębia kreowana jest bez żadnego wysiłku. Kolumny potrafią stać się zupełnie niewidoczne, ustępując pola samej muzyce. Zestawy Vienna Acoustics tworzą namiastkę rzeczywistego brzmienia, które według austriackich konstruktorów powinno być przede wszystkim szybkie, żywe, jednocześnie osadzone na obszernym basowym fundamencie.

Radosław Łabanowski

★ ★ ★

Gustaw Mahler jest jedną z najważniejszych postaci w muzyce europejskiej. Jego spuścizna składa się w głównej mierze z symfonii, w których kompozytor chciał zawrzeć całą różnorodność otaczającego nas świata. Wydaje się, że firma Vienna Acoustics nie bez powodu wybrała

go na patrona swoich najlepszych kolumn. Przy tak wysokich aspiracjach trochę nie na miejscu jest zejście do szarości recenzenckich opisów, ale cóż, obowiązek wzywa.

Nieustannie imponowała bardzo realistyczna scena dźwiękowa. Wszyscy wykonawcy byli świetnie określani, ich usytuowanie w przestrzeni nigdy nie nastroczało najmniejszych wątpliwości.

Fortepian został odtworzony wzorowo: perlisty i dźwięczny w wyższych oktawach, wypełniony, ale czysty i nie zamulony w niższych, wraz z doskonałą spójnością wszyst-

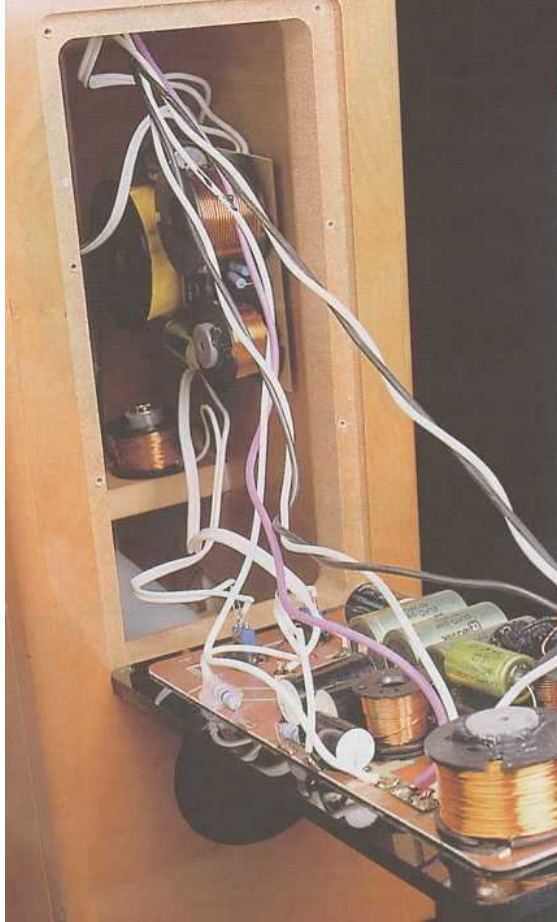
kich rejestrów. Balans tonalny w zakresie średnich i wysokich tonów był doskonale uchwycony. Wysokie tony były klarowne, zdecydowane, ale i kusząco eteryczne.

Mahlerzy imponują dynamiką, imponują też potęgą basu. Bas jest ciekawy, bowiem charakteryzuje się dwoma przymiotami, które rzadko występują razem - jest raczej miękki w charakterze, ale jednocześnie odpowiednio zwinny. Nie powiedziałbym wprost, że jest szybki, ale z pewnością nie obciąża dynamicznie, a jak wspomniałem, jest. Jednak wyraźna jest też różnica, jaką w koncepcji przetwarzania niskich częstotliwości zrealizowano w przypadku *Mahlera* z jednej strony i w przypadkach *Nautilusa 802* i *Amati Homage* z drugiej - tam bas jest potężny, ale suchy, twardy, wyciosany, potrafi uderzyć wręcz bezlitośnie, natomiast w wydaniu austriackim jest zaokrąglony jakby bardziej przyjazny dla ucha, choć nie zawsze do końca wiernie oddający charakter naturalnych dźwięków. Czym innym jednak skrupulatne odczytywanie konturów, faktur i barw, czym innym poddanie się ogólnemu wrażeniu. Odtwarzając muzykę symfoniczną, *Mahlerzy* tworzą wielki spektakl, a obfity bas stanowi jego doskonale uzupełnienie, lub raczej jest jednym z najważniejszych jego budulców. Jednocześnie cały czas zachwowana zostaje pełna przejrzystość obrazu dźwiękowego w zakresie średnio-wysokotonowym, niskie tony bowiem nie mają tendencji do "zalewania" wyższych rejestrów i ich pogrubiania.

Całe brzmienie można opisać bez wątpienia jako wspaniałe, potężne i swobodne, obfite i soczyste, przestrzenne i wielobarwne.

Jurek Adamski

Rozbudowana zwrotnica steruje układem trójpółdrożnym, zawiera ponadto elementy regulacji poziomu niskich i wysokich częstotliwości



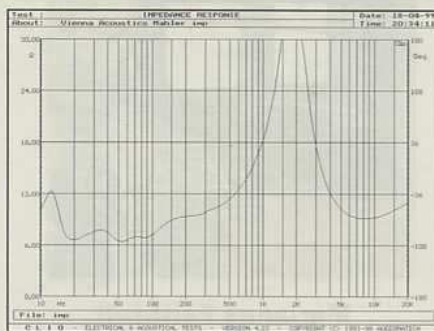


Charakterystyka impedancji Mahlerów (rys. 1) wskazuje, że w zakresie niskotonowym mamy do czynienia z czymś więcej niż tylko zjawiskami bass-reflexowymi. Zamiast dwóch wyraźnych wierzchołków mamy tylko jeden (przy około 13Hz) i dodatkowo dwa nie tyle wierzchołki, co pagórki, jeden większy, przy około 35Hz, i drugi mniejszy, przy około 70Hz. Pierwszy z nich jest najprawdopodobniej pozostałością po oczekiwanym drugim wierzchołku, spłaszczonym przez korekcję impedancji w zwrotnicy, drugi jest ubocznym efektem działania nisko strojonego filtra dolnoprzepustowego dla głośników sub-niskotonowych.

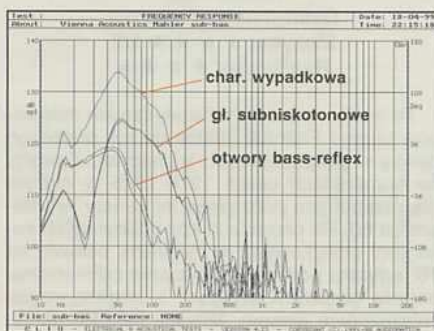
Jeszcze ciekawsze wyniki dają pomiary ciśnienia z poszczególnych głośników w zakresie niskich tonów (pomiar sinusoidą w polu bliskim - rys. 2a i 2b).

Na rys. 2a pokazano pracę obydwu głośników sub-niskotonowych, obydwu otworów i charakterystyk wypadkową tych czterech źródeł. Widzimy bardzo nietypowe pod pewnymi względami, choć dające się objaśnić przebiegi. Po pierwsze zanotujemy, że krzywe poszczególnych głośników i otworów są odpowiednio bliźniacze, niemal pokrywają się ze sobą - obydwie podsystemy basowe dostrojono w ten sam sposób. Charakterystyki głośników, poprzez wyraźne minimum swoich amplitud, wskazują na ok. 25Hz jako częstotliwość rezonansową układów bass-reflex. "Normalnie" przy tej częstotliwości można by się spodziewać maksimum ciśnienia z otworu, jednak charakterystyka otworu ma już nietypowy kształt, osiągając maksimum przy ok. 45Hz, choć poniżej pracując dość efektywnie aż do lokalnego rezonansu przy około 17Hz. "Nietypowy" nie oznacza, że niezrozumiały - tak wygląda praca otworu, gdy zastosowano głośnik o dość wysokim Qts w nie dość dużej obudowie. Wróćmy znów do głośnika. Jego charakterystyka osiąga maksimum niedaleko maksimum otworu - przy ok. 50Hz, a powyżej szybko opada, powyżej 100Hz już z nachyleniem 12dB/okt. ze względu na działanie filtra dolnoprzepustowego. Na skutek zbieżności maksimum efektywności głośników i otworów, przy 50Hz lokuje się mocno wyeksponowane maksimum charakterystyki wypadkowej. Poniżej należałoby się spodziewać szybkiego spadku i przecięcia przez charakterystykę wypadkową charakterystyk otworów i samych głośników (suma ciśnień z tych źródeł, na skutek przeciwnych faz ich promieniowania poniżej częstotliwości rezonansowej bass-reflexu, jest mniejsza od ciśnienia z każdego z nich). Jednak choć zbliża się do charakterystyk głośników i otworów, to charakterystyka wypadkowa aż do 10Hz - granicy naszego pomiaru - nie chce ich przeciąć. Najprawdopodobniej mamy do czynienia z dodatkowym przesunięciem fazowym, wywołanym długimi tunelami bass-reflexów, zwiększającymi odległość od tylnej strony membrany do wylotu otworu - obudowa działa więc trochę jak obudowa labiryntowa.

Na rys. 2b widzimy komentowaną już charakterystykę wypadkową sekcji sub-niskotonowej, a ponadto kolejne charakterystyki - obydwu głośników nisko-średniotonowych, ich sumy, a także charakterystykę wypadkową wszystkich źródeł w zakresie niskotonowym. Przypomnijmy, że pomiary te, jak wszystkie pomiary sinusoidą w polu bliskim,



Rys. 1. Charakterystyka impedancji



Rys. 2a - pomiar źródeł niskich częstotliwości sinusoidą w polu bliskim - głośniki subniskotonowe, otwory bass-reflex i charakterystyka wypadkowa tych źródeł

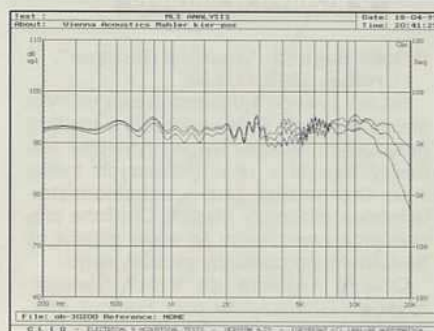


Rys. 2b - pomiar źródeł niskich częstotliwości sinusoidą w polu bliskim - charakterystyka wypadkowa sekcji sub-niskotonowej, głośniki średniotonowe, ich charakterystyka wypadkowa i charakterystyka wypadkowa wszystkich źródeł w zakresie niskich częstotliwości

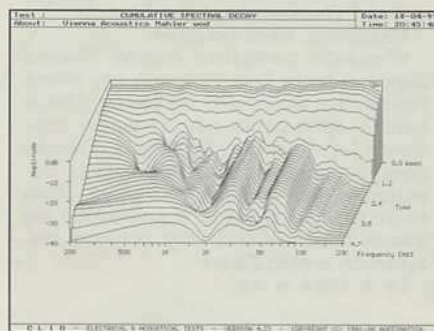
służą analizie pracy tylko do 200Hz, jednak można na marginesie zauważyć, jak dolny głośnik średniotonowy powyżej 300Hz zaczyna "odstawać" od głośnika górnego. Obydwa sięgają efektywnym przetwarzaniem do 100Hz, poniżej ich charakterystyki opadają ze stromością nieco ponad 12dB/okt.

Charakterystyka wypadkowa wszystkich źródeł w zakresie niskich częstotliwości pokazuje wzniesienie przy 50Hz (efektywne współdziałanie głośników sub-niskotonowych i otworów), a wyżej przy 90Hz (efektywne współdziałanie głośników sub-niskotonowych i średniotonowych).

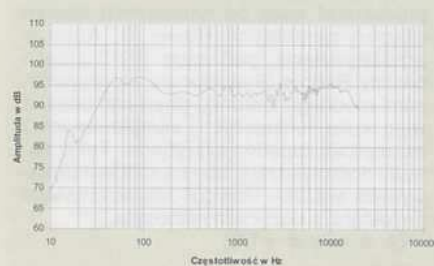
W zakresie średnio-wysokotonowym (powyżej 200Hz, pomiar MLS z odległości 1m, rys. 3) widać bardzo dobre ogólne zrównoważenie, lokalne rezonanse potrafią się zmieścić w granicach +/-2,5dB dla całego zakresu 200Hz-20kHz, przy pomiarze na osi głównej. Kilkudecybelowy spadek ciśnienia powyżej 15kHz wynika z ustawienia osi głośnika wysokotonowego pod kątem w stosunku do osi pomiaru. Charakterystyki z osi 15° i 30° (w



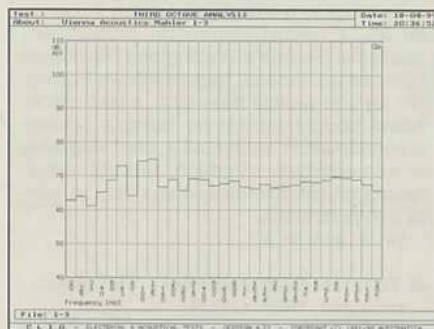
Rys. 3 - pomiar przetwarzania w zakresie 200Hz-20kHz, metoda MLS z odległości 1m, na osi głównej i pod kątami 15° i 30° w płaszczyźnie poziomej



Rys. 4 - charakterystyka wodospadowa zakresu 200Hz-20kHz



Rys. 5 - charakterystyka przetwarzania złożona z pomiarów sinusoidą i MLS



Rys. 6 - pomiar szumem tercjowym, z odległości 2m, na osi głównej

płaszczyźnie poziomej) nie budzą zastrzeżeń, dalszego spadku ciśnienia w najwyższej oktawie można się było spodziewać.

Charakterystyka wodospadowa (rys. 4) pokazuje lekkie rezonanse w zakresie średnio-wysokotonowym.

Zintegrowana charakterystyka przetwarzania dla całego pasma akustycznego (rys. 5) zwraca uwagę wyeksponowanym basem, a dokładnie zakresem 45-130Hz. Potwierdza to charakterystyka uzyskana w pomiarze szumem tercjowym (rys. 6), na niej widać również łagodne podkreślenie wysokich tonów w okolicach 8-10kHz.