

Firma, której obecna oficjalna nazwa brzmi Lovecraft Designs, została założona ponad 30 lat temu przez Terry'ego Caina w niewątpliwie pięknym miejscu na ziemi – o czym świadczy nazwa Walla Walla Valley – jako Cain & Cain. O drugim Mr. Cain nic nie wiemy, bowiem gdy Terry Cain przeprowadził się do jakiegoś innego pięknego miejsca już poza naszym padółem, firmę przejął jego przyjaciel Jason Flanary. Firma zajmuje się nie tylko kolumnami głośnikowymi, ale wieloma innymi produktami i projektami, w których znaczenie ma najwyższa jakość prac stolarskich, np. renowacja i utrzymanie w dobrej kondycji starych mebli, a nawet całych rezydencji. Na pewno do niejednej z nich pasowałyby podobne w stylu kolumny. Wystarczy spojrzeć na stronę internetową firmy (www.lovecraftdesigns.com), aby poczuć ten klimat... Poza tym podłogi, boazerie, eleganckie pudełka na prezenty i wino...



W naszym teście pojawia się model *The Single Horn Ben*, mniejszy z dwóch *Benów* (większy nazywa się *The Ben ES*). Uwagę zwraca od razu kilka niezwykłych rozwiązań i elementów. Jednak próba ich rozgryzienia pozostawia nas tylko z wcześniej zdobytą wiedzą i własnymi badaniami, bowiem sam producent jest bardzo oszczędny w przedstawianiu zagadnień technicznych i konstrukcyjnych. A i tak mamy szczęście, testując „pojedynczego Bena”, jako że ostatecznie znajdziemy tu kilka zdań i tabelkę z podstawowymi danymi, podczas gdy przy innych modelach jest jeszcze skromniej, a przy „dużym Benie” (*The Ben ES*) znajdziemy tylko zdjęcie... Taka nonszalancja uswiadamia nam też bardziej „artystyczny” niż „inżynierski” charakter firmy, co wielu audiofilów, zwłaszcza mniej zorientowanych w technice, przyjmie z ulgą, a nawet ukontentowaniem. Producent skupia się na dwóch faktach. Najpierw chwali materiał, z którego wykonana jest obudowa – to 30-mm grubości sklejka, której gęstość, struktura itp. zapewniają doskonałe własności akustyczne. Potem składa hołd stosowanym przez firmę nowym przetwornikom (szerokopasmowym) Fostexa, które „zdezaktualizowały” wcześniejsze opinie na temat kwestii: „co potrafi pojedynczy głośnik”; mają one wykazywać się dobrymi parametrami i bardzo, bardzo dobrym dźwiękiem; ich wysoka efektywność pozwala uzyskać przyzwoite poziomy głośności przy mocach rzędu pojedynczych watów, jednocześnie przy wyższej mocy (jakiej? – producent nie podaje) możliwe jest nagłośnianie nawet największych pomieszczeń z dynamiką lepszą niż z klasycznych zespołów głośnikowych. I to w zasadzie tyle od producenta. A wszystko to można by napisać o... każdej konstrukcji Cain&Cain. Nie było tu jeszcze nic o cechach charakterystycznych dla *Bena*. Zaczniemy od góry. Japoński Fostex jest znany z doskonałych głośników szerokopasmowych, ale nie tylko – również lubiane, chociaż ze względu na swoją specyfikę raczej w tych samych kręgach, są przetworniki wysokotonowe. I oto na samej górze znajduje się właśnie tubowy przetwornik wysokotonowy, trochę zaprzeczając sugestiom o samodzielności szerokopasmowych Fostexów. Ale sytuacja jest niejednoznaczna – ów przetwornik ustawiamy i podłączamy samodzielnie, jest więc w pewnym sensie opcjonalny, choć jeżeli w ogóle nie postawimy owego modułu na górze, to będziemy widzieć wystające z górnej ścianki obudowy przewody. Na płycie głównego gniazda przyłączeniowego (z tyłu obudowy), znajduje się pokrętło regulacji poziomu wysokich tonów, płynących z owego dodatkowego głośnika. Można więc moduł ustawić, podłączyć... i wyciszyć, jednak z powodu samego wyglądu konstrukcja wciąż nie będzie aspirowała do zaszczytnego tytułu jednodrożnej. W końcu producent nigdzie nie obiecywał jednak wprost, że *Ben* jest układem jednodrożnym, a uwagi na temat szerokopasmowości Fostexów można uznać za ogólne i niezobowiązujące, zaś w praktyce odnoszące się do innych konstrukcji firmy, które nie mają już wysokotonowego dodatku.

Lovecraft Affairs (Cain&Cain) THE SINGLE -HORN BEN

TUBABANABA



Potężny układ magnetyczny jednego z najlepszych szerokopasmowych Fostexów generuje bardzo silne pole, które jest efektywnie wykorzystywane przez cewkę niewiele dłuższą od szczeliny. W wyniku tego, kosztem mocy (umiarkowana amplituda liniowa), otrzymujemy bardzo wysoką efektywność i niską dobroć układu rezonansowego, optymalną do obudowy tubowej.

Głośnik szerokopasmowy to model FE208E Sigma, dość popularny i ceniony na forach DIY, jednak wyrażane tam opinie, jak i dane producenta wskazują, że wymaga on towarzystwa głośnika wysokotonowego, kończąc efektywną pracę między 10 a 14 kHz; ponadto do uzyskania dobrej liniowości średnich tonów wypada zastosować pasywną korekcję obniżając poziom przy 4 kHz, gdzie ma podbicie charakterystyka samego niefiltrowanego głośnika. Takie filtry oznaczają jednak znowu jakiś ideowy kompromis, odejście od minimalizmu... ale to już problem minimalistów.

W zakresie niskich częstotliwości przetwornik ten wyróżnia się specyficznym zestawem parametrów. Częstotliwość rezonansowa (fs) jest jeszcze całkiem typowa dla przetwornika tej wielkości (20 cm), wynosi 42 Hz, natomiast dobroć Qts jest nadzwyczaj niska – 0,18. Z taką dobrocią można by zestroić, i to w małej objętości, dobry impulsowo bas-refleks, nie schodzący jednak bardzo nisko; tak niska dobroć, przy nie najniższym jednak rezonansie fs, predestynuje głośnik do obudowy tubowej – jaką tutaj zastosowano. Ponadto głośnik wykazuje się wysoką efektywnością (producent podaje 97 dB, chociaż w dolnej części pasma, poniżej 1 kHz, bez wspomaganie obudową tubową, wynosi ona ok. 95 dB) – podkreślimy: przy 8 omach jest to „prawdziwa” efektywność (1 W/1 m), a nie czułość, która premiuje 4-omowe głośniki. Sama impedancja 8 omów to też ważny atut, zwłaszcza w przypadku stosowania wzmacniaczy lampowych. Taki zestaw parametrów wiąże się z konkretnymi



Niezwykły „turbinowy” profil górnego zawieszenia powtórzony jest w dolnym resorze.

cechami konstrukcji głośnika. Widać imponujący układ magnetyczny (średnica 156 mm), którego zasługą jest wysoka efektywność i niska dobroć układu rezonansowego („kontrola”), lecz przysłużyło się temu jeszcze coś, czego już tak łatwo nie zobaczymy (warto o tym pamiętać – nie wszystko, co wartościowe lub choćby ważne, jest widoczne nawet po wykręceniu głośnika). Otóż cewka drgająca, chociaż ma średnicę bliską standardowej (35 mm), jest bardzo krótka – wystaje poza szczelinę magnetyczną tylko minimalnie, stąd maksymalne liniowe wychylenie wynosi tylko +/-1,25 mm, jest kilkukrotnie mniejsze niż w typowych 20-cm głośnikach niskotonowych czy nisko-średniotonowych. Dzięki temu większa część uzwojenia cewki, przez którą płynie prąd, cały czas „współpracuje” z polem magnetycznym, bez względu na pozycję membrany i połączonej z nią cewki. Dłaczego w ten sposób nie konstruuje się większości głośników? Ponieważ już niewielka dostarczona moc elektryczna wywołuje w takim układzie maksymalne wychylenie cewki i membrany głośnika, a dalsze jej zwiększanie rodzi zniekształcenia i jest wręcz groźne. Inaczej mówiąc, taki głośnik, w porównaniu z typowymi, osiągnie przy mniejszej mocy określone ciśnienie akustyczne, ale zatrzyma się na tym poziomie, podczas gdy typowe głośniki dogonią go, a nawet przegonią – docierając do wyższych poziomów ciśnienia, przy znacznie większej dostarczonej mocy. Fostex podaje, że moc nominalna FE208E Sigma wynosi 40 W (a maksymalna aż 120 W), do czego przyczyniają się też i dość wysoki rezonans, i bardzo niska dobroć (głośnik jest mocniej „trzymaany” w zakresie najniższych częstotliwości zarówno przez zawieszenia membran, jak i siłę elektromagnetyczną), a także akustyczne własności

obudowy tubowej. Wszystko się więc zgadza. Oddzielną sprawą jest kształt i materiał membrany. Jej profil producent określa jako hiperboliczno-paraboloidalny (nie paraboloidalny), dodając słowo „shell” (skorupka). Widać promieniście biegnące wybrzuszenia, które mają za zadanie wzmocnić membranę (stąd pewnie skojarzenie ze skorupką jajka, kruchą, ale sztywną). Również część centralna membrany (nakładka przeciwpływa) jest w takim stylu – nie ma tu więc stosowanego w najbardziej tradycyjnych, klasycznych szerokopasmowcach, drugiego, lżejszego stożka, który pomagałby przetwarzać wysokie tony. Sam materiał nie jest bardzo sztywny, gdyż w głośniku szerokopasmowym, który w dodatku nie jest filtrowany, powinien mieć też dobre tłumienie wewnętrzne (będące w kontrze do sztywności lub wymagające membran „sandwiczowych”, tutaj też wykluczonych, bo zbyt ciężkich). Materiał jest po części tradycyjny (pochodzenia roślinnego, jak celuloza), ale egzotyczny – przygotowany z włókien rośliny Banaba rosnącej np. na Filipinach. Zawieszenie (zarówno górne, jak i dolne) nazwane jest „tangencjalnym” – jego niezwykłość też dobrze widać. Taki kształt na pewno sprzyja rozproszeniu rezonansów, a być może ma też charakterystykę progresywną – czyli zmniejsza podatność wraz z wychyleniem, co w pewnym stopniu zabezpiecza układ drgający przed przecięciem zbyt dużą amplitudą. Głośnik jest niezwykle, a kropką nad „i” w jego zasadniczej solidności jest odlewany kosz.



Membranę, wykonaną na bazie celulozy z egzotycznej rośliny Banaba, wzmacniają promieniście przetłoczenia. W centrum pracuje podobnie ukształtowana nakładka o średnicy dopasowanej do 35-mm cewki. Niezależnie od jego szerokopasmowych aspiracji, głośnik ten wydaje się potencjalnie bardzo dobrym przetwornikiem średniotonowym do układów, w których potrzebna jest duża, wydajna jednostka.

E208E Sigma to chyba najlepszy 8-calowy przetwornik Fostexa, ale ceną dwukrotnie przebija go wysokotonowy T900A, nazywany przez producenta superwysokotonowym – i słusznie, skoro zalecana częstotliwość podziału to aż 7 kHz. Do współpracy z FE208E Sigma może wystarczyć, lecz w klasycznych układach dwudrożnych lub nawet trójdrożnych, gdzie sekcja wysokotonowa startuje mniej więcej od dwa razy niższej częstotliwości, ten „kosztowny drobiazg” by się nie sprawdził. W ofercie Fostexa jest zresztą więcej supertweeterów niż „normalnych” tweeterów; te drugie są grzecznymi kopułkami o standardowej efektywności ok. 90 dB, te pierwsze – zawsze przetwornikami tubowymi o stylowym, agresywnym wyglądzie. I te najlepsze mają taką konstrukcję jak T900A – są pomyślane jako dodatek do ustawienia na obudowie kolumny, a nie do wkręcenia w przednią ściankę.

Wielkie okno na dole to wylot obudowy tubowej. Najbardziej klasyczna tuba jest tubą przed głośnikiem, taką, jaką widzimy np. w konstrukcjach Avantgarde, gdzie obsługuje ona nie tylko głośnik wysokotonowy, ale i średnionowy (i tutaj musi być już o wiele większa); tuba wzmacniająca promieniowanie od przedniej strony membrany w zakresie niskich częstotliwości musiałaby już być potwornie wielka (lub musiałyby zostać zastosowane bardzo zaawansowane sposoby aktywnej korekcji elektrycznej), dlatego tak działających tub niskotonowych w zasadzie się nie spotyka, a hasło „obudowa tubowa” oznacza ustrój akustyczny znajdujący się po drugiej stronie membrany. W takiej sytuacji nie musi on przenosić wyższych częstotliwości, spełnia rolę podobną jak układ rezonansowy bas-



O ile głośnik szerokopasmowy może nie być w ogóle filtrowany (choć może być – a jak, czytając w głównym tekście), to głośnik wysokotonowy nie obędzie się bez filtra, przynajmniej najprostszego, takiego jak tutaj – pojedynczego szeregowego kondensatora.

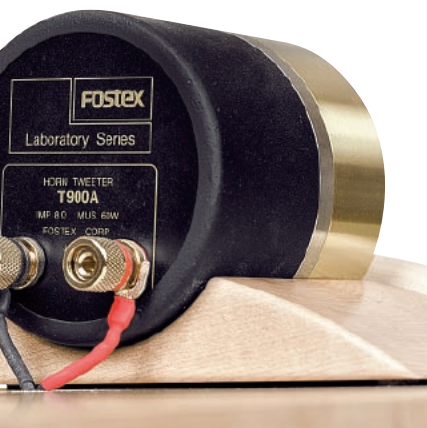
refleks – wykorzystuje energię promieniowaną przez tylną stronę membrany do zwiększenia ciśnienia całego układu w zakresie niskich częstotliwości, do czego konieczne jest jednak przesunięcie fazy (jako że fazy promieniowania przedniej i tylnej strony membrany są przeciwne i bez takiej korekcji by się zniósły). Układ rezonansowy bas-refleks ma takie „cudowne” właściwości przesuwania fazy, do czego nie jest potrzebna żadna skomplikowana konstrukcja, a jedynie otwór w obudowie (i ewentualnie krótki tunel). Innym, bardziej skomplikowanym i dlatego kosztowniejszym (ale przez to jakże inspirującym!) sposobem jest utworzenie w obudowie labiryntu. Linia transmisyjna to labirynt, w którym fala jest wytłumiana, a to, co z niego jednak „wyjdzie” w zakresie niskich częstotliwości, które wytłumić najtrudniej, będzie miało właśnie korzystnie przesuniętą fazę; obudowę tubową za tylną stroną membrany można pryncypialnie traktować jak zwiniętą tubę, można też

widzieć jako labirynt o długości odpowiedniej dla przesunięcia fazy i stopniowo, zgodnie z jakąś „tubową” funkcją (np. wykładniczą) zwiększający przekrój w kierunku wylotu, w celu uzyskania wzmacniających właściwości tuby. Obliczenia wskazują jednak, że tej wielkości wylot, jaki widzimy w Benie, mimo że wydaje się bardzo duży (w porównaniu do bas-refleksów – ogromny), jest wciąż o wiele za mały, aby skutecznie wzmacniać najniższe częstotliwości, nawet przy najkorzystniejszym profilu i współczynniku kształtu. Będzie wzmacniał wyższy bas, a niski bas skorzysta na przesunięciu fazy. Korzyści akustyczne przy dużych kosztach nie są nadzwyczajne, ale takie obudowy tubowe są jednak z zapałem stosowane przez hobbystów, bowiem, co tu dużo ukrywać, można się przy nich napracować... i trzeba też przynajmniej trochę obudowy jednak „grają” po swojemu. Dosłownie grają, ich niewytłumiony tubowy labirynt generuje wiele rezonansów, które koloryzują brzmienie, i chociaż teoretycznie jest to niewłaściwe, to przynosi radość słuchaczowi, który właśnie tego oczekuje. Tubowy labirynt jest jak instrument, który gra ładniej lub mniej ładnie – ale gra. Wedle jakiej recepty, według jakiego profilu została zaprojektowana obudowa The Single-Horn Ben? – tego od producenta się nie dowiadujemy, tym bardziej nie chwali się wynalezieniem niczego nowego w tej dziedzinie, co jest w tych czasach rzadko spotykaną skromnością.

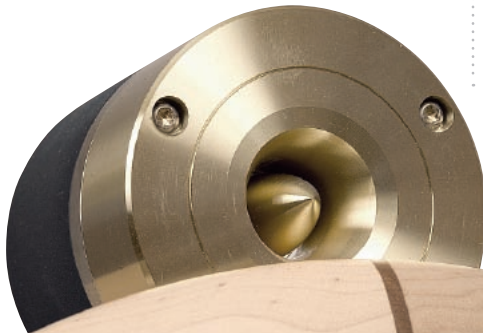


Poziom najwyższych częstotliwości, przetwarzanych przez supertweeter, możemy regulować małym pokrętełkiem nad gniazdkiem. Wraz z możliwością odwrócenia jego polaryzacji, otwiera się pole samodzielnej szlifowania brzmienia.

Prawdziwy tubowy wysokotonowy to jedyny sposób na to, by uzupełnić pracę głośnika szerokopasmowego, którego efektywność zbliża się do pułapu 100 dB, również dzięki zastosowaniu obudowy tubowej. Idź tuba do tuby...



Głośnik (super)wysokotonowy podłączamy opcjonalnie i samodzielnie; w takim razie możemy eksperymentować z jego polaryzacją, a rezultaty zależą w dużym stopniu od wysokości, na jakiej będziemy siedzieć. Jeżeli nasza głowa będzie znajdować się poniżej 100 cm, zachowajmy polaryzację firmową, jeżeli powyżej – spróbujmy z tweeterem „odwróconym” (oczywiście nie do tyłu!). A tak w ogóle... to warto próbować i bez niego.





Schody do tubowego nieba? The Single Horn Ben to reprezentant wielkiej rodziny „zwinionych” obudów tubowych, doskonale znanych pasjonatom DIY, zwłaszcza frakcji tubowo-szerokopasmowej, chociaż niemal niespotykanych w ofertach dużych firm, nawet tych najznamienitszych. Obudowa tubowa ma swoje zalety, ale ma też wady, i w produkcji jest wielokrotnie bardziej kosztowna od np. bas-refleksu. W środku znajduje się kilkanaście precyzyjnie przyciętych elementów, tworzących rozszerzający się labirynt. Mnóstwo ręcznej roboty.

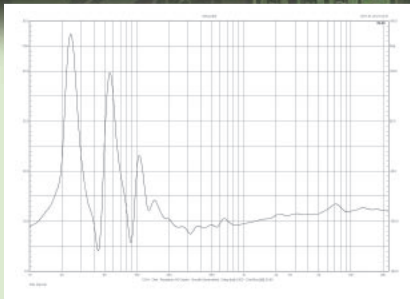
Głośnik szerokopasmowy został zainstalowany na „talerzu” o średnicy wyraźnie większej niż szerokość przedniej ścianki; wydawać się to może tylko dekoracją, lecz na pewno ma znaczenia akustyczne, i to pozytywne: powiększenie powierzchni, z której promieniuje głośnik, podnosi efektywność (przynajmniej w pewnym zakresie częstotliwości), zmniejszając osłabienie w okolicach 500 Hz, typowe dla praktycznie wszystkich kolumn w wąskich obudowach; tutaj jest to o tyle ważne, że wraz z głośnikiem szerokopasmowym trudniej prowadzić elektryczną (w zwrotnicy) korekcję charakterystyki przetwarzania. Nie jest to do końca wykluczone, głośniki szerokopasmowe też się filtruje (tak!), zwykle specjalnymi obwodami środkowozaporowymi, wyrównującymi charakterystykę – jednak wyrównanie do poziomu owego osłabienia oznaczałoby poważne obniżenie efektywności w całym pasmie. Aby ów zbawienny talerz charakterystykę tylko wzmocnił i wyrównał, a nie poszarpał, nie powinien mieć ostrych krawędzi, które wywołałyby gwałtowną dyfrakcję fali o długości skorelowanej z promieniem talerza. Dlatego też talerz nie jest płaski, lecz łagodnie wyprofilowany i kończy się delikatnie zaokrągloną krawędzią. A za nią czai się supertweeter... Ładnie. Konstrukcja trochę tajemnicza, specyficzna, w klimacie tub i szerokopasmowców, ale dostatecznie zdroworozsądkowa, z bardzo solidną, piękną robotą stolarską i dobrymi przetwornikami.

Talerz za głośnikiem szerokopasmowym to ważny element akustyczny, a nie tylko dekoracja. Tutaj głośnik wysokotonowy został zdjęty.



A
M
A
L
K
R
E

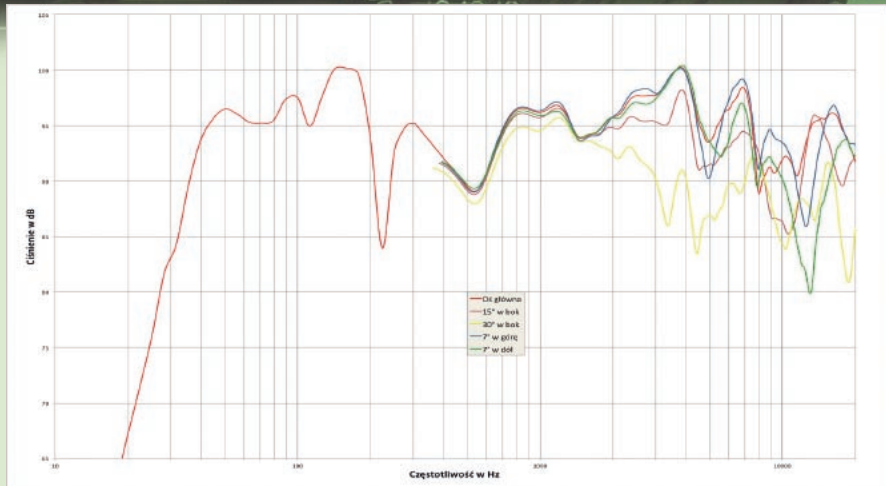
Laboratorium Lovecraft Designs THE SINGLE-HORN BEN



rys. 2. charakterystyka modułu impedancji.

Mamy prawdziwą obudowę labiryntowo-tubową (mimo że tylko od tylnej strony membrany), a nie bas-refleks, którego wielki wylot tylko udawałby tubę (co się gdzieś tam zdarza), o czym w pomiarach świadczy charakterystyka impedancji, mająca wiele szczytów w zakresie niskich częstotliwości, reprezentujących jej rezonanse. Co prawda nawet najniższe minimum (przy 43 Hz) ma bardzo lokalny charakter i poziom 4 omów, a szerzej rozpościerająca się „dolina” w zakresie kilkuset Hz ma bezpieczną wartość ok. 8 omów, jednak można mieć pewne obawy, czy najdelikatniejsze wzmacniacze dobrze poczują się w towarzystwie tak dużych kątów fazowych impedancji, jakie towarzyszą jej zmianom w zakresie basowym. Z kolei w zakresie średnio-wysokotonowym jej zmienność i wartość są zupełnie niegroźne.

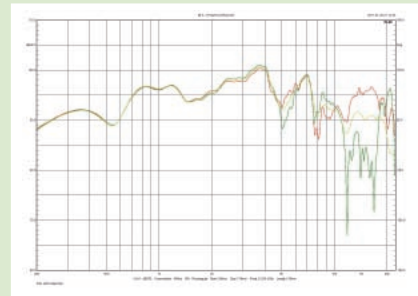
Ponieważ głośnik wysokotonowy podłączany jest samodzielnie przez użytkownika, kusiło nas, aby sprawdzić, w jakiej jego polaryzacji powstaje ładniejsza charakterystyka (oczywiście nie jego samego, ale całego zespołu, w okolicy częstotliwości podziąta). I okazało się, że ładniejsza powstaje przy podłączeniu w polaryzacji odwróconej (w stosunku do oznaczeń na kablu i na samym wysokotonowym). Pierwsze podejście do tego tematu polegało na pomiarze na osi głównej, ustalonej na wysokości 100 cm, wraz z pomiarem charakterystyki samego przetwornika szerokopasmowego (rys. 2). Widać, że powyżej 10 kHz charakterystyka przy polaryzacji „firmowej” leży nie tylko niżej niż przy polaryzacji odwróconej, lecz nawet niżej niż w wysokotonowym odłączonym – co nie jest żadnym fenomenem, skoro widać, że sam szerokopasmowy ma niezły poziom w zakresie 10-20 Hz, to nieskorelowana faza innego przetwornika pracującego w tym samym zakresie będzie powodowała odejmowanie się ciśnień – stąd niższe ciśnienie wypadkowe. Na tej osi sytuacja jest jednoznaczna, ale przed wydaniem ostatecznych wyroków wypadła



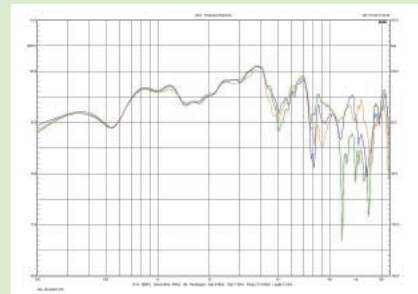
Rys. 5 Charakterystyka przetwarzania w całym pasmie akustycznym, na różnych osiach, dla głośnika wysokotonowego w polaryzacji odwróconej.

jednak sprawdzić, jak przedstawia się na innych osiach, zwłaszcza przy zmianie kąta w płaszczyźnie pionowej – co oczywiście spowoduje zmianę relacji fazowych i stąd wyraźne zmiany charakterystyki wypadkowej. Na rys. 3a badamy zmiany charakterystyk w zakresie kątów $\pm 7^\circ$ przy polaryzacji „firmowej” wysokotonowego, na rys. 3b przy polaryzacji odwróconej. Mimo że w pierwszym przypadku sytuacja nieco się poprawia na osiach innych niż oś główna, a w drugim – pogarsza, to i tak, patrząc na całe „zestawy”, trudno nie wybrać tego drugiego jako lepszego – z wyjątkiem sytuacji, gdy jesteśmy zdecydowani siedzieć nisko (wówczas charakterystyka przy polaryzacji „firmowej” jest lepsza niż przy odwróconej, choć wciąż wcale nie lepsza niż w ogóle bez wysokotonowego...) Warto poważnie rozważyć opcję słuchania z wysokotonowym odłączonym. Nie wynika to jednak z doskonałego przetwarzania wysokich tonów przez przetwornik szerokopasmowy (choć trzeba przyznać, że wygląda to nieźle), lecz z kłopotów z integracją wysokotonowego przy braku dolnoprzepustowego filtrowania szerokopasmowego – takich kłopotów nie mają zespoły wielodrożne, w których każdy przetwornik ma do obsłużenia ściśle określony zakres, nie wchodzą one sobie aż tak w paradę, zwłaszcza w zakresie wysokich tonów, gdzie fale są krótkie i relacje fazowe bardzo kruche.

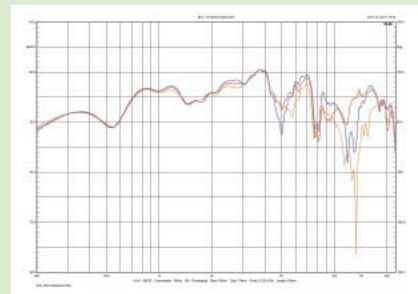
Wybierając na tej podstawie, jako właściwą, polaryzację przeciwną niż firmowa, przygotowaliśmy główny rysunek z całym kompletem charakterystyk z różnych osi – zarówno poznanych już, z osi $\pm 7^\circ$, jak i w płaszczyźnie poziomej, z osi 15° i 30° , a dodatkowo przeprowadziliśmy (na osi głów-



rys. 2. Charakterystyka przetwarzania w zakresie średnio-wysokotonowym, na osi 0° , dla głośnika wysokotonowego odłączonego i podłączonego w dwóch polaryzacjach.



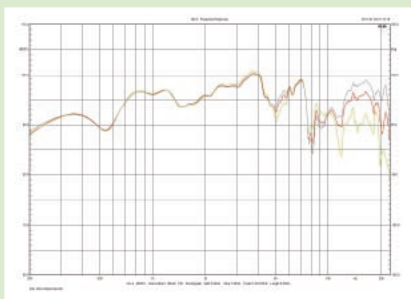
Rys. 3a. Charakterystyka przetwarzania w zakresie średnio-wysokotonowym, na osiach 0° i $\pm 7^\circ$, dla głośnika wysokotonowego w polaryzacji „firmowej”.



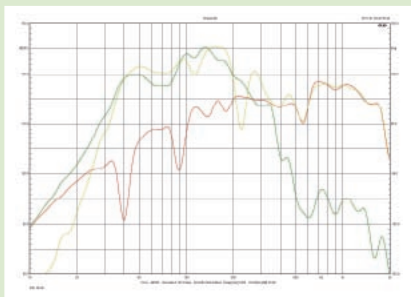
Rys. 3b. Charakterystyka przetwarzania w zakresie średnio-wysokotonowym, na osiach 0° i $\pm 7^\circ$, dla głośnika wysokotonowego w polaryzacji odwróconej.

nej) badanie działania regulacji poziomu supertweetera. Pokazuje ono, że ustawienie maksymalnego poziomu jest właściwe, dopiero wtedy charakterystyka w zakresie 10-20 kHz dochodzi do poziomu widocznego w zakresie kilku kHz (rys. 4).

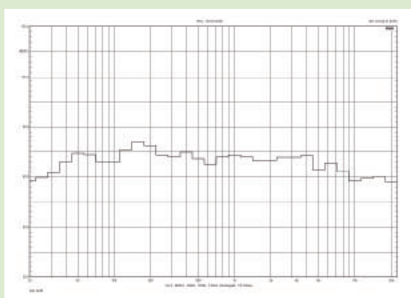
Charakterystyka widoczna na tle całego pasma akustycznego pokazuje dobrą ogólną równowagę, z basem wzmocnionym przez działanie tuby w zakresie 100-200 Hz, ale też całkiem dobrze rozciągniętym. W zakresie średnio-wysokotonowym widać, że wzmocnienie 4 kHz na osi głównej, ustępuje do niegroźnych już rozmiarów na osi 15°, a na osi 30° zakres powyżej 3 kHz jest już zbyt obniżony – to efekt pracy aż do 10 kHz głośnika szerokopasmowego o dużej średnicy, który na osi głównej jeszcze daje sobie radę, ale z rozpraszaniem idzie mu już znacznie gorzej (charakterystyki kierunkowe



Rys. 4. Charakterystyka przetwarzania w zakresie średnio-wysokotonowym, na osi 0°, dla głośnika wysokotonowego w polaryzacji odwróconej, dla trzech pozycji regulatora poziomu.



Rys. 6. Charakterystyki przetwarzania w zakresie niskotonowym, pomiar w polu bliskim (głośnik - wylot tuby - charakterystyka wypadkowa).



Rys. 7. Charakterystyka przetwarzania w całym pasmie akustycznym, na różnych osiach, zmierzona metodą szumu tercjowego.

szą w dużym stopniu uzależnione od średnicy membrany). Ustawmy jednak kolumny tak, aby nasza głowa znajdowała się na wysokości ok. 100 cm, w pobliżu osi 15° (a więc nie do końca skręcona na stronę miejsca odsłuchowego), włączmy superwysokotonowy w odwróconej polaryzacji, a powinno być całkiem dobrze. O wiele lepiej niż w *Grand Crescendo*...

Oddzielny rozdział to działanie obudowy tubowej. Ponieważ to pierwsza taka obudowa w naszych testach, przedstawiamy bardziej analitycznie działanie kolumny w zakresie niskich częstotliwości, pokazując indywidualne charakterystyki promieniowania z głośnika, z tuby i charakterystykę wypadkową (kiedyś robiliśmy to rutynowo przy każdym bas-refleksie, ale stało się to nudne). Patrząc na rys. 5. warto spoglądać równocześnie na rys. 1. – charakterystykę impedancji. Widać, jak przy częstotliwościach, przy których impedancja ma minima, na charakterystyce głośnika pojawiają się osłabienia, za to na charakterystyce promieniowania otworu – wzmocnienia (podobnie jak w działaniu bas-refleksu) – to rezonanse labiryntu odcciążające głośnik. W bardzo szerokim zakresie, od 10 Hz aż do 250 Hz, charakterystyka z tuby leży powyżej, i to zwykle znacznie powyżej charakterystyki z samego głośnika (z przedniej strony membrany) – to tuba jest odpowiedzialna za wytworzenie większej części energii w tym zakresie, warto uświadomić sobie jej właściwości wzmacniające, przecież to, co ją pobudza, to energia z tylnej strony membrany, o wartości (charakterystyce) dokładnie takiej samej, jak z przedniej strony membrany, którą widać znacznie niżej. Przeciwna faza promieniowania tylnej strony membrany przestała być problemem dzięki jej przesunięciu wprowadzonemu przez dużą długość zwiniętej tuby, jak i dominacji samej tuby. Poniżej 40 Hz, gdy fale stają się bardzo długie i labirynt akustyczny jest zbyt krótki, fazy promieniowania tuby i (przedniej strony) głośnika stają się przeciwne (nie dokładnie przeciwne, ale idźmy już na skróty), dlatego charakterystyka wypadkowa przecina charakterystykę samej tuby i opada szybciej – lecz i tak aż do 25 Hz leży wyżej niż charakterystyka samego głośnika. Zgodne współdziałanie głośnika i tuby przebiega w zakresach 40-90 Hz i 150-200 Hz, gdzie charakterystyka wypadkowa leży powyżej charakterystyki z tuby (i oczywiście z cichszego od tuby głośnika). Labiryntowe „antyrezonanse” (dokładnie przeciwne fazy promieniowania głośnika i tuby) pojawiają się przy 110 Hz i 220 Hz, z czego można obliczyć... długość labiryntu (zwiniętej tuby): aby taki efekt miał miejsce, musi się w nim ułożyć cała fala lub jej wielokrotność, a fala 110 Hz ma długość ok. 310 cm. Pierwszy

antyrezonans, przy 110 Hz, jest na charakterystyce wypadkowej zaznaczony słabiej, gdyż poziom z głośnika jest tu znacznie niższy niż z tuby; natomiast przy 220 Hz charakterystyki głośnika i tuby zbliżają się, stąd fazowy konflikt między nimi prowadzi do silniejszego wygaszania. Wreszcie powyżej 250 Hz przewagę zdobywa głośnik, i antyrezonanse znowu są słabiej widoczne. Charakterystyka tuby opada w kierunku średnich częstotliwości na skutek dolnoprzepustowego działania komory sprzęgającej (za głośnikiem, zanim zacznie się właściwa tuba, znajduje się mała komora). Nie jestem specjalistą od obudów tubowych (a może już jestem?), ale takie działanie bardzo mi się podoba – jest znacznie lepiej uporządkowane i wydajniejsze, niż w przypadku podobnie skomplikowanych obudów z linią transmisyjną, gdzie antyrezonanse labiryntu wygaszają dużą część energii. W głównym opisie wspominałem, że w obudowach tubowych stosuje się głośniki o niskiej dobroci (Qts). Niska dobroć powoduje wcześniejszy i łagodniejszy spadek charakterystyki samego głośnika – gdybyśmy „wygładzili” ją przy 40 Hz i 90 Hz, a także w mniejszych dołkach przy 130 Hz i 180 Hz, wówczas zobaczylibyśmy właśnie łagodny spadek, zaczynający się od 200 Hz. Mimo to wzmacniające działanie tuby jest tak skuteczne, że poziom w zakresie basu jest aż nadto „wydatny” w porównaniu z poziomem z zakresu średniotonowego, podczas gdy sam głośnik nie męczy się dużą amplitudą. Dobra tuba nie jest zła... No i fakt, że przy impedancji znamionowej 8 omów (taką uznajmy na podstawie poziomu w zakresie kilkuset Hz) mamy czułość, w tym przypadku tożsamą z efektywnością, na poziomie ok. 97-98 dB, też jest nie do pogardzenia.

Ponieważ w pomiarach drugiej kolumny tego „szerokopasmowego” testu do zobrazowania charakterystyki przetwarzania było konieczne przeprowadzenie pomiarów metodą szumu tercjowego, pomiar taki, dla porównania wyników (w tym samym pomieszczeniu) przeprowadziliśmy również dla *Benα* (rys. 7.). Wynik jest całkiem satysfakcjonujący, chociaż widać wyraźny spadek energii w zakresie wysokich częstotliwości, zaczynający się już powyżej 4 kHz, trzeba jednak pamiętać, że pomiar tą metodą zawsze pokazuje „mniej góry”. Bas nie wydaje się dramatycznie wzmocniony, ale zwróćmy uwagę, że decybelowa skala jest tu mało czuła.

Impedancja znamionowa [Ω]*	8
Efektywność (l W/l m) [dB]*	97
Moc znamionowa [W]	32
Wymiary (wys. x szer. x głęb.) [cm]	123 x 32 x 59
Masa [kg]	b.d.

* parametry zmierzone