

KLH MODEL FIVE

Niezwykła jest nie tylko sama konstrukcja *Modelu Five*, ale też jej geneza i paradoksalnie – staż na rynku. Nawiązując do sprzętu z lat 70., jest najświeższą propozycją w tym teście. Żyjemy w czasach pomieszania stylów i trendów, bardzo trudno jest ocenić wiek na podstawie samego wyglądu.

To nie tylko nowość, ale jedno z ważniejszych wydarzeń głośnikowych minionego roku, bowiem zapowiadane znacznie wcześniej, jednak pandemia opóźniła realizację planów. Pierwsze doniesienia wiązały się z prezentacją na CES 2020, ale potem nastąpiła cisza, a regularne testy pojawiły się w połowie 2021 roku, również w „Stereophile”, bowiem *Model Five* to dla Amerykanów coś bardzo ważnego już od ponad pół wieku.

W 1968 roku pojawiła się konstrukcja dokładnie o takiej nazwie i produkowana przez prawie całą dekadę (do 1977 roku) stała się w tamtym czasie w USA bardzo popularna. Było to bowiem dzieło firmy KLH (skrót od nazwisk założycieli: Henry Kloss, Malcolm Low, Joseph Anton Hofmann), starszej od *Modelu Five* o kolejne 10 lat... Kiedy pojawił się *Model Five*, KLH była już potęgą, a znakomitych projektów było znacznie więcej; m.in. elektrostatyczny *Model Nine*, zresztą nie tylko zespoły głośnikowe. A Henry Kloss miał smykałkę do interesów, więc zakładał kolejne firmy: Advent (1967),

Kloss Video Corporation (1977), Cambridge SoundWorks (1988), Tivoli Audio (2000). Można się nawet cofnąć do 1954 roku, kiedy to razem z Edgarem Villchurem założyli firmę Acoustic Research (nie mylić z „lampową” Audio Research) i przygotowali pierwszą amerykańską konstrukcję z obudową „acoustic suspension” – AR-1. Henry Kloss wniósł więc to rozwiązanie w „aporcie” do KLH i jeszcze szerzej je popularyzował.

Firma KLH działała do 1989 roku, kiedy to jej ówczesny właściciel – Kyocera Ltd. – zakończył produkcję. Odżyła dopiero w 2018 roku, gdy kupił ją David Kelly – były szef Klipscha. Aktualna oferta, do czasu wprowadzenia *Modelu Five*, nie była jednak spektakularna.

Zawierała dwa modele wolnostojące (*Kendall, Concord*), jeden podstawkowy (*Albany II*), centralny (*Story*), efektowe (*Beacon*), dwa subwoofery (*Stratton I* oraz *Stratton II*), przygotowane na bazie tych modeli gotowe zestawy wielokanałowe, a do tego kilka głośników instalacyjnych... W sumie nie tak mało, ale w ogóle nie było widać nawiązań do dawnych KLH, wszystkie propozycje były na wskroś nowoczesne i... zwyczajne, przystępne cenowo, bez high-endowych aspiracji. Może tak to sobie David Kelly wymyślił na podstawie analizy wyników sprzedaży Klipscha, a może *Model Five* planował od samego początku, i chociaż nie powiększa on znacząco oferty – to tylko jeden model – a robi dużą różnicę jakościową.



Wreszcie *Model Five* najlepiej uzasadnia, po co kupiono firmę KLH, prawie już zapomnianą...

Teraz popłynie na fali nostalgii, która niesie już wiele brytyjskich firm (np. Graham, Harbeth), dużą część oferty JBL-a czy pojedyncze propozycje innych marek, mających o czym przypominać. Wcześniej miłośnicy dawnych głośnikowych klimatów interesowali się (lub byli absorbowani) głównie małymi monitorami, w tym przytaczanymi nieskończoną ilość razy *LS3/5A* na czele. Wiązało się to po części z nurtem audiofilskiego minimalizmu, w którym małe dwudrożne układy były wzorem zdrowego rozsądku i sposobem osiągnięcia dobrego brzmienia nawet w małych pomieszczeniach, przy ograniczonym budżecie (choćby nawet małe produkty małych brytyjskich manufaktur do tanich nie należały). Przyszła jednak pora i na większe konstrukcje, od kilku lat widzimy tutaj ożywienie, którego do tej pory najważniejszym przedstawicielem był *JBL L100 Classic*, a najbardziej atrakcyjnym cenowo – *Wharfedale Linton*. Teraz do tego ekskluzywnego klubu dołącza *KLH Model Five* (ceną pośrednią). Wymienione konstrukcje testowaliśmy ze względu na ich unikalny charakter indywidualnie, na co zasługiwałyby również *Model Five*, jednak w tym czasie zebrała się cała grupa bardzo oryginalnych konstrukcji w dostatecznie sensownym zakresie cenowym, więc zakwalifikowaliśmy do niej również *Model Five*. Formalnie nie do końca pasuje, nie będąc przecież konstrukcją wolnostojącą wedle dzisiejszych norm, lecz nie są to też typowe monitory na standardowe standy o wysokości ok. 60 cm.

Wewnętrzne krawędzie cienkiej maskownicy szfazowano, co powinno do minimum zredukować odbicia i zakłócenia. Mimo to w pomiarach widać jej duży wpływ na charakterystykę. Być może sam gruby len wprowadza tłumienie.



Obudowę wykończono afrykańskim mahoniem, a maskownicę – beżową, lnianą tkaniną („Old World Linen”). Pasują do siebie idealnie. Jest też wersja z fornirem orzechowym i jaśniejszą maskownicą „Stonewash” (którą można dokupić oddzielnie).

Kolumny takiego formatu nie były stawiane pół wieku temu na żadnych standach, które są znacznie późniejszym wynalazkiem.

Ładowały na podłodze albo na różnych meblach, na wysokościach lepiej lub gorzej dopasowanych do wysokości miejsca odsłuchu, ale wówczas nie zwracano na to uwagi (i na wiele innych spraw, do których zaraz dojdziemy). Kierując nowy *Model Five* do obecnego klienta, zwłaszcza audiofila, z jednej strony okazującego szacunek dla dawnych produktów, a z drugiej – mającego już mocno wpojone współczesne wymagania, producent musi znaleźć zręczny kompromis. Są nim więc specjalne podstawy, dzięki którym nie straci on swojego charakteru i zachowa funkcjonalność. Tym razem nie są to masywne standy w stylu brytyjskim, a’la Harbeth, jakie przygotowano też do *Lintonów*, lecz podobne do tych z *L100* – metalowe, ale lżejsze, niższe i pochylające kolumnę lekko do tyłu. Czy chodzi o to, aby oś najlepszego brzmienia dotarła do słuchacza siedzącego w odległości w granicach 3–5 m, czy o korektę pozycji przetworników, jak w przypadku np. *Fun 13 MKII* czy *Cygnus MKII*? Zobaczymy w Laboratorium. KLH ma jednak odwagę nie wypożyczać podstaw w żadne kolce, podobnie jak samych kolumn – spoczywają one stabilnie na podstawach dzięki gumowym podkładkom przytwierdzonym już fabrycznie do ich szyn, opierając się na krótkich plecach z tyłu. Początkowo *Model Five* można było nabyć bez podstaw, dokupując je opcjonalnie, jednak sprawdzając ceny przed oddaniem materiału do druku, stwierdziłem, że obecnie pojawia się tylko jedna: 14 290 zł za parę, w komplecie z podstawami i maskownicami (być może te również trzeba było wcześniej dokupić). Ponarzekać mogą ci, którzy

mają pod takie paczki przygotowane optymalne miejsce na komodzie, a pozostali nie powinni, bo nawet na tych prostych podstawkach *Model Five* wyglądają jeszcze lepiej, bo staroświecko. W ten klimat świetnie wpisuje się też rodzaj okleiny – nie jest to wcale klasyczny i zarazem nowoczesny amerykański orzech, ale coś dzisiaj rzadziej spotykanego, za to w latach 70. popularnego: czerwony mahoń, mający swoją tradycję również na polskim rynku meblarskim tamtych czasów, powiedziałbym – mahoń Gierka. To wersja dostarczona do testu. Jest też druga – w europejskim orzechu. A do tego beżowa, lniana maskownica... estetyczny powrót do przeszłości jeszcze bardziej udany niż w przypadku *JBL L100*, gdzie pomarańczowa maskownica ma bardzo firmowy charakter, a *Model Five* może być bardziej uniwersalnie kojarzony z epoką, a nie z konkretnym producentem. Skoro już jesteśmy przy maskownicy, to nowoczesną, ale pozytywną zmianą jest jej mocowanie na magnesy. Co prawda, nie stosowano takiego rozwiązania w latach 70., ale w oryginalnych *Model Five* (jak w wielu kolumnach z tamtych lat) nie było nawet kołków, lecz rzepy... Co byśmy wybrali? Tym bardziej, że wówczas maskownice z reguły pozostawały założone, a obecnie zwykle je zdejmujemy, zarówno ze względu na ich niekorzystny wpływ na brzmienie, jak i atrakcyjniejszy wygląd frontów i samych przetworników. Projektant nowego *Modelu Five* starał się przygotować obydwie opcje, bowiem krawędzie maskownicy są od wewnątrz szfazowane, aby w jak najmniejszym stopniu zaburzały promieniowanie. Być może jednak sama gęsta tkanina wprowadza duże zmiany, widoczne w pomiarach. Po ściągnięciu maskownicy przed powierzchnią frontu wystają krawędzie bocznych ścianek, ale to już obowiązkowy element wykonania kolumn z przełomu lat 60. i 70. Płaskie fronty to „osiągnięcie” późniejsze.



David Kelly do przygotowania nowego *Model Five* zaangażował Kerry'ego Geista z firmy Klipsch. To się nazywa kumoterstwo. Albo zamiana ról. Albo doświadczenie i kompetencje. Wszelchność doświadczonego inżyniera. Przecież pół wieku temu Klipsch i KLH byli konkurentami, a każdy przekonywał do zupełnie innych rozwiązań i brzmień. Tubowa tradycja Klipscha jest kontynuowana w serii *Heritage*, którą też zaprojektował Kerry Geist, a teraz musiał wejść w zupełnie inną rolę.

Oryginalny *Model Five* miał obudowę zamkniętą i ma ją także współczesny *Model Five*. Podobieństw jest więcej, ale kończą się wcześniej, niż wielu by tego oczekiwało.

Nowy *Model Five* nie jest usilną kopią oryginału, lecz swobodniejszą interpretacją, zachowującą to, co ważne dla zasadniczej formy, a nawet dla szczegółów, o ile nie staną one wyraźnie na przeszkodzie współczesnym, podstawowym wymaganiom. Obudowa ma bardzo podobne wymiary, a więc i proporcje, wymienione już detale i wykończenie. Układ głośnikowy jest jednak inny – klasyczny tylko w ogólniejszym rozumieniu, nawet bardziej konwencjonalny, bowiem w oryginalnym pracowały dwa głośniki średniotonowe, ustawione jeden obok drugiego. Tak się dzisiaj nie robi... nie mając ku temu bardzo specjalnych powodów i rozwiązań, jak np. Polk Audio w wyjątkowych *Legend 800*. Jednak w latach 70. wiedza na temat właściwego ustawienia przetworników i jego skutków dla charakterystyk, zwłaszcza

kierunkowych, była w powijakach. Stąd tak wiele nieprawidłowych konfiguracji, z głośnikami porzucanymi po całym froncie, jakby tylko pod dyktando „równomiernego” ich rozłożenia albo zmieszczenia na ograniczonej powierzchni, z jednym tylko aksjomatem akustycznym: aby niskotonowy znajdował się najniżej, natomiast to, co dzieje się wyżej, nie podlega już żadnym regułom. Dzisiaj też widzimy wiele fantastycznych układów, ale w większości z nich nie ma błędów tamtej epoki. Nie dbano o jak najmniejszą odległość między średniotonowym a wysokotonowym, nie ustawiano ich w osi pionowej, co jest najlepszym rozwiązaniem, gdy mamy mniej więcej ustaloną wysokość miejsca odsłuchowego, ale chcemy przygotować jego większą szerokość (rozpraszanie będzie słabsze w pionie, lecz lepsze w poziomie). Ostatecznie można wysokotonowy przesunąć z osi lekko w bok, co ma swoje zalety w rozpraszaniu odbić od bocznych krawędzi. Stosowano więcej niż jeden średniotonowy, a nawet więcej niż jeden wysokotonowy, co też jest dopuszczalne, ale w określonych sytuacjach i na określone sposoby, których nie będziemy tutaj wymieniać. A rozmieszczając przetworniki niesymetrycznie, nie zapewniano symetrii układu dwóch kolumn – nie wykonywano ich „lustrzanych odbić”, lecz dokładnie takie same egzemplarze kolumny lewej i prawej (jest tak również w nowych *L100 Classic JBL-a*). Generalnie w ówczesnych konstrukcjach przetworniki nie były „mądrze” rozplanowane, chociaż nie zawsze było to wadliwe. Warto o tym pamiętać, aby bezkrytycznie nie ubóstwiać ówczesnych projektów. Przez pół wieku zdobyliśmy jednak wiedzę na ten temat, chociaż nie wszyscy z niej korzystają, co jest jeszcze cięższym grzechem zaniedbania, niż grzech nieświadomości konstruktorów tamtej epoki. I wypada cenić bardziej to, że robili, co mogli, w ówczesnych warunkach, naprawiali swoje błędy, mieli nowe pomysły i posuwali sprawę naprzód, a współcześni konstruktorzy często spoczywają na laurach; rozleniwieni symulacjami, mając za wzór wiele doskonałych konstrukcji, nie chcą się wgrzyzać w temat



Regulacje w kolumnach nie są dzisiaj w modzie, ale w tak retrospektywnej konstrukcji powinni się na nie zgodzić nawet najwięksi puryści. W tym przypadku zmieniamy poziom w całym zakresie średnio-wysokotonowym, ale w wąskich granicach ± 1 dB; więc w praktyce... regulujemy w ten sposób poziom basu.

i poszukiwać nowych rozwiązań, a hobbysty często nie mają nawet podstaw, uciekają do amatorskich skojarzeń i łatwizny subiektywnych ocen.

Nowy *Model Five* stworzono wedle starych recept, ale bez starych błędów.

Nie jest bowiem błędem stosowanie dużych przetworników niskotonowych. Pod tym względem współczesny trend konstrukcji z mniejszymi przetwornikami (przynajmniej w zakresie niski i średniobudżetowym, co daje też większe udziały układom dwudrożnym i dwupółdrożnym), korzysta jednocześnie z możliwości nowoczesnej techniki, jak też wychodzi naprzeciw modzie i przychylniejszemu spojrzeniu większości klientów na kolumny szczupłe. Komu jednak znowu (albo po raz pierwszy) spodobały się takie „paczki”, jak nowy *Model Five*, nie musi mieć obaw, że poświęci jakość na rzecz wyglądu. Nie należy też oczekiwać, że zdeklasuje całą konkurencję tylko dlatego, że wraca do dawnej formy. Szeroki front z dużym niskotonowym ma swoje zalety, wąski z małymi – swoje, ale najważniejsze, aby konstruktor potrafił je wykorzystać, harmonizując całość.



Dedykowane standy są już w komplecie, skorzysta z nich 90% użytkowników, a pozostali postawią *Model Five* na niskiej szafce.

W oryginalnym *Modelu Five* przetwor-
nik wysokotonowy miał 2-calową, stoż-
kową membranę papierową. Są i dzisiaj
miłośnicy takiej techniki, poszukiwacze
starych modeli w Internecie, jednak
wybór wysokiej klasy aktualnie pro-
dukowanych modeli tego rodzaju jest
znikomy, gdyż prawie wszyscy się
zgodzili, że kopułki godnie je zastąpiły.
W nowym *Modelu Five* zastosowano
25-mm kopułkę aluminiową. Czy
klóci się to z ogólnymi założeniami?
Kopułki rozpowszechniły się w latach
70., chociaż pierwsze pojawiły się już
pod koniec lat 50., i to w kolumnach
Acoustic Research AR-3, więc Henry
Kloss znał tę technikę od dawna, kiedy
szykował 10 lat później *Model Five*...
A jednak wtedy z niej nie skorzystał.
Pierwsze kopułki były sztywne, ale nie
metalowe, tylko tekstylne, nasączone
żywicą fenolową. Miękkie pojawiły
się nieco później, metalowe jeszcze
później. Pionierem była tutaj brytyjska
firma Celestion, która wprowadziła ko-
pułki miedziane... Dopiero na początku
lat 80., więc w tym szczególnie technika
nowych *Modeli Five* jest „ahistoryczna”,
aluminiowe kopułki nie były dostępne
przez całe 10 lat produkcji pierwowzo-
ru. Tutaj można zacytować klasyka: jest
prawda czasu, jest prawda ekranu.



Głośnik wysokotonowy to 25-mm kopułka
aluminiowa, stąd też siateczka ochronna.
W czasie kariery pierwszych *Modeli Five*
(1967 rok) metalowe kopułki nie były jeszcze
stosowane.

Głośniki średniotonowy i niskotonowy już tak „nie wychodzą przed szereg”, mając membra- ny celulozowe.

Dzisiaj już nie jedyne, ale wciąż
mogące spełniać potrzeby najbardziej
wymagających konstruktorów i użyt-
kowników. Stosowane są w modelach
tanich i bardzo drogich, w całym pa-
smie, nie biją żadnych parametrycznych
rekordów, za to mają bardzo dobry
bilans wszystkich ważnych cech. Nie
mają ewidentnie słabych punktów,
wykazują się dobrą sztywnością
i strątnością wewnętrzną, zapewniają
przyjemną, naturalną barwę, wynikającą
z rozproszenia rezonansów. Tworzone
przez nie charakterystyki często nie
wymagają skomplikowanego filtrowa-
nia, a czasami nawet żadnego. Jednak
powiedzieć, że głośnik ma membranę
celulozową, to nie powiedzieć o jego
jakości nic konkretnego. Tak jak stwier-
dzić, że skrzypce mają pudło rezonan-
sowe z drewna. Membrany celulozowe
są bardzo różne, począwszy od jakości
surowca, profilu, dodatkowych zabie-
gów, technologii i staranności wykona-
nia (suszenie, prasownię, nasączenie),



Mały, ale mocny, 12-cm przetwor-
nikowy pracuje od ok. 400 Hz do ok. 3 kHz.
Częstotliwości podziału są więc wyznaczone
zgodnie z aktualnymi trendami. Dawniej były
zwykle wyższe. Membrana średniotonowe-
go, tak jak niskotonowego, jest celulozowa.

łączenia z zawieszeniem i cewką...
A tym bardziej o jakości całego głośni-
ka, na którą wpływa wiele innych ele-
mentów. Dobra membrana celulozowa
daje projektantowi przetwornika duże
możliwości, których wykorzystanie
to kolejny etap, tak jak dobry przetwor-
nik dopiero otwiera kwestię jakości
całego zespołu, a nie zamyka ją. Ze
słabymi przetwornikami można zrobić
kolumny słabe albo bardzo słabe, z do-
brymi – każde, skończywszy na bardzo
słabych.

Zewnętrzne cechy przetworników
Modelu Five są obiecujące – kosze
odlewane z aluminium (oryginalne były
blaszanymi wytłoczkami), duże układy
magnetyczne.

Przetwornik wysokotonowy ma
również gruby, aluminiowy front, nie
ma jednak komory wytłumiającej za
magnesem.

Proporcje są bardzo typowe dla daw-
nych projektów, 25-cm niskotonowemu
towarzyszy 12-cm średniotonowy
(średnice koszy, nie membran), do tego
standardowa 25-mm kopułka pasuje
jak ulać. Częstotliwości podziału są zu-
pełnie współczesne i niższe niż dawniej
– 380 Hz i 2850 Hz (wartości poda-
wane przez producenta), prowadzone
przez filtry 2. rzędu.



Zgodnie z założeniami obudowy typu
„acoustic suspension”, zawieszenia sa-
mego głośnika powinny mieć bardzo dużą
podatność, co jednak trudno ocenić na oko,
zwłaszcza że większy wpływ ma dolne
zawieszenie.

Na koniec zostawiliśmy wątek być może najważniejszy, wymieniony przez producenta na samym początku opisu, nawet w podtytule: „10-calowy głośnik z akustycznym zawieszeniem”.

Co to jest akustyczne zawieszenie? To obudowa zamknięta. Ale można dowodzić, że specjalna...

Właściwości obudowy zamkniętej, wciąż często spotykanej, w porównaniu z jeszcze popularniejszą obudową bas-refleks omawialiśmy nieraz. *Model Five* daje jednak okazję do zajrzenia w pewien mniej znany, techniczno-historyczny zakamarek tego tematu. Przed wprowadzeniem obudowy zamkniętej, pod koniec lat 50. (przez Acoustic Research), były głównie stosowane obudowy bas-refleks, tubowe, ewentualnie w tanich urządzeniach (radiodbiorniki) – skrzynkowe, czyli z „nieszczelnym” tyłem. Każda miała inne właściwości, jednak wszystkie wymagały zastosowania głośnika o dość wysokiej częstotliwości rezonansowej fs, aby zapobiec jego mechanicznemu przeciążeniu (zbyt dużą amplitudą) w zakresie najniższych częstotliwości. Żadna z tych obudów przed tym nie zabezpiecza, bez względu na jej objętość. Zmniejsza amplitudę w pewnych wybranych zakresach częstotliwości (rezonansów labiryntu i bas-refleksu), ale nie niżej. Głośnik musi mieć więc „asekurację” własnej odpowiednio wysokiej częstotliwości rezonansowej, ponieważ jest ona równoznaczna z częstotliwością, poniżej której membrana jest „hamowana” własnym układem mechanicznym, przez co amplituda nie wzrasta, a charakterystyka opada 12 dB/okt. (przy głośniku zainstalowanym w hipotetycznej nieskończonej odgradzie, niewpływającej na jego parametry, a tylko izolującej przednią i tylną stronę membrany w celu uniknięcia „zwarcia” akustycznego). Przypomnijmy, że zachowanie stałego ciśnienia akustycznego przy obniżaniu częstotliwości wymaga znacznego wzrostu amplitudy – do drugiej potęgi, a więc np. czterokrotnego przy dwukrotnym spadku czę-



Acoustic Research AR-1 – pierwsze kolumny z obudową „acoustic suspension” (1957).

stotliwości. A dawne głośniki niskotonowe nie były przygotowane do dużych amplitud dlatego, że projektowano je pod kątem współpracy ze wzmacniaczami lampowymi o umiarkowanej mocy. Bardziej w cenie była więc ich wysoka efektywność, okupiona niższą mocą (mniejszy „zapas” cewki poza szczeliną).

Wprowadzenie wzmacniaczy tranzystorowych o wyższych mocach zmieniło priorytety – ważniejsza stała się moc kolumny, a mniej – efektywność.

Wpłynęło to zarówno na konstrukcję przetworników, jak i całych systemów. Co prawda można było pójść dalej drogą obudów tubowych i bas-refleks, zwiększając tylko moc (i ograniczając efektywność) stosowanych w nich przetworników, ale pojawiły się też inne nowe czynniki. Tranzystorowa elektrodinika, mniejsza niż wcześniej lampowa,

rozbudziła apetyt na zmniejszenie wymiarów również kolumn, bez ograniczania pasma. Obudowy zamknięte generalnie wymagają mniejszych objętości, zwłaszcza w porównaniu z wielkimi konstrukcjami tubowymi, ale również z bas-refleksem. Muzyka z instrumentów elektrycznych i elektronicznych zwiększyła obciążenie w zakresie najniższych częstotliwości, więc trzeba było przygotować głośniki o większej wydajności na skrajach pasma. Wreszcie rosnące wymagania jakościowe postawiły ówczesne obudowy tubowe i bas-refleks w trudnej sytuacji – stworzone pierwotnie do nagłaśniania dużych obiektów, głównie kin, gdzie kluczowa była efektywność, a nie jakość, przeniesione do warunków domowych przy nieco innych założeniach, nie mogły pochwalić się brzmieniem równym, czyścym, niepodbarwionym. Grały często żywiolowo, czasami pięknie, czasami strasznie... co było w dużym stopniu loterią. Doświadczenie konstruktora oczywiście miało znaczenie, ale prawidłowe zestrojenie bas-refleksu było sztuką opanowaną przez niewielu, bo wymykającą się znanym dzisiaj metodom obliczeniowym, nie mówiąc o symulacjach komputerowych. W tym miejscu trzeba przypomnieć, że w latach 60. nie były jeszcze znane metody, które w latach 70. stały się podstawą poprawnego projektowania obudów większości typów. Wiedza na ten temat powiększała się stopniowo, jednak jeszcze w roku 1971, na rok przed opublikowaniem przez Richarda Smalla swoich kluczowych prac (w których wykorzystywał o 10 lat wcześniejsze ustalenia Thiele’a, ale mało znane – stąd w skrócie mówi się o parametrach Thiele-Smalla), Henry Kloss mógł przekonywać w swoich publikacjach, że obudowa zamknięta jest lepsza od bas-refleksu nie tylko pod względem odpowiedzi impulsowej czy zabezpieczenia głośnika przed mechanicznym przeciążeniem, ale także z powodu jej „przewidywalności”, pewności co do osiągnięcia co najmniej poprawnych charakterystyk. Wymagało to jednak przygotowania nieco innych przetworników niskotonowych, niż wcześniej stosowane w bas-refleksie. I tutaj wracamy do hasła „akustycznego zawieszenia”.

Częstotliwość rezonansowa głośnika swobodnie zawieszonego (bez obudowy), oznaczona f_s , jest określona przez podatność jego zawieszni (zwykle dolnego resora i górnej „fałdy” – gumowej, piankowej, tekstylnej) i masy drgającej (membrany z cewką, a precyzując: jeszcze niewielkiej masy współdrgającej, czyli masy powietrza, która „przykleja się” do membrany).

Zainstalowanie w niewielkiej objętości zamkniętej głośnika ówczasie typowego dla bas-refleksu, a więc o dość wysokiej częstotliwości rezonansowej, na skutek oddziaływania podatności powietrza w obudowie podniosłoby ten rezonans jeszcze wyżej i nadmiernie ograniczyłoby pasmo przenoszenia.

Należało przygotować głośnik o znacznie niższej częstotliwości rezonansowej.

Zwiększenie masy membrany spowodowałoby jednak równocześnie obniżenie efektywności i pogorszenie odpowiedzi impulsowej. Natomiast zwiększenie podatności zawieszni nie wpłynie na efektywność, a odpowiedź impulsową nawet poprawi (obniży parametr dobroci Q_{ts}). Co prawda równocześnie podnosi objętość ekwiwalentną V_{as} (czyli objętość mającą taką samą podatność jak zawieszenie głośnika), a w konsekwencji zwiększa optymalną objętość obudowy (nie jest ona jednak tożsama z V_{as}), niż gdyby V_{as} nie wzrósł... ale dzięki niższemu f_s będzie to i tak objętość mniejsza dla pożądanej wartości f_c (rezonansu w obudowie). Ponadto zawieszenia głośnika działają zwykle nieliniowo, zwłaszcza przy wyższych wychyleniach (nowoczesne zawieszenia są pod tym względem znacznie lepsze niż dawniej), a powietrze w obudowie spręża się bardziej liniowo (w takich granicach, w jakich wywołuje to ruch membrany), więc z tego powodu zastąpienie zawieszenia samego głośnika przez zawieszenie tworzone przez podatność w obudowie byłoby korzystne. Nie można jednak zupełnie wyeliminować zawieszni głośnika, bo pełni ona również rolę centrującą – prowadzą

osiowo cewkę w szczelinie. W praktyce zwiększono więc podatność zawieszni samego głośnika (czyli zrobiono je „luźniejsze”), tym samym znacznie obniżając częstotliwość rezonansową, uwzględniając konieczny i znaczny w tej sytuacji wpływ małej podatności powietrza w obudowie podnoszącej rezonans (z f_s do f_c) nawet dwu-trzykrotnie. Stąd „akustyczne zawieszenie”, chociaż teraz możemy już zwrócić uwagę, że termin ten nie jest do końca poprawny – to raczej „powietrzne zawieszenie”, w odróżnieniu od gumowego, nomexowego czy jakiegokolwiek innego, założonego w samym głośniku... i wciąż obecnego.

Zastosowanie tak przygotowanego głośnika niskotonowego w obudowie o zbyt dużej objętości (a więc zbyt dużej podatności) lub bas-refleks groziłoby jego przeciążeniem w zakresie najniższych częstotliwości, jednak z czasem w nowoczesnych głośnikach zwiększono wychylenie maksymalne, co pozwoliło pogodzić niski rezonans, a wraz z tym niską częstotliwość graniczną, z brakiem „oparcia” na poduszce powietrznej w obudowach bas-refleks. Dodatkowym zabezpieczeniem jest zawieszenie progresywne, czyli takie, którego podatność zmniejsza się wraz z wychyleniem, co wydawało się ewidentną wadą (nieliniowość powoduje zniekształcenia), ale może zostać częściowo skorygowane nieliniowością samego układu magnetycznego, a pełni rolę zabezpieczenia. Ponadto weźmy pod uwagę, że w zakresie częstotliwości rezonansowej bas-refleksu następuje znaczne odciążenie głośnika od dużych amplitud (źródłem ciśnienia jest sam otwór) i jeżeli efekt ten zostanie zgrany z zakresem, w którym głośnik byłby już przeciążony, nawet w obudowie zamkniętej, to właśnie nisko dostrojony bas-refleks może być w praktyce lepszym zabezpieczeniem, z wyjątkiem tylko absolutnie najniższych częstotliwości, poniżej częstotliwości rezonansowej bas-refleksu.

Wreszcie nowoczesne metody projektowania bas-refleksów, jak też głośników specjalnie do nich przeznaczonych (przede wszystkim o niskim Q_{ts}), pozwalają wyeliminować wcześniejsze bolączki, głównie z odpowiedzią

impulsową. Oczywiście nie dotyczy to wszystkich konstrukcji i nie tylko z powodu słabych kwalifikacji konstruktorów – dobry głośnik do bas-refleksu wymaga silnego układu magnetycznego, a to oznacza koszty.

Obudowa zamknięta jest bardziej wyrozumiała i wytrzyma zastosowanie słabszych przetworników.

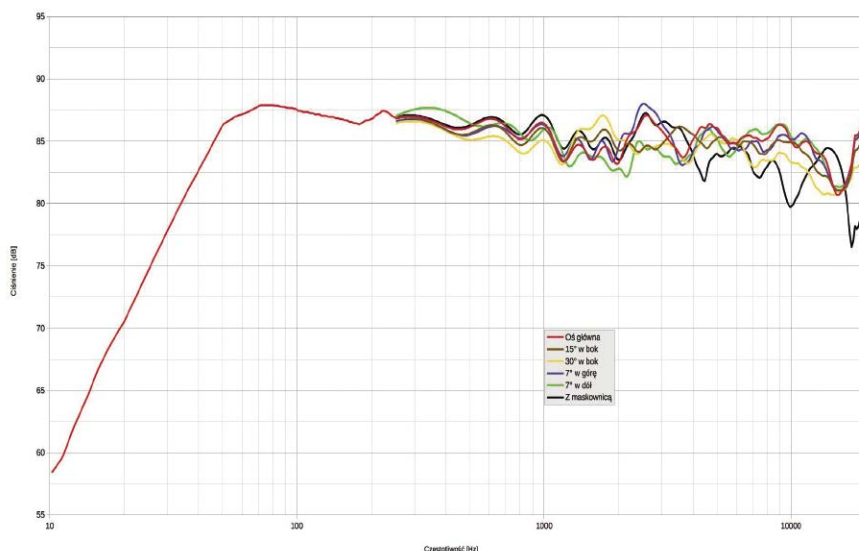
Ostatecznie jednak walory obudowy bas-refleks przechylają szalę i mają one wciąż większy udział na rynku niż obudowy zamknięte, które pół wieku temu wydawały się niektórym konstruktorom jedynym słusznym, nowoczesnym rozwiązaniem. Nie okazały się jednak wcale koncepcją błędną – mają swoich zwolenników, którzy czy to na podstawie przesłanek teoretycznych, czy własnego doświadczenia, nie chcą nawet słyszeć o bas-refleksie.



Oryginalny
Model Five z 1968 roku.
W swoim czasie bestseller,
ale dzisiaj nie jest już wzorem do ślepego
naśladowania. Wie to również konstruktor
nowej wersji. Membrany były mieszkanką
włókien drzewnych, wełny, bawełny
i dodatków bitumicznych.

LABORATORIUM KLH MODEL FIVE

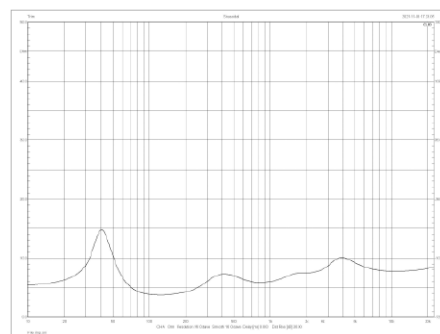
Zacznijmy od porównania podstawowych parametrów podawanych przez producenta i zmierzonych przez nas, a na pierwszy ogień idzie impedancja. W tej sprawie jeszcze historyczna dygresja. Pierwsze *Model Five* były 8-omowe – to informacja producenta i w tym przypadku nie ma sensu w nią wątpić, gdyż taka była ówczesna praktyka, dopasowana do możliwości większości wzmacniaczy z końca lat 60., obsługujących tylko impedancję 8 Ω . Z tych dawnych czasów utrwalił się pogląd, że impedancja 8-omowa jest „bezpieczniejsza” i faktycznie wciąż jest grupa wzmacniaczy (zwłaszcza lampowych, a także amplitunerów), do których lepiej podłączyć 8 Ω , więc wielu producentów kolumn deklaruje taką wartość impedancji swoich kolumn, chociaż faktycznie są one 4-omowe, gdyż to lepiej procentuje przy podłączeniu większości współczesnych wzmacniaczy, zdolnych oddać przy 4 Ω większą moc. Podobnie, chociaż subtelniej, postępuje KLH w przypadku nowego *Modelu Five*. Dowiadujemy się o minimum impedancji przy 140 Hz, które wynosi 3,5 Ω . Potwierdzają to pomiary, z tego nasuwa się jednak prosty wniosek (o ile stosujemy się do znanych nam unormowań), że impedancja znamionowa wynosi 4 Ω . Natomiast producent pod hasłem „impedancja” (bez dopisku znamionowa czy nominalna) deklaruje 6 Ω . Ustalona przez nas czułość to 87 dB, producent podaje 87,5 dB. Rozbieżność niby minimalna, ale „nasze” 87 dB pochodzi z symulacji pomiaru w półprzestrzeni, a firmowe 87,5 dB – z symulacji wolnej przestrzeni, a to już robi różnicę kolejnych 3 dB. Biorąc pod uwagę niską impedancję i przeciętną efektywność, nie są to kolumny wyspecjalizowane pod kątem współpracy z lampami, ale udanych związków w nimi nie można wykluczyć. Podawana moc znamionowa wynosi 200 W, a w „piku” nawet 800 W (jakie są jednak warunki tego „piku”, nie uściślono). Jednocześnie producent rekomenduje moc wzmacniacza w zakresie 20–200 W, a więc górną



rys. 1. charakterystyka przetwarzania w całym pasmie akustycznym, na różnych osiach.

granice rozsądnie koreluje z mocą znamionową. Moc pierwszego *Modelu Five* wynosiła „min. 25 W”. Nie znaczyło to, że należało do nich podłączyć wzmacniacz o mocy większej od 25 W, wręcz przeciwnie – była to minimalna gwarantowana moc znamionowa, czyli bezpiecznie można było dostarczać maksymalnie 25 W. Nowe kolumny, a zwłaszcza nowy głośnik niskotonowy, może przyjąć znacznie więcej.

Z materiałów firmowych dowiadujemy się oczywiście o pasmie przenoszenia i to w określonej ścieżce ± 3 dB, a więc 42 Hz – 20 kHz, z dodatkowo wyznaczonym spadkiem: -10 dB przy 32 Hz. Zmierzona charakterystyka spełnia te warunki nie tylko na osi głównej, a gdyby nie mały dołek przy 16 kHz, to utrzymałaby się w granicach ± 2 dB. Różnice między osiami $\pm 7^\circ$ w pionie są więc niewielkie, ale wciąż warto rozważyć. W tym miejscu wyjaśnimy, że osią główną pomiaru nie była oś wyprowadzona prostopadłe do przedniej ścianki, lecz ustalona na wysokości 90 cm (odpowiedniej dla wysokości głowy siedzącego słuchacza, a jednocześnie wychodzącej pomiędzy średniotonowym a wysokotonowym), lecz przy kolumnach ustawionych na firmowych podstawkach, a więc pochylonych do tyłu.



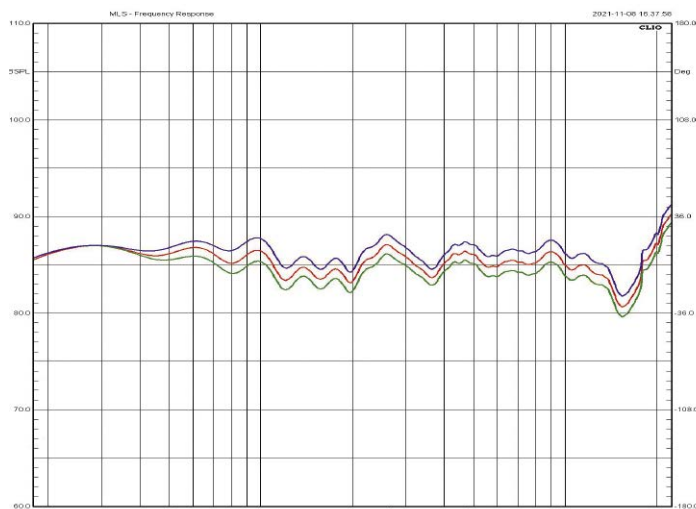
rys. 2. charakterystyka modułu impedancji.

Na tej osi charakterystyka wygląda najlepiej, jednak na osi $+7^\circ$ leży jeszcze wyżej w okolicach 2,5 kHz i generalnie duża energia w tym zakresie może się wiązać z odnotowaną w odsłuchu „komunikatywnością”, rozjaśnieniem średnicy, mimo że zakres poniżej 1 kHz też leży wysoko, a same wysokie tony – nieco niżej. Dodatkowo „ożywioną” charakterystykę odbioru użytkownicy, którzy ustawią *Model One* na niskiej szafce lub na niskich, ale niepochylonych podstawkach. Natomiast delikatniejsza, z obniżeniem w tym zakresie, pojawia się na osi -7° , a usłyszymy ją siadając nisko lub jeszcze bardziej pochylając podstawki.

Wobec takiej sytuacji i przewagi okolic 2,5 kHz nad wysokimi tonami, założenie maskownicy jest zdecydowanie niekorzystne (niestety, bo wygląda bardzo ładnie), bowiem zwiększa tę dysproporcję – maskownica wprowadza nieregularne osłabienia powyżej 4 kHz, które w sumie obniżają średni poziom w zakresie wysokich tonów. Nie skoryguje tego regulacja, której działanie pokazujemy na dodatkowym rysunku, bowiem nie działa ona niezależnie dla wysokich i średnich tonów, lecz bezwzględnie dla całego zakresu powyżej 400 Hz. Nie znaczy to, że jest bezużyteczna, jednak służy ona w praktyce do regulowania poziomu... niskich tonów, przez zmianę ich proporcji w stosunku do „reszty”. Różnice między charakterystykami wynoszą 1 dB – są więc niewielkie, ale dzięki temu pozwolą na „doszlifowanie” brzmienia do warunków akustycznych, bez robienia rewolucji. Zresztą sam konstruktor stwierdził, że to właśnie było jego intencją, a nie pozwolenie użytkownikowi na duże zmiany pod kątem indywidualnych upodobań. Chociaż... niezależnie tak subtelnej regulacji dla średnich i wysokich tonów – nie byłoby chyba z tym w sprzeczności, a dawało większe możliwości korekcji. Układ już został skomplikowany, a ścieżka sygnału wydłużona jednym przełącznikiem; dwa nie zrobiłyby większej szkody.

Wróćmy jeszcze do niskich tonów. Ze szczytem impedancji przy 40 Hz (pojedynczym, bo mamy do czynienia

rys. 3.
Charakterystyki na osi głównej dla różnych pozycji regulatora poziomu zakresu średnio-wysokotonowego.



z obudową zamkniętą) skorelowany jest spadek charakterystyki ok. 5 dB, układ rezonansowy pracuje więc z bardzo niską dobrocią ok. 0,55 (być może konstruktor celował w model Bessela – 0,58, ale nie w Butterwortha – 0,71), co da wyśmienitą odpowiedź impulsową. Poniżej charakterystyka opada z nachyleniem 12 dB okt., typowym dla wszystkich systemów zamkniętych.

Podstawowym powodem tak niskiej dobroci jest silny układ magnetyczny, a także 4-omowa impedancja. W takiej sytuacji można by uruchomić system bas-refleks, uzyskując najlepszą (dla tego wariantu) „kontrolę”, nawet jeżeli nie tak rygorystyczną jak z obudowy zamkniętej, to całkowicie satysfakcjonującą dla większości użytkowników. Potencjał Modelu Five jest doskonały do stworzenia kolumny „dwuwarian-

towej”, z bas-refleksem opcjonalnie zamykanym, ale nikogo nie namawiam do wiercenia dziury w obudowie.

Odnosząc się jeszcze do rozważań teoretycznych o obudowie z „akustycznym zawieszeniem”, przypominamy że owe 40 Hz to już rezonans f_c – głośnika zawieszonego na „poduszce powietrznej” obudowy zamkniętej, a rezonans f_s (głośnika zawieszonego swobodnie) jest znacznie niższy. Jaki dokładnie – nie wiemy, bo nie mierzyliśmy głośnika wykręconego.

Impedancja znamionowa [Ω]	4
Czułość (2,83 V/1 m) [dB]	87
Moc znamionowa* [W]	200
Wymiary** (W x S x G) [cm]	66 x 35 x 29
Masa [kg]	20

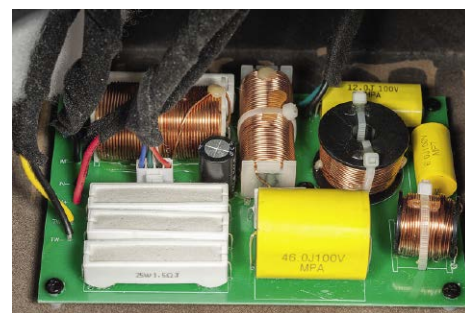
* wg danych producenta
** bez podstawy



Mocnym fundamentem wszystkich przetworników w Modelu Five są aluminiowe kosze i silne układy magnetyczne. Głośnik średniotonowy pracuje w komorze o objętości ok. 1,5 litra, utworzonej przez dodatkowe ścianki wewnątrz obudowy. Głośnik wysokotonowy nie ma dodatkowej puszkii wytlumiającej, ciśnienie od tylnej strony kopułki jest zamknięte w samym układzie magnetycznym.



Magnes niskotonowego ma średnicę aż 14 cm. Głośniki przeznaczone do obudów zamkniętych nie wymagają tak mocnych „napędów” jak te do bas-refleksu (nawet nie należy forsować zbyt niskiej dobroci Qts), ale być może służy to ustaleniu optymalnej wartości przy bardzo długiej cewce, a ta – pracy przy dużych amplitudach. Gładka, pozornie delikatna membrana wcale nie musi być lekka.



Według producenta filtry są „2. rzędu elektroakustycznie”, czyli o wypadkowych nachyleniach zboczy 2. rzędu (12 dB/okt.), a topologia zwrotnicy wskazuje, że już same filtry elektryczne są 2. rzędu. Są cewki rdzeniowe i powietrzne, kondensatory głównie foliowe, jeden elektrolityczny. Zestaw trzech rezystorów dużej mocy działa w regulacji poziomu zakresu średnio-wysokotonowego.

ODSŁUCH

Wśród wszystkich ekstrawagancji tego testu, specyfika *Modelu Five* polega na powrocie do klasyki. Można więc nabrać przekonania, że brzmienie KLH, „najnormalniejsze” w tej grupie, przekonuje o słuszności takiej retrospekcji, a większość eksperymentów prowadzi na manowce. Hm... Napisałem to, aby od razu podważyć taki tok myślenia, ale to nie takie proste. Ani to, że stare recepty gwarantują sukces; ani też to, że nie mają z nim nic wspólnego. Taka baza, jaką przygotował sobie KLH, pozwala na bardzo wiele: zarówno na ustalenie brzmienia pod każdym względem solidnego i zaawansowanego, jak też na dokonanie wołty, wywrócenie wszystkiego do góry nogami... Oczywiście znowu nawiązuję do swojego ulubionego wątku – ostatnie słowo należy do konstruktora strojącego zwrotnicę, który czy to przez brak umiejętności, czy to przez fantazję, zawsze może nas zaskoczyć. A między skrajnościami – neutralnością i szaleństwem – jest wiele różnych klimatów. W rzeczywistości nie ma neutralności idealnej, każda jest skażona czy też przyozdobiona jakimiś cechami indywidualnymi i takie też da się ustalić w *Modelu Five*. Mogą one mieć duży wpływ na ogólne wrażenie, na ostateczną, subiektywną ocenę i wybór użytkownika. Jednak intencje konstruktora zdają się być oczywiste.

Za pomocą klasycznej konstrukcji startuje w konkursie klasyk – nie zrównoważonego dźwięku, starając się minimalizować podbarwienia i maksymalizować dokładność, nie dając się ponieść fantazji i nastrojom.

Nie poniosą one również słuchacza. To dźwięk rzetelny, pozbawiony efektów specjalnych, mało wybuchowy i mało romantyczny. Pewnie wielu chciałoby, aby taka stylowa (technicznie i estetycznie) konstrukcja przenosiła w jakąś dawną epokę, do raju utraconego, ale nie dzieje się tutaj nic spektakular-

nego. To kolumny grające porządnie i bezpiecznie; muzycznie uniwersalne, niewymagające specjalnego przygotowania ani późniejszych zabiegów. Można w ich dźwięk wejść „z marszu”. Wracałem do nich kilkakrotnie, aby porównywać je z kolejnymi kolumnami tego testu, traktując je nawet jako „miejscowy” wzorzec neutralności. Nawet po dłuższej sesji z innym brzmieniem przesiadka na *Model Five* zawsze była co najmniej łatwa. Ale wcale nie musiała być powrotem do oazy zupełnego spokoju. To nie jest brzmienie ciepłe i lepkie, ale lekkie i komunikatywne w nienatarczywy sposób. Wokale nie zostały pogubione dla nadania im siły i powiększenia wolumenu, na pewnych nagraniach można by podejrzewać, że są rozjaśnione... jednak słuchając pod tym kątem wielu próbek, ostatecznie nie wydam takiego wyroku. Skąd ta niekonsekwencja? *Model Five* nie „cieniuje” przełomu średnich i wysokich częstotliwości, jak wiele innych kolumn, przechodzi przez ten zakres gładko i czytelnie. Nie kombinuje i nie czaruje, gra spójnie i „prostoliniennie”, uprzejmie, ale bez skrępowania.

Czasami pojawia się chłód, jednak głos Johnny’ego Casha to chyba dobry świadek w sprawie takich kolumn – udowodnił ich szerokie, bogate spektrum, z nasyconym, chociaż „nieprzedobrzonym” dołem pasma.

Był bliski i naprawdę zwiastujący ze wszystkich podejść w tym teście. Detal jest wyraźny, czasami nawet metaliczny, taki „nalot” mają wysokie tony, co wcale nie okazuje się być powodem ostrości i jakiegokolwiek przykrości... Wysokie tony można wręcz uznać za grzeczne, są poukładane, czyste, może nie krystaliczne, ale selektywne i bezbłędnie dopasowane do średnicy. Przez całą sesję regulator poziomu zakresu średnio-wysokotonowego znajdował się w pozycji neutralnej, a maskownica była zdjęta. Pewnie wszyscy czekają na wspaniały bas... a ten się wcale nie wychyla. Szlachetna obudowa zamknięta zachowuje wstrzemięźliwość, co wcale nie musi zachwycić wszystkich, którzy do tej pory tylko nasłuchali się o jej zaletach, czyli doskonałej „kontroli”, ale jej samej nie słyszeli. Zresztą, tak jak z bas-refleksem, bywa różnie. Tutaj bas gra szybko, trochę podbarwia, ale nie są to przydługie smużenia i dudnienia. Konkretnie,



Producent nie ukrywa, że nowe KLH wyprodukowano w Chinach. To wciąż problem dla niektórych klientów, jednak nie obawiałbym się samej technicznej jakości, prędzej pewnego dysonansu. To przecież produkt, który do „czegoś” nawiązuje i z którego Amerykanie chcą być dumni... Nie potrafią go złożyć sami?

sprawnie wykonuje zadania, ale swojej roli nie podkreśla. Kto spodziewa się, że 10-calowy woofer da czaadu, może być trochę zawiedziony, jak również ci, którzy oczekują cudów dokładności tylko z powodu obudowy zamkniętej. Ale mimo tej normalności, czy właśnie dzięki niej, *Model Five* omija pułapki, nie grzęźnie w basowych odmetach, nie jest potężny i pompatyczny, ale też wcale nie wybija twardego rytmu – jest raczej dyskretny i wspierający.

Pora na zmianę scenografii, akt drugi będzie już krótki. Dotychczasowa relacja odnosi się do ustawienia *Model Five* w „regularnej” odległości od ścian, ok. 1 m – od tylnej i ok. 2 m – od bocznych. Daje to dźwięk ze wszech miar poprawny, ale bez wielkich emocji, którym jednak chyba przydałoby się więcej basowej substancji... Przyniesienie do ściany poprawia proporcje.



Maskownica, jak to drzewiej bywało, jest wciśnięta między ścianki boczne, ale trzymana nie przez rzepy ani kołki, lecz nowocześnie – przez magnesy. Jej zdjęcie ułatwia tasiemka.

Bas wcale nie traci na artykulacji i zwrotności, przyrost jego masy nie spowalnia go, bo to tylko określenia zapożyczone z innych dziedzin. Bas jest raczej mocniejszy niż cięższy, a zmiana proporcji wpływa też pozytywnie na barwę średnich tonów – teraz bardziej soczystych, głębszych, mniej „monitorujących” nagranie, za to cieplejszych muzycznie. Mimo że zmieniały się proporcje całości, wysokich tonów wciąż jest dosyć. Nieprzepisowe dla współczesnego audiofilizmu ustawienie okazuje się optymalne dla kolumn pochodzących z czasów, gdy przemawiano się tym znacznie mniej. Tutaj mamy związek z obudową zamkniętą, więc takiego wniosku nie należy rozszerzać na wszelkie kolumny z poprzedniej epoki czy na nią stylizowane, ani nawet na wszystkie obudowy zamknięte, które, jeżeli konstruktor tak postanowi, też mogą basem przytłoczyć

ze środka pokoju. Wszystko się zgrywa, układa i harmonizuje, łączy walory brzmienia poważnego, neutralnego, eleganckiego, ale nie nazbyt wyniosłego i chłodnego.

Wypełniając wszystkie warunki podstawowe dźwięku wysokiej klasy i dokładając do tego odrobinę własnego charakteru, wyglądając bardzo szlachetnie, *Model Five* nie zmusza słuchacza zorientowanego dotąd na naturalność do „przewartościowania”.

To połączenie ogólnie normalnego, współczesnego, nowoczesnego dźwięku z niedziśnimszym wzornictwem, a nie skok na głęboką i nieznaną wodę.

KLH MODEL FIVE

CENA

14 300 zł

www.audiofast.com

DYSTRYBUTOR

Audiofast

WYKONANIE Konstrukcja nawiązująca do stylu lat 70. i ówczesnego *Modelu Five*, ale nie starano się go skopiować, tylko znacznie poprawić. Solidne przetworniki w układzie trójdrożnym, 26-cm niskotonowy, 12-cm średniotonowy – obydwie z membranami celulozowymi, 25-mm kopułka aluminiowa. Materiały wykończeniowe i detale „z epoki” – fornir mahoniowy, lniana maskownica. Wymagają podstawek (które są w komplecie) albo postawienia na niskiej szafce.

POMIARY Wyrównana charakterystyka z bardzo dobrą stabilnością między różnymi osiami. Duży, tłumiący wpływ maskownicy. Impedancja 4 Ω, czułość 87 dB.

BRZMIENIE Czytelne, uporządkowane, komunikatywne, bezpośrednie, bez egzotycznych klimatów i podróży w czasie. Porządny bas w roli wspomagającej, można ustawić blisko ściany.

OBUDOWA ZAMKNIĘTA - dodatek 1

Należy być ostrożnym z oceną podatności zawieszenia (a w ślad za tym częstotliwości rezonansowej) tylko na podstawie jego wyglądu. W recenzjach często spotyka się stwierdzenie, że zawieszenie na lateksowej fałdzie jest „twarde”, a na dużym gumowym resorze „miękkie”. Jednak na wypadkową podatność zawieszeń ma też wpływ dolny resor („spider”), a przy dużej podatności górnego zawieszenia to jego podatność staje się decydująca i wciąż może utrzymywać wysoką częstotliwość rezonansową.

Dotyczy to np. samochodowych głośników subwooferowych, które muszą być bardzo wydajne i wytrzymałe, ale wcale nie muszą „schodzić” ekstremalnie nisko – mają więc grube górne zawieszenie, pozwalające na pracę przy bardzo dużych amplitudach, ale wcale nie bardzo niską częstotliwość rezonansową, bowiem ustaloną przez małą podatność (dużą sztywność) dolnego resora. Ponadto nie zapominajmy, że na częstotliwość rezonansową, w takim samym stopniu jak podatność, wpływa masa układu drgającego. Dlatego duże

gumowe zawieszenie może, ale nie musi oznaczać niskiego rezonansu, podobnie jak możliwości pracy z dużymi amplitudami. Inne elementy konstrukcji głośnika mogą temu sprzyjać albo stanąć temu na przeszkodzie.

Tym bardziej rozróżnianie na podstawie wyglądu samego zawieszenia, czy głośnik jest bardziej odpowiednio do obudowy zamkniętej, czy bas-refleks, byłoby bardzo pochopne, bowiem wpływ na to mają głównie inne, zupełnie niewidoczne z zewnątrz cechy i parametry.

OBUDOWA ZAMKNIĘTA - dodatek 2

Ostatecznie można rozróżniać systemy ogólnie zamknięte i z „akustycznym zawieszeniem”, chociaż ten drugi zbiór należy do tego pierwszego. Czyli każdy system z akustycznym zawieszeniem jest z natury zamknięty, ale nie każdy zamknięty zasługuje na miano „akustycznego zawieszenia”. Przy czym kryterium nie będzie konstrukcja samej obudowy, ale bardziej parametry głośnika, a dokładniej: w jakim stopniu wzrosła jego częstotli-

wość rezonansowa (z f_s do f_c) i dobroć (z Q_{ts} do Q_{tc}) po zainstalowaniu w obudowie. Można się umówić, że jeżeli bardziej niż dwukrotnie, to mamy do czynienia z akustycznym zawieszeniem, a jeżeli mniej – to ze „zwykłą” obudową zamkniętą. Warto jednak wiedzieć, że już wzrost o pierwiastek z dwóch (np. z 25 Hz do 35 kHz) oznacza, że podatność powietrza w obudowie jest taka sama, jak podatność samych zawieszek głośnika, a wzrost większy – że już

mniejsza. Ustalanie, jak niska powinna być częstotliwość f_s lub f_c , ma mniejszy sens o tyle, że aby zrobić to „sprawiedliwie”, należałoby te wartości powiązać z wielkością przetwornika i obudowy – wiadomo, że od mniejszego wymagalibyśmy mniej.

To już rozważania czysto akademickie, niemające żadnego znaczenia dla użytkownika, ale kto ma ochotę na więcej, temu polecamy publikację:

<https://www.audioholics.com/loudspeaker-design/acoustic-suspension>.