

Piotr Peto

# Głośniki wysokotonowe cz. II

Membrany, cewki, zabezpieczenia i zwrotnice

Kontynuujemy rozpoczęty w poprzednim numerze temat driverów i tweeterów, czyli po prostu głośników wysokotonowych. Po ustaleniu miesiąc temu, czym różnią się drivery od tweeterów i jak są zbudowane, przechodzimy do kolejnych tematów związanych z tymi przetwornikami.

## MEMBRANY ORAZ CEWKI DRIVERÓW I TWEETERÓW

W przeciwieństwie do klasycznych głośników estradowych nisko- i średniotonowych, których membrany wykonywane są niemal wyłącznie z celulozy (choć czasem z różnymi dodatkami), w produkcji tweeterów i driverów używa się wielu różnych materiałów. Wśród nich można wymienić np. żywice fenolowe,

różnego rodzaju folie z tworzyw sztucznych i metali, takich jak np. aluminium, tytan czy nawet bardzo kosztowny beryl – kiedyś stosowany głównie w technice głośnikowej Hi-End, a dziś trafiający również do zestawów typowo estradowych. Każda z tych technologii ma oczywiście swoje wady i zalety, których omówienie przekraczałoby znacznie ramy objętościowe tego artykułu. Istotne jest, że nie

da się jednoznacznie określić który z wymienionych materiałów konstrukcyjnych jest najlepszy, szczególnie wówczas gdy będziemy brać pod uwagę relację cena-jakość. Można oczywiście domniemywać, że driver, w którym zastosowano np. membranę berylową, i który kosztuje 5 tys zł, będzie brzmiał lepiej niż taki, w którym użyto taniej membrany z tworzywa sztucznego, i którego koszt to np. 300 zł.



Jednak mocno dyskusyjną kwestią jest, czy tak duża różnica w cenie będzie proporcjonalna do różnicy jakościowej, i często może się okazać, że zdecydowanie przepłacamy.

Warto jeszcze dodać, że oprócz wielu rodzajów membran w driverach stosuje się różne technologie wykonywania ich zawiesznień. Czasem zawieszenie wytłoczone jest z tego samego materiału, co membrana, stanowiąc z nią integralną całość, i taka sytuacja dotyczy np. większości membran tytanowych. Stosowane są jednak również oddzielne resory, co powoduje konieczność użycia odpowiedniego kleju do łączenia tych dwóch elementów, i zdarza się, że to połączenie okazuje się niewalczym elementem konstrukcyjnym. Również karkasy cewek muszą być trwale połączone z membranami, i bywa, że w tym miejscu dochodzi do uszkodzeń, które polegają na oderwaniu się karkasu od membrany, co oczywiście powoduje destrukcję układu drgającego. Od rodzaju zawieszenia w dużym stopniu zależy częstotliwość rezonansowa drivera, na który to parametr często nie zwracamy uwagi, a jest on bardzo istotny, bo określa możliwości przetwornika w zakresie przetwarzania dolnej części pasma użytkowego głośnika wysokotonowego.

W driverach bardzo często używa się technologii nawijania cewek drutem płaskim na sztorc i najczęściej jest to drut aluminiowy. Nawiniętej w ten sposób w fabryce cewki nie da się „przewinąć” w domowych warunkach, a już na pewno nie uda się zachować fabrycznych parametrów. Jedynym rozsądnym rozwiązaniem w przypadku uszkodzenia cewki głośnika wysokotonowego jest wymiana na kompletny naprawczy, która to czynność



Membrana tytanowa.



Tanie driverzy wykorzystywane są nie tylko w sprzęcie budżetowym.

nie wymaga na ogół specjalnych umiejętności. Ta uwaga dotyczy zresztą wszystkich uszkodzeń driverów, a nie tylko spalonych cewek.

Oczywiście nie ma żadnych szans, żeby komplet naprawczy jednego producenta pasował do wyrobu innej firmy, mimo identycznej wielkości cewki. Chyba że będzie to identyczny driver, mimo firmowania go przez różnych producentów, co ostatnio dość często się zdarza. Znam przypadek, że ten sam przetwornik (nawet nie chiński, tylko jeszcze bardziej „egzotyczny”) montują 4 różne firmy, i to począwszy od sprzętu uważanego za „budżetowy”, a skończywszy na paczkach, których jeden moduł pasywny systemu liniowego kosztował w swoim czasie ponad 10 tys. zł, i to w promocji. Jak ma się ta cena do ceny drivera, który można w detalu nabyć za ok.

250 zł, pozostawiam ocenie Czytelników, dodając jeszcze dla jasności, że do kosztów drivera w tym konkretnym przypadku należy jeszcze dodać koszt 2 marnych głośników średniotonowych i zwrotnicy, co łącznie da jakiś 1.000 zł + obudowa z tworzywa.

Zwracam również uwagę na fakt, że bez problemu można nabyć komplety naprawcze do wielu głośników nie poprzez oficjalne kanały dystrybucyjne, tylko szukając innych źródeł w sieci.

Niestety bywa również tak, że pozornie identyczny komplet naprawczy nie tylko jest gorszej jakości, ale nawet nie da się go zamontować do

przetwornika, do którego teoretycznie jest przeznaczony, i z takimi przypadkami też już miałem do czynienia.

Podobnie wygląda sytuacja z kompletnymi driverami, które dalekowschodnie fabryki wykonują dla znanych producentów głośników i często sprzedają je we własnym zakresie, oczywiście wielokrotnie taniej.

## ZABEZPIECZENIA DRIVERÓW I ZWROTNICE

Teraz kilka słów na temat zabezpieczeń głośników wysokotonowych, stosowanych przez producentów aparatury. Z moich doświadczeń wynika, że praktycznie nie istnieje zabezpieczenie w 100% skuteczne – każdy, nawet najbardziej „mocarny” driver można uszkodzić, np. przez spowodowanie sprzężenia zwrotnego w systemie. Cewki tych głośników z natury rzeczy są o wiele słabsze i bardziej „delikatne” niż cewki głośników nisko- i średniotonowych. A komplet naprawczy to średnio 40% ceny głośnika i więcej, więc w przypadku profesjonalnych driverów, których ceny mogą znacząco przekraczać 1.000 zł, koszty naprawy mogą poważnie uszczuplić budżet. Niestety realia są takie, że dla wielu firm sprzedaż kompletów naprawczych to „złoty interes” i dlatego nie przywiązują specjalnej uwagi do stosowania „wymyślonych” zabezpieczeń. Znam z praktyki przypadki, gdy w paczkach renomowanego producenta klient naprawiał głośniki wysokotonowe 3 razy w ciągu roku, a każda taka „operacja” to był wówczas wydatek

## TUTORIALE

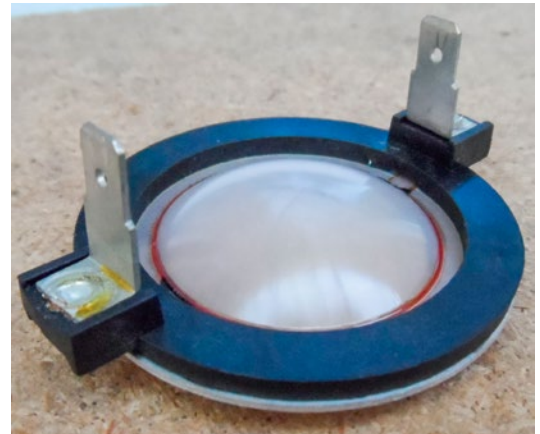
ok. 500 zł, bo tyle kosztował mały komplet naprawczy z cewką 25 mm. Zwrotnica do tej potężnej paczki dwudrożnej składała się z 3 elementów i miała wielkość 2 pudełek od zapalek. Dla kontrastu na zdjęciu poniżej prezentowana jest zwrotnica innej firmy, stosowana również w zestawie dwudrożnym (choć znacznie tańszym), w którą wbudowano specjalny moduł elektroniczny, wyposażony nawet w radiator, który pełni rolę zabezpieczenia drivera – bardzo przyzwoitego zresztą i 2 razy mocniejszego niż poprzednio wspomniany.

Jak więc widać, gdy się chce, to można – ale dziś mało komu się chce, bo priorytety określają głównie księgowi, a firmom nie opłaca się inwestować w stosunkowo rozbudowane układy zabezpieczające, gdyż generuje to dodatkowe koszty, a korzystniej jest zarobić „ekstra” na zestawie naprawczym, niż silić się na wyrafinowane rozwiązania, których i tak na pierwszy rzut oka nie widać.

Kolejne zdjęcie proszę potraktować jako ciekawostkę, bo pokazują na nim jeszcze jedną zwrotnicę do zestawu dwudrożnego, wyglądającą jak „samodział” zmontowany przez amatora, który zamiast laminatu i płytki drukowanej zastosował „chassis” z płyty wiórowej i połączył elementy filtra kablami w powietrzu. Smaczkowi sprawie dodaje fakt, że jest to produkt jednej z najbardziej znanych firm na świecie, który w swoim czasie sprzedawany był w Polsce za ok. 4 tys. zł/szt. No, ale to już historia o tyle, że wtedy w tych zestawach

przynajmniej montowano oryginalne głośniki producenta, co dzisiaj jest już raczej wyjątkiem, niż standardem.

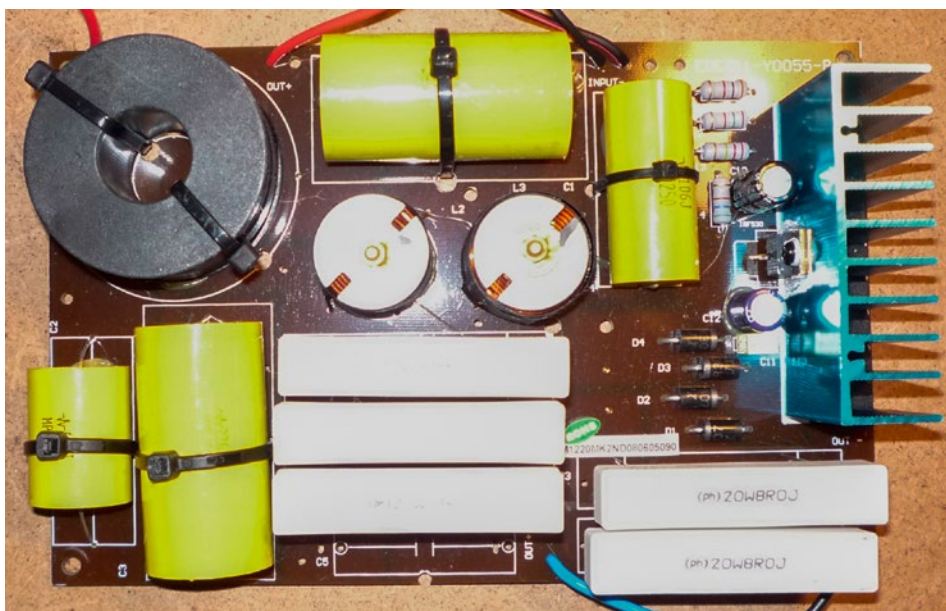
Jeśli chodzi o filtry pasywne stosowane w zestawach wielodrożnych, to ich konstrukcje bywają zarówno bardzo złożone, jak i ekstremalnie proste. Ponieważ interesuje nas sekcja wysokotonowa, to najprostszym filtrem jest w tym wypadku pojedynczy kondensator włączony w szereg z przetwornikiem, i takie rozwiązanie stosuje się wyłącznie w przypadku bardzo wysokich podziałów, najczęściej w systemach trójdrożnych, w odniesieniu do tweetera. Tłumienie 6 dB/okt często okazuje się jednak zbyt małe i w tym wypadku dołożenie cewki równoległe do głośnika daje nam już 12 dB spadku, co znacznie lepiej zabezpiecza sekcję wysokotonową. Gdy operujemy na niskich częstotliwościach podziału (np. poniżej 2 kHz), jeszcze korzystniej wypada układ złożony z 2 kondensatorów i cewki, czyli filtr o nachyleniu zbocza 18 dB/okt. Jako zabezpieczenie nie stosowane są różne rozwiązania – począwszy od żarówek samochodowych, poprzez bezpieczniki polimerowe wielokrotnego działania, a skończywszy na rozbudowanych układach elektronicznych, którego przykład zamieściłem powyżej. Ze względu na znacznie wyższą skuteczność głośników typu driver + tuba w stosunku do pozostałych



Membrana z tworzywa sztucznego.



Połączenie karkasu i membrany bywa newralgicznym punktem dla trwałości przetwornika.



Zwrotnica pasywna z elektronicznym modułem zabezpieczającym przetwornik wysokotonowy.

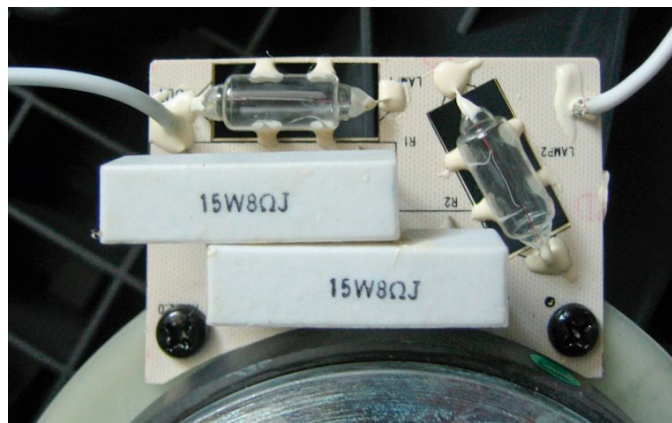
przetworników zestawu, często stosowane jest tłumienie sygnału zasilającego driver, realizowane w postaci dodatkowych rezystorów dużej mocy, które również są swego rodzaju zabezpieczeniem ograniczającym moc wydzielaną na cewce drivera.

Oczywiście łatwiej jest „zaaplikować” dobrze działające zabezpieczenie w zestawie aktywnym, niż w paczce wyposażonej w klasyczną zwrotnicę prądową. Miałem już do czynienia z wieloma tego typu rozwiązaniami, choć trzeba zauważyć, że kryją one w sobie pewną pokusę, której niestety ulegają niektórzy producenci. Otóż stosują oni ekstremalnie tanie i mało wytrzymałe mocowo przetworniki, licząc właśnie na skuteczne działanie aktywnych zabezpieczeń, co niestety nie zawsze się sprawdza. Taki układ, aby spełnił swoje zadanie, nie ingerując jednak zbyt brutalnie w brzmienie, musi spełnić wiele warunków i nie zawsze to się udaje małym kosztem, choć oczywiście dobrej klasy driver zawsze będzie droższy od najbardziej wymyślnej elektroniki. Dla celów poglądowych opiszę teraz sposób działania zabezpieczenia drivera stosowanego w aktywnej paczce pewnej firmy, którą miałem okazję badać w moim warsztacie, bo jak niektórzy z Czytelników wiedzą,

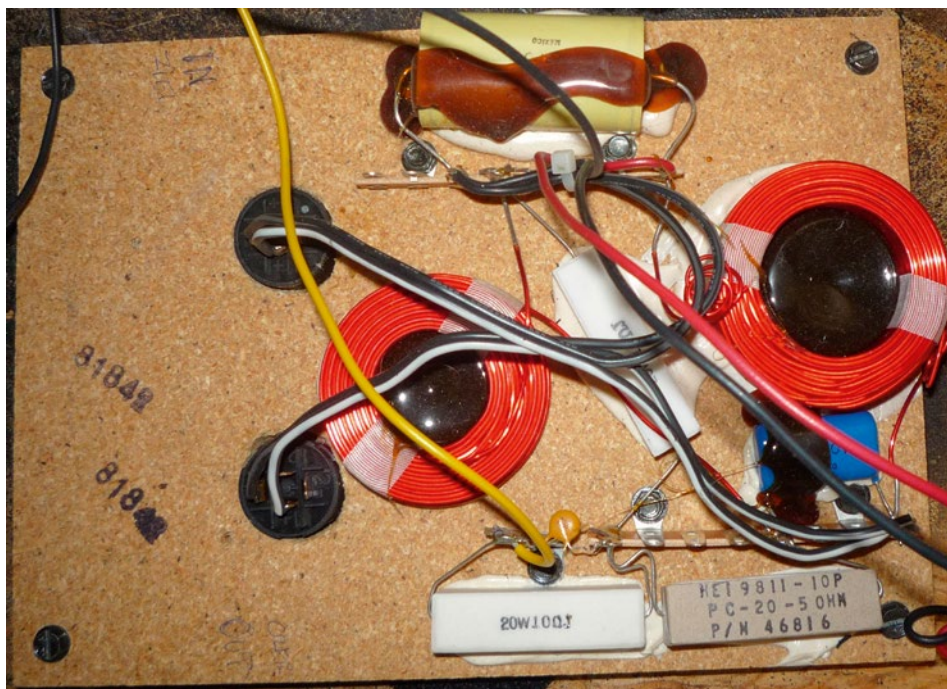
w swoim czasie zajmowałem się „zawodowo” testowaniem aparatury estradowej i mam tych opublikowanych testów na koncie bez mała setkę i wiele z nich poświęconych było właśnie zestawom głośnikowym.

We wspomnianym zestawie „inteligentna” elektronika zwrotnicy i wbudowanego w nią limitera działa w ten sposób, że jakkolwiek większy sygnał o charakterze ciągłym, dłuższym niż ok. 0,5 sekundy, powoduje ograniczenie napięcia zasilającego driver do poziomu ok. 5 V, przy czym niezależny wzmacniacz sekcji wysokotonowej jest w stanie dostarczyć sygnał o poziomie ok. 20 V, czyli 50 W, co dokładnie odpowiada rzeczywistej, nominalnej mocy drivera. Dzięki takiemu rozwiązaniu krótkie piki są przepuszczane, a dłuższe, potencjalnie „niszczące” dla drivera sygnały są ograniczane do bardzo bezpiecznego poziomu. Wydaje się, że tego typu rozwiązanie może nawet w pewnych sytuacjach skutecznie zabezpieczyć driver przed awarią, spowodowaną wystąpieniem w systemie sprzężenia zwrotnego.

Inny producent, którego paczkę też testowałem, podszedł do tematu trochę „na skróty”, po prostu ograniczając na stałe moc dostarczaną do drivera do poziomu ok. 10 W, i żaden większy sygnał na głośnik po prostu się nie przedostaje, choć w prospekcie stoi jak wół, że sekcja wysokotonowa dysponuje mocą 50 W. Na pytanie zadane przez „testera”, czyli przeze mnie, producent odpowiedział, że chodzi o nominalną moc wzmacniacza współpracującego z driverem, czyli w tym wypadku układu scalonego, który faktycznie może oddać do 50 W rms na obciążeniu 8 Ohm. Tyle że po drodze napotyka limiter, którego oczywiście wyłączyć się nie da, i stąd bierze się te 10 W,



Dodatkowe zabezpieczenie drivera w postaci modułu zawierającego rezystory i żarówki.



Zwrotnica zestawu dwudrożnego renomowanego – wbrew pozorom – producenta.

co skutecznie zabezpiecza driver dysponujący realnie mocą około 20 W. I tak kręci się ten biznes, a klient może być nawet zadowolony, no bo paczka gra i się nie psuje, przynajmniej jeśli chodzi o sam głośnik wysokotonowy. A to że „górką” gra z mocą 10, a nie 50 W jest nie do zweryfikowania przez użytkownika „na ucho”, podobnie jak trudne do zweryfikowania jest, że cały zestaw ma np. realnie 150 W, a nie 700, bo z takimi przypadkami też miałem do czynienia i osoby zainteresowane mogą odnaleźć ich opisy na mojej stronie internetowej w zakładce „Technika – testy sprzętu”.

Podam jeszcze jeden przykład aktywnego zestawu dwudrożnego, w swoim czasie dość popularnego w Polsce i nie tylko, gdzie co prawda również zastosowano dwie oddzielne sekcje wzmacniaczy do zasilania głośnika 15” i drivera, ale ten drugi dysponuje rzeczywistą mocą 100 W rms i próg zadziałania ogranicznika (limitera) ustawiony jest nieszczęśliwie właśnie na taką wartość. Powoduje to, że przy większych poziomach wzmocnienia wbudowany wzmacniacz

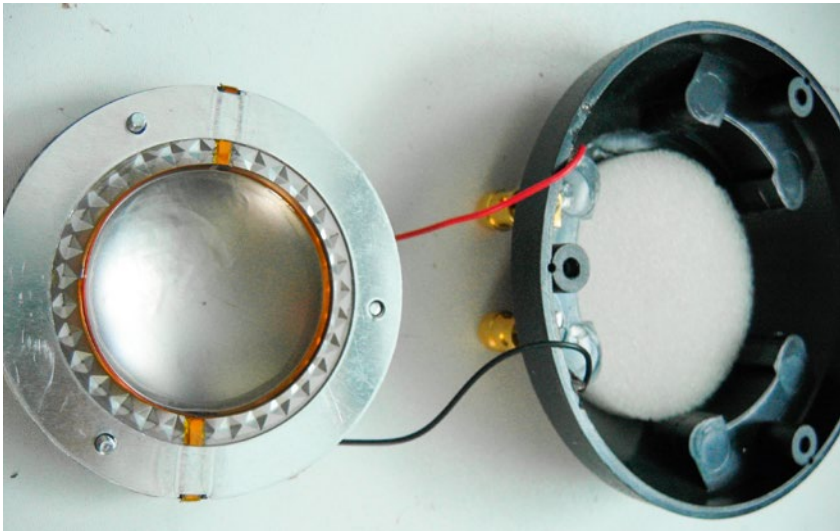
bez trudu „pali” 44 mm cewkę drivera o mocy nominalnej ok. 40 W. Co prawda producent zastosował jeszcze w zestawie popularne zabezpieczenie w postaci żarówek włączonych w szereg z głośnikiem i dodatkowych rezystorów, ale wielokrotnie naprawiałem te paczki, w których spalona była i żarówka, i cewka, a ponieważ sytuacja się powtarzała, dokonałem pomiarów, które w zasadzie wszystko wyjaśniły.

Inna sprawa, że dystrybutor zapewne sporo zarobił na kompletach naprawczych, a co za tym idzie producent też nie poszedł z torbami i nadal jest obecny na rynku.

### **KILKA UWAG O CHARAKTERZE BARDZIEJ OGÓLNYM, ZWIĄZANYCH Z PRODUKCJĄ, DYSTRYBUCJĄ I NAPRAWAMI GŁOŚNIKÓW WYSOKOTONOWYCH**

Większość uznanych producentów głośników ma w swojej ofercie również przetworniki wysokotonowe, choć niektóre firmy ograniczają się w tym zakresie do kilku zaledwie modeli, a inne prezentują ich znacznie większy wybór. W tym pierwszym przypadku można mieć niemal pewność, że zawsze będą dostępne fabryczne komplety naprawcze, co pozwala na naprawę głośników, które były zamontowane w zestawach nawet 2 dekady temu

## TUTORIALE



Taka cewka nie ma szans wytrzymać obciążenia mocą 100 W.



Dostęp do drivera niekiedy wymaga rozbioru obudowy zestawu głośnikowego.

i dawniej. W sytuacji gdy firma nieustannie zmienia ofertę, wciąż wprowadza nowe modele i modyfikuje starsze, może być czasem problem z dostępnością części do głośników produkowanych w latach ubiegłych.

Przyznam, że w mojej aparaturze, niemal od początku działalności, korzystam prawie wyłącznie z głośników wysokotonowych jednej europejskiej firmy, której oferta w tej dziedzinie jest bardzo bogata i zawsze można wybrać coś odpowiedniego do potrzeb. Jednak ten producent gwarantuje dostępność kompletów naprawczych w okresie 5 lat od zaprzestania produkcji, więc gdy trafiają do serwisu paczki z ubiegłego wieku, czasem zachodzi konieczność wymiany całego

drivera i taka „procedura” ma również miejsce w przypadku wielu innych firm, o ile nie uda się znaleźć odpowiedniego zestawu naprawczego. Zresztą wymiana całego drivera często okazuje się panaceum na bóleczki rozwiązania fabrycznego, i ta uwaga dotyczy szczególnie wyrobów współczesnych, o ile oczywiście jest to możliwe technicznie. Jak już wspominałem wcześniej, obecnie wiele firm (nawet tych bardzo znanych) montuje w swoich zestawach głośniki „absurdalnie oszczędnościowe” i dotyczy to również driverów, których komplety naprawcze często wcale nie są tanie, i wówczas może się okazać, że zakup i montaż nowego drivera w cenie fabrycznego kompletu naprawczego

do danej paczki (albo i tańszego) definitywnie rozwiązuje problem uszkodzeń firmowego „gwizdka”. Niestety takie rozwiązanie nie zawsze jest możliwe, choćby z uwagi na brak miejsca w obudowie czy inny sposób mocowania drivera do tuby. Warto też zauważyć, że w paczkach z tworzywa horn najczęściej jest integralną częścią konstrukcyjną obudowy i w tym wypadku dostęp do drivera bywa mocno utrudniony, gdyż trzeba wówczas „przepełowić” całą obudowę, rozkręcając ją na dwie części.

Pewne wątpliwości może również wzbudzać kwestia dopasowania charakterystyki nowego przetwornika do fabrycznych podziałów i korekcji dopasowanych do oryginalnego głośnika, szczególnie wtedy, gdy mamy do czynienia z „elektroniką”, a nie zwrotnicą pasywną, bo wówczas nie ma możliwości ingerencji w fabryczne ustawienia.

I już na zakończenie fragment oferty jednego z największych sklepów muzycznych w zakresie głośników wysokotonowych, który pokazuję dlatego, że ta firma „wrzuca do jednego worka” wszystkie przetworniki tego typu, określając je mianem „tweeterów”. Ba, nawet głośniki 4” uznawane są przez tę firmę za „tweeter”, co jest jednak trochę mylące, moim zdaniem.

Oczywiście tradycyjnie już zapraszam osoby zainteresowane na moją stronę firmową, gdzie znajduje się wiele ciekawych i niedostępnych gdzie indziej materiałów dotyczących techniki estradowej i oczywiście głośników, w tym obszerna zakładka poświęcona ich serwisowaniu. 🎧



Oferta jednego ze sklepów muzycznych z nieco mylącym określeniem „tweeter” praktycznie wszystkich głośników, łącznie z 4-calowymi.