

Niezbędnik dla amatorów i profesjonalistów W głośnikowym żywiole, część 14

Obudowy bas-refleks, część 6

W kilku poprzednich odcinkach przedstawiliśmy wiele zagadnień teoretycznych i praktycznych związanych z działaniem i zaprojektowaniem obudowy bas-refleks. Przyszła pora na przykłady – podobnie jak wcześniej dla obudowy zamkniętej, będziemy teraz analizować działanie głośników o różnych parametrach, w różnie strojonych obudowach z otworem.

Zgodnie z opublikowanymi kilka miesięcy temu tabelami i wzorami, możliwe jest obliczenie potrzebnej objętości i częstotliwości rezonansowej obudowy. Wybierając jeden z dopuszczalnych (dla głośnika o określonych parametrach Thiele'a-Small) model strojenia, znamy przybliżony kształt charakterystyki przetwarzania, ponieważ możemy obliczyć również częstotliwość spadku -3 dB , a także znamy wartość ewentualnego podbicia na charakterystyce powyżej częstotliwości rezonansowej. Bez programów symulacyjnych właściwości impulsowe możemy określić tylko bardzo ogólnie, a charakterystyka wytrzymałości pozostaje tajemnicą bez przeprowadzenia skomplikowanych obliczeń, których nawet nie proponowaliśmy. Nawet zakładając, że wielu hobbistów nie posiada programów symulacyjnych, to wprowadzenie ich do naszych ćwiczeń pozwoli zobaczyć, jak wyglądają dokładne charakterystyki, a także nabrać pewnej wprawy w przewidywaniu rezultatów właśnie wtedy, gdy przeprowadzenie symulacji komputerowych nie będzie możliwe. Nie ulega jednak wątpliwości, że symulacje są wielką pomocą dla dobrego

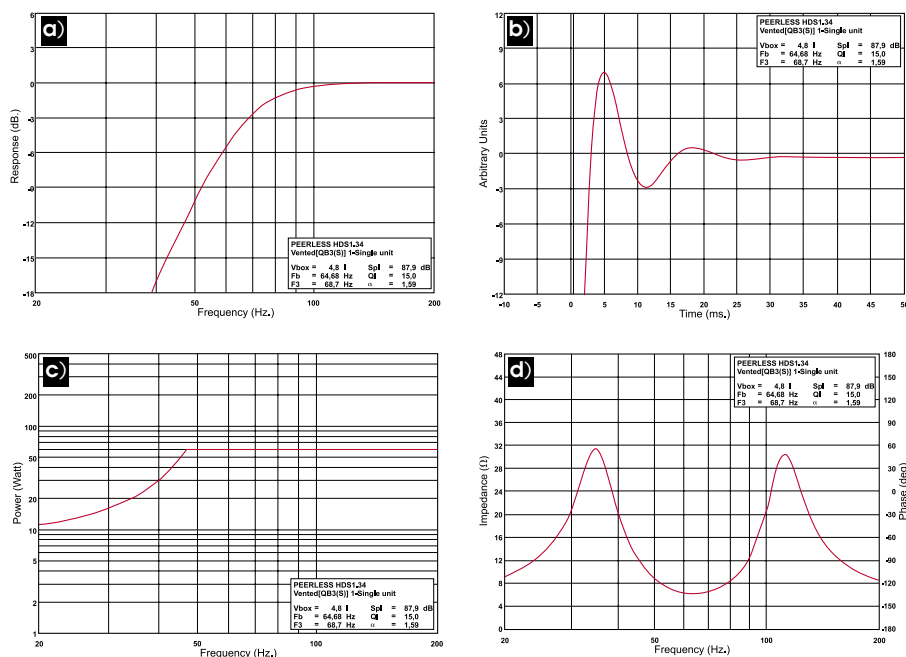
strojenia obudów bas-refleks. Pozwalają bowiem wyjść poza obręb kilku modeli teoretycznych, przedstawionych wcześniej, i np. odnaleźć najlepszą charakterystykę impulsową przy zupełnie innej objętości.

Podobnie jak w przypadku obudowy zamkniętej, przetestujemy 10 głośników, o różnych wielkościach – od 15 do 30 cm i różnych zestawach parametrów T-S. Większość z nich wystąpiła już w ćwiczeniach z obudową zamkniętą, będzie więc można dokonać również porównania rezultatów uzyskiwanych w obydwu przypadkach.

Na początek jednak dwa głośniki, których wcześniej nie przedstawialiśmy – 15 i 18 cm nisko-średniotonowe z referencyjnej serii HDS duńskiej firmy Peerless. Mają bardzo solidną i elegancką konstrukcję – odlewane kosze z wyprofilowanymi żebrami i wentylacją pod dolnym zawieszeniem, membrany wykonane z wielowarstwowego polipropyleny. Dobrze zrównoważona charakterystyka przetwarzania sięga do 5 kHz dla HDS-a 134 i 4 kHz dla HDS-a 164, pozwalając stosować proste filtry pierwszego rzędu i dobierać do współpracy każdy typ głośnika wysokotonowego.

15 cm HDS-134 (P850488 – fot. 54) ma następujący zestaw parametrów:

f_s [Hz]	61
Q_{-as}	0,41
Q_{-ms}	2,07
Q_{-ts}	0,34
V_{as} [dm^3]	7,6
R_e [Ω]	5,7

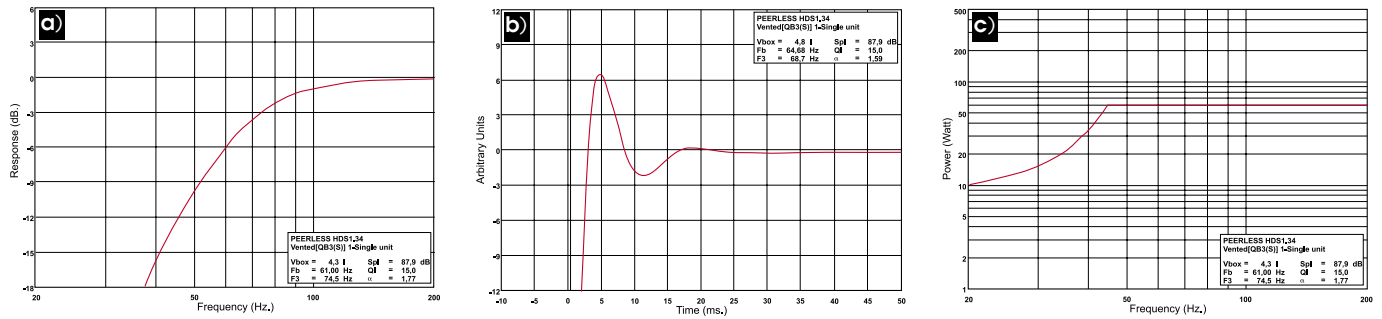


Rys. 55. HDS-134 w obudowie bas-refleks o parametrach: (model QB3 dla $Q_b=15$) $V_b = 4,8 \text{ dm}^3$, $f_b = 65 \text{ Hz}$, $f_3 = 69 \text{ Hz}$

a) charakterystyka przetwarzania, b) charakterystyka impulsowa, c) charakterystyka wytrzymałości, d) charakterystyka modułu impedancji



Fot. 54. Zdjęcie głośnika HDS-134



Rys. 56. HDS-134 w obudowie bas-refleks o parametrach: (model BB4 dla $Q_b=15$) $V_b = 4,3 \text{ dm}^3$, $f_b = 61 \text{ Hz}$, $f_3 = 74 \text{ Hz}$
 a) charakterystyka przetwarzania, b) charakterystyka impulsowa, c) charakterystyka wytrzymałości

S_d [cm ²]	91
X_{in} [cm]	0,8
Moc [W]	60

Jeden rzut oka na parametry Thiele'a-Smalla wystarczy aby stwierdzić, że jest to głośnik zdecydowanie stworzony do obudowy bas-refleks, a nie zamkniętej. O tym, że jest nieodpowiedni do zamkniętej, decyduje bardzo wysoki iloraz f_s/Q_{ts} , a o tym, że jest bardzo dobry do bas-refleksu, sama umiarkowana wartość Q_{ts} . Oczywiście, gdy głośnik ten stosowany jest jako średniotonowy, a także jako nisko-średniotonowy w satelitach przetwarzających od ok. 100Hz, wystarczy mu obudowa zamknięta. Chcąc jednak rozciągnąć pasmo niżej, musimy zastosować bas-refleks.

Wraz z pierwszym głośnikiem, na wstępie sprawdzimy, jak „działają” nasze wzory sprzed kilku miesięcy, a potem porównamy uzyskane w ten sposób wyniki z charakterystykami generowanymi przez program symulacyjny.

Niezależnie od rodzaju obudowy, najpierw korygujemy wartość Q_{es} i Q_{ts} ze względu na spodziewane dołączenie rezystancji szeregowej R_g – rezystancji cewki filtru dolnoprzepustowego. Niech będzie to skromne $0,5 \Omega$.

$$R_g = 0,5 \Omega$$

$$Q'_{es} = Q_{es} \cdot (R_g + R_e) / R_e$$

$$Q'_{ts} = Q_{ts} \cdot \frac{Q'_{es}}{Q_{es}} + Q_{ms}$$

Q_{ts} zwiększy swoją wartość z 0,34 do 0,37.

$$Q'_{ts} = 0,37$$

Teraz musimy wybrać jeden z modeli strojenia, dostępnych dla takiej dobroci głośnika. Na początek wybierzmy bardzo klasyczny QB3. Jeszcze tylko robimy założenie, że $Q_b=15$, czyli że dobroć samej obudowy jest wysoka – na co mamy szansę w małej objętości, jaką już przewidujemy ze względu na wielkość i parametry głośnika (umiarkowany Q_{ts} ,

mały V_{as}) – i z tabeli odczytujemy następujące dane:

$$\alpha = 1,5468 \quad (\text{Alfa} = V_{as} / V_b)$$

$$H = 1,0526 \quad (H = f_b / f_s)$$

$$f_3 / f_s = 1,1099$$

Obliczamy:

$$V_b = V_{as} / \alpha = 7,6 \text{ dm}^3 / 1,5468 = 4,9 \text{ dm}^3$$

$$f_b = f_s \cdot H = 61 \text{ Hz} \cdot 1,0526 = 64 \text{ Hz}$$

$$f_3 = f_s \cdot 1,1099 = 61 \text{ Hz} \cdot 1,1099 = 68 \text{ Hz}$$

Znamy już potrzebną objętość obudowy (V_b), częstotliwość rezonansową układu bas-refleks, do jakiej należy dobrać obudowę (f_b), a także częstotliwość spadku 3-decybelowego (68 Hz).

Aby obliczyć parametry samego tunelu – czyli jego powierzchnię i długość – przy znanych już V_b i f_b , stosujemy wzór przedstawiony dwa miesiące temu. Przypomnijmy, że do określonej częstotliwości rezonansowej doprowadzać będą różne kombinacje powierzchni i długości. Generalnie większe powierzchnie są lepsze, ale wymagają dłuższych tuneli, które zwłaszcza w małych obudowach trudno zmieścić – dlatego potrzebne jest tu wycucie i kompromis. Zajmiemy się tym już podczas symulacji.

Proste obliczenia z wykorzystaniem wzorów więcej nam nie powiedzą. Możemy oczywiście jeszcze sprawdzić, jakie rezultaty zaproponują inne modele.

Dla modelu SC4:

$$\alpha = 1,5567$$

$$H = 1,0456$$

$$f_3 / f_s = 1,1146$$

Obliczamy:

$$V_b = V_{as} / \alpha = 7,6 \text{ dm}^3 / 1,5567 = 4,9 \text{ dm}^3$$

$$f_b = f_s \cdot H = 61 \text{ Hz} \cdot 1,0456 = 64 \text{ Hz}$$

$$f_3 = f_s \cdot 1,1146 = 61 \text{ Hz} \cdot 1,1146 = 68 \text{ Hz}$$

Dla modelu BB4:

$$\alpha = 1,7372$$

$$H = 1,0000$$

$$f_3 / f_s = 1,2071$$

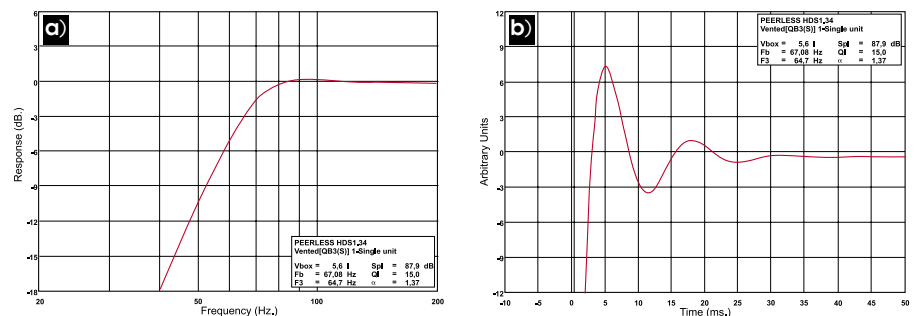
Obliczamy:

$$V_b = V_{as} / \alpha = 7,6 \text{ dm}^3 / 1,7372 = 4,4 \text{ dm}^3$$

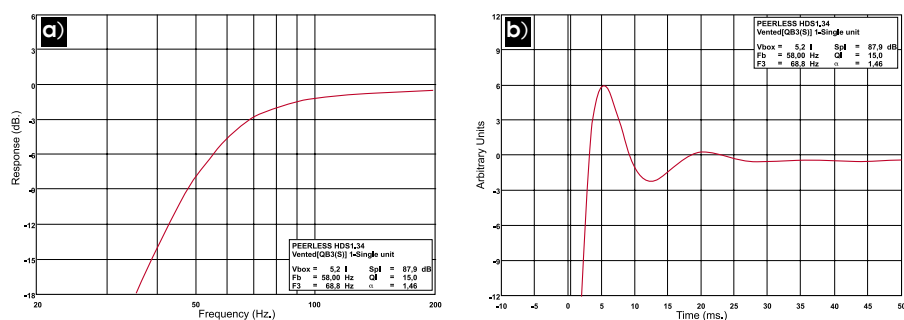
$$f_b = f_s \cdot H = 61 \text{ Hz} \cdot 1,0000 = 61 \text{ Hz}$$

$$f_3 = f_s \cdot 1,2071 = 61 \text{ Hz} \cdot 1,2071 = 74 \text{ Hz}$$

Model SC4 daje (przynajmniej w tym przypadku) bardzo podobne rezultaty jak QB3, natomiast BB4 wymaga o ok. 10% mniejszej objętości, nieco niższego strojenia, ale częstotliwość spadku -3 dB przesuwa się do góry. Po pierwsze jest to wskazówka, że obniżanie częstotliwości rezonansowej obudowy (układu bas-refleks) wcale nie gwarantuje obniżania częstotliwości granicznej, po drugie jednak utożsamianie częstotliwości granicznej ze spadkiem -3 dB jest czysto umowne. Częstotliwość spadku -3 dB jest tylko wskazówką, a nie pełną informacją na temat charakterystyki przetwarzania.

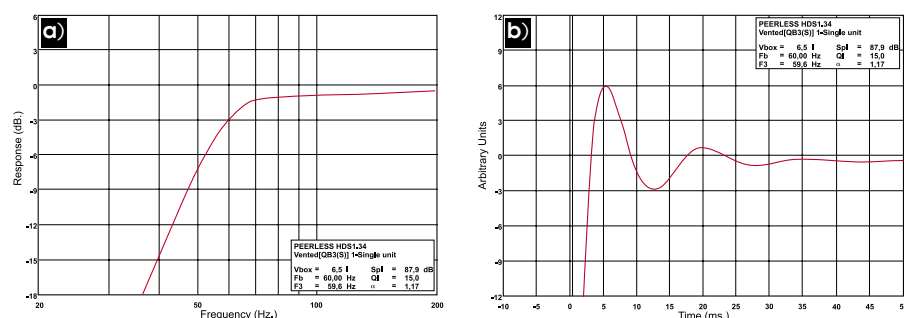


Rys. 57. HDS-134 w obudowie bas-refleks o parametrach: (model Hogesa dla $Q_b=15$) $V_b = 5,6 \text{ dm}^3$, $f = 67 \text{ Hz}$, $f_3 = 65 \text{ Hz}$
 a) charakterystyka przetwarzania, b) charakterystyka impulsowa



Rys. 58. HDS-134 w obudowie bas-refleks o parametrach: (bez modelu, dla $Q_b=15$) $V_b = 5,2 \text{ dm}^3$, $f_b = 58 \text{ Hz}$, $f_3 = 69 \text{ Hz}$

a) charakterystyka przetwarzania, b) charakterystyka impulsowa



Rys. 59. HDS-134 w obudowie bas-refleks o parametrach: (bez modelu, dla $Q_b=15$) $V_b = 6,5 \text{ dm}^3$, $f_b = 60 \text{ Hz}$, $f_3 = 60 \text{ Hz}$

a) charakterystyka przetwarzania, b) charakterystyka impulsowa

Przejdźmy teraz do symulacji, które dadzą nam nie tylko znacznie więcej informacji, ale i większą swobodę w strojeniu, pozwalając bezpiecznie wyjść poza obszar kilku „stabelaryzowanych” modeli.

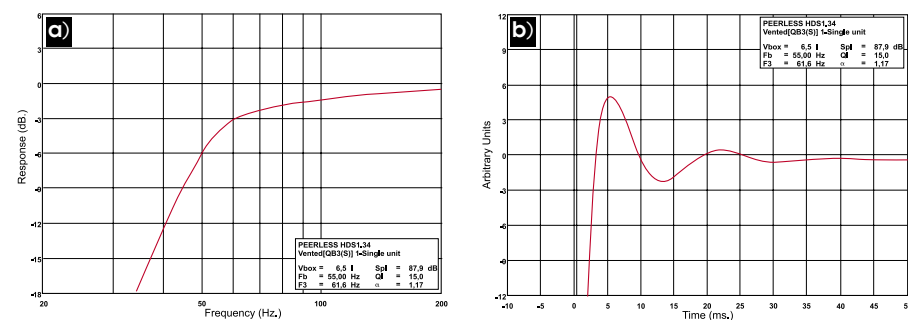
Dla modelu QB3 (rys. 55) program symulacyjny wyliczył minimalnie mniejszą objętość (4,8 litra wobec 4,9 litra z wcześniejszych obliczeń) i minimalnie wyższe częstotliwości: rezonansową obudowy (65 Hz w miejsce 64 Hz) i spadku -3 dB (69 Hz w miejsce 68 Hz). To różnice w praktyce nieistotne, program działa zgodnie ze znanymi nam wzorami.

Charakterystyka przetwarzania (a) pozwala nam ustalić np. spadek -6 dB (przy 59 Hz). Zastawiająca jest charakterystyka wytrzymałości (c) – moc znamionową 60 W głośnik utrzymuje do ok. 46 Hz, poniżej następuje szybki spadek, aby przy 20 Hz zbliżyć się do 10 W. Głośnik jest więc narażony na nieliniową pracę nawet przy dostarczeniu kilkunastu watów w zakresie najniższych częstotliwości. Natomiast przed zbyt wczesnym uszkodzeniem chroni go znacznie większa amplituda maksymalna niż w przypadku pracy liniowej. Wcześniej następujący spadek wynika z

wysokiej częstotliwości rezonansowej – poniżej niej głośnik nie jest obciążany ani pracą układu rezonansowego, ani powietrzem w obudowie, które jest swobodnie przepompowane przez otwór.

Natomiast bez porównania z innymi głośnikami, trudno jest na tym etapie interpretować charakterystykę impulsową (b) – chyba że cofniemy się do ćwiczeń z obudową zamkniętą sprzed kilku miesięcy, ale Ameryki nie odkryjemy stwierdzając, że odpowiedzi obudowy zamkniętej miały mniejszą oscylację.

Dla tego strojenia pokazaliśmy też charakterystykę modułu impedancji



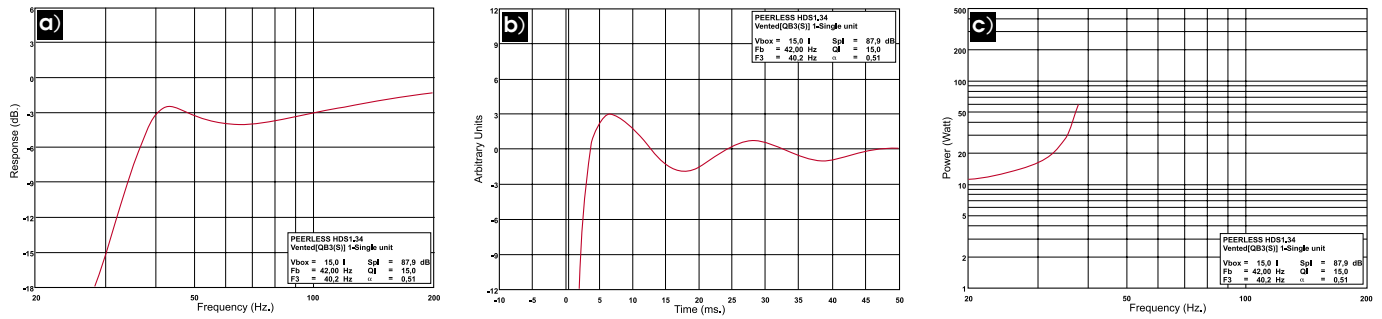
Rys. 60. HDS-134 w obudowie bas-refleks o parametrach: (bez modelu, dla $Q_b=15$) $V_b = 6,5 \text{ dm}^3$, $f_b = 55 \text{ Hz}$, $f_3 = 62 \text{ Hz}$

a) charakterystyka przetwarzania, b) charakterystyka impulsowa

(d). Minimum między wierzchołkami leży w okolicach częstotliwości rezonansowej obudowy, a obydwa wierzchołki mają podobną wysokość, ponieważ częstotliwość ta jest bliska częstotliwości rezonansowej głośnika fs (jest jednak nieco wyższa, dlatego „górny” wierzchołek jest niższy).

Również dla modelu BB4 (rys. 56) zbieżność parametrów wyliczonych przez program z naszymi obliczeniami jest bardzo dobra. Model BB4 określił nam wyraźnie wyższą częstotliwość spadku -3 dB od modelu QB3, jednak mając do wglądu pełne charakterystyki przetwarzania, warto porównać spadki -6 dB . Okazuje się, że na tym poziomie różnica jest już bardzo niewielka – 59 Hz dla QB3 i 60 Hz dla BB4.

Charakterystyka wytrzymałości zaczyna spadać nieco niżej (od 64 Hz), ale też zbliża się do 10 W przy 20 Hz. Różnice te spowodowane są niższym strojeniem. Przypomnijmy przy okazji, że model BB4/SBB4 ustala częstotliwość rezonansową obudowy, niezależnie od dobroci głośnika Q_{ts} , zawsze przy jego częstotliwości rezonansowej f_s . Dlatego powyższych wniosków nie należy uogólniać - dla głośników o dobroci Q_{ts} wyższej od ok. 0,4 inne modele, w tym QB3, będą ustalały częstotliwość rezonansową obudowy f_b poniżej częstotliwości rezonansowej f_s , a model SBB4 nadal przy f_s , czyli wyżej, i wówczas jego charakterystyki będą opadały bardziej stromo. Tymczasem jednak, dla głośnika o dobroci $Q_{ts}=0,37$, strojenie $f_b=f_s$ daje łagodniejszy (choć zaczynający się wcześniej) spadek charakterystyki przetwarzania, a także nieco lepszą charakterystykę impulsową. Na podstawie poprzednich obliczeń trudno było znaleźć jakiejś przewagi strojenia BB4 nad QB3, symulacje ujawniły jednak dodatkowe fakty, które



Rys. 61. HDS-134 w obudowie bas-refleks o parametrach: (bez modelu, dla $Q_b=15$) $V_b = 15 \text{ dm}^3$, $f_b = 42 \text{ Hz}$, $f_3 = 40 \text{ Hz}$

a) charakterystyka przetwarzania, b) charakterystyka impulsowa, c) charakterystyka wytrzymałości

warto wziąć pod uwagę. Nadal nie można powiedzieć, że w tym przypadku (ani tym bardziej generalnie) BB4 daje lepsze rezultaty niż QB3, jednak w pewnych warunkach to strojenie może być korzystniejsze - np. dla mini-monitora (nieco mniejsza objętość dla modelu BB4 może jednak mieć znaczenie), który stać będzie nie na podstawkach daleko od ścian, ale na półce (wówczas łagodniejszy spadek charakterystyki będzie bardziej „odporny” na podbicie w zakresie średniego basu, powodowane odbiciami).

Modelu SC4 symulacjami nie sprawdzaliśmy, ponieważ we wstępnych obliczeniach zademonstrował wyniki bardzo podobnie do QB3, za to program Boxcalc daje nam jeszcze do dyspozycji inny model strojenie bas-refleksu - Hogesa (rys. 57). Podyktował on największą objętość obudowy - 5,6 litra, i najwyższą częstotliwość rezonansową - 67 Hz. W rezultacie spadek -3 dB pojawił się przy 65 Hz, a -6 dB przy 47 Hz. Pasma przetwarzania zostało więc rozciągnięte najniżej, ale kosztem charakterystyki impulsowej, która jest wśród trzech symulowanych modeli najslabsza.

Sprawdźmy jeszcze, jaki otwór i tunel są potrzebne dla wykonania przedstawionych strojeń - czy jego zbyt duża długość nie stanie na przeszkodzie uzyskaniu wymaganej częstotliwości rezonansowej obudowy.

Na podstawie szacunków odnoszących się do wielkości głośnika, a dokładnie jego wychylenia objętościowego, zakładamy, że średnica otworu powinna wynosić przynajmniej 4 cm. Wówczas dla dostrojenia według modelu QB3, tunel powinien mieć długość 16 cm, co w niespełna 5 litrowej obudowie może być trudne do wykonania. Zmniejszenie średnicy do 3,5 cm pozwala skrócić tunel do 12 cm. Natomiast przy średnicy 4 cm

tunel dla strojenia BB4 powinien mieć aż 21 cm (mamy tu przecież mniejszą objętość, ale niższą częstotliwość rezonansową, niż w QB3), a dla średnicy 3,5 cm długość 15,5 cm.

Inaczej w strojeniu według Hogesa - przy większej objętości i jednocześnie wyższej dyktowanej częstotliwości rezonansowej, będzie potrzebny krótszy tunel. Nawet dla średnicy 4 cm wystarczy 12 cm.

Jak widać, same parametry tunelu mogą wpływać na decyzję o wyborze określonego modelu strojenia. Wahając się między QB3 a BB4, ten pierwszy może nas przekonać łatwiejszym do zainstalowania, krótszym tunelem.

Na koniec wykorzystajmy symulację inaczej - poszukując własnego strojenia. Np. spróbujmy osiągnąć nie gorszą charakterystykę impulsową od najlepszej z dotychczasowych (BB4), jednocześnie rozszerzając charakterystykę przetwarzania w stosunku do tego modelu (rys. 58). Po kilku próbach, okazuje się, że ustalając objętość 5,2 litra i częstotliwość rezonansową 58 Hz, uzyskujemy charakterystykę impulsową o najniższej oscylacji, podobnym jak w modelu BB4 czasie wygaszania, a charakterystyka przetwarzania wykazuje spadek -3 dB przy 69 Hz i spadek -6 dB przy 54 Hz - niżej, niż we wszystkich modelach, nawet wzięwszy pod uwagę Hogesa. Charakterystyka przetwarzania zaczyna opadać wcześniej, ale łagodnie - dzięki niskiej częstotliwości rezonansowej. Przy średnicy 4 cm, tunel powinien mieć długość 19 cm, co może okazać się kłopotliwe, ale przy 3,5 cm już tylko 14 cm - co powinno być wykonalne.

Zróbmy jeszcze inne założenie - że przykładając mniejszą wagę do charakterystyki impulsowej, sprawdzimy częstotliwość spadku -3 dB do 60 Hz. W tym celu należy powięk-

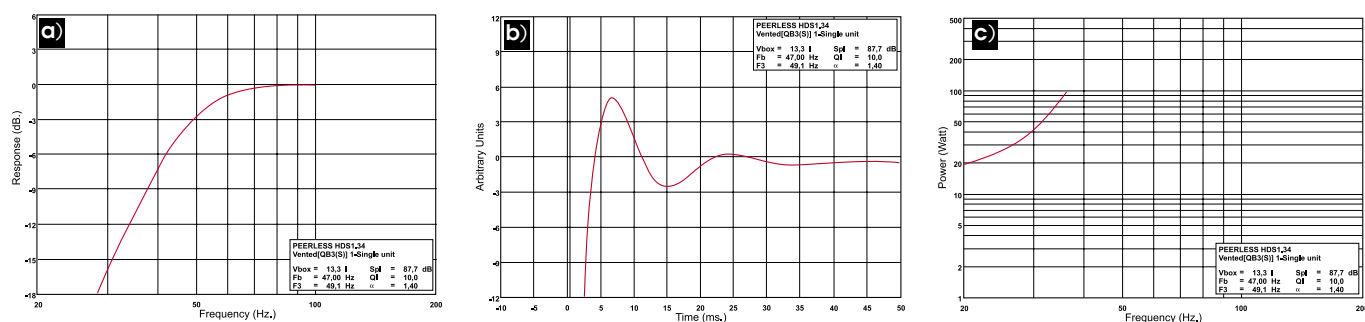
szczyć objętość do 6,5 litra i dostroić obudowę do 60 Hz (rys. 59). Mimo uzyskania najniższej z dotychczasowych częstotliwości -3 dB, charakterystyka impulsowa wcale nie jest gorsza niż w modelu Hogesa, ale dalsze powiększanie objętości powodowało wyraźne wydłużanie oscylacji. Wykonanie takiego strojenia nie będzie też nastrożać trudności - przy średnicy 4 cm tunel powinien mieć długość 13 cm, a przy średnicy 3,5 cm już tylko 10 cm.

Kolejne zadanie będzie polegało na próbie sprowadzenia spadku -6 dB do 50 Hz przy obudowie o tej samej objętości (6,5 litra) (rys. 60). W tym celu należy dostroić układ bas-refleks do 55 Hz, do czego potrzebny będzie tunel 16 cm przy średnicy 4 cm lub 12 cm przy 3,5 cm. Charakterystyka impulsowa wcale się nie pogorszyła, wręcz przeciwnie, ma znacznie niższą oscylację od wszystkich wcześniejszych, chociaż czas jej trwania nie uległ skróceniu. Jak pokażą również kolejne przykłady, niższe częstotliwości rezonansowe sprzyjają niższym oscylacjom, natomiast szybsze ich wygaszanie wiąże się ze stosowaniem mniejszych objętości, co jednak ogranicza pasmo przetwarzania.

Ostatnia próba będzie mogła wydawać się brawurowa, ale nie można przecież wykluczyć następującej argumentacji: dotychczasowe symulacje wskazują, że parametry badane-

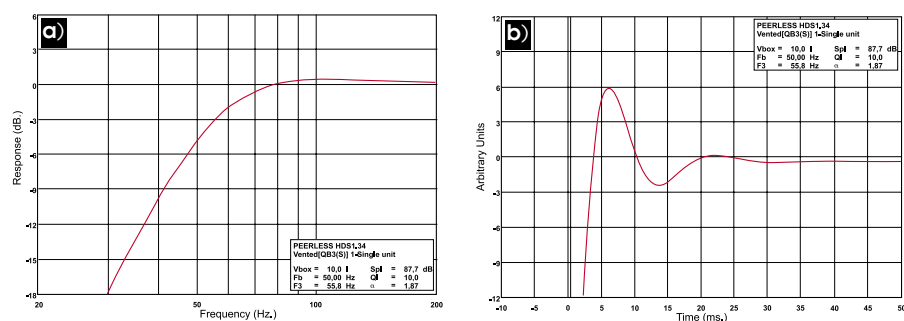


Fot. 62. Zdjęcie głośnika HDS-164



Rys. 63. HDS-164 w obudowie bas-refleks o parametrach: (model QB3 dla $Q_b=10$) $V_b = 13,3 \text{ dm}^3$, $f_0 = 47 \text{ Hz}$, $f_3 = 49 \text{ Hz}$

a) charakterystyka przetwarzania, b) charakterystyka impulsowa, c) charakterystyka wytrzymałości



Rys. 64. HDS-164 w obudowie bas-refleks o parametrach: (bez modelu, dla $Q_b=10$) $V_b = 10 \text{ dm}^3$, $f_0 = 50 \text{ Hz}$

$f_3 = 56 \text{ Hz}$

a) charakterystyka przetwarzania, b) charakterystyka impulsowa

go głośnika uniemożliwiają uzyskanie niskiej częstotliwości granicznej; wydaje się to naturalne ze względu na jego wielkość, ale czy nie jest jednak możliwe „zejście” do znacznie niższych częstotliwości poprzez zwiększenie objętości (rys. 61)? Ok. 5 litrów to objętość miniaturowego „monitora”, ale przecież można zaprojektować relatywnie małą obudowę wolnostojącą (wąską i niezbyt głęboką, o wysokości ok. 80 cm) o objętości netto ok. 15 litrów. Jak należałoby ją dostroić, aby uzyskać najlepszy kształt charakterystyki, czy możemy w ten sposób wyraźnie rozszerzyć pasmo, i jakie będą ewentualne wady takiego rozwiązania?

Dostrojenie obudowy 15 litrowej do częstotliwości rezonansowej 42 Hz daje w rezultacie charakterystyki dotychczas nieznaną; charakterystyka przetwarzania nie opada jednostajnie, lecz po fazie spadku, który zaczyna się wcześniej, ale jest bardzo łagodny, przy ok. 70 Hz następuje zmiana tendencji i charakterystyka zaczyna ponownie się wznosić – aż do 42 Hz, czyli do naszej częstotliwości rezonansowej. Za efekt ten odpowiedzialne jest bardzo silne promieniowanie z otworu. Jeżeli w takiej sytu-

acji odnosić spadki -3 dB i -6 dB do poziomu referencyjnego, to pojawiają się one odpowiednio przy 40 Hz i 36 Hz; jeżeli uznać, że jako poziom odniesienia bardziej odpowiedni jest teraz poziom ok. -3 dB , to spadki te przesuną się w dół do 36 Hz i 34 Hz. Tak czy inaczej, rozciągnięcie efektywnie przetwarzanego pasma do 35 - 40 Hz oznacza w tej dziedzinie znaczącą poprawę względem rezultatów uzyskiwanych z mniejszych objętościach. Jego podstawową wadą jest słaba charakterystyka impulsowa – oscylacja jest niska, ale trwa bardzo długo. Jest też jednak dodatkowo zaleta – obniżenie częstotliwości rezonansowej przesunęło punkt na charakterystyce wytrzymałości, poniżej którego zaczyna się jej szybki spadek; teraz pełną moc znamionową (60 W) mamy do ok. 37 Hz.

Przykład ten, tak daleki od modeli teoretycznych, pokazuje, jak pomocne są symulacje przy projektowaniu – kontrolujemy parametry rozwiązania bardzo niekonwencjonalnego.

Małego HDS-a przećwiczyliśmy na wiele sposobów, chociaż można by wymyślić jeszcze wiele innych koncepcji. Przechodzimy już do większego HDS-a.

18 cm HDS-164 (P850488 – fot. 62) ma następujący zestaw parametrów:

f_s [Hz]	45
$Q_{-6\text{dB}}$	0,42
$Q_{-3\text{dB}}$	2,28
Q_{ts}	0,35
V_{as} [dm^3]	18,7
R_e [Ω]	6,2
S_d [cm^2]	143
X_{lin} [cm]	1,1
Moc [W]	100

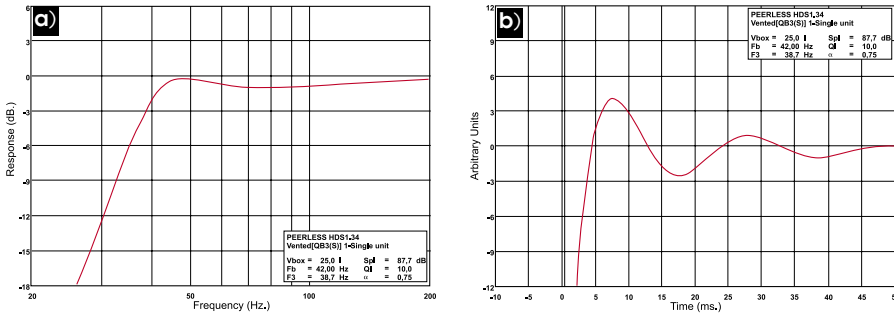
Po uwzględnieniu rezystancji szeregowej $R_g = 0,5 \Omega$, $Q'_s = 0,38$.

Zgodnie z oczekiwaniami, w stosunku do HDS-a 134, pasmo przetwarzania uległo znacznemu rozszerzeniu. Spadek -3 dB mamy przy 49 Hz, a -6 dB przy ok. 42 Hz. Charakterystyka impulsowa ma nieco niższą, ale dłużej trwającą oscylację. Radykalnej poprawie ulega charakterystyka wytrzymałości. Po pierwsze sama moc znamionowa głośnika HDS-164 jest wyższa (100 W), głównie dzięki cewce dłuższej i o większej średnicy, po drugie punkt, od którego zaczyna się spadek, pojawia się niżej - przy 35 Hz (dzięki niższej częstotliwości rezonansowej obudowy), po trzecie przy 20 Hz mamy przynajmniej 20 W, a nie tylko niewiele ponad 10 W. Nie ulega wątpliwości, że HDS-164 ma większy potencjał i jest bardziej uniwersalny od HDS-134.

Dostrojenie to wymaga tunelu 16,5 cm przy średnicy 5 cm, lub 13 cm przy średnicy 4,5 cm (rys. 63, 64).

Następne dwa strojenia nie będą realizowały modeli teoretycznych, lecz będą odnosiły się do naszych własnych założeń.

W tym przypadku założyliśmy, że z użyciem głośnika HDS-164 chcemy zaprojektować możliwie małą konstrukcję podstawkową – o objętości netto 10 litrów. Jak ją dostroić, aby uzyskać możliwie niski bas, nie pogorszyć charakterystyk impulsowych,



Rys. 65. HDS-164 w obudowie bas-refleks o parametrach: (bez modelu, dla $Q_b=10$) $V_b = 25 \text{ dm}^3$, $f_b = 50 \text{ Hz}$, $f_{-3} = 56 \text{ Hz}$
 a) charakterystyka przetwarzania, b) charakterystyka impulsowa

i aby wykonanie tunelu o odpowiedniej długości było możliwe?

Po kilku eksperymentach proponujemy ustalenie częstotliwości rezonansowej bas-refleks przy 50 Hz. W porównaniu do poprzedniego strojenia (QB3), stracimy trochę na rozciągnięciu charakterystyki przetwarzania, spadek -3 dB przesunie się do 56 Hz, a -6 dB do 47 Hz, pojawi się lekkie ($0,5 \text{ dB}$) uwypuklenie wokół 100 Hz,

charakterystyka impulsowa będzie miała nieco wyższą, ale za to krótszą oscylację – bas nabierze więcej dynamiki. Otwór o średnicy 5 cm raczej nie wchodzi w grę – wymagałby tunelu o długości 20 cm, natomiast przy 4,5 cm wystarczy już 16 cm. Jeżeli tunel miałby być jeszcze krótszy – 14 cm – to przy średnicy 4,5 cm częstotliwość rezonansowa wyniosłaby 52 Hz, górne częstotliwości graniczne

przesunęłyby się jeszcze o 2 Hz w górę, ale charakterystyka impulsowa nie doznałaby uszczerbku.

Ostatni przypadek opiera się na zupełnie innych założeniach niż poprzedni – gotowi jesteśmy znacznie zwiększyć objętość, gdyż decydujemy się na konstrukcję wolnostojącą, która dla tej wielkości głośnika w naturalny sposób osiągnie co najmniej 25 litrów netto. Dostrojenie do 42 Hz określi spadki -3 dB i -6 dB odpowiednio przy 39 Hz i 35 Hz, charakterystyka przetwarzania ma lekkie osłabienie wokół 70 - 80 Hz, natomiast charakterystyka impulsowa znacznie wydłuży swoją oscylację – w stosunku do przypadku poprzedniego, bas będzie wyraźnie niższy, ale mniej dynamiczny. Parametry tunelu nie nastroją kłopotu – przy średnicy 5 cm tunel musi mieć długość – jeszcze tylko 10 cm.

Za miesiąc – następne głośniki i nowe wyzwania...

Andrzej Kisiel

Poszukujemy absolwentów uczelni technicznych następujących kierunków:
elektrotechnika, elektronika, automatyka i mechanika.

Wymagana znajomość języka angielskiego lub niemieckiego. Kontakt: praca@dtw.com.pl

toroidalne

transformatory mocy 50-400Hz (1-30 000VA), transformatory mocy do przetwornic SPMS, precyzyjne transformatory pomiarowe (przekładniki) prądu i napięcia, elementy indukcyjne do filtrów, do przetwornic impulsowych, elementy czujników, transformatory Ferrantiego, i inne wyżej nie wymienione.

automatyka
akustyka
przemysł
medycyna

www.dtw.com.pl

dtw elektronika ul. krakowska 390, 32-080 zabierzów, poland, tel.: 0048/12/283 09 50, fax:0048/12/285 35 67

HPS40

OSCYSKOP RĘCZNY 40 12 MHz

- Częstotliwość próbkowania 40MHz, Pasma analogowe do 15MHz,
- Czułość od 5mV do 20V/dz., Podstawa czasu od 50ns do 1godz./dz.,
- Auto-setup, Odczyt DVM z opcją x10
- Obliczanie mocy audio (rms i peak), Pomiar dBm, dBV, DC, rms...,
- Pomiar częstotliwości, Funkcja zapisu (tryb roll),
- Zapis sygnału (2 pamięci),
- LCD: 192x112 pikseli podświetlany, Optycznie izolowane łącze RS232

DETALICZNA SPRZEDAŻ WYSYŁKOWA

Zamówienia przyjmuje Dział Handlowy AVT
 01-939 Warszawa, ul. Burleska 9, tel. (22) 568 99 50, fax (22) 568 99 55
 e-mail: handlowy@avt.com.pl, http://www.sklep.avt.com.pl

Cena: 1950 zł