

# Niezbędnik dla amatorów i profesjonalistów W głośnikowym żywiole, część 15

## Obudowy bas-refleks, część 7

*Miesiąc temu zaczęliśmy ćwiczenia w strojeniu obudów bas-refleks, przedstawiając kilka opcji dla dwóch głośników Peerlessa (15 i 18 cm niskośredniotonowych z serii HDS). Teraz będziemy badać trzy 18 cm głośniki nisko-średniotonowe Scan-Speaka, które znamy już z odcinków poświęconych obudowie zamkniętej. Dokładniejsze omówienie ich konstrukcji znajduje się w numerach 5 i 6/2004, tutaj przypomnimy tylko najważniejsze parametry. Zachęcamy do porównania rezultatów uzyskiwanych dla obydwu rodzajów obudów.*

18W8545 to głośnik 18 cm z membraną „węglową”, cewką o średnicy 42 mm, układem magnetycznym 122 mm, przystosowany do pracy z bardzo dużymi amplitudami. Jego zestaw parametrów jest następujący:

$F_s$ [Hz]	28
$Q_{es}$	0,30
$Q_{ms}$	2,3
$Q_{ts}$	0,27
$V_{as}$ [dm <sup>3</sup> ]	48
$R_e$ [ $\Omega$ ]	5,5
$S_d$ [cm <sup>2</sup> ]	145
$X_{lin}$ [cm]	1,3
Moc [W]	100

Niska wartość  $Q_{ts}$  wskazuje, że jest to głośnik, z którym będziemy w stanie osiągnąć dobrą charakterystykę impulsową w obudowie bas-refleks. Duża amplituda liniowa pozwoli bezpiecznie poruszać się między różnymi wariantami strojenia. Duża amplituda oznacza jednak również duże wychylenie objętościowe (iloczyn amplitudy i powierzchni membrany), a to z ko-

lei sugeruje stosowanie otworu o dużej powierzchni. Odpowiednia byłaby średnica (dla otworu okrągłego) 7-cm. Po uwzględnieniu rezystancji szeregowej  $R_g = 0,5 \Omega$ ,  $Q_{ts} = 0,29$ .

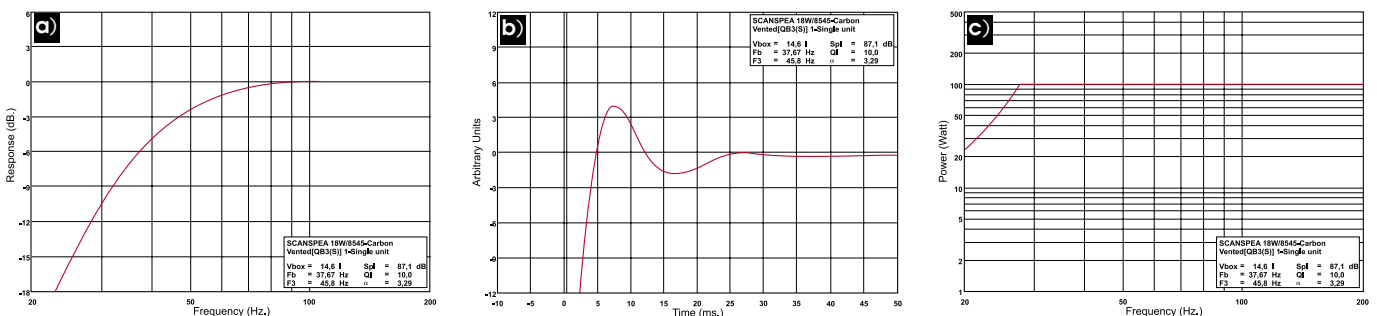
Wszystkie podstawowe modele strojenia wskazują na objętość ok. 15 litrów, przy czym częstotliwość rezonansowa  $f_b$ , to 38...39 Hz dla modeli QB3 i Hoge'a i wyraźnie niższe 28...30 Hz dla modeli BB4 i C4. Dwa ostatnie modele dostarczają lepsze charakterystyki impulsowe, ale ich wykonanie jest w praktyce niemożliwe – wymagają bowiem nierealistycznie długich tuneli, nawet przy średnicy ok. 5 cm. Przeniesienie wyżej częstotliwości rezonansowej, na co pozwala QB3, ułatwia to zadanie, chociaż zastosowanie otworu o średnicy 7 cm nadal jest zbyt trudne – wymagałoby tunelu 50 cm. Przy średnicy 5 cm potrzebny jest tunel 25 cm, wreszcie przy 4,5 cm o długości 20 cm. Musimy się zgodzić na jakiś kompromis. Otwory o większej średnicy, bez możliwości za-

stosowania odpowiednio długich tuneli, będą zmuszały do przesuwania w górę częstotliwości rezonansowej  $f_b$ , co przede wszystkim będzie szybko pogarszało charakterystykę impulsową. I tak nie jest ona doskonała, dlatego przy objętości 15 litrów za najwyższą dopuszczalną częstotliwość rezonansową wypada uznać 40 Hz. Wówczas otwór o średnicy 5 cm będzie wymagał tunelu 20 cm, a o średnicy 4,5 cm – 16 cm.

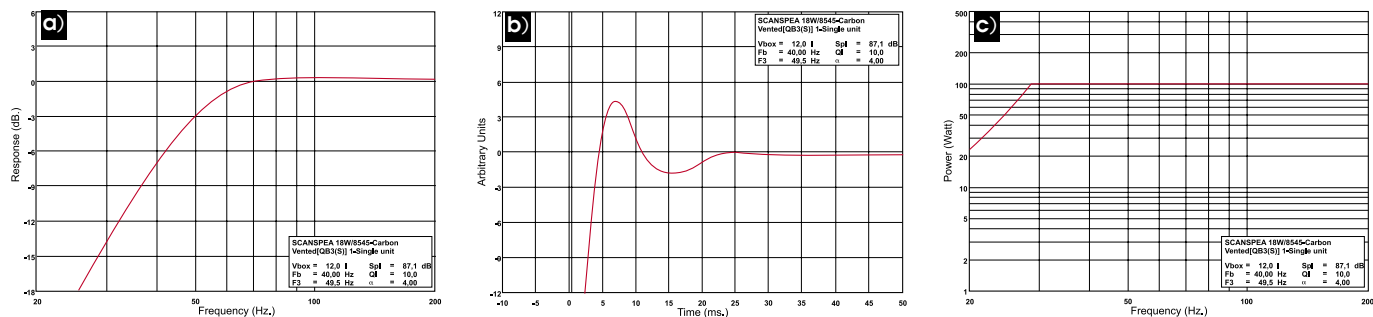
Wracając do naszego modelu QB3, charakterystyka przetwarzania ma spadki -3 dB i -6 dB odpowiednio przy 46 Hz i 38 Hz. Charakterystyka wytrzymałości pozostaje na poziomie mocy znamionowej (100 W) aż do 28 Hz, przy granicznych 20 Hz pozostaje nam ok. 25 W.

Okolo 15 litrów to objętość właściwa dla dość dużej (choć jeszcze nie bardzo dużej) obudowy podstawkowej (np. o wymiarach zewnętrznych 45x30x20, przy grubości ścianki 2,5 cm). Czy można zastosować obudowę jeszcze mniejszą?

Po kilku próbach można uznać, że najmniejsza odpowiednia objętość dla 18W8545 to 12 litrów. W takich warunkach dolna częstotliwość graniczna nie będzie niska, ale można odnaleźć teoretycznie najlepsze charakterystyki impulsowe. Niestety, tylko teoretycznie, gdyż wymagają one niskich częstotliwości rezonansowych i w konsekwencji zdecydowanie zbyt długich tuneli z tak małą objętością. Przykładowo przy postulowanej średnicy 7 cm, tunel musiałby mieć 100 cm długości, a przy



Rys. 66. Charakterystyki głośnika 18W8545 w obudowie bas-refleks o parametrach (model QB3 dla  $Q_b=10$ )  $V_b=14,6 \text{ dm}^3$   $f_b=38 \text{ Hz}$ ,  $f_{-3}=46 \text{ Hz}$ : a) charakterystyka przetwarzania, b) charakterystyka impulsowa, c) charakterystyka wytrzymałości



Rys. 67. Charakterystyki głośnika 18W8545 w obudowie bas-refleks o parametrach (bez modelu, dla  $Q_b=10$ )  $V_b=12 \text{ dm}^3$ ,  $f_b=40 \text{ Hz}$ ,  $f_3=49 \text{ Hz}$ : a) charakterystyka przetwarzania, b) charakterystyka impulsowa, c) charakterystyka wytrzymałości

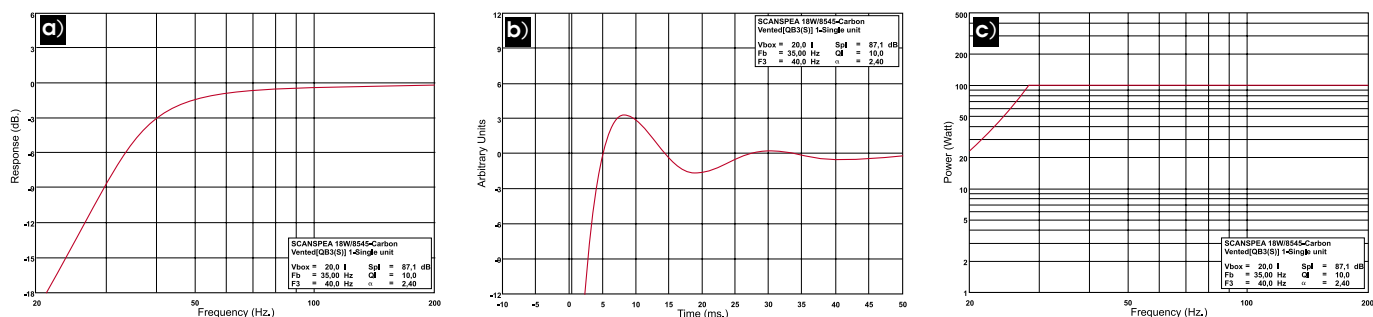
minimalnej 4,5 cm – 40 cm. Zupełnie nierealne. I właśnie w takich sytuacjach na pomoc przychodzą membrany bierne, ale to już zupełnie inna historia...

Przestrzegając układu rezonansowy w górę, dochodzimy do  $f_b=40 \text{ Hz}$ , kiedy otwór o średnicy 4,5 cm potrzebuje tunelu 22 cm, a o średnicy

Objętość 20 litrów, przy strojeniu do 35 Hz, pozwala na uzyskanie dość dobrej charakterystyki impulsowej (ale o wygaszaniu dłuższym, niż z mniejszych objętości) i lekko opadającej charakterystyki przetwarzania, która jednak ma spadek  $-6 \text{ dB}$  przy 34 Hz, a  $-3 \text{ dB}$  przy 40 Hz. Jednocześnie charakterystyki-

jak najniższego basu i gotów jest na duże objętości, niech lepiej wybierze drugą wersję „węglową” – 18W8535.

18W8535 to głośnik 18 cm z membraną „węglową” (ale lżejszą niż w wersji 8545), cewką o średnicy 38 mm, układem magnetycznym 92 mm. Jego zestaw parametrów jest następujący:



Rys. 68. Charakterystyki głośnika 18W8545 w obudowie bas-refleks o parametrach (bez modelu, dla  $Q_b=10$ )  $V_b=20 \text{ dm}^3$ ,  $f_b=35 \text{ Hz}$ ,  $f_3=40 \text{ Hz}$ : a) charakterystyka przetwarzania, b) charakterystyka impulsowa, c) charakterystyka wytrzymałości

5 cm – 25 cm. Trudne, ale możliwe. Charakterystyka impulsowa jest całkiem dobra -ma minimalnie wyższą, ale nieco szybciej gaszoną oscylację w stosunku do modelu QB3, charakterystyka wytrzymałości jest podobna, czyli bezpieczna. Spadki  $-3 \text{ dB}$  i  $-6 \text{ dB}$  oczywiście przesunęły się lekko w górę, ale wynik  $-6 \text{ dB}$  przy 42 Hz jest nadal bardzo satysfakcjonujący dla tak małego monitora.

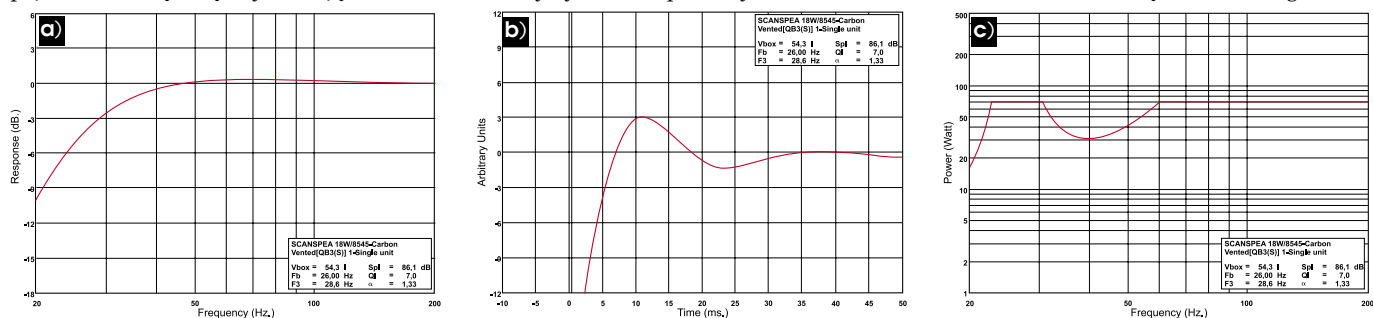
Starając się o jak najniższą częstotliwość graniczną, trzeba oczywiście pójść w stronę większych objętości.

ka wytrzymałości wcale nie ucierpiała (pod tym względem 18W8545 jest niezawodny), a potrzebne tunele są w zasięgu możliwości wykonawczych – średnica 5 cm to długość 20 cm, 4,5 cm to tylko 16 cm.

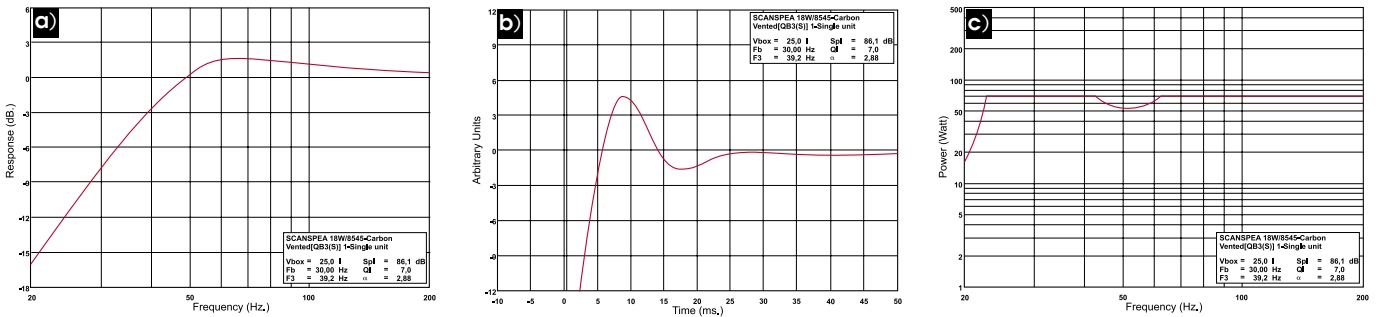
Objętość 20 litrów będzie już chyba wymagało zaprojektowania obudowy wolnostojącej, co nasuwa pytanie, czy w takiej sytuacji większa objętość nie pozwoli uzyskać jeszcze niższych częstotliwości granicznych? Próby takie będą się jednak kończyć słabymi charakterystykami impulsowymi. Kto szuka

$F_s$ [Hz]	26
$Q_{es}$	0,45
$Q_{ms}$	2,5
$Q_{ts}$	0,38
$V_{as}$ [ $\text{dm}^3$ ]	72
$R_e$ [ $\Omega$ ]	5,8
$S_d$ [ $\text{cm}^2$ ]	145
$X_{lin}$ [cm]	1
Moc [W]	70

Wyraźnie wyższa wartość  $Q_{ts}$ , w stosunku do wersji 8545, przy podobnym, bardzo niskim  $f_s$ , wywołuje niższy współczynnik EBP, co pozwoli zejść do bardzo niskich częstotliwości granicz-



Rys. 69. Charakterystyki głośnika 18W8535 w obudowie bas-refleks o parametrach (model BB4 dla  $Q_b=7$ )  $V_b=54,3 \text{ dm}^3$ ,  $f_b=26 \text{ Hz}$ ,  $f_3=29 \text{ Hz}$ : a) charakterystyka przetwarzania, b) charakterystyka impulsowa, c) charakterystyka wytrzymałości



Rys. 70. Charakterystyki głośnika 18W8535 w obudowie bas-refleks o parametrach (bez modelu, dla  $Q_b=7$ )  $V_b=25$  dm<sup>3</sup>,  $f_b=30$  Hz,  $f_3=39$  Hz: a) charakterystyka przetwarzania, b) charakterystyka impulsowa, c) charakterystyka wytrzymałości

nych. Jednocześnie praca przy dużych mocach w zakresie najniższych częstotliwości wymaga większej amplitudy liniowej, a 8535 dysponuje tu mniejszymi możliwościami niż 8545. Trzeba będzie uważnie obserwować charakterystyki wytrzymałości. Po uwzględnieniu rezystancji szeregowej  $R_g=0,5 \Omega$ ,  $Q_{ls}=0,41$ .

Jak się później okaże, 18W8535 można z powodzeniem stosować w bas-refleksie już od 25 litrów. Jest to bardzo pouczające wobec faktu, że teoretyczne, popularne modele, wskazują tylko na bardzo duże objętości – od 50 litrów wzwyż. Próba z dotychczas najczęściej stosowanym QB3 zmusza do zbudowania kolumny o objętości 70 litrów! Tym razem najlaskawszy jest wśród nich model BB4, z objętością 54 litry. Jak wiemy, każde on ustalać częstotliwość rezonansową obudowy  $f_b$  jako równą częstotliwości rezonansowej głośnika  $f_s$ , co przy małych obudowach i niskich rezonansach jest bardzo kłopotliwe, często wręcz niemożliwe (jak w przykładzie dla głośnika 18W8545). Ale przy objętości 54 litrów ustalenie częstotliwości  $f_b=26$  Hz, wraz z otworem o średnicy 5 cm, wcale nie będzie wymagało długiego tunelu – tylko 12 cm.

Charakterystyka przetwarzania przy spadku -3 dB osiąga 29 Hz, a przy spadku -6 dB – 24 Hz. Rewelacja! Coś za coś. Charakterystyka impulsowa ma niską oscylację, ale jak przystało na duże objętości – długo wygaszaną.

Charakterystyka wytrzymałości ujawnia inny spodziewany problem – „dolek” w okolicach 40 Hz (przy samych 40 Hz moc spada do poziomu 30 W), czyli powyżej częstotliwości rezonansowej  $f_b$ , w zakresie w którym „ustało” odciążające sam głośnik działanie układu rezonansowego obudowy. Jeżeli priorytetem jest uzyskanie jak najniższej sięgającej charakterystyki, to jest to opcja doskonała (choć inne teoretyczne modele, wraz z większymi objętościami, jeszcze bardziej rozciągają przetwarzane pasmo, kosztem impulsu i wytrzymałości).

Spróbujmy jednak objętości ponad dwa razy mniejszej – nadal w ramach obudowy wolnostojącej, ale znacznie wygodniejszej.

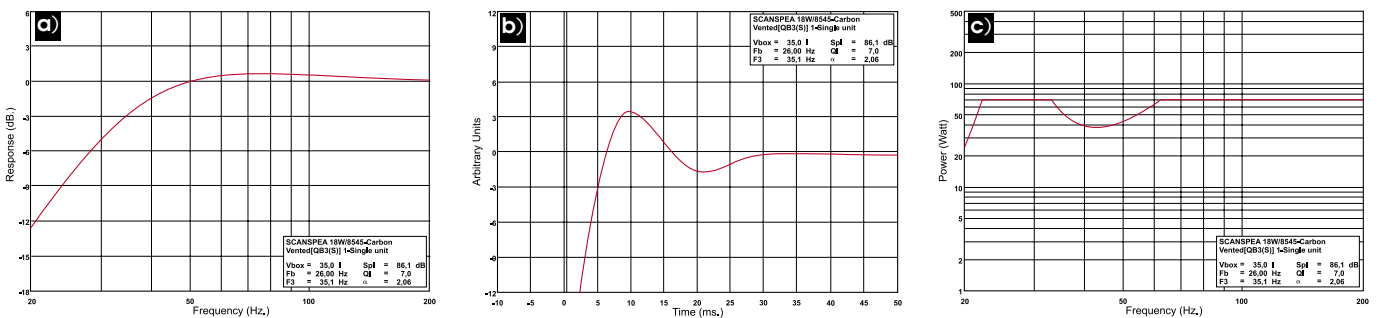
Zarówno dla niskiej częstotliwości granicznej, jak i najlepszej charakterystyki impulsowej, powinniśmy stroić ją bardzo nisko – w okolicach  $f_s$ , czyli 26 Hz, ale przy tej objętości byłoby to już trudne - ze względu na długość tunelu. Możemy zgodzić się na 30 Hz, wówczas średnica 5 cm oznacza tunel 23 cm, a średnica 4,5 cm tunel 18 cm. Spadek -3 dB mamy przy 39 Hz, a -6 dB przy 33 Hz. Te dane są bardzo podobne do uzyskanych z głośnikiem 18W8545 w objętości 20 litrów ( $f_b=35$  Hz), ale porównanie obydwu charakterystyk pokazuje, jak niewiele dane te mówią o ich kształcie. 18W8535 w objętości 25 litrów „produkuje” ok. półtora decybelowe podbicie wokół 70 Hz, 18W8545 w 20 litrach

miał w tych okolicach już lekki spadek.

Impuls z 18W8535 z naszych 25 litrów dostrojonych do 35 Hz jest zaskakująco dobry (jak na dość wysoki  $Q_{ls}$  samego głośnika). Wytrzymałość poprawia się w stosunku do rezultatów z objętości 54 litrów – „siodełko” na charakterystyce jest już słabo zaznaczone. Ten zestaw parametrów wydaje się znacznie lepiej zrównoważony niż z modeli teoretycznych. Ale poszukajmy jeszcze optymalnego strojenia dla objętości pośredniej – 35 litrów.

Dzięki zastosowaniu większej objętości niż w poprzednim przykładzie, mogliśmy wrócić do niższej, optymalnej częstotliwości rezonansowej – 26 Hz. W tym celu zakładamy tunel o średnicy 5 cm i długości 21 cm lub 4,5 cm - 17 cm. Jest to najlepsze dostrojenie pod kątem charakterystyki impulsowej, która przedstawia się dobrze – oscylacja jest niska i dość szybko wygaszana. Charakterystyka przetwarzania sięga ponownie bardzo nisko – 35 Hz przy -3 dB i 29 Hz przy -6 dB. Tylko charakterystyka wytrzymałości każe pamiętać, że w zakresie 40..50 Hz ma miejsce spadek poniżej poziomu mocy znamionowej. Objętość 35 litrów to wciąż niekłopotliwa obudowa wolnostojąca (np. o wymiarach zewnętrznych 100x20x30, przy grubości ścianek 2,5 cm). Wydaje się, że również pod względem akustycznym jest to bardzo dobre rozwiązanie dla 18W8535.

**Andrzej Kisiel**



Rys. 71. Charakterystyki głośnika 18W8535 w obudowie bas-refleks o parametrach (bez modelu, dla  $Q_b=7$ )  $V_b=35$  dm<sup>3</sup>,  $f_b=26$  Hz,  $f_3=35$  Hz: a) charakterystyka przetwarzania, b) charakterystyka impulsowa, c) charakterystyka wytrzymałości