

Niezbędnik dla amatorów i profesjonalistów

W głośnikowym żywiole, część 20

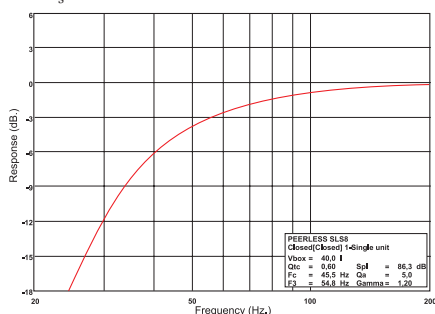
Obudowa pasmowo–przepustowa (band–pass)

Za pomocą programu (Boxcalc) pokażemy, jakie charakterystyki można uzyskać z obudową pasmowo – przepustową zamkniętą, w porównaniu do obudowy bas – refleks i obudowy zamkniętej, dla określonego typu głośnika, a dokładnie dla dwóch typów głośników.

Ważne pytanie: głośniki o jakich parametrach T–S są najlepsze do obudowy pasmowo – przepustowej? Według niektórych źródeł, w obudowie pasmo – przepustowej można stosować głośniki o bardzo różnych wartościach Q_{ts} , a więc również o wartościach wysokich (nawet powyżej 0,5), typowych dla obudów zamkniętych. Jednak lepsze charakterystyki impulsowe będą osiągnięte, gdy Q_{ts} będzie miał niższą wartość, typową dla głośników pasujących do bas – refleksu (z przedziału 0,2–0,4). Ponadto wysoki współczynnik Q_s będzie wymagał dla prawidłowego dostrojenia większych objętości. Ale z drugiej strony, jak w każdej obudowie, współczynnik EBP (f_s/Q_{ts}) będzie determinował dolną częstotliwość graniczną – im niższy, tym lepiej, więc przy niezbyt niskiej częstotliwości rezonansowej, niska dobroć nie pozwoli „zejść” w pobliże granicy pasma akustycznego. Do krótkich ćwiczeń wybraliśmy więc następujące głośniki: Peerless SLS8 (brał on już udział w naszych ćwiczeniach z obudową zamkniętą), który reprezentować będzie dość wysoką wartość Q_{ts} (0,51), oraz Scan – Speaka 21W8555–01, z niskim Q_{ts} (0,26).

Głośnik niskotonowy Peerless SLS8, o średnicy 20 cm, ma następujące parametry:

$$f_s \text{ [Hz]} \quad 34$$

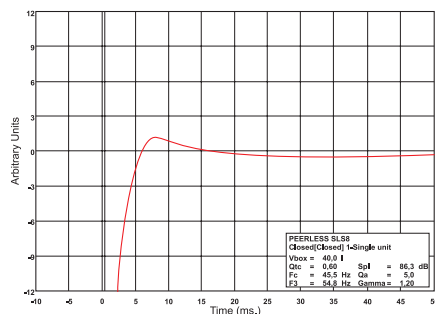


Q_{es}	0,56
Q_{ms}	5,84
Q_{ts}	0,51
V_{as} [dm ³]	38
R_e [Ω]	5,5
S_d [cm ²]	204
X_{lin} [cm]	1,7
M_{oc} [W]	150

Dzięki długiej cewce, SLS–8 osiąga duże maksymalne wychylenie liniowe, i znaczne wychylenie objętościowe. Częstotliwość rezonansowa nie jest jeszcze bardzo niska, ale wraz z wysoką dobrocią otrzymujemy niski współczynnik EBP, pozwalający osiągać niską częstotliwość graniczną. Jak na głośnik 20 cm, objętość ekwiwalentna jest niewysoka, co jednak nie przesądzi o możliwości stosowania małych obudów, ponieważ może przeskodzić temu wysoki Q_s .

Program Boxcalc proponuje dla każdego głośnika trzy podstawowe warianty strojenia band – passu (choć może obliczyć charakterystyki dla dowolnych zadanych parametrów obudowy). Model B2 charakteryzuje się dobrocią $Q_{tb}=0,71$, model D2 – to $Q_{tb}=0,58$, a K2 to $Q_{tb}=0,5$.

Model B2 wymaga najmniejszej obudowy, składającej się w tym przypadku z komory zamkniętej (V_c) 19,8 litra i komory z otworem (V_o) 18,3 litra. Warto zwrócić uwagę, że według tego samego programu, zastoso-

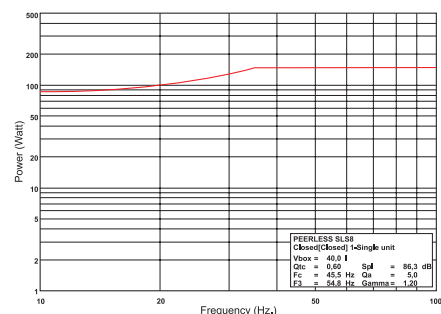


owanego do obliczenia obudowy zamkniętej, objętość 19,8 litra jest potrzebna do uzyskania dobroci $Q_{tc}=0,71$. Potwierdzi się to również dla kolejnych modeli, że wartość Q_{tb} mówi nam o wartości, do jakiej wzrasta dobroć głośnika Q_{ts} na skutek zamknięcia go w komorze zamkniętej układu. Można się domyślać, że im niższa wartość Q_{tb} , tym lepiej dla charakterystyk impulsowych, ale objętość komory zamkniętej, a także objętość komory z otworem, będzie szybko wzrastać wraz z obniżaniem Q_{tb} . Równocześnie będziemy przesuwac zakres przetwarzanych częstotliwości w dół.

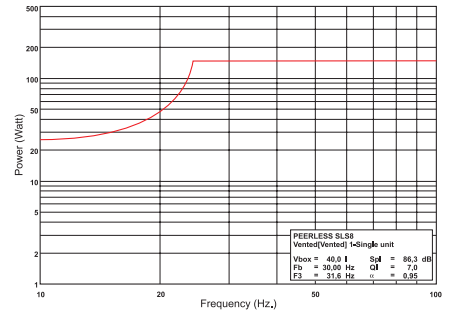
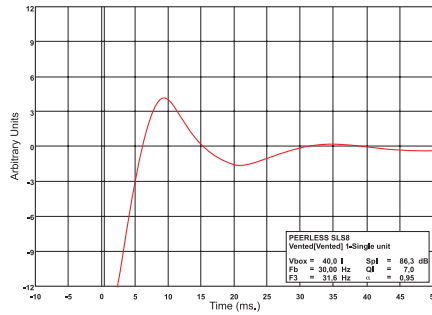
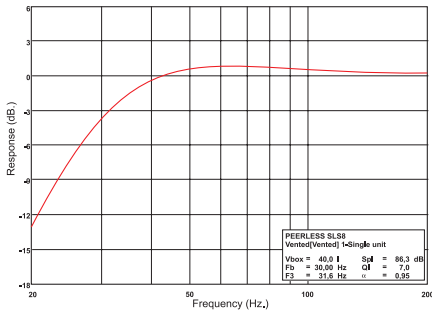
Drugi model, D2, wymaga już 50–litrowej komory zamkniętej i 31–litrowej komory z otworem. Jak widać, powiększanie komory zamkniętej wywołuje powiększenie komory z otworem, chociaż wcale nie proporcjonalnie. Oto w modelu K2 mamy aż 174–litrową komorę zamkniętą, i 45–litrową komorę z otworem. Również wymagana częstotliwość rezonansowa (komory z otworem) ulega stopniowemu obniżaniu.

Ponieważ uczciwe porównanie z obudowami zamkniętą i bas – refleks wymaga ustalenia pewnego pułapu objętości, jaki bierzemy pod uwagę, skupmy na początek uwagę na charakterystykach uzyskiwanych w pierwszym wariantcie, którego całkowita objętość (obydwu komór) sięga 40 litrów. SLS8 możemy poprawnie zastosować również w obudowach z otworem i zamkniętej o takiej właśnie objętości.

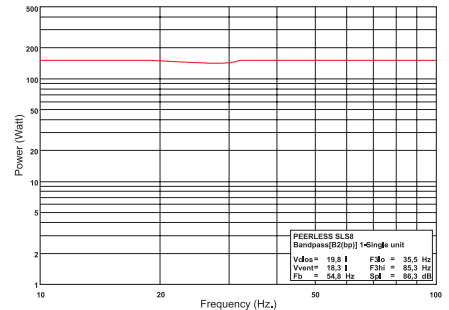
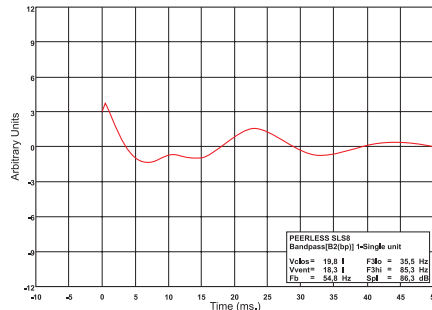
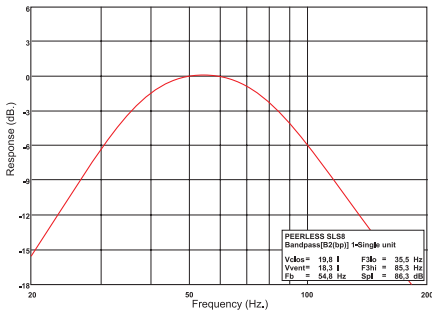
W przypadku obudowy zamkniętej otrzymujemy zestaw charaktery-



Rys. 97. SLS–8 $V_b=40$ dm³, $Q_{tc}=0,6$, $f_c=45$ Hz, a) charakterystyka przetwarzania, b) charakterystyka impulsowa, c) charakterystyka wytrzymałości



Rys. 98. SLS-8 Vb=40 dm³, fb=30 Hz, a) charakterystyka przetwarzania, b) charakterystyka impulsowa, c) charakterystyka wytrzymałości



Rys. 99. SLS-8 Vc=19,8 dm³, Vv=18,3 dm³, fb=55 Hz, a) charakterystyka przetwarzania, b) charakterystyka impulsowa, c) charakterystyka wytrzymałości

styk przedstawiony na rys. 97.

W objętości zamkniętej 40 litrów osiągamy niską dobroć $Q_{tc}=0,6$, bardzo dobrą odpowiedź impulsową, charakterystykę wytrzymałości, która spada z nominalnego poziomu 150 W do (nadal wysokiego) poziomu ok. 100 W dopiero w zakresie infrasonicznym (poniżej 20 Hz). 6-decybelowy spadek charakterystyki przetwarzania pojawia się przy 38 Hz.

W przypadku obudowy bas – refleks, z częstotliwością rezonansową $f_b=30$ Hz, otrzymujemy zestaw rys. 98.

40-litrowy bas – refleks może zaoferować znacznie niższą sięgającą charakterystykę przetwarzania, niż obudowa zamknięta – spadek 6-decybelowy to doskonały wynik. Pojawia się jednak gorsza charakterystyka impulsowa, a także wyraźny spadek wytrzymałości poniżej 24 Hz – przy 20 Hz pozostaje nam 45 W, w zakre-

sie infrasonicznym ok. 30 W. Nie jest to jeszcze sytuacja bardzo groźna, ale w przypadku instalacji subwoferowej przyda się filtrowanie.

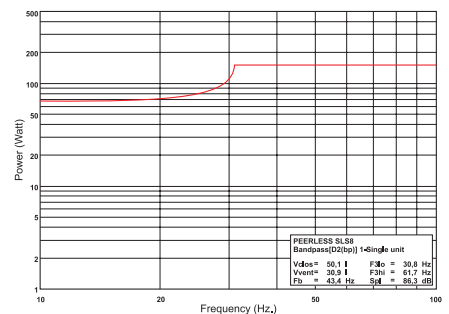
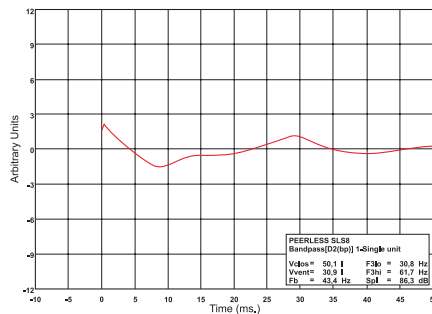
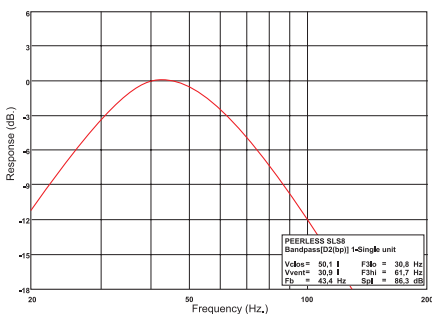
Obudowa pasmowo – przepustowa

Spadek -6 dB na dolnym zboczcu osiągamy przy ok. 30 Hz – a więc lepiej niż w obudowie zamkniętej, ale słabiej niż w bas – refleksie. Spadek na drugim zboczcu notujemy przy 100 Hz, a więc nie dalej niż tutaj, przetwarzanie musi przejść kolejny głośnik, nisko – średniotonowy, pracujący w „normalnej” obudowie. Spodziewaną przewagę nad obudowami zamkniętą i bas – refleks, obudowa pasmowo – przepustowa osiąga na charakterystyce wytrzymałości, która biegnie niemal równo na poziomie znamionowych 150 W w całym badanym zakresie, aż do 10 Hz. Nato-

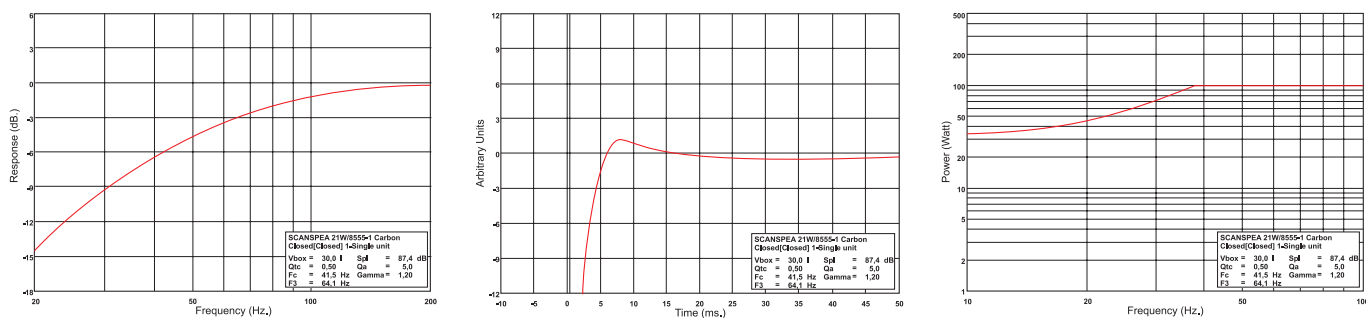
miast charakterystyka impulsowa wygląda nietypowo, oscylacja jest bardzo nieregularna.

Aby „dogonić” charakterystykę przetwarzania z 40-litrowego bas – refleksu, czyli przesunąć spadek -6 dB aż do 36 Hz, trzeba by zastosować wariant D2, czyli obudowę o całkowitej objętości ponad 80 litrów.

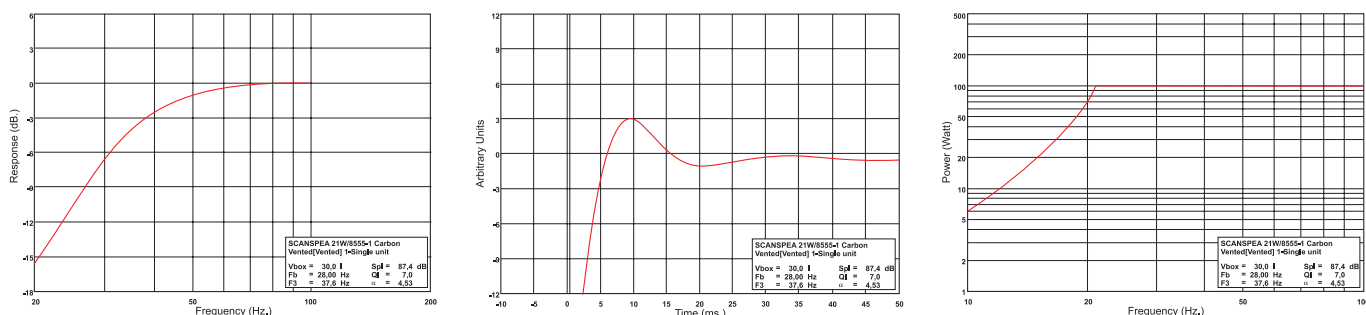
W tej sytuacji jednak, niezależnie od kłopotliwej objętości obudowy (dwa razy większej niż dla poprawnego strojenia bas – refleksu, dającego podobną dolną częstotliwość graniczną), cała charakterystyka przetwarzania systemu przesuwana jest w dół skali (częstotliwość rezonansowa układu jest niższa), spadek -6 dB na „górnym” zboczcu leży przy 72 Hz, co zwiększa wymagania wobec sekcji nisko – średniotonowej. Ponadto słabnie charakterystyka wytrzymałości – spada od 30 Hz w dół, poniżej 20 Hz usta-



Rys. 100. SLS-8 Vc=50 dm³, Vv=31 dm³, fb=43 Hz, a) charakterystyka przetwarzania, b) charakterystyka impulsowa, c) charakterystyka wytrzymałości



Rys. 101. 21W8555-01 $V_b=30$ dm³, $Q_{tc}=0,5$, $f_c=41$ Hz, a) charakterystyka przetwarzania, b) charakterystyka impulsowa, c) charakterystyka wytrzymałości



Rys. 102. 21W8555-01 $V_b=30$ dm³, $f_b=28$ Hz, a) charakterystyka przetwarzania, b) charakterystyka impulsowa, c) charakterystyka wytrzymałości

la się na poziomie 70 W, to jednak nadal znacznie lepiej niż w obudowie bas – refleks, chociaż już gorzej, niż w obudowie zamkniętej. Charakterystyka impulsowa nadal ma długą i nieregularną, ale już niższą oscylację.

Głośnik niskotonowy Scan – Speak 21W8555-01, o średnicy 22 cm, ma następujące parametry:

F_s [Hz]	19
Q_{es}	0,27
Q_{ms}	4,8
Q_{ts}	0,26
V_{as} [dm ³]	136
R_e [Ω]	5,5
S_d [cm ²]	220
X_{lin} [cm]	1,3
M_{oc} [W]	100

W parametrach T-S głośnik ten charakteryzuje się niskim Q_{ts} i bardzo niskim f_s , dzięki czemu doskonale nadaje się do obudów bas – refleks, w których zdolny jest osiągać niskie

częstotliwości graniczne wraz z dobrą odpowiedzią impulsową, współczynnik EBP niższy od 100 uzasadnia także stosowanie obudów zamkniętych. Duża amplituda liniowa daje głośnikowi wysoką wytrzymałość w różnych obudowach, ale bardzo niski rezonans będzie prowokował do dużych wychyleń w większych objętościach.

Tym razem najmniejszy wariant obudowy band – pass, czyli według modelu B2, określa objętość komory zamkniętej na 12 litrów, a komory z otworem na 16,5 litra, czyli całkowita objętość jest bliska 30 litrów. Jednocześnie w obudowie zamkniętej o objętości 30 litrów 21W8555-01 trafia w dobroć $Q_{ts}=0,5$, a w obudowie bas – refleks o takiej objętości możemy zrealizować strojenie według modelu QB3.

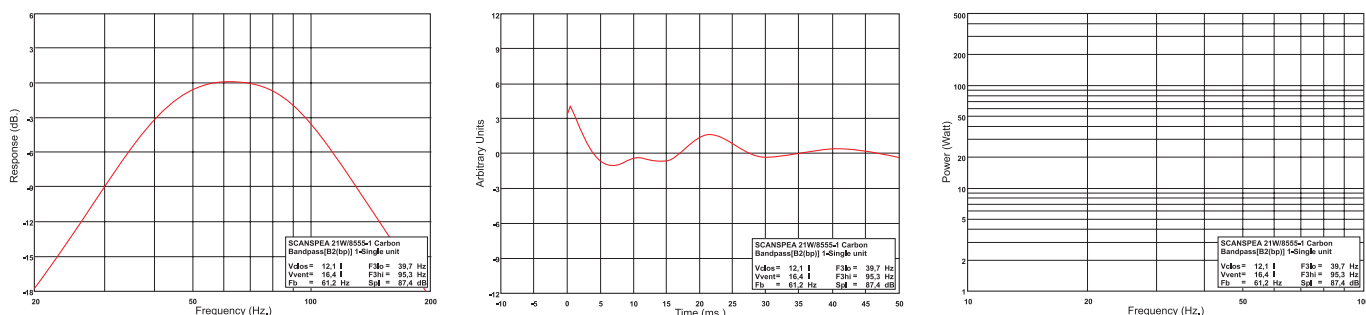
W przypadku obudowy zamkniętej otrzymujemy zestaw charaktery-

styk przedstawiony na **rys. 101**.

Dobroć 0,5 to oczywiście doskonała odpowiedź impulsowa, spadek -6 dB odnotowujemy przy 41 Hz, ale te dobre rezultaty zostają okupione spadkiem mocy, w ramach której głośnik pracuje liniowo – począwszy od ok. 36 Hz, ze znamionowego poziomu 100 W „zjeżdżamy” do ok. 50 W niedaleko 20 Hz.

Bas – refleks z częstotliwością rezonansową $f=28$ Hz to wyniki przedstawione na **rys. 102**.

Charakterystyka przetwarzania przesuwa spadek -6 dB w pobliżu 30 Hz, jednocześnie odpowiedź impulsowa, jak na bas – refleks, jest bardzo dobra. Liniowa praca utrzymuje się na poziomie 100 W niemal do samych 20 Hz, ale poniżej już szybko spada w sposób naturalny dla bas – refleksu. Warto jednak zauważyć, że pod tym względem lepszą kondycję utrzy-



Rys. 103. 21W8555-01 $V_c=12,1$ dm³, $V_v=16,4$ dm³, $f_b=61$ Hz, a) charakterystyka przetwarzania, b) charakterystyka impulsowa, c) charakterystyka wytrzymałości

mywał SLS-8, dzięki wyższej częstotliwości rezonansowej f_s .

Obudowa band – pass B2

Wszystkie problemy z wytrzymałością amplitudową likwidujemy za pomocą małej obudowy pasmowo – przepustowej. Poziom 100 W jest utrzymany aż do 10 Hz. Charakterystyka przetwarzania ma spadek –6 dB przy ok. 34 Hz – a więc nieco wyżej niż w bas – refleksie, ale nadal jest to dobry wynik, zwłaszcza wobec umiarkowanej objętości obudowy.

Głośnik o innych parametrach wywoła oczywiście inne charakterystyki, porównanie między obudową zamkniętą, bas – refleks a pasmowo – przepustową może inaczej akcentować różnice między nimi, ale ogólne zależności, wykazane w tym przykładzie, nadal będą funkcjonować. Podsumowując, najważniejsze wnioski dotyczące obudowy pasmowo – przepustowej zamkniętej są następujące:

Podstawą zaletą jest skuteczniejsze niż w obudowie zamkniętej i bas – refleks, ograniczenie amplitudy głośni-

ka, co pozwala dostarczyć do niego większą moc. Łatwiej uzyskać niższą częstotliwość graniczną, niż w przypadku obudowy zamkniętej, z kolei dla zbliżenia się pod tym względem do możliwości obudowy z otworem, trzeba użyć większej obudowy. Charakterystyki impulsowe są na pewno gorsze niż w obudowie zamkniętej, w najlepszym razie nie gorsze niż w bas – refleksie. Górna częstotliwość graniczna najczęściej będzie znajdowała się poniżej 100 Hz, co wymaga współpracy z wytrzymałym głośnikiem nisko – średniotonowym.

Obudowy pasmowo – przepustowe były w swoim czasie dość popularne w konstrukcjach subwooferowych – gdzie duża wytrzymałość w zakresie podakustycznym ma duże znaczenie. Ale dla rozwiązania tego problemu wystarczy prostszy środek, zwłaszcza w konstrukcji aktywnej (ze zintegrowanym wzmacniaczem) – elektryczny filtr subsoniczny. Również elektryczne, regulowane filtrowanie dolnoprzepustowe, konieczne w subwooferach aktywnych, spycha zaletę „samofiltrowa-

nia” akustycznego systemu pasmowo – przepustowego na margines, tym bardziej, że filtrowanie elektryczne rezonansów pasożytniczych i tak byłoby rekomendowane. Również w typowych biernych zespołach głośnikowych można wykonać skuteczne elektryczne filtrowanie subsoniczne, a wąskie pasmo pracy obudowy pasmowo – przepustowej bardzo ogranicza swobodę konfiguracji zespołu. Wobec tylu wątpliwości trudno jest przypisać obudowie pasmowo – przepustowej jakąś bardzo wyraźną, mającą praktyczne znacznie zaletę i przewagę nad innymi obudowami, tym bardziej bilans wad i zalet wypada niekorzystnie. Trudno więc dziwić się, że obudowy pasmowo – przepustowe są spotykane bardzo rzadko, chociaż te najlepiej zaprojektowane mogą działać bez zastrzeżeń.

Jedną z najbardziej znanych firm, która przez wiele lat projektowała kolumny z obudową pasmowo – przepustową (nie był to jednak prosty wariant „zamknięty”), jest brytyjski KEF. W pewnym okresie wszystkie modele serii referencyjnej miały obudowy tego typu („Coupled Cavity”). Jednak kilka lat temu, kiedy całą serię Reference wymieniono na nową, wszystkie obudowy pasmowo – przepustowe zniknęły, ustąpiły miejsca typowym bas – refleksom. Spytałem jednego z szefów firmy, jaki był powód takiego radykalnego posunięcia. W odpowiedzi usłyszałem, że od strony technicznej i brzmieniowej rozwiązanie było doskonale dopracowane, ale fakt, że głośniki niskotonowe były schowane wewnątrz obudowy, był kłopotliwy z marketingowego punktu widzenia... klient nie widział wszystkiego, za co płaci. To również może być powód słabnącej popularności obudowy tego typu wśród producentów.

Otwór i tunel dla obudowy pasmowo – przepustowej obliczamy według tego samego wzoru, co dla bas – refleksu. Wszelkie wskazówki dotyczące położenia otworu, jego kształtu, wyprofilowania krawędzi wylotu, itp., pozostają aktualne. W praktyce wykonanie odpowiedniego tunelu dla obudowy pasmowo – przepustowej zwykle nie nastęrcza problemów, bo dość wysokie częstotliwości rezonansowe układu nie wymuszają dużych długości tuneli. Gdyby jednak tak się zdarzyło, to i w przypadku tego typu obudów można skorzystać z pomocy membrany biernej.

Andrzej Kisiel

WORTAL AUTOMATYKI PRZEMYSŁOWEJ

AutomatykaOnLine

Tutaj świat automatyki
układa się w całość ...



Redakcja Wortalu AutomatykaOnLine
ul. Drużynowa 3A, 02-590 Warszawa
tel./fax (22) 734-03-67 kom. 508-399-455
redakcja@automatykaonline.pl

www.AutomatykaOnLine.pl