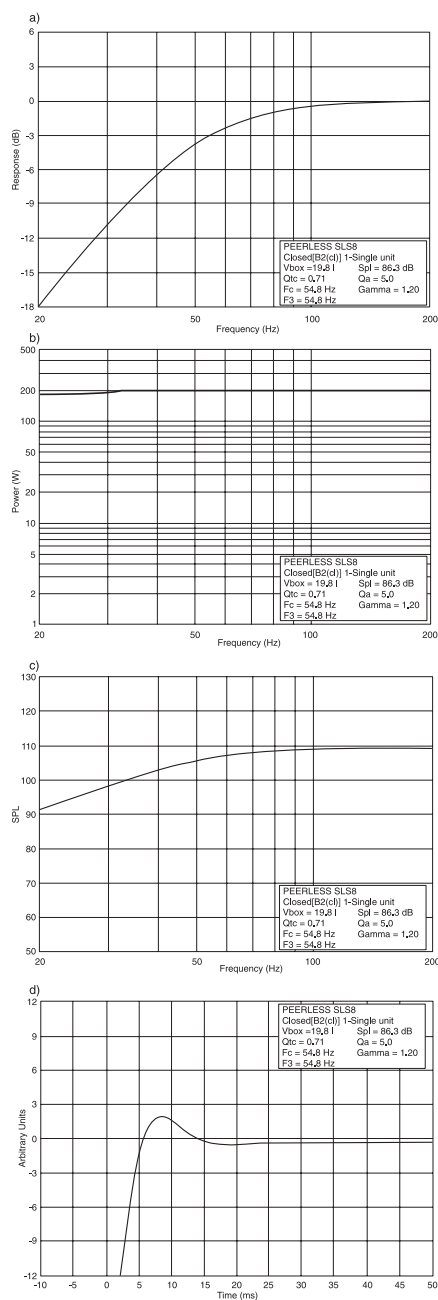


Niezbędnik dla amatorów i profesjonalistów

W głośnikowym żywiole, część 6

Obudowy zamknięte - ćwiczenia, część 2

Głośniki serii SLS (również Peerless) o średnicy 21, 26 i 31 cm zaprojektowano przede wszystkim pod kątem zastosowania w subwooferach, ale nie ma przeciwwskazań, aby użyć ich w trójdrożnych zespołach głośnikowych, o ile pierwsza częstotliwość podziału nie będzie wyższa od 500 Hz (po-



Rys. 8. Wykresy charakteryzujące głośnik SLS-8 ($Q_{tc}=0,71$, $f_c=55\text{Hz}$, $V_b=20\text{dm}^3$): charakterystyka przetwarzania (a), charakterystyka wytrzymałości (b), charakterystyka poziomu maksymalnego (c), charakterystyka impulsowa (d)

W poprzednim odcinku przeprowadziliśmy symulacje dla dwóch głośników nisko-średniotonowych duńskiej firmy Peerless o średnicy 14 cm CSC-145 i 17 cm CSX-176. W tym odcinku zajmiemy się większymi głośnikami niskotonowymi.

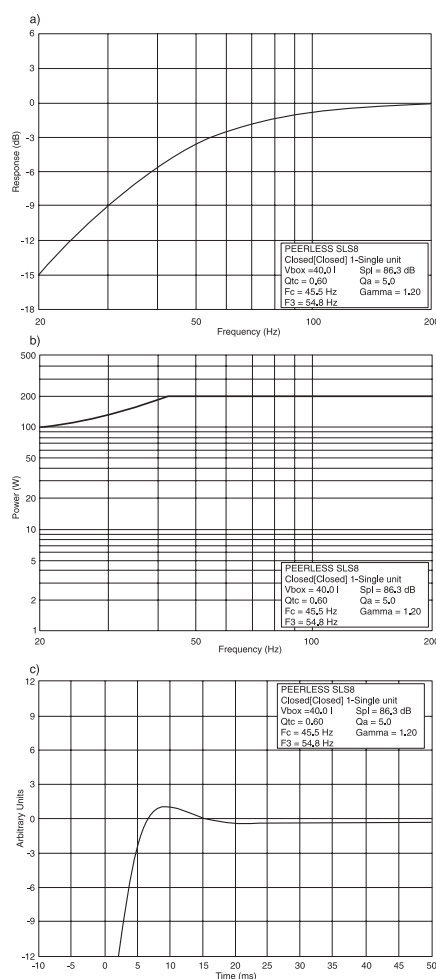
wyżej charakterystyki przetwarzania zaczyna wykazywać nierównomierność). Subwooferowa specjalizacja tych głośników wyraża się w ich wysokiej mocy, zarówno amplitudowej, jak i termicznej. Tak jak we wszystkich Peerlessach, wentylacja cewki drgającej zapewniana jest nie poprzez centralny otwór w układzie magnetycznym, ale poprzez otwory w membranie, zlokalizowane tuż ponad jej połączeniem z cewką, poniżej nakładki przeciwpływowej i - dodatkowo - przez podłużne otwory w koszu poniżej dolnego resora. Membrany wykonane są z bar-

dzo sztywnej celulozy. Oczywiście wszystkie parametry Thiele'a-Smalla zostały ustalone tak, aby głośniki te zdolne były przetwarzać jak najniższe częstotliwości bez zagrożenia przeciążeniem. Z punktu widzenia wysokich wartości dobroci Q_{tc} i niskich częstotliwości rezonansowych f_c nie ma wątpliwości, że głośniki te nadają się do obudów zamkniętych, ale często spotykane są także w obudowach *bass-reflex* - wtedy, gdy siła basu jest celem najważniejszym, choć teoretycznie przy wartościach Q_s wyższych od 0,5 (dla głośników 21 i 26 cm) uzyskanie dobrych charakterystyk impulsowych w obudowie z otworem nie jest możliwe.

Tym razem zestawy symulacji skróciliśmy - pomijając charakterystyki impedancji, które do naszych rozważań niczego istotnego nie wnoszą, a także prezentując charakterystyki maksymalnego poziomu tylko dla jednego wariantu w obrębie każdego głośnika - bo jak sprawdziliśmy wcześniej, są one niemal niezależne od sposobu strojenia. Charakterystyki impulsowe przedstawimy tylko dla symulacji pierwszego SLS-a. Założona wartość dobroci samej obudowy $Q_a=5$, a jej wylumienia $\gamma=1,2$ (wartości typowe dla średnich i dużych obudów, z jakimi będziemy tutaj mieli do czynienia).

Wzbogacimy natomiast nasze badania o próby z różnymi wartościami dołączonej rezystancji szeregowej R_g , biorąc pod uwagę trzy wartości: 0, 1 i 2 Ω . Rezystancja 0 Ω odnosi się do zastosowania głośnika w subwooferze aktywnym, a więc bez biernego filtra dolnoprzepustowego, bez długodystansowych połączeń wzmacniacz - głośnik i przy założonej pomijalnie niskiej impedancji wyjściowej samego wzmacniacza. Rezystancja 1 Ω dotyczy zastosowania głośnika jako niskotonowego z częstotliwością podziału kilkaset Hz, która wymagać będzie cewki dużej, ale jeszcze nie bardzo dużej. Wreszcie rezystancja 2 Ω symuluje użycie głośnika w subwooferze biernym, czyli z filtrem biernym o częstotliwości granicznej ok. 100 Hz lub nawet niżej, co wymagać już będzie cewki o bardzo dużej indukcyjności, a więc prawdopodobnie również wyższej rezystancji.

Dzięki bardzo długiej cewce, SLS-8 osiąga bardzo duże maksymalne wychylenie liniowe i znaczną wartość wychylenia objętościowego. Już głośnik SCX-176 o średnicy membrany 17 cm chwaliliśmy za bardzo dobry wynik w tej dziedzinie, bo 2,5-rza lepszy od uzyskanego przez CSC-145 o średnicy 14 cm. Głośnik SLS-8 ma ponad dwa razy większe V_a od CSX-176, co oczywiście pozytywnie odbije się na maksymalnym poziomie w zakresie najniższych częstotliwości. Częstotliwość rezonansowa nie



Rys. 9. Wykresy charakteryzujące głośnik SLS-8 ($Q_{tc}=0,6$, $f_c=45\text{Hz}$, $V_b=40\text{dm}^3$): charakterystyka przetwarzania (a), charakterystyka wytrzymałości (b), charakterystyka poziomu maksymalnego (c), charakterystyka impulsowa (d)

jest jeszcze bardzo niska, ale wraz z wysoką dobrocią otrzymujemy niski współczynnik EBP, pozwalający osiągać niską częstotliwość graniczną. Jak na głośnik 21 cm, objętość ekwiwalentna jest niewysoka, co jednak nie przesądzi o możliwości stosowania małych obudów, ponieważ może przeszkodzić temu wysoki Q_{tc} . Najpierw porównamy wyniki symulacji dla dwóch dobroci Q_{tc} przy $R_g=0 \Omega$.

Jak zwykle zaczynamy od dobroci $Q_{tc}=0,71$ (rys. 8). Przede wszystkim okazuje się ona być bardzo dobrą opcją ze względu na zapewnienie niemal pełnej mocy w całym paśmie - tylko między 20 a 30 Hz charakterystyka lekko się obniża, do poziomu 180...190 W. Spadek -3 dB mamy przy 55 Hz, a -6 dB przy 42 Hz. Owszem, nie są to wyniki dla subwoofera imponujące, ale wzięwszy pod uwagę bardzo małą objętość obudowy - 20 litrów - na pewno godne uwagi, kiedy poszukujemy głośnika do niewielkiej konstrukcji.

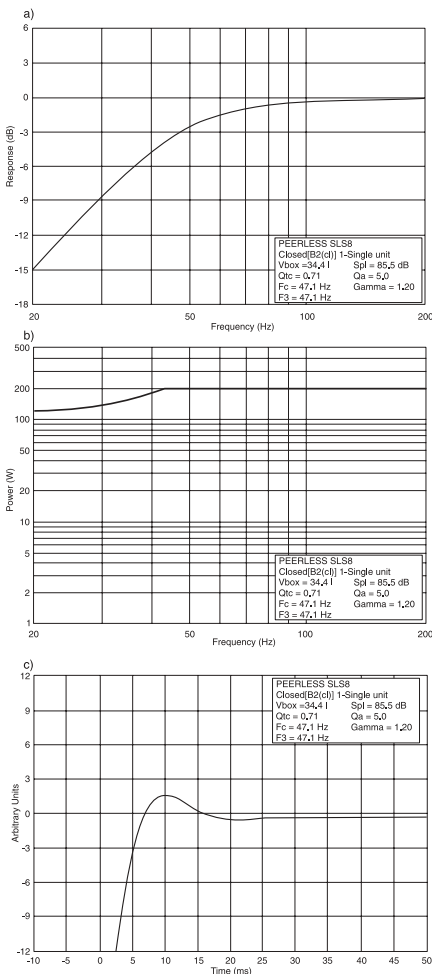
Jednocześnie bardzo wysoka moc pozwala nieco z niej „odpuścić“, aby powiększając obudowę, uzyskać niższą częstotliwość graniczną, a przy okazji lepszą charakterystykę impulsową. W objętości dwa razy większej, 40 litrów, schodzimy do dobroci $Q_{tc}=0,6$, i ze spadkiem -6 dB do częstotliwości 38 Hz (rys. 9). Zysk niewielki, ale i problemów z mocą specjalnych też się nie nabawimy - co prawda spadamy do

100 W przy 20 Hz, ale aż do 40 Hz mamy pełne 200 W.

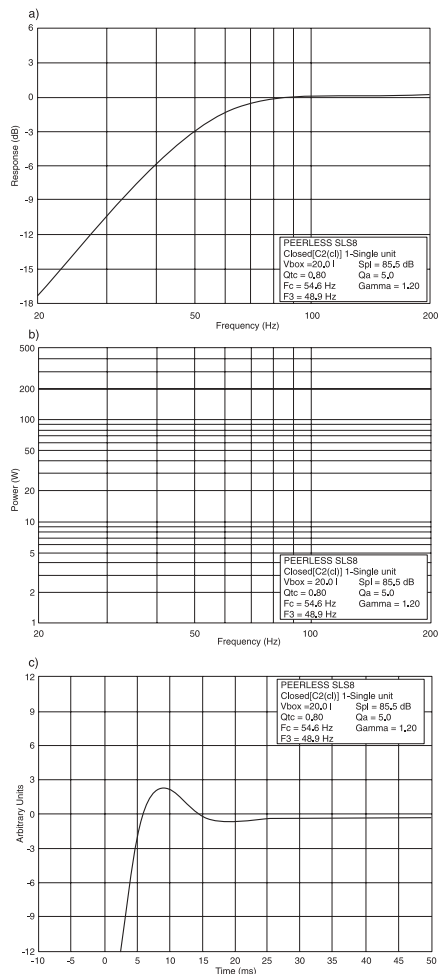
Każdą objętość pomiędzy 20 a 40 litrów można uznać za prawidłową, natomiast wykraczać poza te granice raczej już nie należy, z powodów takich samych, jak opisane w przypadku głośnika CSX-176, dla którego rekomendowaliśmy na podobnych zasadach zakres 10...20 litrów.

Teraz dołączamy do głośnika SLS-8 rezystancję szeregową $R_g=1 \Omega$.

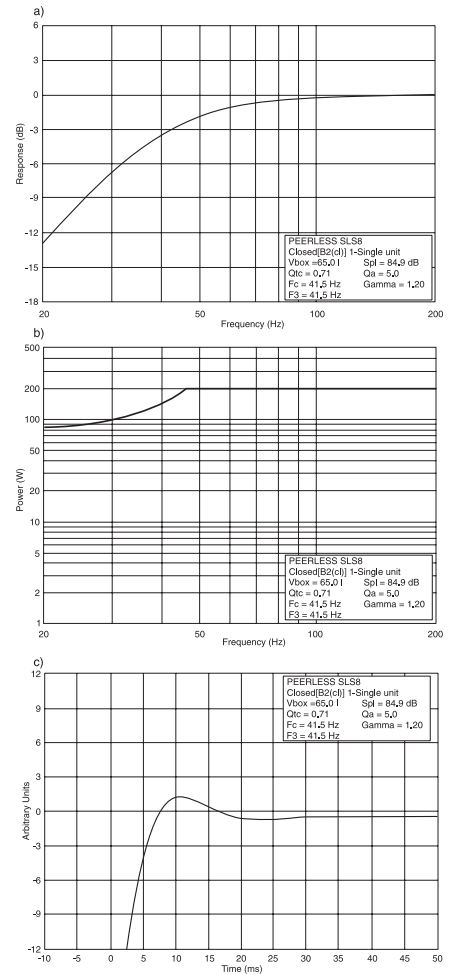
Oto doskonały przykład, jak silnie na optymalną objętość obudowy, przy założonym Q_{tc} , wpływa rezystancja szeregową o wartości nawet tylko 1Ω , podłączona do głośnika o impedancji znamionowej 8Ω (na głośnik 4Ω wywarłaby wpływ dwa razy większy). Dla osiągnięcia $Q_{tc}=0,71$ (rys. 10), potrzeba teraz aż 34 litrów, wobec 20 litrów przy $R_g=0 \Omega$. Ale oczywiście przy większej objętości częstotliwość rezonansowa pojawi się znacznie niżej, i proporcjonalnie niżej ułożą się spadki -3 dB i -6 dB - a więc przy 47 Hz i 35 Hz. Warto zwrócić uwagę, że leżą one znacznie niżej niż przy zastosowaniu nawet większej objętości, 40 litrów, ale przy $Q_{tc}=0,6$ (poprzednie symulacje dla $R_g=0 \Omega$), bowiem charakterystyka przetwarzania dla wyższej dobroci leży wyżej, niż dla niższej. Ale nie można mieć wszystkiego naraz, więc charakterystyka mocy nie utrzymuje się na poziomie 200 W aż do 20 Hz, na skrajnym paśmie spada do 120 W.



Rys. 10. Wykresy charakteryzujące głośnik SLS-8 ($Q_{tc}=0,71$, $f_c=47$ Hz, $V_b=34$ dm³): charakterystyka przetwarzania (a), charakterystyka wytrzymałości (b), charakterystyka impulsowa (c)



Rys. 11. Wykresy charakteryzujące głośnik SLS-8 ($Q_{tc}=0,8$, $f_c=55$ Hz, $V_b=20$ dm³): charakterystyka przetwarzania (a), charakterystyka wytrzymałości (b), charakterystyka impulsowa (c)



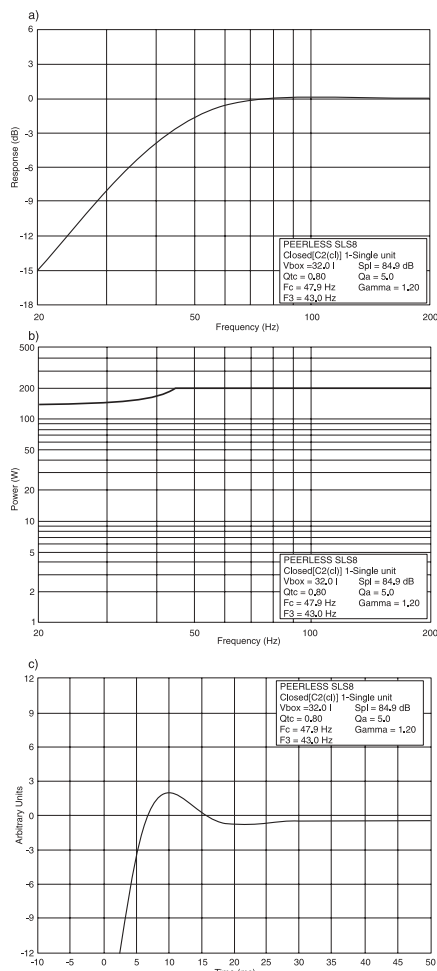
Rys. 12. Wykresy charakteryzujące głośnik SLS-8 ($Q_{tc}=0,71$, $f_c=41$ Hz, $V_b=65$ dm³): charakterystyka przetwarzania (a), charakterystyka wytrzymałości (b), charakterystyka impulsowa (c)

Alternatywną symulację przygotowaliśmy, przyjmując założenie, że przywrócimy głośnikowi pełną moc znamionową 200 W aż do 20 Hz (rys. 11). Okazuje się, że w tym celu trzeba wrócić do znanej już objętości 20 litrów, ale tym razem oznaczać ona będzie dobroć $Q_{tc}=0,8$. Spadki -3 dB i -6 dB pojawiają się przy 49 Hz i 39 Hz, a więc niżej niż przy w tej samej objętości przy niższym $Q_{tc}=0,71$.

W trzecim podejściu do SLS-8 podłączmy $R_g=2 \Omega$.

Zgodnie z oczekiwaniami, zwiększenie rezystancji R_g spowodowało dalszy wzrost objętości potrzebnej dla utrzymania $Q_{tc}=0,71$ (rys. 12). Niezależnie od uzyskiwanych parametrów, 65 litrów wydaje się już zdecydowanie za dużą objętością dla obsługi głośnika o średnicy 21 cm - taka wielkość w następnych przykładach wystarczy do poprawnej obsługi głośnika o średnicy 26, a nawet 31 cm. Aczkolwiek uzyskana w takiej objętości charakterystyka przetwarzania jest bardzo korzystna - spadek -3 dB mamy przy 41 Hz, a -6 dB przy 32 Hz. Tyle tylko że charakterystyka mocy spada nieco poniżej 100 W w zakresie 20...30 Hz.

Spróbujmy więc zmniejszyć obudowę o połowę, do 32 litrów (rys. 13). Mamy wtedy dobroć $Q_{tc}=0,8$, spadek -3 dB przy 43 Hz, a -6 dB przy 34 Hz, charakterystyka mocy obniża się do poziomu 140 W w zakresie 20...30 Hz. Ten zestaw parametrów



Rys. 13. Wykresy charakteryzujące głośnik SLS-8 ($Q_{tc}=0,8$, $f_c=48$ Hz, $V_b=32$ dm³): charakterystyka przetwarzania (a), charakterystyka wytrzymałości (b), charakterystyka impulsowa (c)

wydaje się bardzo udanym kompromisem przy $R_g=2 \Omega$, zwłaszcza że wielkość urządzenia będzie umiarkowana.

Głośnik SLS10 o średnicy 26 cm (dziesięć cali), noszący też symbole SLS-263, SWR-263, P830668, ma następujące parametry:

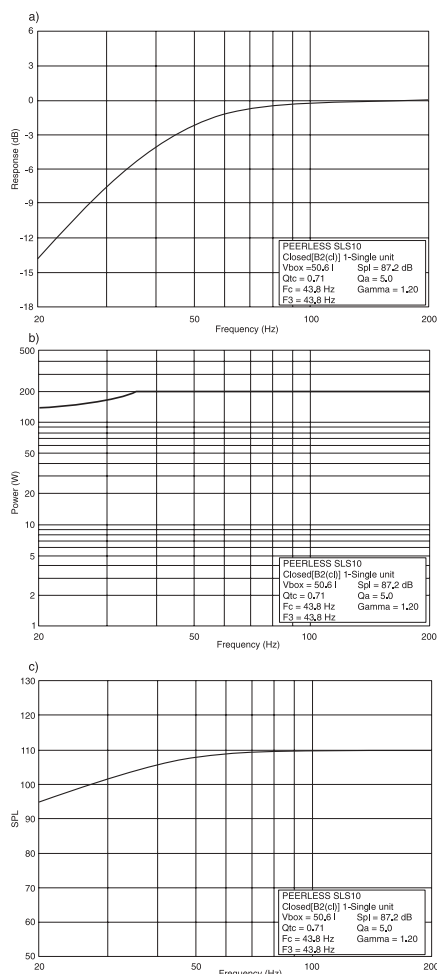
F_s [Hz]	28
Q_{es}	0,58
Q_{ms}	5,67
Q_{ts}	0,52
V_{as} [dm ³]	88
R_e [Ω]	5,5
S_d [cm ²]	336
X_{lin} [cm]	1,6
Moc [W]	200

Głośnik SLS-263, w stosunku do SLS-213, ma niższą częstotliwość rezonansową, co oznacza przy podobnej wartości dobroci, że legitymuje się jeszcze niższym współczynnikiem EBP. Zbliża się on do wartości 50, a po uwzględnieniu R_g (zwiększającym Q_{ts}) staje się nawet niższy, co określa doskonale dostosowanie tego głośnika do pracy w obudowie zamkniętej, ze względu na zdolność osiągnięcia niskich częstotliwości granicznych. Pozostaje tylko sprawdzić, czy amplituda liniowa jest na tyle duża, aby przy tak niskim EBP zagwarantować głośnikowi wysoką wytrzymałość w zakresie najniższych częstotliwości, i jak duże objętości będą potrzebne dla osiągnięcia optymalnych parametrów.

Zaczynamy od symulacji dla dwóch dobroci Q_{tc} przy $R_g=0\Omega$. Dobroć 0,71 (rys. 14) uzyskujemy w objętości ok. 50 litrów - dość dużej, ale dla głośnika 26-cm jeszcze akceptowalnej. W nagrodę otrzymujemy niskie częstotliwości graniczne - przy 44 Hz i 34 Hz, odpowiednio -3 dB i -6 dB. Charakterystyka mocy nie pozostawia wiele do życzenia - co prawda nie utrzymujemy pełnych 200 W aż do 20 Hz, ale jak widać, ustępujemy niewiele, 200 W mamy do 35 Hz, potem lekki spadek kończy się poziomem 150 W przy 20 Hz. Najwyraźniej jesteśmy blisko najlepszej aplikacji SLS-10. Co można poprawić?

Można jednak uznać, że potrzebna jest nam pełna moc 200 W aż do 20 Hz, której uzyskanie będzie też związane z zastosowaniem mniejszej obudowy. Charakterystyka wytrzymałości wyrównuje się więc niemal do końca w objętości ok. 40 litrów, w których $Q_{tc}=0,75$, a spadki 3- i 6-decybelowe przesuwały się w górę skali częstotliwości bardzo nieznacznie, dosłownie o jeden Hz. Dobrze widać, że zakres 40...50 litrów jest właściwy dla SLS-10 przy $R_g=0 \Omega$.

Teraz dołączamy $R_g=1\Omega$. Od razu widać, jaki mamy kłopot - po uwzględnieniu rezystancji szeregowy nawet na umiarkowanym poziomie 1 Ω trzymanie $Q_{tc}=0,71$ wymaga objętości obudowy aż 90 litrów (rys. 16). Choć dzięki temu osiągniemy bardzo niskie częstotliwości graniczne



Rys. 14. Wykresy charakteryzujące głośnik SLS-10 ($Q_{tc}=0,71$, $f_c=44$ Hz, $V_b=51$ dm³): charakterystyka przetwarzania (a), charakterystyka wytrzymałości (b), charakterystyka poziomu maksymalnego (c)

(-3 dB dla 38 Hz, -6 dB dla 28 Hz), a charakterystyka mocy jest możliwa do zaakceptowania (100 W przy 20 Hz, pełne 200 W powyżej 40 Hz), to powinniśmy szukać rozwiązania bardziej praktycznego, czyli z mniejszą obudową.

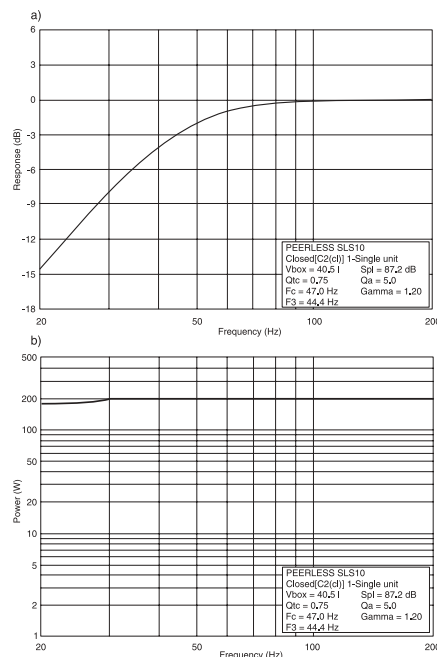
Spróbujmy radykalnie - 40 litrów, które znamy już z symulacji dla $R_g=0\Omega$. W tej objętości głośnik odzyskuje pełną moc 200 W w całym paśmie. Wraz z $R_g=1\Omega$ dobroć $Q_{tc}=0,85$, spadek - 3 dB pojawia się przy 40 Hz, a -6 dB przy 33 Hz (rys. 17). Bardzo dobrze. Oczywiście, skoro przy $R_g=0 \Omega$ był rekomendowany zakres objętości 40...50 litrów, to wraz z $R_g=1 \Omega$, wymuszającym większe objętości dla ustalonych wartości dobroci, powinniśmy zgodzić się na nieco szerszy zakres, powiedzmy 40...60 litrów.

Ale teraz dalej zwiększamy rezystancję szeregową - $R_g=2 \Omega$.

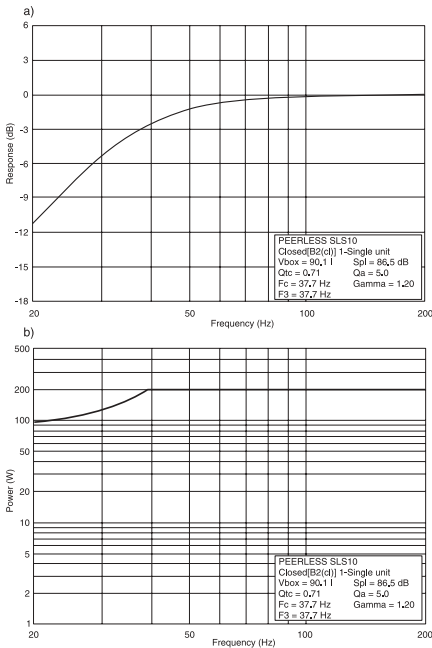
Dołączenie rezystancji szeregowy 2 Ω praktycznie uniemożliwia uzyskanie dobroci $Q_{tc}=0,71$, bowiem wymagana objętość rośnie do 180 litrów. Dlatego tym razem nie będziemy analizować dokładnie tego czysto teoretycznego wariantu, aby zaoszczędzić miejsce na dwa warianty bardziej praktyczne. Ale nadal mamy coś dla miłośników dużych obudów i bardzo niskich częstotliwości granicznych - w objętości 83 litrów (rys. 18) pojawia się $Q_{tc}=0,8$, spadki -3 dB przy 34 Hz i -6 dB przy 27 Hz (rekord w naszych symulacjach dla SLS-10), a charakterystyka wytrzymałości spełnia minimum naszych wymagań - czyli znajduje się powyżej poziomu 100 W przy 20 Hz, a od 40 Hz osiąga 200 W.

Ale również tym razem wrócimy do objętości 40 litrów (rys. 19). Dobroć wzrosła do $Q_{tc}=0,95$, ale nadal nie jest to powód do zmartwień o charakterystykę impulsową. Poziomy -3 dB przy 38 Hz i -6 dB przy 32 Hz to wyniki zupełnie zadowalające, a pełna moc 200 W w całym paśmie w tej objętości jest jak zwykle zagwarantowana.

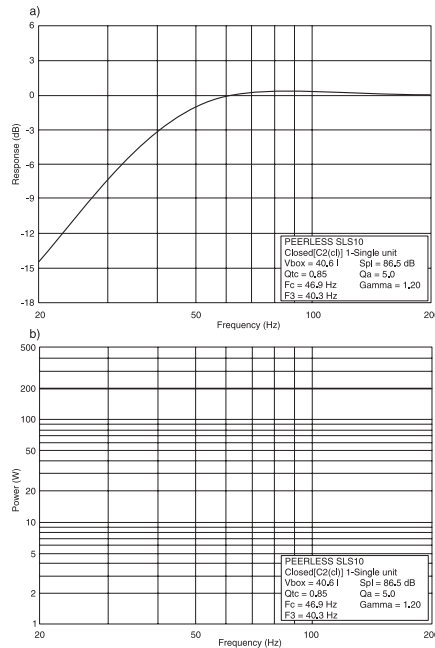
Kto chce bić rekordy pasma przenoszenia, może dojść do 80 litrów bez dużego ryzyka przesterowania głośnika, ale objętość



Rys. 15. Wykresy charakteryzujące głośnik SLS-10 ($Q_{tc}=0,75$, $f_c=47$ Hz, $V_b=40$ dm³): charakterystyka przetwarzania (a), charakterystyka wytrzymałości (b)



Rys. 16. Wykresy charakteryzujące głośnik SLS-10 ($Q_{tc}=0,71$, $f_c=38$ Hz, $V_b=90$ dm³): charakterystyka przetwarzania (a), charakterystyka wytrzymałości (b)



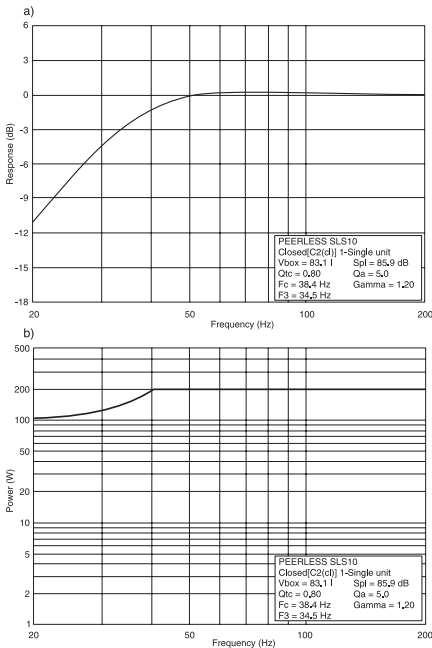
Rys. 17. Wykresy charakteryzujące głośnik SLS-10 ($Q_{tc}=0,85$, $f_c=47$ z, $V_b=40$ dm³): charakterystyka przetwarzania (a), charakterystyka wytrzymałości (b)

w okolicach 50 litrów wydaje się najrozsądniejsza.

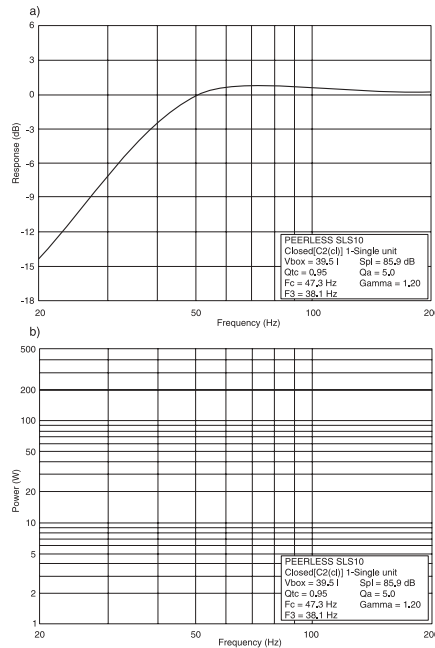
Największy głośnik SLS-12 o średnicy 31 cm (dziesięć cali), noszący też symbole SLS-315, SWR-315, P830669, ma parametry następujące:

f_s [Hz]	26
Q_{es}	0,47
Q_{ms}	5,54
Q_{ts}	0,43
V_{as} [dm ³]	205
R_b [Ω]	5,5
S_d [cm ²]	510
X_{lin} [cm]	1,6
Moc [W]	200

Największy z SLS-ów ma najniższą częstotliwość rezonansową f_s , ale już nie tak niski współczynnik EBP, jak SLS-10, bo w jego dobroć jest znacznie niższa, choć nadal w skali absolutnej wcale nie niska. Na obniżenie dobroci, przy większej masie membrany i takiej samej cewce drgającej, wpłynęło zastosowanie w SLS-10 większego układu magnetycznego, niż w SLS-8 i SLS-10. Tam mamy magnesy o średnicach 11,5 cm, tutaj 13,5 cm. Również dzięki temu SLS-315 wykazuje się najwyższą efektywnością (91...92 dB). Dla tego głośnika przedstawimy już tylko po jednym optymalnym strojeniu dla każdej z trzech wartości R_g .



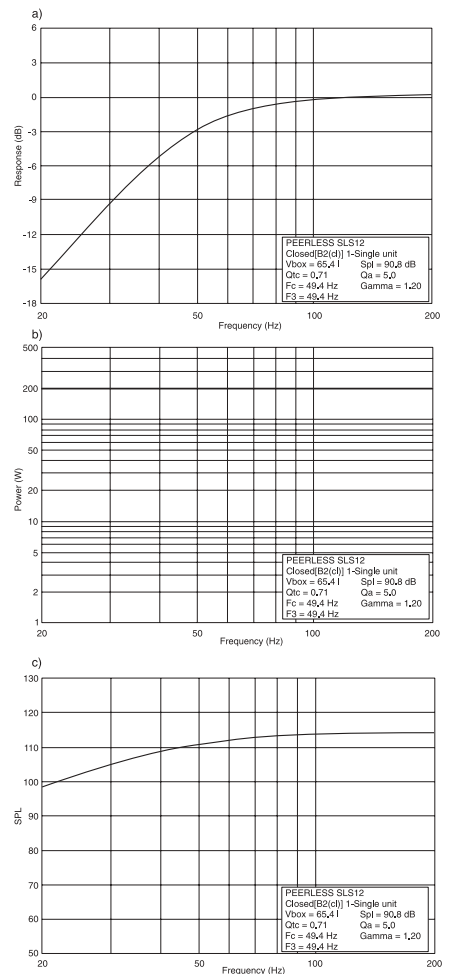
Rys. 18. Wykresy charakteryzujące głośnik SLS-10 ($Q_{tc}=0,8$, $f_c=38$ Hz, $V_b=83$ dm³): charakterystyka przetwarzania (a), charakterystyka wytrzymałości (b)



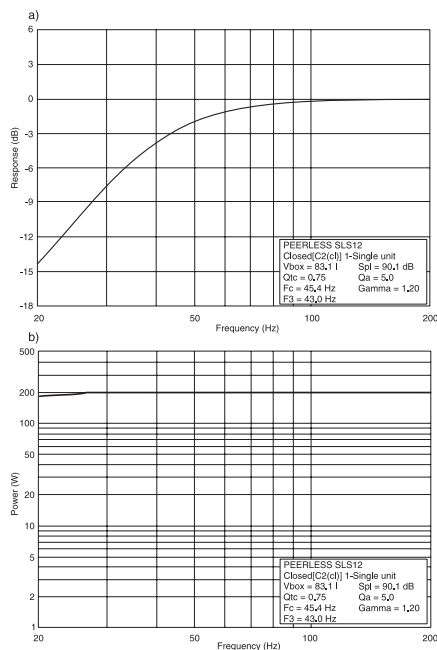
Rys. 19. Wykresy charakteryzujące głośnik SLS-10 ($Q_{tc}=0,95$, $f_c=47$ Hz, $V_b=40$ dm³): charakterystyka przetwarzania (a), charakterystyka wytrzymałości (b)

Dla $R_g=0 \Omega$ $Q_{tc}=0,71$ pojawia się w objętości 65 litrów, i jednocześnie zagwarantowaną mamy pełną moc 200 W w całym paśmie (rys. 20). Eksperymentowanie z objętościami większymi powoduje, że moc zaczyna spadać w zakresie najniższych częstotliwości, a objętości mniejsze oczywiście zawężają pasmo przetwarzania, nie dając w zamian akustycznie nic. Teraz spadek -3 dB widzimy przy 49 Hz, a -6 dB przy 37 Hz. Warto porównać te wyniki dla uzyskanych z głośnikiem SLS-10 w analogicznym wariantcie $R_g=0$, $Q_{tc}=0,7$. Otóż mniejszy model, w mniejszej objętości (50 litrów), uzyskiwał niższe częstotliwości graniczne! Dla konstruktorów to poważny dylemat - jakie korzyści płyną w takim razie ze stosowania SLS-315? Już o nich wspomnieliśmy - ponad 3-decybeli wyższa efektywność to bardzo dużo. Natomiast w dziedzinie samej charakterystyki przetwarzania SLS-263 okazuje się nieco lepszy i w dodatku wygodniejszy w zastosowaniu ze względu na mniejszą objętość obudowy.

Dla $R_g=1 \Omega$ pełną moc przy $R_g=1$ SLS-12 utrzymuje w objętości ok. 80 litrów, mając wówczas dobroć $Q_{tc}=0,75$ (rys. 21). -3 dB mamy przy 43 Hz, -6 dB przy 34 Hz. Ponownie warto porównać z SLS-10, który przy $R_g=1 \Omega$, w objętości dwa razy mniejszej, osiąga nawet nieco niższą częstotliwość graniczną, mając też pełną moc w całym paśmie. SLS-12 zasługuje jednak



Rys. 20. Wykresy charakteryzujące głośnik SLS-12 ($Q_{tc}=0,71$, $f_c=49$ Hz, $V_b=65$ dm³): charakterystyka przetwarzania (a), charakterystyka wytrzymałości (b), charakterystyka poziomu maksymalnego (c)



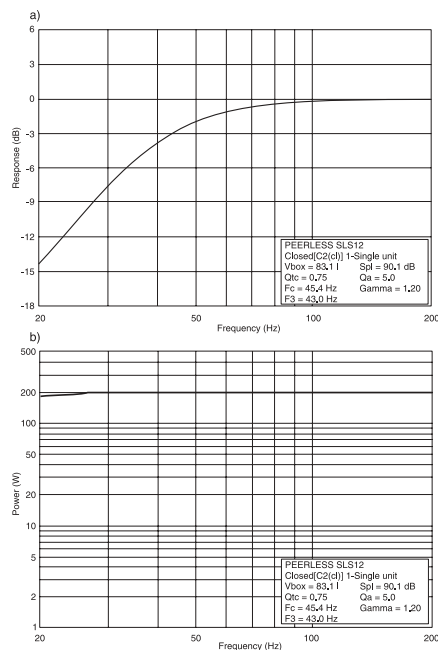
Rys. 21. Wykresy charakteryzujące głośnik SLS-12 ($Q_{tc}=0,75$, $f_c=45$ Hz, $V_b=83$ dm³): charakterystyka przetwarzania (a), charakterystyka wytrzymałości (b)

na wybór wtedy, gdy wielkość obudowy nie jest dla nas problemem, a zależy nam na wysokiej efektywności, którym to parametrem SLS-12 zdecydowanie góruje nad SLS-10.

To największa obudowa w naszych symulacjach, prawie 100-litrowa (rys. 22). Przy dobroci $Q_{tc}=0,8$ i dla $R_g=2$ Ω charakterystyka mocy tylko lekko spada poniżej poziomu 200 W, w zakresie 20...30 Hz. Spadek -3 dB mamy przy 39 Hz, -6 dB przy 31 Hz. Pod względem częstotliwości granicznej i mocy, SLS-263 uzyskuje podobne rezultaty w obudowie 2,5 raza mniejszej, ale wymaganie wysokiej efektywności ponownie może uzasadnić wybór właśnie SLS-12.

Ostatnim głośnikiem Peerlessa przebadanym pod kątem zastosowania w obudowie zamkniętej jest 31-centymetrowy XLS-12. To potężny głośnik, z odlewaniem koszem i układem magnetycznym o średnicy ponad 15 cm. Jego cewka jest tak długa, że zapewnia liniową pracę przy amplitudzie 25 mm (!), co wraz ze średnicą 50 mm pozwala też znieść duże obciążenia termiczne. Głośnik „nie do zdarcia”, zaprojektowany specjalnie pod kątem zastosowania w subwoferach najwyższej klasy. Dostępny jest też 27-centymetrowy XLS-10 o bardzo podobnej konstrukcji i parametrach.

Jak widzimy, XLS w parametrach Thiele'a-Smalla prezentuje się zupełnie inaczej niż głośniki SLS. Ma bardzo niską dobroć Q_{ts} (na co „zapracował” wyjątkowo silny układ magnetyczny), i mimo ekstremalnie niskiej częstotliwości rezonansowej, współczynnik EBP jest tylko niewiele niższy od 100. Głośnik ten został zaprojektowany przede wszystkim pod kątem zastosowania wraz z membraną białą (różne wersje dla różnych wariantów strojenia również są produkowane przez Peerlessa), którą należy uznać za odmianę obudowy z otworem (*bass-reflex*). Jego zastosowanie w obudowie zamkniętej jest możliwe, ale musi być świadome, umotywowane i odpowiednio przygotowane. Przede wszystkim jest to możliwe

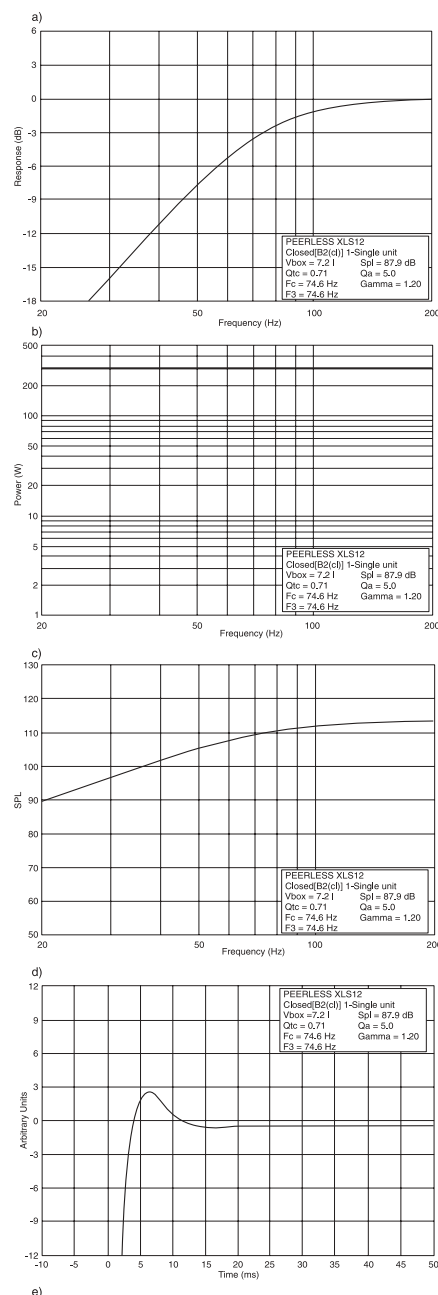


Rys. 22. Wykresy charakteryzujące głośnik SLS-12 ($Q_{tc}=0,80$, $f_c=43$ Hz, $V_b=98$ dm³): charakterystyka przetwarzania (a), charakterystyka wytrzymałości (b)

w konstrukcji subwoofera aktywnego, którego wzmacniacz przeprowadzi odpowiednią korekcję charakterystyki w zakresie najniższych częstotliwości, pozwalając uzyskać oczekiwane niskie częstotliwości graniczne. Można też skorygować dobroć przez wtrącenie wysokiej rezystancji szeregową R_g . Natomiast zastosowanie tradycyjne, bez takich zabiegów, specjalnie sensu nie ma, bo amplitudowe możliwości głośnika pozostaną niewykorzystane, a charakterystyka przetwarzania opadać będzie zbyt wcześnie, nie dając oczekiwanego po tak dużych głośnikach rozciągnięcia basu. XLS-12 pokazujemy jako przykład głośnika przeznaczonego do *bass-reflexu*, który będzie próbował „odnaleźć się” w obudowie zamkniętej.

Na początek $R_g=0\Omega$, czyli koncepcja zastosowania w subwoferze aktywnym. Wyniki są szokujące, zwłaszcza gdy się je porówna do uzyskanych przy SLS-12. Porównanie to może służyć jako przestroga przed doбором objętości obudowy bez rozważania w parametrach głośnika, a jedynie „na czuja”, na podstawie jego wielkości. Podczas gdy SLS-12, dla uzyskania dobroci $Q_{tc}=0,71$ (przy $R_g=0$ Ω), wymagał objętości 65 litrów, to tej samej średnicy XLS-12 potrzebuje... 7 litrów, czyli prawie dziesięć razy mniej (rys. 23). Wynika to przede wszystkim ze znacznie mniejszej dobroci Q_{ts} , a dodatkowo z mniejszej objętości ekwiwalentnej. Ale w tak małej objętości, mimo bardzo niskiej częstotliwości rezonansowej f_s - 18 Hz, „powędrowała ona” do bardzo wysokiej częstotliwości $f_c = 75$ Hz. Wskutek tego charakterystyka przetwarzania ma spadek -3 dB właśnie przy wysokich 75 Hz (dla $Q_{tc}=0,71$ spadek -3 dB pojawia się dołądnie przy f_c), a -6 dB przy 56 Hz. Chociaż utrzymujemy pełną moc maksymalną 300 W w całym paśmie, to ostatecznie trudno być zadowolonym z takich rezultatów - pod względem charakterystyki przetwarzania głośnik nie spełnia nadziei, jakie w nim pokładamy, patrząc na jego wielkość i niezwykłą konstrukcję. Ale to nie wina głośnika, lecz niewłaściwego zastosowania.

Widząc niewzruszoną charakterystykę mocy, a także bardzo małą objętość obudowy przy $Q_{tc}=0,71$, możemy ją bezpiecznie zwiększyć, idąc w kierunku niższych dobroci. Spróbujmy najniższej ze spotykanych, czyli $Q_{tc}=0,5$ (rys. 24). Potrzebna jest do tego nadal bardzo mała objętość - 17 litrów. Spadek -6 dB przesuwa się nieznacznie, do -6 dB, ale taki kształt charakterystyki, bardzo łagodnie opadającej, łatwiej podda się korekcji. Niezależnie od tego uzyskujemy najlepszą z możliwych charakterystykę impulsową, a charakterystyka mocy nadal ani drgnie - pełne 300 W jest do dyspozycji aż do 20 Hz. Sprawdziliśmy z ciekawości, że XLS-12 utrzymuje pełną moc 300 W w całym paśmie nawet wtedy, gdy jest swobodnie zawieszony (bez obudowy,



Rys. 23. Wykresy charakteryzujące głośnik XLS-12 ($Q_{tc}=0,71$, $f_c=75$ Hz, $V_b=7,2$ dm³): charakterystyka przetwarzania (a), charakterystyka wytrzymałości (b), charakterystyka poziomu maksymalnego (c), charakterystyka impulsowa (d)

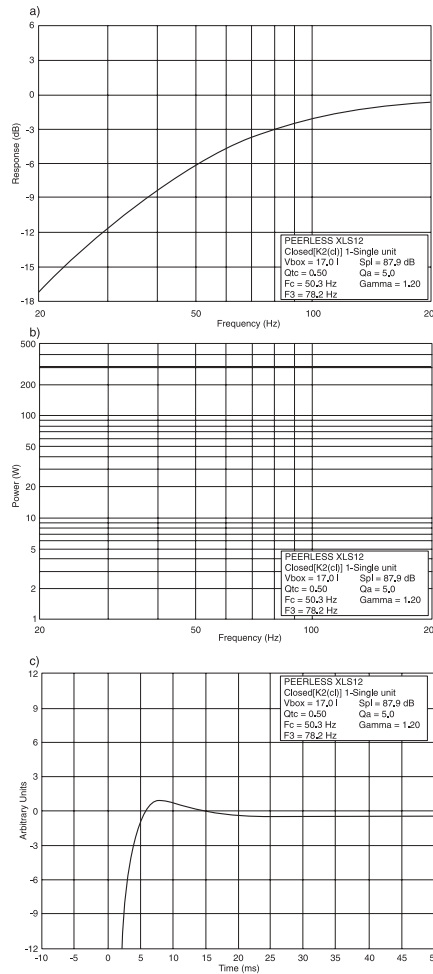
tzn. z objętością nieskończenie wielką) - to rzeczywiście nadzwyczajne. Kwestia charakterystyki mocy przy strojeniu tego głośnika w zasadzie może zostać pominięta - zapas cewki poniżej i powyżej szczeliny jest tak duży, że układ drgający znieśnie wszelkie fałszywości.

Na koniec podejmiemy desperacką próbę rozszerzenia pasma przetwarzania za pomocą dołączenia dość wysokiej rezystancji szeregowej $R_g=2 \Omega$ (w tej roli wystąpi oczywiście nie rezystor, ale cewka filtru strojonego na bardzo niską częstotliwość graniczną - pomysł taki doskonale pasuje do koncepcji zastosowania XLS-308 w subwooferze biernym bądź jako głośnika subniskotonowego w wielodrożnym zestawie głośnikowym).

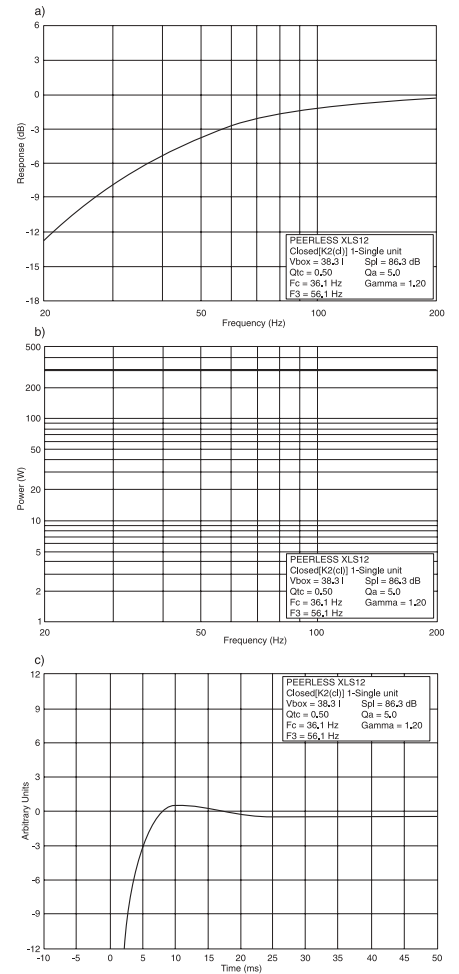
Rezystancja 2Ω ma większy wpływ na parametry 4Ω XLS-a niż na 8Ω SLS-y. Musimy też liczyć się ze spadkiem efektywności (ok. 1/3 całkowitego napięcia odłoży się na rezystancji R_g), co nasz program symulacyjny również precyzyjnie obliczył - ciśnienie spadło o 1,6 dB.

Dołączenie $R_g=2 \Omega$ spowodowało, że dla utrzymania dobroci $Q_{tc}=0,5$ wymagana objętość wynosi 38 litrów - ponad dwa razy więcej niż bez rezystancji szeregowej, ale nadal całkiem umiarkowanie. Głośnik o średnicy 30 cm w tej wielkości obudowie będzie wyglądał zupełnie normalnie. Bardzo dużo zyskujemy na charakterystyce przetwarzania - spadek -3 dB widać przy 56 Hz, a -6 dB przy 36 Hz - to jeszcze wyniki nie rekordowe, ale już zadowalające. Niekwestionowane pozostaje wyrażowanie pod względem charakterystyki impulsowej, i ponownie bardzo wysoka moc aż do samych 20 Hz. W ten sposób udało się z XLS-a 12 „wycisnąć” znacznie więcej niż w pierwszej próbie, i dostosować do warunków obudowy zamkniętej. Za miesiąc dokończenie zabaw z głośnikami w obudowie zamkniętej - trzy różne Scan-Speak i jedna Vifa o średnicy 18 cm na dokładkę.

Andrzej Kisiel



Rys. 24. Wykresy charakteryzujące głośnik XLS-12 ($Q_{tc}=0,5$, $f_c=50$ Hz, $V_b=17$ dm³): charakterystyka przetwarzania (a), charakterystyka wytrzymałości (b), charakterystyka impulsowa (c)



Rys. 25. Wykresy charakteryzujące głośnik XLS-12 ($Q_{tc}=0,5$, $f_c=36$ Hz, $V_b=38$ dm³): charakterystyka przetwarzania (a), charakterystyka wytrzymałości (b), charakterystyka impulsowa (c)