

Akustyka budowli	NORMA BRANŻOWA	BN-75/8824-01
	Akustyka budowlana Pomiar współczynnika pochłaniania dźwięku w komorze pogłosowej	W Grupa katalogowa VII-25

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot normy. Przedmiotem normy jest metoda pomiaru w komorze pogłosowej współczynnika pochłaniania dźwięku przez różne materiały i ustroje dźwiękochłonne oraz określanie chłonności akustycznej obiektów - polegająca na obliczeniu dodatkowego pochłaniania dźwięku z wyników pomiaru czasu pogłosu komory przed i po wprowadzeniu do niej próbek.

1.2. Zakres stosowania przedmiotu normy. Metodę ujętą w normie należy stosować do pomiaru współczynnika pochłaniania dźwięku materiałów, ustrojów i obiektów dźwiękochłonnych w przypadku dopuszczenia ich do stosowania w budownictwie i w przypadku porównywania wyników pomiarów wykonanych w różnych komorach pogłosowych.

1.3. Określenia

1.3.1. Pogłos - zjawisko zmniejszania się w czasie energii rozproszonego pola akustycznego po ustaniu promieniowania dźwięku przez jego źródło. Gdy zanikanie to dla danej częstotliwości lub pasma częstotliwości odbywa się po pierwszych odbiciach w sposób wykładniczy w czasie, zjawisko pogłosu może być ilościowo wyrażone bądź szybkością zaniku /d/, bądź czasem pogłosu /T/.

1.3.2. Szybkość zaniku /d/, przy założeniu równomiernej gęstości energii akustycznej jest to zmniejszenie się poziomu ciśnienia akustycznego w jednostce czasu określone w dB/s, uwarunkowane łącznym działaniem dwóch składników /d = d_a + d_b/, tj. rozpraszaniem energii dźwiękowej przy rozchodzeniu się w powietrzu /d_a/ oraz pochłanianiem energii dźwiękowej /d_b/ kosztem niecałkowitego odbicia od powierzchni przegród pomieszczenia i znajdujących się w nim obiektów.

Składnik /d_a/ może być określony stałą zaniku energii /m/ w dB/m wg wzoru

$$d_a = \frac{10}{\ln 10} \cdot c \cdot m \approx 4,34 c \cdot m \quad /1/$$

gdzie: c - prędkość dźwięku w powietrzu, m/s.

Składnik /d_b/ określa wpływ chłonności akustycznej /A/ pomieszczenia zgodnie ze wzorem

$$d_b = \frac{10}{4 \ln 10} \cdot \frac{c A}{V} = 1,086 \cdot \frac{c A}{V} \quad /2/$$

w którym V - objętość pomieszczenia, m³.

INSTYTUT TECHNIKI BUDOWLANEJ

Ustanowiona przez Dyrektora ITB w dniu 30 kwietnia 1975 r. jako norma obowiązująca w zakresie czynności określonych normą od dnia 1 lipca 1975 r. /Dz.Normaliz.i Miar nr.....poz...../

1.3.3. Czas pogłosu /T/ - czas, w którym energia rozprzozonego pola akustycznego w stanie pogłosu zmniejsza się 10^6 razy. Poziom przeciętnego ciśnienia akustycznego zmniejsza się wtedy o 60 dB od poziomu jaki występował dla stanu ustalonego, przy czym jako stan ustalony przyjmuje się wartość poziomu ciśnienia występującego po czasie działania źródła dźwięku dłuższym od czasu pogłosu.

Czas pogłosu może być wyrażony wzorem

$$T = \frac{60}{d} \quad /3/$$

w którym: d - szybkość zaniku energii dźwiękowej, dB/s.

1.3.4. Powierzchnia rzutu pochłaniaczy - pole prostokąta wyznaczone liniami przechodzącymi przez skrajne punkty pochłaniaczy przestrzennych związane w obu prostopadłych kierunkach o jedną odległość w świetle między pochłaniaczami.

2. BADANIA

2.1. Urządzenia pomiarowe

2.1.1. Komora pogłosowa. Kształt komory powinien zapewniać zachowanie warunku

$$l_{\max} < 1,9 V^{1/3} \quad /4/$$

gdzie:

l_{\max} - największa odległość po prostej między przegrodami, m /w przypadku pomieszczeń prostopadłościennych jest to dłuższa przekątna/,

V - objętość komory pogłosowej, m^3 .

Komora nie powinna mieć kształtu sześciangu. Objętość komory pogłosowej nie powinna być mniejsza niż $180 m^3$, ale zaleca się, aby była ona równa $200 \pm 20 m^3$. Dopuszcza się wykorzystanie mniejszych komór $> 100 m^3$ jedynie dla częstotliwości większych od granicznej /f/, określonej z warunku

$$f = 125 \sqrt[3]{\frac{180}{V}} \quad /5/$$

gdzie: V - jak we wzorze/4/.

Kształt komory powinien zabezpieczać utrzymanie dostatecznej równomierności rozkładu gęstości energii. Dopuszczalną nierównomierność pola określa tabl.1

Zakres częstotliwości /f/, Hz	$f \leq 250$	$250 < f \leq 1000$	$1000 < f \leq 3000$	$f > 3000$
Maksymalna dopuszczalna nierównomierność rozkładu gęstości energii dźwiękowej, dB	± 3	± 2	$\pm 1,5$	± 1

Przy zachowaniu powyższych warunków nie ogranicza się dolnej częstotliwości pomiarowej dla komór o objętości /V/ nie większej niż $180 m^3$. Częstotliwości własne komory w zakresie niskich częstotliwości powinny być rozmieszczone możliwie najbardziej równomiernie.

Czas pogłosu pustej komory pogłosowej o objętości $V = 180 m^3$ dla poszczególnych środkowych częstotliwości pasm oktaowych /f/ powinien być nie mniejszy niż to podaje tablica 2

Częstotliwość /f/, Hz	125	250	500	1000	2000	4000
Czas pogłosu /T/, s	5,0	5,0	5,0	4,5	3,5	2,0

Przy objętościach komory pogłosowej różnych od 180 m^3 , podane wartości czasu pogłosu należy mnożyć przez współczynnik $\sqrt[3]{\frac{V}{180}}$ dla częstotliwości do 2000 Hz /powyżej tej częstotliwości przeważającym czynnikiem zaniku energii dźwiękowej jest bowiem pochłanianie w powietrzu/.

Dla zapewnienia dostatecznej równomierności rozkładu energii dźwiękowej zaleca się stosować rozmieszczone nierównomiernie i pod różnymi kątami nachylenia specjalne elementy rozpraszające o możliwie najmniejszym współczynniku pochłaniania dźwięku i powierzchni od $0,8$ do 2 m^2 /tj. o łącznej powierzchni obu stron od $1,6$ do 4 m^2 /. Ponadto zaleca się, aby ogólna powierzchnia tych elementów /licząc powierzchnię arkuszy z obu stron/wynosiła około 25% ogólnej powierzchni ścian komory pogłosowej bez elementów, natomiast procentowy udział rzutów powierzchni elementów w dowolnym kierunku powinien być proporcjonalny do procentowego udziału rzutu powierzchni ograniczającej komorę w tym samym kierunku.

2.1.2. Aparatura nadawcza

2.1.2.1. Głośniki lub grupy głośników należy stosować o możliwie bezkierunkowej charakterystyce promieniowania i o mocy akustycznej zapewniającej uzyskanie poziomu ciśnienia akustycznego w stanie ustalonym - większego o 65 dB od poziomu szumów.

Zaleca się ustawiać głośniki w rogach komory.

2.1.2.2. Sygnał pomiarowy. Jako sygnał pomiarowy należy stosować pasma szumu białego o szerokości $1/3$ oktawy lub w ostatecznym przypadku o szerokości 1 oktawy.

Dopuszcza się stosowanie tonu wibrującego jako sygnału akustycznego. W tym przypadku dewiacja częstotliwości tonu wibrującego powinna być nie mniejsza niż 10% średniej częstotliwości do 500 Hz, zaś dla częstotliwości wyższych niż 500 Hz wystarczająca jest dewiacja częstotliwości ± 50 Hz. Częstotliwość modulacji powinna wynosić około 6 Hz.

2.1.3. Aparatura odbiorcza do zapisu pogłosu powinna się składać z jednego lub kilku mikrofonów /możliwie bezkierunkowych/, wzmacniaczy, filtrów i urządzenia zapisującego. Urządzeniem zapisującym powinien być przyrząd do zapisu poziomu ciśnienia akustycznego, oscylograf elektroniczny ze wzmacniaczem logarytmicznym lub inny przyrząd tego samego typu o logarytmicznej charakterystyce przenoszenia. Przyrząd do zapisu poziomu powinien umożliwiać zapis zaniku poziomu ciśnienia akustycznego z prędkością nie mniejszą niż 300 dB/s. W przypadku wykorzystania szumu białego szerokopasmowego należy stosować filtry szerokości $1/3$ oktawy. Dopuszcza się stosowanie cyfrowego miernika elektronicznego, spełniającego powyższe warunki.

2.2. Opis badań

2.2.1. Przygotowanie próbek. Próbką badanego materiału dźwiękochłonnego lub konstrukcji powinna być prostokątna o stosunku szerokości do długości od $0,7$ do 1 i przykrywać powierzchnię od 10 do 12 m^2 . W przypadku badania materiałów posiadających współczynniki pochłaniania $\alpha \leq 0,2$ w całym paśmie mierzonych częstotliwości zaleca się stosowanie większych powierzchni, aby w czasie pomiarów zapewnić wyraźną różnicę między wartościami czasu pogłosu T_1 i T_2 . Próbkę powinna być umieszczona na podłodze lub na jednej ze ścian komory pogłosowej lub na jej suficie tak, aby boki próbki znajdowały się w odległości nie mniejszej niż 1 m od przegród i były przykryte płaszczyznami odbijającymi równymi grubości próbki i o grubości własnej nie większej niż 1 cm . Zamocowanie badanego materiału powinno być takie samo jak w warunkach jego eksploatacji. W przypadku pomiaru przy użyciu pochłaniaczy przestrzennych należy je podwieszać do stropu i rozmieszczać tak, aby powierzchnia rzutu zajęta przez pochłaniacze była w granicach od 10 m^2 do 15 m^2 , a jednostronna powierzchnia pochłaniaczy w granicach od 10 m^2 do 12 m^2 .

2.2.2. Określenie czasu pogłosu dla danego obszaru częstotliwości powinno być wykonywane za pomocą aparatury odbiorczej podanej w 2.1.3. wg 6 zapisów spadku dla co najmniej następujących średnich częstotliwości pasm oktaowych: 125, 250, 500, 1000, 2000 i 4000 Hz. Jeżeli potrzebne są pomiary na pośrednich częstotliwościach, to należy je brać z serii 1/3 oktaowej: 100, 125, 160, 200 ... 4000 Hz.

Dla częstotliwości niższych niż 500 Hz zaleca się wykonywanie większej liczby zapisów. Zapisy te należy wykonywać za pomocą mikrofonów ustawionych w różnych punktach komory oraz powtarzać zapisy w jednym i tym samym punkcie. Punkty pomiarów powinny znajdować się od siebie w odległości nie mniejszej niż 2 m i nie bliższej niż o 1,35 m /tj. 1/2 długości fali dla częstotliwości 125 Hz/ od powierzchni przegród komory pogłosowej. W przypadku konieczności prowadzenia pomiarów w kątach komory, przyjęte odległości powinny być odpowiednio uzasadnione.

Optymalne rozmieszczenie punktów pomiarowych i ich liczba oraz rozstawienie i liczba głośników powinny być ustalone w czasie przygotowania każdej komory do pracy.

Zapis spadku, tj. zmniejszanie się poziomu ciśnienia akustycznego w procesie pogłosu powinien być przedstawiony w postaci krzywej lub oddzielnych punktów aproksymowanych linią prostą w obszarze poziomów od minus 5 do minus 35 dB w stosunku do poziomu stałego, istniejącego w komorze przed wyłączeniem źródła dźwięku. Szybkość przebiegu zapisu przyrządu piszącego lub czas odchylenia oscylografu należy dobrać tak, aby kąt nachylenia zapisu spadku wynosił około 45°. Zakrzywienia monotoniczne nie powinny być brane do ustalania czasu trwania pogłosu.

2.2.3. Obliczenie wyników. Po zmierzeniu czasu pogłosu należy obliczyć chłonność akustyczną A w m^2 zgodnie ze wzorem

$$d = d_a + d_b = 1,086 c / 4 m + \frac{A}{V} / = \frac{60}{T} \quad /6/$$

w którym: m - stała zaniku energii wg wzoru /1/

stad

$$A = V / \frac{55,3}{c} - 4 m / \quad /7/$$

Mając wartości czasu pogłosu pustej komory pogłosowej T_1 , tj. bez próbki, oraz komory po wprowadzeniu próbki T_2 , należy obliczyć w m^2 wielkość dodatkowego pochłaniania ΔA wywołanego przez wprowadzenie próbki na podstawie wzoru:

$$A = V \frac{55,3}{c} / \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} / \quad /8/$$

zakładając, że temperatura i wilgotność wpływająca na stałą zaniku energii m nie zmieniły się w czasie między dwoma pomiarami.

Jeżeli ten warunek nie jest utrzymany, to dla wyższych częstotliwości należy uwzględnić dodatkowe człony równania

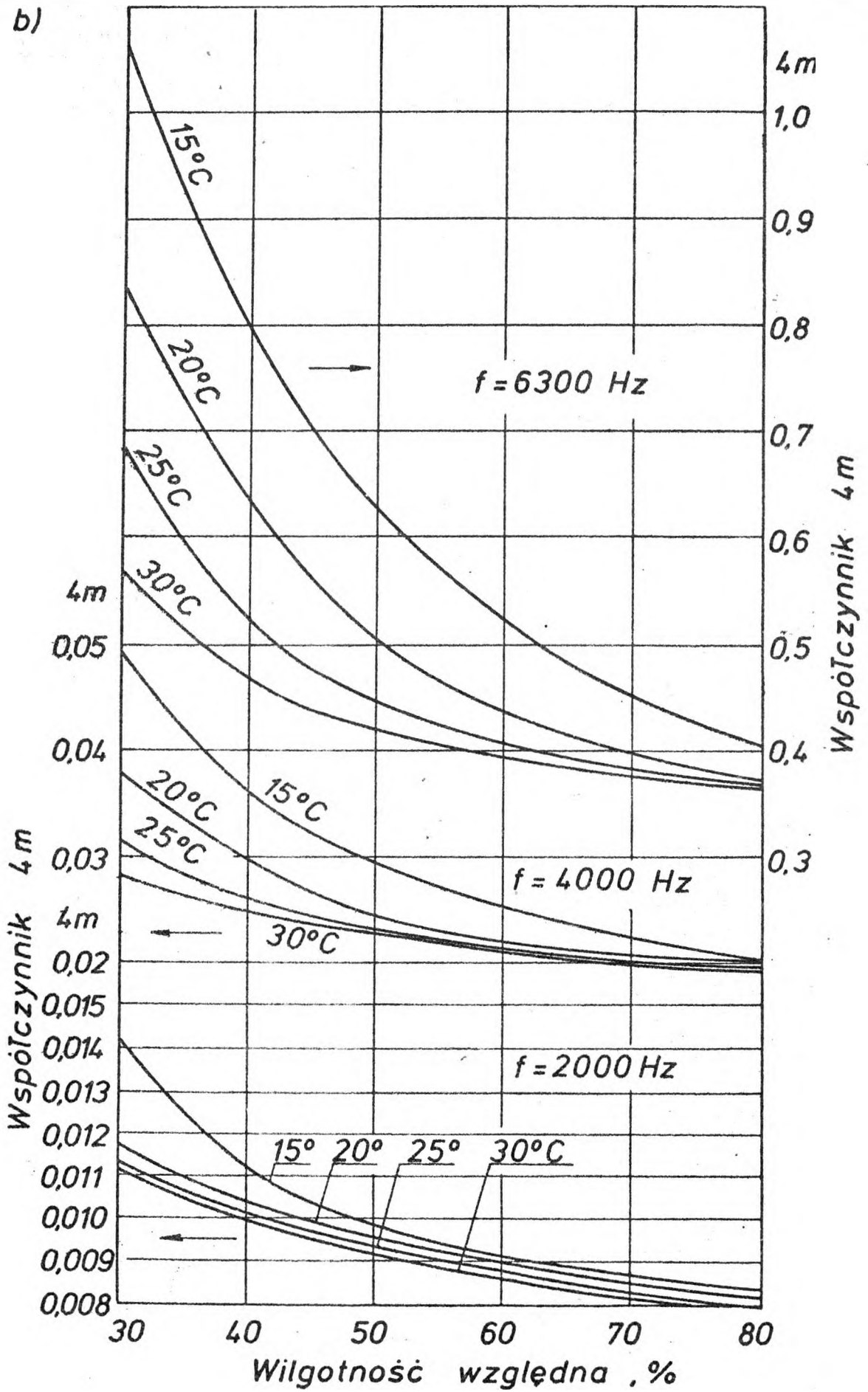
$$\Delta A = V \left[\frac{55,3}{c} / \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} / - 4 / m_2 - m_1 / \right] \quad /9/$$

w którym: m_1 - stała zaniku energii w pustej komorze pogłosowej,

m_2 - stała zaniku energii w komorze po wprowadzeniu do niej próbki,

/wartość $m_2 - m_1 = m$ należy przyjmować z wykresu wg rysunku/

Zakłada się również, że wprowadzenie próbek lub obiektów praktycznie nie zmienia chłonności akustycznej pustego pomieszczenia w wyniku przykrycia podłóg, ścian itd.



Dzieliąc wielkość ΔA przez powierzchnię /S/ badanej próbki w m^2 należy obliczyć wartość współczynnika pochłaniania dźwięku α_s wg wzoru:

$$\alpha_s = \frac{\Delta A}{S} \quad /10/$$

W przypadku pochłaniania mało efektywnego, przy $\alpha \leq 0,15$ /np. tynku/, należy powyższy wzór uzupełnić następująco:

$$\alpha_s = \frac{\Delta A}{S} + \alpha_{S_1} \quad /11/$$

w którym: α_{S_1} - współczynnik pochłaniania ściany, podłogi lub sufitu zasłoniętego przez materiał lub urządzenie dźwiękochłonne /wielkość ta może być w przybliżeniu określana drogą ustalenia czasu pogłosu T_1 w pustym pomieszczeniu/.

Zaleca się stosowanie wzoru /11/ do obliczeń α_s przy porównywaniu wyników pomiarów z różnych komór pogłosowych bez względu na rodzaj użytego materiału.

Przy badaniu poszczególnych obiektów w komorze należy wydzielić powierzchnię podłogi na której będą rozmieszczone badane obiekty, zawartą w granicach od $10 m^2$ do $15 m^2$.

Wówczas przy badaniu można określać albo chłonność akustyczną każdego obiektu wg wzoru:

$$A = \frac{\Delta A}{n} \quad /12/$$

gdzie: n - liczba jednocześnie badanych obiektów, albo też obliczać średni współczynnik pochłaniania dźwięku α_s

$$\alpha_s = \frac{\Delta A}{S} \quad /13/$$

gdzie: S - pole wydzielonej powierzchni, m^2 .

Chłonność akustyczna badanych próbek lub obiektów względnie współczynnik pochłaniania dźwięku, obliczone wg czasu pogłosu zgodnie z w.w. wzorami dla częstotliwości podanych w 2.2.2., powinny być przedstawione w postaci tablicy lub wykresu.

Na wykresach zmierzone punkty powinny być łączone odcinkami linii prostej. Na osi odciętych należy odkładać przyjęte częstotliwości w podziałce logarytmicznej, na osi rzędnych obliczoną chłonność akustyczną lub współczynnik pochłaniania dźwięku w podziałce liniowej.

W przypadku przedstawienia współczynnika pochłaniania dźwięku, stosunek odcinka osi rzędnych od $\alpha_s = 0$ do $\alpha_s = 1$ do odcinka osi odciętych odpowiadający pięciu oktawom powinien wynosić 2:3.

2.2.4. Protokół pomiarów powinien zawierać, poza wynikami badań następujące dane uzupełniające:

- wymiary komory pogłosowej, jej objętość /V/ i całkowitą powierzchnię przegród otaczających / S_1 /,
- opis kształtu komory, wielkość powierzchni i liczbę elementów rozpraszających dźwięk, położenie mikrofonów i głośników,
- czas pogłosu pustej komory,
- opis badanego ustroju lub obiektu i jego montażu,
- powierzchnię badanego materiału, liczbę i rozmieszczenie próbek w komorze pogłosowej,
- temperaturę i wilgotność względną lub bezwzględną,
- główne odstępstwa od opisanych zasad i przyczynę tych odstępstw,
- datę badań,
- podpis osoby przeprowadzającej badania.

INFORMACJE DODATKOWE

1. Institucja opracowująca normę - Instytut Techniki Budowlanej
2. Zalecenia międzynarodowe
RWPG PC 3470-72
3. Autorzy projektu normy - mgr inż. Iwona Żuchowicz i mgr inż. Bolesław Gierych - Instytut Techniki Budowlanej.