

RESUMO

Este trabalho apresenta o estudo sobre a eficiência na absorção de ruído de baixa frequência de blocos de cimento com cavidade quando transformados em ressonadores de Helmholtz. Determinou-se os coeficientes de absorção sonora de blocos nacionais e dos ressonadores em câmara reverberante.

ABSTRACT

This work shows the study of efficiency in low frequency sound absorption in masonry blocks with air cavity, working like Helmholtz resonator. The absorption coefficient of Brazilian masonry and resonators were measured in reverberant room.

INTRODUÇÃO

A absorção acústica em ambientes é feita através de materiais absorventes que respondem bem na faixa de médias e altas frequências. Em geral, os materiais usados para corrigir as baixas frequências são muito caros e ocupam muito espaço por corresponderem a um grande comprimento de onda. A possibilidade de utilizar blocos de cimento modificados para absorverem nessa faixa é bastante interessante.

Esse material pode ser usado nas escolas, piscinas fechadas, estúdios de gravação e ambientes industriais onde ruídos em baixa frequência precisam ser reduzidos.

Dos vários processos de absorção, o ressonador de Helmholtz é um dos indicados para absorção em baixas frequências. O ressonador de Helmholtz consiste de um enclausuramento com um volume v , comunicando-se com o meio externo através de uma pequena abertura de área S e comprimento E . O mecanismo de absorção pode ser explicado considerando o ressonador como um sistema mecânico de um grau de liberdade acústico onde o elemento de massa corresponde ao fluido que se move na abertura, o elemento de rigidez corresponde a variação de pressão no interior da cavidade e o elemento de resistência é o atrito que dissipa a energia acústica.

O mecanismo de absorção sonora através de ressonadores de Helmholtz é conhecido desde 1947. Nessa época Bruel (1) publicou exemplos de vasos usados como ressonadores de Helmholtz em antigas igrejas suecas e dinamarquesas. Provavelmente esse mecanismo também foi

usado em teatros e templos no Egito e na Grécia. Em 1936, Rachevkin, [2] publicou medidas de tempo de reverberação antes e depois de colocar garrafas de leite funcionando como ressonadores. Junger [3], em 1975, publicou algumas medidas de coeficiente de absorção de tijolos tipo SOUNDBLOX para frequências superiores a 125 Hz, usando sistema de onda estacionária. Giampaoli e Gerges [4,7], em 1989, publicaram medidas digitais detalhadas em tubo de onda estacionária. Não há informações sobre medidas de absorção sonora em Sabin m^2 para blocos de cimento nacionais.

Escolheu-se três diferentes tamanhos de blocos. Determinou-se inicialmente coeficiente de absorção através do tubo de impedância para cada tipo de bloco sintonizados para fornecer máxima absorção em 250 Hz.

O principal objetivo desse artigo é quantificar experimentalmente a absorção total em Sabin m^2 dos blocos de cimento nacionais em câmara reverberante, inicialmente em 250 Hz e investigar os efeitos de proximidade de outros ressonadores na absorção total.

A frequência de 250 Hz foi escolhida devido ao nível de ruído encontrado em ambientes industriais.

AMOSTRAS, MEDIDAS E RESULTADOS

Os blocos usados como amostra são feitos de uma mistura de areia e cimento. Trabalhou-se com três tamanhos de blocos cujas dimensões são 39cm X 19cm X 9 cm, 39cm X 19cm X 14cm e 39cm X 19cm X 19cm. Cada bloco tem duas cavidades separada por uma parede de 2 cm de espessura.

Junger [3], Kinsler e Frey [5] usam para calcular a frequência natural do

ressonador a expressão

$$f = (c/2\pi) \sqrt{A / (V (L + \Delta L))}$$

onde

c = velocidade do som,
 A = área da abertura do ressonador,
 V = volume da cavidade,
 L = espessura da abertura,
 ΔL = correção devido a massa adicional na abertura.

Junger usa ΔL = 0.4 √A para aberturas retangulares longas.

O tamanho da abertura foi prevista teoricamente para apresentar um máximo no coeficiente de absorção em 250 Hz. O valor máximo foi confirmado através do método empregado para tubo de onda estacionária, uma técnica clássica para medida de coeficiente de absorção de pequenas amostras.

Usando o tubo de impedância medimos o coeficiente de absorção do tijolo antes de abrir a fenda. O coeficiente de absorção medido foi (23 + 2) % na banda de 250 Hz.

Os três tipos de blocos foram preparados como ressonadores. Medida a absorção em tubo de impedância verificou-se que o bloco pequeno foi o mais eficiente (100 % de absorção).

No bloco pequeno cortou-se uma fenda de 13,5cm X 1cm. A tabela 1 apresenta os resultados do coeficiente de absorção desse bloco na banda de 250 Hz, medidos em tubo de impedância.

Repetiu-se as medidas do coeficiente de absorção para 10 blocos e o resultado apresentou variação máxima de 1%.

O sistema de medidas usado consiste de:

- (1) medidor B&K 2607,
- (2) tubo de onda estacionária B&K 4002 com tubo de PVC adaptado para diâmetro maior,
- (3) filtro de oitava B&K 1613.
- (4) osciloscópio

TABELA 1 - COEFICIENTE DE ABSORÇÃO DO BLOCO PEQUENO

f(Hz)	α (%)
180	72
190	75
200	82
210	85
220	90
230	95
240	98
250	100
260	99.5
270	98.5
280	95.5
290	91.5
300	85
310	80
320	74
330	70

A segunda parte desse trabalho mostra medidas de coeficiente de absorção dos blocos de cimento medido em câmara reverberante adaptada.

As medidas foram realizadas na câmara reverberante do Laboratório de Vibrações e Acústica na Universidade Federal de Santa Catarina. Os procedimentos usados basearam-se na recomendação ISO 354 [6].

Os blocos cortados de forma conveniente foram arranjados na superfície da câmara, cobrindo uma área retangular de 12 m². O sistema de medidas é composto por:

- (1) fonte sonora B&K 4205,
- (2) microfone B&K 4165,
- (3) medidor B&K 2607,
- (4) filtro de oitava B&K 1613 e
- (5) registrador de nível B&K 2305.

O coeficiente de absorção da amostra em câmara reverberante é obtido através da medida do tempo de reverberação da câmara antes e depois de inserir o material a ser medido.

As medidas só foram feitas até 2kHz pois a câmara reverberante é muito grande e a influência do ar modifica os resultados. Os resultados do coeficiente de absorção dos ressonadores em câmara reverberante estão na tabela 2.

TABELA 2 - COEFICIENTE DE ABSORÇÃO DOS RESSONADORES EM CAMARA REVERBERANTE.

f(Hz)	α (%)
125	62.2
250	80.1
500	32.0
1000	33.6
2000	36.1

CONCLUSÃO

Os resultados das medidas do coeficiente de absorção mostraram um aumento de 23 % para 80 % na banda de 250 Hz quando os blocos foram transformados em ressonadores. O trabalho está em andamento na investigação dos efeitos de diferentes arranjos de ressonadores no coeficiente de absorção.

BIBLIOGRAFIA

- 1) BRUEL, P. V.. "Panels Absorbents of the Helmholtz Type", First Acusticas Group Symposium, London, 1947.
- 2) RSHEVVKIN, S. M.. Zher. Tekh. Fiz, 6, 560 (1963).
- 3) JUNGER, M. C.. "Helmholtz Resonator in Load-Bearing Walls", Noise Control Engineering, 4(1), 17-25 (1975).
- 4) GIAMPAOLI, E. e GERGES, S. N. Y.. Frequency Sound Absorption by Cavity Resonator Masonry Blocks", Noise Control Engineering Journal, 33(3), 131 (1989).
- 5) KINSLER, L. E. e FREY, A. R.. "Fundamentals of Acoustics", John Wiley & Sons, inc_ pag 186 (1962).
- 6) INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Measurement of absorption coefficients in a reverberation room. ISO R 354. 1983.

7) GERGES, S. N. Y.. "Ruído: Fundamentos e Controle". CBSI, S. Paulo, 1a. ed., p.390 (1992).

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pelo suporte financeiro e a Toniollo Pré-moldados pela doação dos blocos de cimento.