

INFLUÊNCIA DOS VÓRTICES NA GERAÇÃO DE RUÍDO EM ATENUADORES ACÚSTICOS PARA COMPRESSORES HERMÉTICOS

R. F. Fermiano (1), M. F. S. Felipe (1) e A. Lenzi (1).

(1) Departamento de Engenharia Mecânica, CTC, Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Universitário, Trindade, Florianópolis SC, CEP 88040-900.

Palavras-chave: Ruído, Atenuador Acústico, Muffler, Escoamento.

RESUMO

A sucção de gás em compressores alternativos herméticos representa uma grande fonte de ruído. Para reduzir a intensidade sonora deste ruído utiliza-se um atenuador acústico denominado de *muffler*. O muffler caracteriza-se por ser um componente dotado de volumes internos e tubos de ligações por onde se dá o escoamento do fluido refrigerante. Localiza-se perto da placa de válvulas, que é uma das principais fontes de ruído no compressor. A construção deste atenuador acústico, bem como sua geometria, possibilita a formação de vórtices pelo escoamento do gás refrigerante a altas velocidades. O objetivo deste trabalho é quantificar a contribuição destes vórtices para a geração de ruído no muffler, bem como os principais pontos atuantes. O muffler comercialmente utilizado no compressor foi denominado de muffler real. Para efeito de pesquisa, desenvolveu-se, também, um muffler simplificado.

Um plano de ação e metas foi definido com duas etapas de trabalho. A primeira foi composta por um experimento mais simples, para a identificação, quantificação e determinação da faixa de frequência em que o comportamento do ruído é interferido pelo escoamento. Caso esta apresentasse perspectivas com relação à importância do ruído de escoamento, a segunda fase seria uma bancada experimental mais realista, com condições de trabalho e situações mais próximas do funcionamento do muffler real.

Como ponto de partida para a aquisição de informações preliminares, montou-se uma bancada experimental com a função de identificar como um ruído conhecido comportava-se com a variação da velocidade do ar no muffler experimental entre dois pontos em uma tubulação, sendo ruído gerado a favor e contra o sentido do escoamento. Esta alternância no sentido da geração do ruído justifica-se por que o muffler real trabalha na sucção do compressor e o ruído se origina na placa de válvulas. Então, o escoamento do fluido refrigerante se dá numa trajetória oposta ao ruído emitido no compressor em funcionamento normal.

O muffler simplificado tem a forma cilíndrica e apenas um volume interno com altura de 44mm e diâmetro de 54mm. É montado com de alumínio com 3m de comprimento com 9mm de diâmetro interno. A disposição é proposital para que o escoamento seja normalizado até o ponto de medição. A linha de centro dos tubos internos do muffler está axialmente alinhada com o centro da tubulação. O muffler foi posicionado do lado oposto ao bico injetor de ar comprimido. Para não ocorrer o mascaramento dos resultados projetou-se uma caixa atenuadora logo na entrada do ar na tubulação, resolvendo o problema do ruído gerado pela injeção do fluido no sistema.

Procedeu-se da seguinte maneira para as medições na bancada experimental: o ar foi injetado com vazão baixa e medido; aumenta-se esta vazão, e assim sucessivamente até conseguirmos um bom conjunto de medições e vazões medidas, para efeito de análise de comportamento acústico. Desde as vazões mais baixa até as mais altas manteve-se um ruído branco gerado e de mesma amplitude. O sentido do escoamento foi mantido, alterando-se a

posição do alto-falante (ruído gerado conhecido), ou seja, ora antes do muffler, ora após ao muffler.

Foram obtidos funções transferência e espectros de potência sonora com o ruído gerado em ambos os sentidos. Observou-se que o comportamento do ruído medido é bastante diferente quando a posição da fonte é alterada, bem como o escoamento está presente ou não em faixas de frequência que variam de 800Hz a 7000Hz, como mostra a Figura 1:

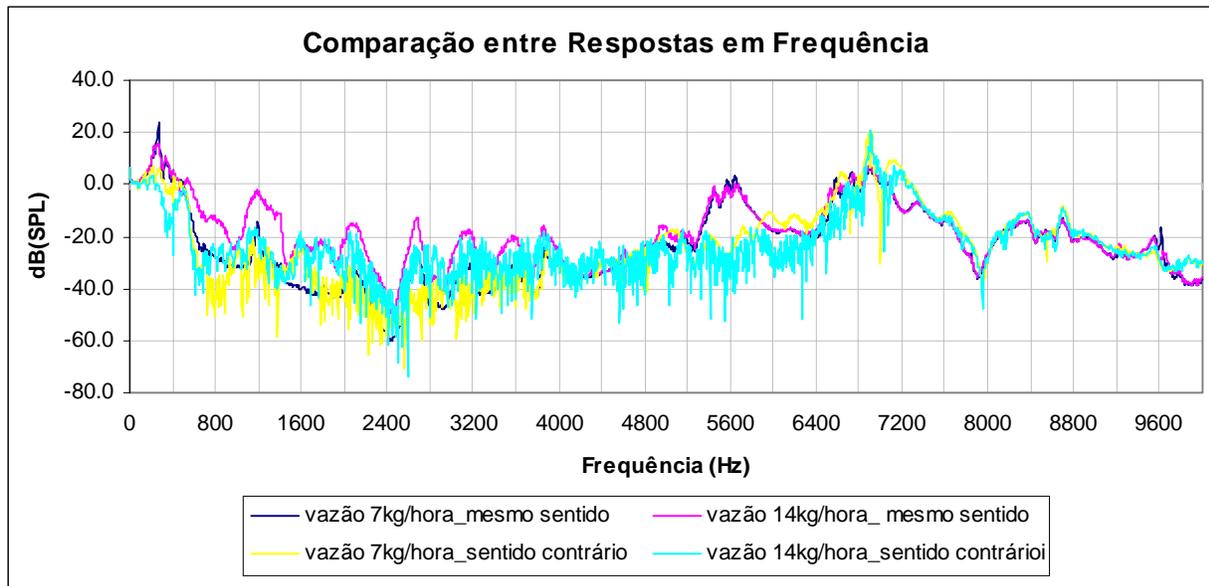


Figura 1 – Comparação de respostas em frequência com o ruído gerado conhecido, a favor e contra o escoamento.

Estes resultados mostram que o escoamento realmente tem influência no comportamento do ruído medido. Com estas informações passou-se a segunda fase do trabalho.

Uma nova bancada para experimentos foi desenvolvida levando-se em consideração dois fatores importantes: 1) Que nenhum ruído provocado pelo compressor hermético fosse captado, além daquele gerado pelo escoamento do gás refrigerante. 2) Que o escoamento fosse contínuo ao longo do tempo, livre de pulsação. Nesta fase trabalha-se com duas caixas anecóicas de 64dm³ cada. A primeira caixa anecóica tem por objetivo atenuar o ruído provocado pelos compressores e permite que o escoamento chegue a segunda caixa livre de pulsação, pois nesta será montado o muffler a ser analisado, e conseqüentemente, feitas as medições. Montado todo o processo é efetuado em um ciclo fechado: o gás passa por um painel que controla a pressões de descarga e sucção dos compressores, que por sua vez são responsáveis pelo fluxo do fluido refrigerante. Em seguida entra na primeira caixa anecóica, continuando o ciclo pelo medidor de fluxo de massa, pela segunda caixa anecóica. O ciclo completa-se com a volta do gás ao painel de controle. Todo o processo experimental foi cuidadosamente instrumentado, com os parâmetros ou variáveis do processo controlados, como temperatura, pressão, vazão e vibração.

Além do muffler real, utilizou-se nos experimentos modelos simplificados de mufflers, variando-se volumes internos, diâmetros, comprimentos e espaçamentos entre tubos. À medida que os testes experimentais em bancada foram evoluindo, paralelamente desenvolveram-se simulações computacionais. Os modelos foram projetados e analisados pelo método de elementos finitos. Os resultados experimentais foram comparados como os resultados numéricos, com o objetivo de uma análise comprovadamente confiável.

Os resultados foram analisados e comparados através de gráficos do tipo: resposta em frequência, sinal no domínio tempo e espectros de potências sonoras, que identificaram o comportamento e as características pertinentes às respostas obtidas pelo escoamento no muffler. Observou-se que, com o aumento gradativo da velocidade de escoamento, algumas faixas específicas de frequências são mais afetadas do que outras faixas, auxiliando a identificação dos pontos fracos e fortes dos mufflers com respeito ao ruído provocado por escoamento.

Agradecimentos: os autores agradecem ao CNPq, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pelo suporte financeiro e a empresa EMBRACO pelo apoio científico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

PIERCE, A.D. - Acoustics: An Introduction to Its Physical Principles and Applications, Acoustical Society of America, New York 1989;

TENKIN, S – Elements of Acoustics, John Wiley & Sons, New York 1981.