

P3 – Chaminé Para Aquecedores de Água a Gás Natural – Ciclo 2004/2005

Eugenio Pierrobon Neto¹, Guenther Carlos Krieger Filho², Eduardo Ioshimoto², Marcelo da Silva Rocha², Carlos A. Montaban Caillaux², André Schiavon P. Ortigosa²

1 Comgás
2 EPUSP

Resumo – Este Relatório Final refere-se às atividades desenvolvidas no âmbito do projeto intitulado “CHAMINÉ PARA AQUECEDORES DE ÁGUA A GÁS NATURAL” do programa CSPE/2005-06 referente ao período de março de 2005 a julho de 2006. O cálculo de empuxo em chaminés permite obter o gradiente de pressão responsável pelo fluxo dos produtos de combustão na chaminé. A comparação desta diferença de pressão com a pressão na região de saída da chaminé – observada nas simulações numéricas e no arranjo experimental – permite concluir em quais condições de direção e velocidade do vento incidente ocorre o retorno dos produtos de combustão. A vazão mássica dos produtos de combustão representa a tiragem da chaminé e varia de acordo com o combustível utilizado pelo aquecedor, consumo do aquecedor e com o excesso de ar. As perdas de carga distribuídas e localizadas na chaminé podem ser calculadas a partir das curvas de perda de carga por metro de tubo utilizado em função do diâmetro do tubo, da vazão volumétrica dos gases e da temperatura dos produtos de combustão, presentes nos catálogos dos fabricantes. O cálculo da temperatura dos produtos de combustão foi realizado através da determinação da Temperatura Adiabática de Chama, ou seja, a temperatura de saída dos produtos de combustão caso não houvesse perdas de calor na chaminé. Esta temperatura é função do tipo de combustível utilizado e do excesso de ar. Foram pesquisados valores de velocidade do vento (e suas respectivas direções) na cidade de São Paulo. A Estação Meteorológica do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas - IAG/USP - forneceu os valores e direções predominantes para todos os dias do ano de 2004.

Palavras-chave: chaminés, testes, incidência do vento, temperatura, produtos de combustão, vazão

Introdução

O projeto teve como objetivo principal estudar o problema do retorno dos produtos de combustão em chaminés para aquecedores residenciais de água a gás natural, avaliando a influência do vento incidente sobre diferentes tipos de terminais. Para alcançar esse objetivo, foram desenvolvidos estudos tanto numéricos, como experimentais. Assim, soluções numéricas da região de saída de chaminés foram realizadas para estudar as distribuições de pressão e velocidade ao redor de terminais, sob a influência da intensidade e direção do vento e em função de sua localização em um prédio. Em um arranjo experimental foi possível simular o vento incidente em terminais através de um motor ventilador de grande capacidade dotado de um conversor de frequência para possibilitar velocidades de vento de até 20 m/s. Por se tratar de um equipamento móvel, também foi possível obter distintas direções de

incidência do vento. Tomadas de pressão e de temperatura na chaminé permitiram verificar em quais condições ocorria o retorno dos produtos de combustão. Os testes de laboratório foram realizados com um equipamento comercial, marca Rinai, modelo REU-154 BR, potência térmica nominal de 25,3 kW (21750 kcal/h), rendimento de 80 % e vazão de 2,0 kg/h de GLP. A etapa final do projeto consistiu em otimizar os terminais existentes com base nos resultados obtidos. Novas simulações numéricas e experimentais foram realizadas para constatar se modificações na geometria do terminal diminuem o problema do retorno dos gases sob diferentes condições de vento incidente.

Desenvolvimento

O arranjo de testes, indicado na fotografia da figura 1, foi especialmente construído para a realização dos testes deste projeto, e consiste

em um sistema de aquecimento de água que utiliza um aquecedor a gás, cujos produtos de combustão são eliminados através de uma chaminé.



Figura 1- Arranjo experimental

Foram realizados ensaios experimentais para a análise da influência da incidência de vento sobre as chaminés, comparando-se os resultados obtidos experimentalmente, com os resultados obtidos através da análise numérica. Foram realizados ensaios de medição das pressões geradas pela ação do vento frontal sobre a superfície das chaminés e ensaios de verificação do retorno dos gases de combustão para o ambiente interno. Três tipos de chaminés (terminais) foram analisados: terminal tipo T, tipo chapéu chinês e chapéu chinês modificado. Os ensaios experimentais foram também realizados para a análise da influência da incidência de vento sobre as chaminés na direção lateral às chaminés, comparando-se os resultados obtidos experimentalmente, com os resultados obtidos através da análise numérica. Foram realizados ensaios de verificação do retorno dos gases de combustão para o ambiente interno. Finalmente, os ensaios experimentais foram realizados para a análise da influência da incidência de vento sobre as chaminés na direção vertical e sentido ascendente às chaminés, comparando-se os resultados obtidos experimentalmente, com os resultados

obtidos através da análise numérica. Foram realizados ensaios de verificação do retorno dos gases de combustão para o ambiente interno.

Resultados

Tanto na análise numérica, quanto nos estudos laboratoriais verificou-se que a parede desempenha um papel fundamental na distribuição de pressões em torno da chaminé. Isto se dá porque junto à parede se forma uma região de estagnação e, portanto, há um aumento da pressão em virtude da desaceleração do vento. Assim, diversos estudos foram realizados para analisar esse problema.

Para a chaminé afastada 1m da parede, verifica-se que devido à grande área de baixa pressão atrás do terminal, há uma “sucção” eficiente dos produtos de combustão na saída do terminal. Já para a chaminé afastada 0,5m da parede, verifica-se que a recirculação na parte posterior externa do terminal diminui em relação à posição afastada de 1 m, e a “sucção” dos produtos de combustão na saída da chaminé diminui. Para a chaminé afastada 0,2m da parede, verifica-se a total ineficiência do terminal. A zona de baixa pressão na região posterior externa desaparece, em relação à posição de 1 m afastada, e pelo contrário, devido à proximidade da parede, a pressão externa é de aproximadamente 70Pa.

Em outro teste, foi construído um terminal do tipo T com uma chapa metálica frontal defletora para a verificação da influência que a mesma pudesse exercer sobre o escoamento dos produtos de combustão e do vento incidente. Observa-se que a pressão diferencial (DP) é de aproximadamente 6,0 Pa e se mantém constante para velocidade do vento até $V = 3,0$ m/s. A temperatura dos produtos de combustão no defletor (T_i) aumenta ligeiramente, indicando o fenômeno de “sucção”. Aumentando-se a velocidade do vento, observa-se que as temperaturas dos gases no defletor (T_i) caem drasticamente e no terminal (T_e) suavemente para $V = 3,0$ m/s aproximadamente, indicando o ponto de retorno dos gases de combustão entre nessa região. A pressão diferencial $DP = 7,0$ Pa também cai, chegando 0,0 Pa em $V = 3,5$ m/s e tornando-se até $-5,0$ Pa para $V = 10$ m/s, indicando o escoamento do vento de fora para dentro.

Na busca por uma geometria mais eficiente para velocidades de vento de 15 m/s, projetou-se a geometria mostrada na figura 2. Esperava-se que os efeitos aerodinâmicos provocados

pela “calota” na boca do terminal pudessem gerar um campo de pressão favorável ao escoamento dos produtos de combustão do terminal. Verificou-se que a calota não foi capaz de gerar uma região de baixa pressão na saída do terminal. Assim, ainda ocorre a entrada do vento no terminal.

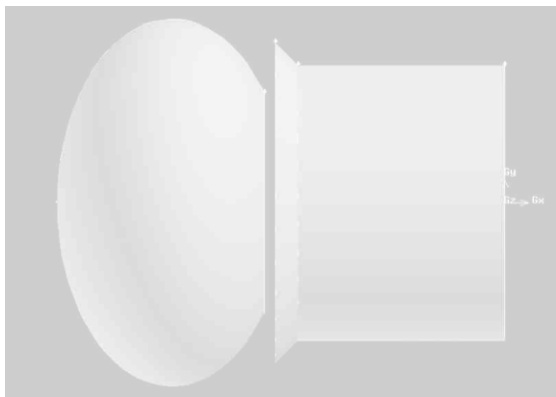


Figura 2 – Geometria Proposta

Conclusões e Contribuições

A principal conclusão do presente trabalho é que qualquer geometria de terminal, quando próximo da parede (distância menor que 0,5 m) tende a ser ineficiente para vento frontal acima de 3 m/s, causando o retorno dos produtos de combustão. Como sugestão de melhor solução de compromisso tem-se o terminal T com afastamento de aproximadamente 0,5 m da parede. Recomenda-se que o presente estudo seja continuado examinando os seguintes aspectos principais:

Obtenha-se um mapa operacional dos tipos de chaminés T, chapéu chinês e mais um terceiro tipo a definir para verificar os pontos de retorno dos produtos de combustão em função da incidência do vento e sua intensidade.

Verificar que parâmetros geométricos (diâmetro da chaminé e altura) poderiam evitar o problema do retorno.

Analisar o distanciamento do terminal da parede, também como função da velocidade do vento, que evita o problema do retorno.

Referências

BFGMA – A Guide to Choosing and Using Flues and Chimneys for Domestic Gas Burning Appliances, British Flue and Chimney Manufacturers Association (www.feta.co.uk)

Simpson Dura-Vent – Sizing Handbook, Simpson Dura-Vent (www.duravent.com)

NBR 8130 – Aquecedor de Água a Gás Tipo Instantâneo – Requisitos e Métodos de Ensaio.

Catálogos de Fabricantes de Aquecedores a Gás: Komeco, Cumulus, Lorenzetti.

TURNER, Stephen R. An introduction to combustion: concepts and applications. 2.a ed, Mc Graw Hill, 2000.