

Simulação Computacional de Soldagem em Dutos

Renan Pereira Alessio; Prof. José Antônio E. Mazzaferro

Laboratório de Soldagem e Técnicas Conexas – Centro de Tecnologia
Escola de Engenharia – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

1. INTRODUÇÃO

A pesquisa consistiu de aperfeiçoar o manuseio do software SYSWeld, que realiza simulação computacional aplicada a modelagem do fenômeno físico da soldagem. Dentre as várias áreas de conhecimento que são englobadas pelo processo de fabricação por soldagem, os campos de fenômenos de transporte e mecânica dos sólidos foram enfatizados durante a pesquisa. Especificamente, os conceitos de transferência de energia através do calor e de deformações a partir de tensões térmicas foram explorados a fundo para possibilitar a representação do comportamento de uma junta soldada. No estudo em questão, foi realizada a modelagem da soldagem de calhas em dutos que transportam óleo com o intuito de verificar a distorção final no duto devido à deposição de calor e dos 40 passes de solda. O modelo numérico foi validado com dados de experimentos realizados no Laboratório de Soldagem & Técnicas Conexas.

2. METODOLOGIA

Inicialmente houve muita dificuldade para modelar a soldagem das calhas no duto devido à complexidade do experimento prático que foi realizado anteriormente à simulação. Para simplificação do modelo foi utilizada a simetria da geometria, reduzindo o número de cordões para 28 (16 cordões laterais e 12 orbitais). Além disso, foram feitas diversas melhorias nas condições de contorno mecânicas (restrição do movimento de corpo rígido) e térmicas (valor do coeficiente de transferência de calor). Após várias mudanças das malhas bi e tridimensionais e aperfeiçoamento da construção de linhas de soldagem foram obtidos resultados de ciclos térmicos e distorções em diferentes condições. O material utilizado no modelo final do duto foi o W-516-Grau 70 e o material do cordão foi o W-S355J2G3. A figura 1 mostra o modelo.

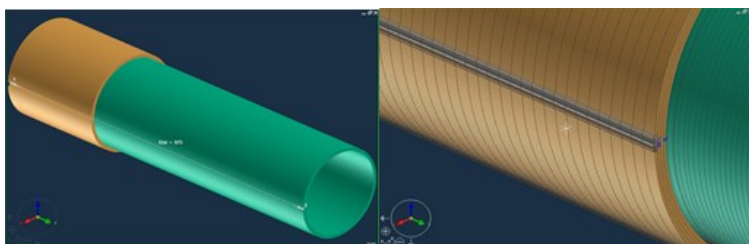
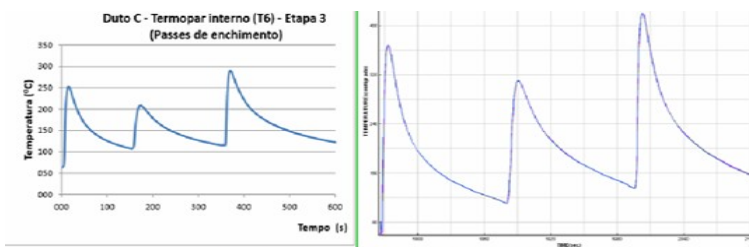


Figura 1: Detalhe do modelo e das malhas

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os ciclos térmicos obtidos para o duto soldado com passagem de ar foram em geral satisfatórios. As curvas obtidas para pontos na região exterior do duto foram muito parecidas com aquelas adquiridas no experimento prático. Tanto as temperaturas de pico como as inclinações das curvas são próximas, indicando taxas de resfriamento similares entre o modelo e o experimento prático. A figura 2 mostra a comparação entre as curvas e as temperaturas de pico do modelo e do experimento prático.



Temperatura de pico 1 (simulação) = 368,4 °C
Temperatura de pico 2 (simulação) = 310,2 °C
Temperatura de pico 3 (simulação) = 420,4 °C

Figura 2: Comparação de ciclos térmicos

Para a avaliação da distorção do diâmetro externo e interno do duto foram escolhidos pares de pontos específicos para verificar a deformação em diferentes regiões da seção transversal. Foram avaliados seis pares de pontos diferentes para verificar a distorção dos diâmetros. A figura 3 ilustra os pontos escolhidos.

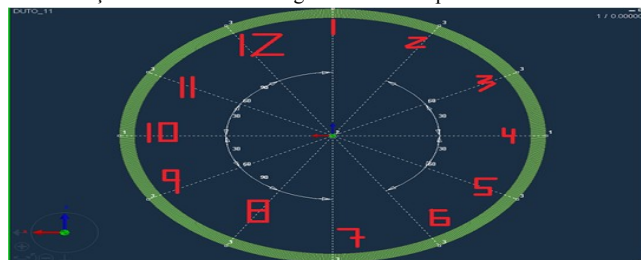


Figura 3: Pontos para avaliação das distorções

As distorções do diâmetro interno apresentadas pela simulação numérica apresentam um comportamento convergente em três pares de pontos quando comparadas com as distorções avaliadas no experimento prático. Isso significa que tanto o modelo quanto o experimento prático acusaram ou um aumento ou uma diminuição do diâmetro. Além disso, os locais de estudo que mostraram comportamento convergente também indicaram uma proximidade na magnitude de mudança do diâmetro. A Tabela 1 mostra esses resultados.

Tabela 1 - Comparação dos Resultados da Deformação do Diâmetro Interno

	Distorção Diâmetro dos pontos 1 e 7	Distorção Diâmetro dos pontos 2 e 8	Distorção Diâmetro dos pontos 3 e 9	Distorção Diâmetro dos pontos 4 e 10	Distorção Diâmetro dos pontos 5 e 11	Distorção Diâmetro dos pontos 6 e 12
Experimento Prático	- 0,300 mm	- 0,180 mm	- 0,340 mm	- 0,440 mm	- 0,350 mm	- 0,230 mm
Modelo 10	+ 0,560 mm	+ 0,256 mm	- 0,379 mm	- 0,600 mm	- 0,384 mm	+ 0,259 mm

Assim como as distorções do diâmetro interno, as do diâmetro externo também apresentaram comportamento convergente em três pares de pontos diferentes quando comparados o modelo e o experimento prático. Vale ressaltar que as magnitudes de distorção desses pares de pontos também foram parecidas. A Tabela 2 mostra essa comparação entre os resultados.

Tabela 2 - Comparação dos Resultados da Deformação do Diâmetro Externo

	Distorção Diâmetro dos pontos 1 e 7	Distorção Diâmetro dos pontos 2 e 8	Distorção Diâmetro dos pontos 3 e 9	Distorção Diâmetro dos pontos 4 e 10	Distorção Diâmetro dos pontos 5 e 11	Distorção Diâmetro dos pontos 6 e 12
Experimento Prático	- 0,250 mm	- 0,300 mm	- 0,130 mm	- 0,240 mm	- 0,320 mm	- 0,370 mm
Modelo 10	+ 0,606 mm	+ 0,256 mm	- 0,224 mm	- 0,470 mm	- 0,221 mm	+ 0,322mm

4. CONCLUSÕES

- Os resultados finais, tanto de comportamento de ciclo térmico quanto verificação de deformações, obtidos na simulação do duto foram satisfatórios, visto que ambas as categorias apresentaram tendências que, na maioria dos casos, representavam a realidade.

5. REFERÊNCIAS

- 1 - ToolBox SYSWeld - ESI, 2012;
- 2 - ToolBox SYSWeld - ESI, 2015.