

6.

Conclusões, Recomendações e Trabalhos Futuros

Este trabalho pode ser resumido em três partes. A primeira refere-se ao estudo de modelos numéricos com o propósito de analisar o comportamento e otimizar o dimensionamento dos reparos tipo luva. Na segunda parte é desenvolvida uma metodologia analítica que permite conhecer o comportamento de um duto reparado. Por fim, é apresentado um estudo de caso, resultados de testes experimentais e um exemplo de aplicação para a determinação da espessura de reparo.

No capítulo 3, modelagem numérica, um dos estudos refere-se à variação da espessura do reparo de chapa metálica utilizando modelos 3D. Nota-se que os resultados das equações das referências [38] e [49], apresentam maior proximidade com os resultados numéricos e experimentais, quando comparados com os resultados obtidos utilizando-se as normas ISO/TS 24817 [18] e ASME PCC-2 [37].

Também para os reparos de chapas metálicas, foi realizado o estudo da variação do comprimento do reparo além dos extremos do defeito, uma vez que, trabalhos anteriores, como [14] e [50], sugeriam um comprimento maior ao recomendado pelas normas ISO/TS 24817 e ASME PCC-2. Percebeu-se que, para os comprimentos recomendados por estas normas também não se verificam efeitos de concentração de tensões, podendo ser usados como referência.

No capítulo 4, de modelagem analítica, a comparação dos resultados dos modelos criados com resultados de simulações numéricas e experimentais foi satisfatória. Incluiu-se o comprimento do defeito na modelagem de duas formas, em toda a curva de comportamento do duto reparado, ou unicamente no valor da

pressão de falha. Os resultados mostraram que a inclusão do comprimento do defeito no cálculo do valor final da pressão de falha apresentou melhores resultados, isto quando o defeito é considerado curto. Esta metodologia também permite considerar a pressão interna em que o reparo será aplicado, pois há casos em que os dutos são reparados sem interrupção da produção.

No capítulo 5, primeiro foi realizado um estudo de caso referente à análise das deformações atuantes num duto, em escala real, reparado com material compósito de fibra de carbono, obtido na literatura [53]. As deformações presentes no reparo foram comparadas com os resultados de um modelo numérico, logo, as tensões do modelo numérico foram comparadas com as tensões da modelagem analítica, obtendo-se, em ambos os casos, uma proximidade satisfatória.

Também foram feitas comparações com os resultados de análises experimentais realizadas em espécimes reparados em escala reduzida, chegando-se às seguintes conclusões:

- (i) A forma da aplicação das camadas metálicas, separada ou contínua, não interfere no desempenho final do reparo, podendo-se reduzir o tempo necessário para sua aplicação utilizando a camada contínua.
- (ii) A utilização de um fator de projeto sobre a resistência do material compósito é necessária, como recomendado em normas e trabalhos anteriores (seção 4.5.2). Chegou-se a tal conclusão após o teste de dois espécimes reparados com uma mesma fibra, diferindo apenas nos tipos de resinas epóxi, sendo que, um dos espécimes falhou no defeito e outro fora do reparo. Ou seja, a mudança em alguns parâmetros pode ter grande influência na resistência final do reparo.
- (iii) O reparo de camadas metálicas restringe melhor as deformações presentes na região do defeito, quando comparado com um reparo de material compósito reforçado com fibra de carbono, mesmo quando em ambos casos, a falha acontece fora do reparo.

O exemplo de cálculo mostrou que, o controle das deformações no defeito dependerá do módulo de elasticidade e da espessura do reparo, como era esperado.

Trabalhos Futuros:

A modelagem analítica apresentada só considera um duto carregado com pressão interna. Outros carregamentos como pressão externa e flexão poderiam ser incluídos nesta modelagem em trabalhos futuros.

Na seção 4.4 se apresentou a formulação para reparos aplicados em dutos ativos. Recomenda-se que seus resultados sejam avaliados resultados numéricos e/ou experimentais.