

Levantamento de curva tensão-deformação do aço FI41 para três diferentes temperaturas

Natan Pereira Dorneles, Telmo R. Strohaecker (orientador)

INTRODUÇÃO

A conexão entre os poços de petróleo, no fundo do mar, e as unidades flutuantes de produção, na superfície, são realizadas por *risers* flexíveis. Visto que essas tubulações ficam submersas, elas estão continuamente sujeitas a carregamentos dinâmicos impostos pelo ambiente marinho. Diante da exploração de campos de petróleo em águas profundas e ultra-profundas, se apresentam novas exigências de resistência mecânica para essas estruturas; diante disso, o *riser* flexível é constituído por diversas camadas com diferentes finalidades. A camada responsável por suportar esforços de tração é a armadura de tração, a qual é formada por uma malha helicoidal composta por fios de aço com perfil retangular. Durante a montagem do conector – componente utilizado para união de trechos de *risers*, localizado nas extremidades dos dutos – os fios chatos passam por um processo de conformação a quente. O desenvolvimento deste trabalho é importante pois, em alguns casos, após essa etapa, foi observada a ruptura precoce da estrutura devido ao enfraquecimento do material, provocado pelo aquecimento.

OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi realizar o levantamento de curvas tensão-deformação para três diferentes patamares térmicos do material presente na armadura de tração (figura 1) de *risers*, visando a compreensão da influência da temperatura nas propriedades mecânicas do aço.



Figura 1 – Camadas do riser

METODOLOGIA E MATERIAIS

A partir de um fio chato de FI41, foram produzidos os seis corpos de prova (CPs) utilizados nos ensaios (figura 2).



Figura 2 – Fio chato; corpo de prova

Os testes foram realizados em uma máquina de ensaio de tração MTS Landmark 100 kN conectada a um equipamento de aquisição de dados. As taxas de carregamento utilizadas foram de 0.1 mm/min para alta temperatura e 0.3 mm/min para temperatura ambiente, conforme as normas ASTM E21 – 03 e ASTM E8 E8M, respectivamente. Os patamares de 450°C e 500°C foram atingidos com o auxílio de um forno elétrico, buscando uma temperatura uniforme dentro do forno (figura 3). No caso do ensaio à temperatura ambiente, o forno foi aberto e foi utilizado um Extensômetro Laser para medir o deslocamento com maior precisão (figura 4).

Devido à alta temperatura do forno, não foi possível utilizar extensômetros. Para resolver isso, elaborou-se uma curva de calibração de deslocamento a partir dos dados obtidos com o Extensômetro Laser no ensaio à temperatura ambiente.



Figura 3 – Seção do forno elétrico



Figura 4 – Extensômetro Laser

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos testes, foram construídas curvas tensão-deformação (figura 5), mostrando a σ_{esc} dos patamares em função dos resultados obtidos à temperatura ambiente. É notório que existe uma considerável perda de resistência mecânica com o aumento da temperatura. Entre os patamares de 450°C e 500°C, a diminuição da resistência se acentua: 10% de perda com uma variação térmica de 50°C.

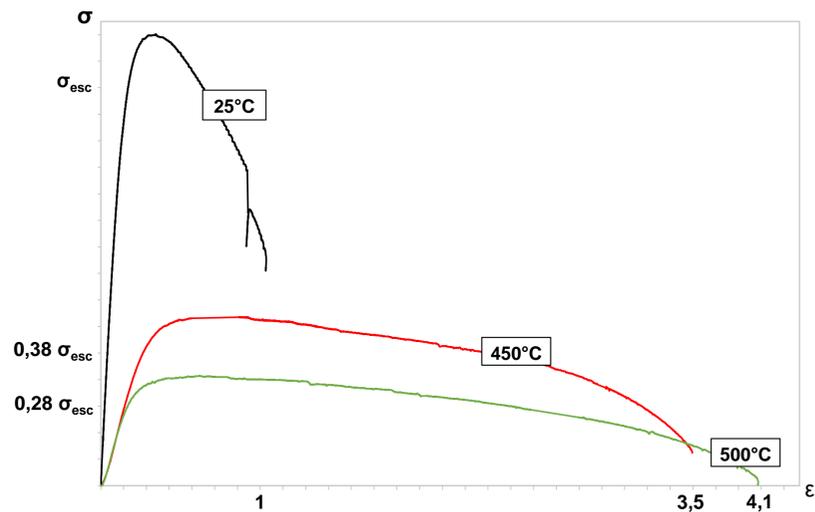


Figura 5 – Gráfico tensão-deformação

Além do gráfico, os testes possibilitaram a criação de uma tabela que mostra a variação da tensão máxima e do alongamento máximo entre os patamares (figura 6).

Temperatura	Tensão máxima	Alongamento máximo	Perda tensão / ganho alongamento
25°C	100%	100%	1
450°C	37%	356%	0,1769
500°C	25%	417%	0,1798

Figura 6 – Tabela de resultados

Diante da análise dos dados, mesmo que a diferença seja pequena, é possível concluir que o patamar de 450°C tem a melhor relação entre resistência mecânica e ductilidade.