

# SMM 0174 – COMPORTAMENTO MECÂNICO DOS MATERIAIS

## INSTRUÇÕES:

- A PROVA DEVE **CHEGAR** EM MEU E-MAIL ATÉ **22.10.2021- 17:00h**;
- O ARQUIVO DE **RESPOSTA DEVE CONTER AS QUESTÕES**;
- AS **RESPOSTAS DAS QUESTÕES DISSERTATIVAS DEVEM SER DIGITADAS E NÃO MANUSCRITAS**;
- ARQUIVO EM **PDF**;
- **NÃO SERÃO ACEITAS PROVAS QUE NÃO ESTIVEREM EM PDF, OU FORA DO PRAZO**;
- COLOCAR NOME E NÚMERO NAS PROVAS;
- O ARQUIVO **DEVE SER NOMEADO COMO: SMM0174-P1-NOME DO ALUNO. NÃO SERÃO CORRIGIDAS AS PROVAS QUE NÃO ESTIVEREM NOMEADAS CONFORME A ORIENTAÇÃO.**

NOME:

NUSP:

### 1ª Prova

1) Assinale a alternativa correta com relação à curva tensão-deformação verdadeira (0,5):

- É sempre crescente devido à relação  $F/A_i$  (força sobre área instantânea), sendo que  $F$  é constante e  $A_i$  é decrescente;
- Existe um modelo matemático para a deformação plástica tal que:  $\epsilon_p = \left(\frac{\sigma}{H}\right)^{1/n}$
- É a base para o conceito de deformação-vida.
- A área sob a curva é a tenacidade à fratura.
  - Todas as afirmações estão corretas ( )
  - As afirmações I, II e IV estão corretas ( )
  - Só há uma afirmação correta ( )
  - As afirmações II, III e IV estão corretas ( )
  - Nenhuma das anteriores ( )

2) Sobre o ensaio de impacto, assinale a alternativa correta (0,5):

- A continuidade do material faz com que ocorra uma resistência à contração na raiz do entalhe, impedindo a deformação plástica em uma direção, levando ao estado plano de tensões, o que fragiliza o corpo-de-prova (CP).
- A razão pela qual se introduz um entalhe no CP de impacto é devido ao fato de que esta é a única fonte de fragilização possível no ensaio.
- A maior probabilidade de se determinar o fenômeno da fragilização da martensita revenida (FMR), é pelo ensaio de impacto.
- A temperatura de transição dúctil-frágil do aço 4140 é maior que a do aço 316L.
  - Só há uma afirmativa correta ( )
  - Há três afirmativas corretas. ( )
  - Nenhuma alternativa é correta ( )
  - Há duas afirmativas corretas ( )
  - Nenhuma das anteriores ( )

3) Assinale a alternativa correta, relacionada ao conceito “Leak before Break (1,0):

- I. O ponto principal do conceito supracitado é justamente baseado no comprimento crítico de trinca, relacionado ao balanço energético de Griffith. Assim, o comprimento crítico de trinca ( $C_C$ ) deve ser maior ou igual à espessura da parede do vaso ou da tubulação ( $t$ ). Este conceito está também relacionado à Tenacidade à fratura em estado plano de deformação no modo I ( $K_{Ic}$ ).
- II. O conceito também pode ser aplicado em estruturas de contenção do núcleo de reatores nucleares.
- III. O ponto principal do conceito supracitado é justamente baseado no comprimento crítico de trinca, relacionado ao balanço energético de Griffith. Quando aplicado em uma tubulação ou vaso de pressão, o comprimento crítico de trinca ( $C_C$ ) deve ser maior que a espessura da parede do vaso ou da tubulação ( $t$ ). Assim, o ideal seria aumentar a espessura da parede da tubulação ( $t$ ).
  - a. Apenas uma afirmativa está correta ( )
  - b. Todas as afirmativas estão corretas ( )
  - c. Todas as afirmativas estão erradas ( )
  - d. As afirmativas I e III estão corretas ( )
  - e. Duas afirmativas estão corretas ( )
  - f. Nenhuma das anteriores ( )

4) Quanto à zona plástica, escolha a alternativa correta (0,5):

- I. A zona plástica se forma na ponta de uma trinca devido à existência do limite de escoamento e sua forma é esférica pois existe a formação de estrias de fadiga.
- II. A zona plástica, após sua formação inicial, não se altera, pois há uma restrição à deformação plástica.
- III. A zona plástica só se forma no estado plano de tensões pois ocorre a deformação plástica em três dimensões.
  - a. Apenas uma afirmativa está correta ( )
  - b. Todas as afirmativas estão corretas ( )
  - c. Todas as afirmativas estão erradas ( )
  - d. As afirmativas I e III estão corretas ( )
  - e. Nenhuma das anteriores ( )

5) Quanto aos conceitos de projeto para vida em fadiga, assinale a alternativa correta (0,5):

- I. O critério “Fail Safe” leva em consideração a possibilidade de existência de trincas de fadiga, porém, com crescimento lento o suficiente para que sejam detectadas em inspeções periódicas antes de atingir o comprimento crítico de trinca. Além disso, são adotados alguns métodos para redução da velocidade de propagação de trincas como, utilização de rebites nas uniões e bloqueadores.
- II. O critério de vida finita exige que as tensões em serviço estejam abaixo do patamar limite de resistência à fadiga e é utilizado o deslocamento da curva pela subtração de um fator  $K_{OWEN}$  multiplicado pelo desvio padrão.
- III. O projeto com tolerância ao dano é um aperfeiçoamento da filosofia "fail safe" e é baseado na Mecânica de Fratura. É estimado o tempo para que uma trinca existente atinja o seu tamanho

crítico, além de ensaios, e as inspeções são programadas. Este conceito de projeto é mais bem sucedido quando se trata de material com alta tenacidade à fratura ( )

- a. Todas as afirmativas estão corretas ( )
- b. As afirmativas I, II e III estão incorretas ( )
- c. Somente as afirmativas I e III estão corretas ( )
- d. Somente as afirmativas II e III estão corretas ( )
- e. Nenhuma das anteriores ( )

6) Quanto à natureza estatística da fadiga, assinale a alternativa correta (1,0).

- I. A partir dos resultados de ensaios de fadiga (curva S-N), lineariza-se a curva pelo método dos mínimos quadrados, posteriormente, com valores tabelados, estima-se a curva média, pela lei de Basquin. Insere-se o número de reversos (arbitrado ou especificado) na equação logarítmica, subtraindo-se o  $K_{OWEN}$  multiplicado pelo desvio. Com este procedimento, encontra-se o número de reversos com a confiabilidade e intervalo de confiança, relacionado ao  $K_{OWEN}$  utilizado. Calcula-se então o novo coeficiente de resistência à fadiga e monta-se a “*lower bound curve*”.
- II. A dispersão dos resultados do ensaio de fadiga controlada pela tensão deve-se às descontinuidades da estrutura interna dos materiais, bem como das condições superficiais, das quais, as principais são tensão residual superficial, acabamento superficial e geometria da peça.
- III. O nível de confiança é introduzido no cálculo da vida em fadiga para assegurar que haja maior chance de que o valor real de confiabilidade esteja acima do limite mínimo (*Lower Bound Curve*)
- IV. A resistência à fadiga é uma propriedade que pode ser considerada uma variável aleatória e por isso está relacionada a uma função densidade de probabilidade e pode ser descrita por uma distribuição log-normal.
  - a. Todas as afirmativas estão corretas ( )
  - b. Somente as afirmativas I, II e III estão corretas ( )
  - c. Somente as afirmativas I e III estão corretas ( )
  - d. Somente as afirmativas II e III estão corretas ( )
  - e. Somente as afirmativas III e IV estão erradas ( )
  - f. Todas as afirmativas estão erradas ( )
  - g. Nenhuma das anteriores ( )

7) Quanto aos fatores modificadores da fadiga S-N, assinale a alternativa correta (0,5).

- I. Entre um eixo escalonado com diâmetros de 20”, 10” e 5” e um eixo liso com diâmetro de 20” a tendência é que o eixo escalonado apresente vida em fadiga menor.
- II. Existem casos nos quais o jateamento com granalhas de aço pode não ser eficaz para aumentar a vida em fadiga de uma peça. Um exemplo disso é quando ocorre a superposição de tensões compressivas em trabalho, com as tensões residuais compressivas promovidas pelo “*shot Peening*”, levando ao escoamento do material e conseqüente deterioração do campo de tensões residuais compressivas.
- III. As tensões residuais geradas por tratamento térmico de têmpera superficial por indução, em um cilindro de aço, de médio teor de carbono, são compressivas na superfície e de tração no núcleo. Isto ocorre por ação e reação às alterações volumétricas da transformação martensítica (aumento de volume) entre o centro da peça e a superfície tratada. A transformação martensítica

ocorre na superfície, e provoca expansão. A região mais central da peça que está fria, é tracionada. Essa região, então, reage na superfície, comprimindo-a. Esse efeito soma-se aos efeitos térmicos de contração. O resultado é benéfico para vida em fadiga.

- a. Todas as afirmativas estão corretas ( )
- b. Somente as afirmativas I e II estão corretas ( )
- c. Somente as afirmativas I e III estão corretas ( )
- d. Somente as afirmativas II e III estão corretas ( )
- e. Todas as afirmativas estão erradas ( )
- f. Nenhuma das anteriores ( )

8) Quanto aos fatores modificadores da fadiga S-N, assinale a alternativa correta (0,5)

- I. Com relação à tratamentos superficiais como jateamento com granalha de aço e eletrodeposição de metais, o limite de resistência à fadiga depende da sequência de aplicação e do material base.
- II. Quanto à descarbonetação e entalhe, com relação a um mesmo material, nas mesmas condições, a descarbonetação terá efeito mais deletério que o entalhe para a vida em fadiga.
- III. Uma barra redonda de aço 4140 foi trefilado para a bitola de 35mm, partindo de um laminado de diâmetro de 38,10mm. Uma outra barra redonda, do mesmo aço, da mesma corrida foi laminada a frio, com a mesma redução. O material trefilado terá melhor comportamento em fadiga devido ao estado compressivo que existe sob a fieira durante a trefilação.
  - a. Todas as afirmativas estão corretas ( )
  - b. Somente as afirmativas I e II estão corretas ( )
  - c. Somente as afirmativas I e III estão corretas ( )
  - d. Somente as afirmativas II e III estão corretas ( )
  - e. Todas as afirmativas estão incorretas ( )
  - f. Nenhuma das anteriores ( )

9) **Faça uma pesquisa e discuta sucintamente (máximo de 8 linhas) se o fenômeno relatado no artigo** apresentado em aula, *International Journal of Fatigue 24 (2002) 877- 886 - An evaluation of shot peening, residual stress and stress relaxation on the fatigue life of AISI 4340 steel, M.A.S. Torres, H.J.C. Voorwald*, **poderia ocorrer em uma biela que foi submetida ao tratamento de shot peening. Em caso de resposta afirmativa ou negativa, justifique. (3,0).**

10) **Faça uma pesquisa e discuta sucintamente (máximo de 8 linhas) a seguinte frase (2,0):**

“Não há formação de estrias no material que sofre fratura por fadiga, no vácuo.”