RCB695

CONCURSO DE PROVAS E TÍTULOS DO MAGISTÉRIO SUPERIOR
EDITAL N° 377 DE 25/05/2022, PUBLICADO NO DOU N° 102 DE 31/05/2022
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA – SETOR DE FABRICAÇÃO – VAGA MC-025

QUESTÕES PROVA ESCRITA

Conforme o Inciso III do Artigo 35 da Resolução n° 15/2020 do CONSUNI, seguem as questões da Prova Escrita:

1. Explique a razão pela qual o ensaio de tração uniaxial de uma barra cilindrica de aço apresenta instabilidade plástica.

2. Considere o processo de forjamento a frio de uma barra de aço de seção transversal retangular entre ferramentas rígidas sob condições de deformação plana com efeitos de atrito. Em seguida, estabeleça um método de cálculo para previsões da pressão de contato e esforço.

3. Quais são os fenômenos físico-químicos que causam o desgaste de uma ferramenta de usinagem? Em que níveis de velocidade de corte cada um deles acontece? Por quê? Relacione os tipos (formas) de desgaste da ferramenta de usinagem com os fenômenos causadores de desgaste.

4. O que é vida de uma ferramenta de usinagem? Quais são as formas que podem ser utilizadas para se detectar o fim da vida de uma ferramenta, direta e indiretamente, em um processo produtivo?

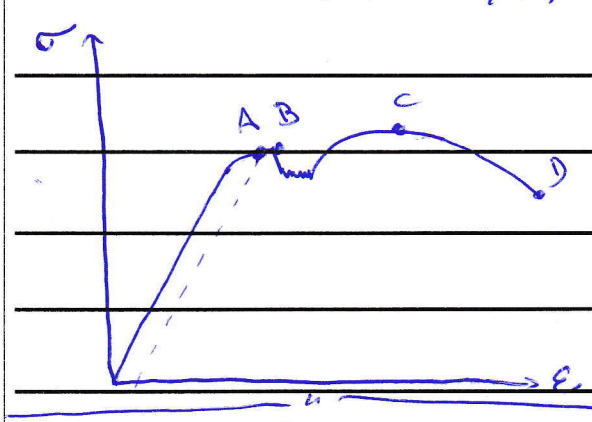
Politécnica UFRJ	UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO ESCOLA POLITÉCNICA DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA SETOR DE FABRICAÇÃO
Concurso Público para provimento efetivo de vagas no cargo de Professor da Carreira de Magistério Superior – MC-025.	
Edital nº 377, de 25 de maio de 2022.	DOU nº 102, de 31 de maio de 2022.

PROVA ESCRITA 28/11/2022	CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO
	RCB6Q5

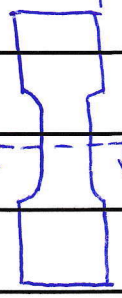
1

RESPOSTA QUESTÃO 1

O ensaio de tração uniaxial é um dos ensaios mecânicos mais comuns na indústria e tem como resultado um diagrama tensão x deformação, como tipicamente é ilustrado:



O corpo de prova cilíndrico:



A seção transversal no meio dele é circular no início do ensaio.

Após a aplicação da carga o CP se alonga diminuindo ligeiramente o diâmetro da seção transversal, devido ao princípio de Poisson.

Ao passar para a região plástica inicia-se o escoamento do material até chegar ao ponto de início da estricção, que é a considerável diminuição do diâmetro da seção transversal.

Dessa forma a tensão aplicada para gerar a deformação é cada vez menor, mesmo que a força aumente constan-

Politécnica UFRJ

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
ESCOLA POLITÉCNICA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA
SETOR DE FABRICAÇÃO

Concurso Público para provimento efetivo de vagas no cargo de Professor da Carreira de Magistério Superior – MC-025.

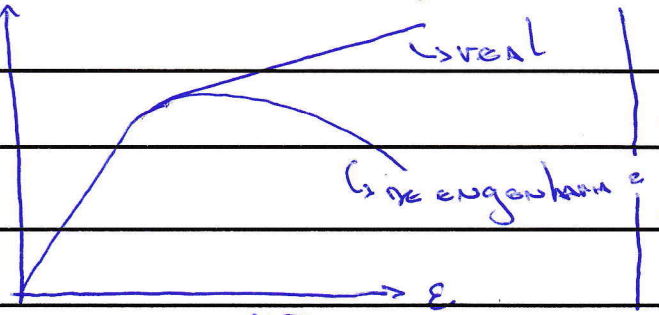
Edital nº 377, de 25 de maio de 2022. | DOU nº 102, de 31 de maio de 2022.

PROVA ESCRITA 28/11/2022	CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO
	RCB6Q5

Z

RESPOSTA QUESTÃO 1

temente. Isso gera um gráfico não condizente com o comportamento real do material. Assim há a diferença entre a tensão real e a tensão de engenharia. O gráfico real (considerando a diminuição do diâmetro devido à estricção é esboçado:



O cálculo da tensão verdadeira considera o princípio de Poisson: $\nu = \frac{\varepsilon_x}{\varepsilon_y}$

Se $\sigma_0 = \frac{F}{A_0}$ (de engenharia), então $\sigma_V = \frac{F}{A_i}$, onde a conservação do volume traz: $A_0 l_0 = A_i l_i \Rightarrow A_i = \frac{A_0 l_0}{l_i}$

$\sigma_V = F \cdot \frac{l_i}{A_0 l_0}$ e $\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$. Então $\sigma_V = \sigma_0 \frac{l_i}{l_0}$ e $l_i = l_0(\varepsilon + 1)$

Finalmente $\sigma_V = \sigma_0 \frac{l_0(\varepsilon+1)}{l_0} \Rightarrow \boxed{\sigma_V = \sigma_0(\varepsilon+1)}$

Politécnica UFRJ	UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO ESCOLA POLITÉCNICA DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA SETOR DE FABRICAÇÃO
Concurso Público para provimento efetivo de vagas no cargo de Professor da Carreira de Magistério Superior – MC-025.	
Edital nº 377, de 25 de maio de 2022.	DOU nº 102, de 31 de maio de 2022.

PROVA ESCRITA 28/11/2022	CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO RCB6Q5

3

RESPOSTA QUESTÃO 2

Existem diversos métodos analíticos que são aplicados à conformação mecânica. Pode-se mencionar os métodos de Resíduos Ponderados, de Campos de Linhas de Escorregamento e a literatura dá enfoque maior ao Método de Deformação Homogênea, que considera uma tensão média constante próxima à tensão de escoamento

, o Método do Limite Superior (Upper Bound), que considera que, se existe um campo de velocidades cinematicamente admissível, as cargas necessárias para a implementação desse campo formam o limite superior da solução real.

~~O método destacado pela literatura~~

Dentre os outros métodos consagrados na literatura, destaca-se ainda o Método dos Blocos, que se baseia no critério de escoamento de Von Mises (máxima energia de deformação), e considera que as tensões

Politécnica UFRJ	UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO ESCOLA POLITÉCNICA DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA SETOR DE FABRICAÇÃO
Concurso Público para provimento efetivo de vagas no cargo de Professor da Carreira de Magistério Superior – MC-025.	
Edital nº 377, de 25 de maio de 2022.	DOU nº 102, de 31 de maio de 2022.

PROVA ESCRITA 28/11/2022	CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO
	RCB6Q5

4

RESPOSTA QUESTÃO 2

principais que [redacted] formam um sistema de coordenadas. [redacted] Essa proposta estabelece a equação:

$$\frac{d\sigma_{x_i}}{dx_i} + \frac{1}{X_i} F(\sigma_{x_i}, \sigma_{x_j}) = 0$$

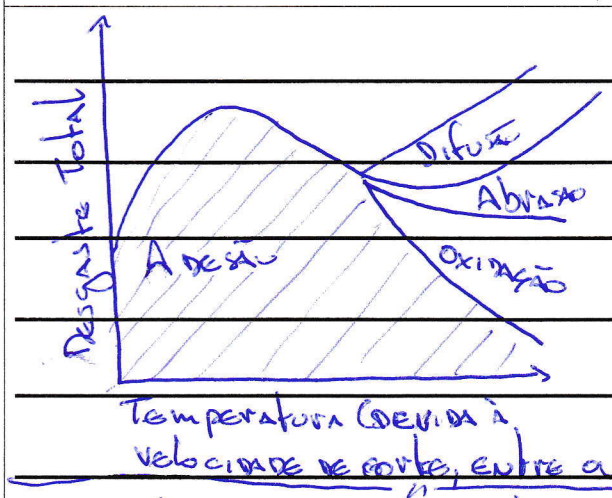
Como o caso em questão não adiciona calor ao sistema, o método é capaz de prever a tensão σ de contato e esforço.

Politécnica UFRJ	UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO ESCOLA POLITÉCNICA DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA SETOR DE FABRICAÇÃO
Concurso Público para provimento efetivo de vagas no cargo de Professor da Carreira de Magistério Superior – MC-025.	
Edital nº 377, de 25 de maio de 2022.	DOU nº 102, de 31 de maio de 2022.

PROVA ESCRITA 28/11/2022	CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO
	RCB6Q5

5

RESPOSTA QUESTÃO 3



→ Adesão: É responsável pela maior parcela de desgaste em ferramentas de usinagem, especialmente em baixas velocidades de corte. O processo acontece quando dois materiais (ferramenta e peça) estão em contato, desenvolvendo o processo de corte e parte do material removido da peça (cavaco) se adere à ferramenta, similar ao processo de soldagem. Também pode ocorrer (em baixas velocidades de corte) quando ao invés da ferramenta realizar a ruptura do material a ser usinado pela cunha cortante, a peça adere à ferramenta é arrancada pelos movimentos relativos entre peça e ferramenta.

→ Oxidação: Durante o processo de usinagem, a ferramenta fica exposta a ambientes severos. A atmosfera ao redor e principalmente a presença de fluidos lubrirrefrigerantes geram contato excessivo com água e oxigênio. Isso é particularmente

Politécnica UFRJ	UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO ESCOLA POLITÉCNICA DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA SETOR DE FABRICAÇÃO
Concurso Público para provimento efetivo de vagas no cargo de Professor da Carreira de Magistério Superior – MC-025.	
Edital nº 377, de 25 de maio de 2022.	DOU nº 102, de 31 de maio de 2022.

PROVA ESCRITA 28/11/2022	CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO
	RCB6Q5

6

RESPOSTA QUESTÃO 3

Os fenômenos físico-químicos que são causadores de desgaste de uma ferramenta de usinagem são:

- Adesão
- Oxidação
- Abrasão
- Difusão

Cada um desses fenômenos se torna responsável por uma parcela do desgaste dependendo da temperatura na interface peça-ferramenta.

A temperatura de corte, por sua vez, varia em função da mecânica do corte, onde a velocidade de corte é o principal fator para variação da temperatura.

A literatura costuma ilustrar a influência dos fenômenos por meio de um gráfico, o qual está esboçado a seguir.

PROVA ESCRITA 28/11/2022	CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO
	RCB6Q5

7

RESPOSTA QUESTÃO 3

grave em altas temperaturas, devido à maior agitação molecular e consequente facilitação de inserção de moléculas oxidantes.

— Abrasão: O processo abrasivo tipicamente pode ocorrer a dois ou três corpos. Consiste na capacidade de um material penetrar o outro ou, no caso de 3 corpos (oriundo da interface peça/ferramenta) fica alojado na interface e remove material por "riscos". Como a ferramenta é muito mais dura que a peça, a ferramenta deforma a peça quase exclusivamente. Porém na produção seriada, a ferramenta é desgastada progressivamente pelas peças usinadas. O fenômeno se acentua com o aumento da temperatura, pois a ferramenta dissipa muito menos calor que a peça ao longo do processo.

— Difusão: O aumento da temperatura devido à maior velocidade de corte gera maior aumento de agitação molecular e consequente enfraquece as ligações intermoleculares. Assim sendo os materiais têm maior facilidade na transfe-

Politécnica UFRJ	UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO ESCOLA POLITÉCNICA DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA SETOR DE FABRICAÇÃO
Concurso Público para provimento efetivo de vagas no cargo de Professor da Carreira de Magistério Superior – MC-025.	
Edital nº 377, de 25 de maio de 2022.	DOU nº 102, de 31 de maio de 2022.

PROVA ESCRITA 28/11/2022	CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO
	RCB6Q5

8

RESPOSTA QUESTÃO 3

rência de átomos entre si, fenômeno conhecido como difusão.

Das formas de desgaste típicas e suas respectivas características dentro dos fenômenos citados, destacam-se:

- Adesão: Aresta Postiça de Corte e o desgaste de entalhe.
- Oxidação: Desgaste do tipo cratera.
- Abrasão: Desgaste de flanco e lascamento
- Difusão: Trincas térmicas

Politécnica UFRJ	UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO ESCOLA POLITÉCNICA DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA SETOR DE FABRICAÇÃO
Concurso Público para provimento efetivo de vagas no cargo de Professor da Carreira de Magistério Superior – MC-025.	
Edital nº 377, de 25 de maio de 2022.	DOU nº 102, de 31 de maio de 2022.

PROVA ESCRITA 28/11/2022	CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO
	RCB6Q5

9

RESPOSTA QUESTÃO 4

A vida de uma ferramenta de usinagem é o tempo no qual a ferramenta é capaz de realizar as operações de corte dentro de parâmetros estabelecidos.

Por melhor que seja o material da ferramenta, ao longo da sua operação, sempre há um desgaste considerável que limitará o tempo de funcionalidade da ferramenta. Estudos tribológicos como os de Achard e Holm trouxeram modelos aproximados para estimar perdas de material por desgaste. ~~Uma ilustração recorrente na literatura mostra a~~

É possível identificar o fim da vida de uma ferramenta pela verificação dimensional das peças produzidas. Ferramentas gráficas como cartas de controle evidenciam se as dimensões projetadas estão sendo respeitadas. Com os mecanismos de desgaste expostos na Questão 3, pode-se compreender as causas dessas variações dimensionais.

Politécnica UFRJ	UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO ESCOLA POLITÉCNICA DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA SETOR DE FABRICAÇÃO
Concurso Público para provimento efetivo de vagas no cargo de Professor da Carreira de Magistério Superior – MC-025.	
Edital nº 377, de 25 de maio de 2022.	DOU nº 102, de 31 de maio de 2022.

PROVA ESCRITA 28/11/2022	CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO
	RCB6Q5

10

RESPOSTA QUESTÃO 4

Embora a ferramenta submeta a peça à deformação, a ferramenta passa ciclicamente por deformações que levam ao encruamento do material. Assim sendo, a ferramenta perde progressivamente a ductilidade, podendo romper em uma fratura frágil. Por isso são usados métodos estatísticos para previsão do comportamento mecânico da ferramenta.