

SOLDAGEM – Fundamentos e Tecnologia - EXERCÍCIOS

Capítulo 1

- Que é soldagem?
- Porque é possível se soldar dois blocos de gelo por aproximação?
- Quais as principais vantagens e desvantagens da soldagem?
- Que outros ramos da ciência e da tecnologia contribuem para o desenvolvimento da soldagem?
- Que tipos de materiais, além dos metais, podem ser soldados?
- Existem produtos impossíveis de serem fabricados sem a utilização da soldagem? Cite alguns, se for o caso.
- Em que casos a soldagem não é recomendada como processo de união?

Capítulo 2

Solda Desejada	Símbolo

Capítulo 3

- a) Que equipamentos de proteção individual são recomendados para a segurança de soldadores e operadores de soldagem?
- b) Cite medidas de segurança para a proteção de instalações e equipamentos de soldagem.
- c) Qual a diferença entre segurança pessoal e de terceiros?
- d) Por que a segurança é uma tarefa coletiva?
- e) Por que esforços individuais são pouco efetivos na prevenção de acidentes?

Capítulo 4

- a) Por que o arco elétrico é a fonte de calor mais usada, hoje em dia, para a soldagem por fusão?
- b) Como é possível determinar experimentalmente a soma das quedas de potencial nas regiões anódica e catódica?
- c) Por que a corrente de soldagem é transportada principalmente por elétrons?
- d) Que proporção da corrente elétrica no arco é transportada por elétrons? E por íons positivos?
- e) Calcule quantos elétrons e íons são necessários para transportar uma corrente de 150 A.
- f) Explique como cada uma das medidas citadas no texto pode minimizar o sopro magnético.
- g) Estabeleça um arco elétrico de soldagem TIG sobre um bloco de cobre, refrigerado a água, com o eletrodo ligado ao polo negativo da fonte de energia. Meça a queda de tensão no arco para várias correntes de soldagem, mantendo fixos o comprimento do arco e o ângulo da ponta do eletrodo. Meça a tensão no arco para diferentes comprimentos, com a corrente e o ângulo da ponta fixos. Repita as experiências anteriores para diferentes ângulos da ponta do eletrodo. Trace gráficos $V \times I$ e $V \times l$ para cada ângulo. Explique o resultado das experiências.
- h) Discuta qual é o significado físico da tangente à curva $V \times I$.
- i) Discuta qual é o significado físico da tangente à curva $V \times l$.
- j) Determine a soma das quedas de tensão anódica e catódica.

Capítulo 5

- a) Desenhe esquematicamente as curvas características de fontes de tensão e corrente constante. Para cada, sobreponha uma curva do arco e indique o ponto operacional.
- b) Defina “Ciclo de Trabalho”. Estime, para uma fonte de 200A 60%, a maior corrente recomendada para a sua operação contínua por um longo período de tempo.
- c) Você dispõe de uma fonte estática tipo transformador de corrente constante com uma corrente nominal/ciclo de trabalho de 160A/60%. Desenhe a curva característica desta fonte e indique o tipo de corrente que ela fornece. Discuta a possibilidade de uso desta fonte em uma aplicação que necessita de utilização contínua da fonte por uma hora.
- d) Você dispõe de uma fonte estática tipo transformador retificador de tensão constante com uma corrente nominal/ciclo de trabalho de 350A/100%. Desenhe a curva característica desta fonte e indique o tipo de corrente que ela fornece. Discuta a possibilidade de uso desta fonte em uma aplicação que necessita de uma corrente de 400A.
- e) Apresente, de forma simplificada, o funcionamento de uma máquina de soldagem rotativa e de máquina estática convencional. Discuta a aplicação de cada um destes tipos de máquinas.
- f) Compare, em termos de seu funcionamento e características operacionais, uma fonte convencional tipo transformador-retificador e uma fonte inversora.

Capítulo 6

- a) O que se entende por “estrutura” de um metal ou liga metálica?
- b) Explique sucintamente a que é ferrita, austenita, perlita e cementita.
- c) A energia de soldagem é um parâmetro suficiente para descrever um procedimento de soldagem? Por quê?
- d) Por que a energia de soldagem e o pré-aquecimento são as variáveis mais importantes que

- afetam o ciclo térmico, do ponto de vista do engenheiro de soldagem?
- Cite algumas maneiras práticas de se controlar a diluição em soldas.
 - Descreva a estrutura primária da ZF de uma solda. Explique o porquê destas características.
 - Descreva a macroestrutura de uma solda por fusão em aço. Explique o porquê destas características.
 - Qual a diferença entre descontinuidade e defeito de soldagem?
 - Por que a soldagem é capaz de induzir fissuras num material?

Deposite cordões de solda sobre uma chapa de aço, usando, por exemplo, as condições da tabela abaixo:

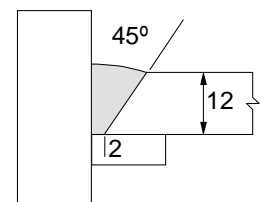
Nº	Processo	# Eletrodo (mm)	Corrente (A)	Tensão (V)	Velocidade (cm/min)	Energia (kJ/mm)
1	SAW	3,2	600	30	36	~30
2	SAW	3,2	400	25	33	~20
3	SMAW	3,2	140	~23	~19	~10
4	Eletrodo Nú	3,2	140	~23	~19	~10

Corte transversalmente as soldas obtidas, faça um polimento e ataque para observação metalográfica e observe as amostras ao microscópio. Identifique a ZF, ZTA e o metal de base.

- Discuta a influência das variáveis do procedimento de soldagem na estrutura das soldas.
- Repita o procedimento de união das soldagens acima, variando a temperatura inicial da chapa. Qual é o efeito deste parâmetro?
- Por que é importante a existência de um meio de proteção do arco e da zona fundida contra a atmosfera, durante a soldagem?
- Quais as vantagens metalúrgicas de uma solda multipasses?

Capítulo 7

- O que são tensões residuais? Descreva o seu aparecimento em soldas. Mostre a sua distribuição usual em uma solda de topo.
- Discuta o comportamento de uma solda de uma liga de elevada ductilidade durante o seu carregamento considerando a existência de tensões residuais. Discuta a influência destas tensões na fadiga e na fratura frágil de estruturas soldadas.
- Mostre como tratamentos térmicos e mecânicos podem reduzir o nível das tensões residuais? Sugestões: Para o tratamento térmico considere o efeito da temperatura no limite de escoamento e, para o tratamento mecânico, considere a resposta da questão anterior.
- Como aparecem distorções em uma junta soldada? Quais as consequências principais destas? Como estas podem ser eliminadas ou minimizadas? Estime a distorção transversal para a junta indicada na figura ao lado (aço carbono).



Capítulo 8

- Explique com suas palavras quando um robô para soldagem pode ser considerado um sistema automático e quando pode ser considerado semi-automático considerando as definições apresentadas nas tabelas I e II. Em que situação ele é considerado mecanizado.
- Dentro da classificação proposta, dê um exemplo de um sistema semi-mecanizado para soldagem com eletrodo revestido.
- Qual a diferença fundamental entre automação flexível e automação fixa? Dê exemplos.
- Discuta a aplicação dos quatro tipos de robôs em soldagem.

- e) Que outros tipos de posicionadores voce acha que poderiam ser utilizados para soldagem? Esboce os tipos indicando os movimentos com setas.

Capítulo 9

- a) O que é uma EPS e para que é usada?
- b) O que é uma RQPS e como ela é obtida?
- c) O que é qualificar um soldador? É um procedimento de soldagem?
- d) O que é um soldador certificado?

Capítulo 10

Capítulo 11

- a) Desenhe esquematicamente uma chama neutra e indique as variações da temperatura ao longo do seu eixo.
 - b) Por que uma chama redutora não deve ser usada na soldagem de um aço baixo-carbono?
 - c) Quais as diferenças entre maçaricos de soldagem e do corte?
 - d) Por que é difícil ou mesmo impossível o corte oxi-acetilênico do alumínio?
- No laboratório ou oficina de soldagem, identifique o tipo do maçarico que está sendo usado. Faça a regulagem das pressões de trabalho dos gases e ajuste as vazões para obter os diversos tipos de chama, observando a sua aparência. Experimente fazer cordões de solda sem e com adição do metal, sobre chapas e depois em juntas simples. Use retalhos de chapas do 1 a 3mm de espessura

Capítulo 12

- a) O “fator de ocupação do soldador” e o “fator de trabalho” são iguais na soldagem com eletrodos revestidos? Explique.
- b) Que fatores devem ser considerados na escolha de um eletrodo revestido pra uma dada tarefa?
- c) Por que a utilização relativa do processo eletrodos revestidos vem diminuindo a cada ano na última década, se o processo tem tantas vantagens?
- d) Tendo todas disponíveis, que tipo de corrente você escolheria para soldar com um eletrodo revestido indicado para soldar com qualquer corrente e polaridade, como o AWS E 6013, por exemplo? Justifique.
- e) Experimente depositar cordões de solda com eletrodos revestidos de diferentes tipos e diâmetros, nas diversas posições, com e sem tecimento. Varie os parâmetros de soldagem: velocidade de deslocamento, valor e tipo de corrente e polaridade. Anote suas observações e discuta com os colegas os resultados obtidos. Tente explicar o observado com os conhecimentos adquiridos neste capítulo.
- f) Discuta quais as características necessárias a uma pessoa que deseja se tornar um soldador.
- g) Cite algumas precauções a serem tomadas na soldagem com eletrodos revestidos, do ponto de vista da segurança pessoal e de terceiros.

Capítulo 13

- a) Que propriedades dos gases inertes devem influenciar as características, o arco elétrico e provocar variações na geometria de cordões de solda feitos com os mesmos parâmetros e diferentes gases?
- b) Por que o metal de adição usado na soldagem TIG é, normalmente de composição semelhante ou idêntica à do metal de base?
- c) Que características dos eletrodos de diferentes composições químicas poderiam explicar a variação nas faixas de corrente recomendadas para os diversos tipos de corrente?
- d) Que justificativas podem ser dadas para a existência de limites superior e inferior da corrente

recomendada para um eletrodo de um certo diâmetro?

- e) Por que a geometria da ponta do eletrodo só influencia significativamente a soldagem mecanizada?
- f) No laboratório, experimente depositar cordões de solda TIG com diferentes materiais, como aço-carbono, aço inoxidável o alumínio, com os diversos tipos de corrente e observe o efeito na limpeza de óxidos e geometria do cordão de solda. Anote suas observações e compare-as com o que você aprendeu neste capítulo.
- g) Faça diversos cordões de solda, com diferentes parâmetros de operação, num mesmo material e observe o efeito dos parâmetros de soldagem sobre a geometria do cordão. Anote suas observações e discuta com seus colegas as justificativas para estes efeitos.

Capítulo 14

- a) Quais as diferenças entre os processos TIG e Plasma?
- b) Por que a distância entre a tocha e a peça influencia pouco a soldagem plasma?
- c) Quais as vantagens e limitações da soldagem com arco transferido e com arco não transferido?
- d) Por que é possível estabilizar um arco plasma com correntes tão baixas quanto 1 A?

Capítulo 15

- a) Quais as características e principais aplicações de cada modo de transferência de metal na soldagem MIG/MAG?
- b) Quais as conseqüências da utilização de arames para soldagem MIG na soldagem MAG? E o inverso?
- c) Por que na soldagem MIG/MAG com fonte de alimentação do tipo tensão constante e alimentador de arame tipo velocidade constante há um controle intrínseco ou automático do comprimento do arco?
- d) Ainda neste tipo de sistema, por que se altera a corrente de soldagem quando se varia a velocidade de alimentação de arame?
- e) Por que os arames tubulares para soldagem em passe único não têm requisitos de composição química?
- f) Que justificativa pode ser dada para o fato de não se usar corrente alternada na soldagem MIG/MAG e com arames tubulares?
- g) Experimente depositar cordões de solda MIG/MAG e com arame tubular com diferentes parâmetros de soldagem, variando principalmente a tensão de soldagem, velocidade de alimentação de arame, "stick-out" e polaridade. Meça a corrente de soldagem em cada caso e observe a geometria e a aparência dos cordões de solda. Compare os resultados e tente explicá-los em função dos princípios de funcionamento destes processos.

Capítulo 16

- a) Que justificativas podem ser dadas para a pequena utilização da soldagem a arco submerso no modo semi-automático?
- b) Que fatores devem influenciar na possibilidade de uso de corrente alternada na soldagem SAW?
- c) Por que há necessidade de movimento do cabeçote no sentido transversal à direção de soldagem quando se usam trilhadores de juntas?
- d) Existe possibilidade de utilização da técnica "narrow-gap" com outros processos? Quais? Por que?
- e) Que dificuldades podem existir para se estabilizar um arco de soldagem quando se usa um eletrodo em forma de fita? Haveria necessidade do uso de dispositivos especiais para isso?
- f) Quais as vantagens de se usarem arames tubulares na soldagem a arco submerso?
- g) Por que aumenta o consumo de fluxo quando se aumenta a tensão do arco de soldagem SAW?

- h) Experimente depositar cordões de solda com cerca de 25 cm de comprimento sobre chapas de aço doce, com espessura de 10 a 12 mm, com diferentes parâmetros de soldagem. Por exemplo, pode-se depositar três cordões com diferentes correntes, mantendo-se fixas a tensão e a velocidade de soldagem. As correntes utilizadas devem ser compatíveis com o diâmetro do arame e o equipamento disponíveis. A seguir, mantendo fixa a corrente de soldagem, depositar outros cordões variando-se a tensão. Repetir variando a velocidade de soldagem. Observar o aspecto superficial do cordão e suas dimensões (largura e reforço). Se possível, fazer cortes transversais dos cordões, preparar macrografias das seções e determinar a penetração da solda. Anote suas observações e discuta os resultados.

Cordão Nº	Parâmetros de Soldagem			Dimensões do cordão		
	Corrente (A)	Tensão (V)	Velocidade (cm/min)	Largura (mm)	Reforço (mm)	Penetração (mm)

Diâmetro do eletrodo: ____ (mm), Dimensão do eletrodo : ____ (mm)

Capítulo 17

- A soldagem por eletroescória é um processo de soldagem a arco? E a soldagem por eletrogás? Justifique.
- Que operações devem ser realizadas para se recomençar uma soldagem por eletroescória interrompida, por exemplo, por falta de energia elétrica? E uma soldagem eletrogás?
- Que medidas podem ser tomadas no sentido de se melhorar a tenacidade de soldas produzidas por eletroescória?
- Quais as vantagens de se usar arames tubulares na soldagem por eletroescória? E eletrogás?
- Por que baixos fatores de forma favorecem a fissuração a quente de soldas produzidas por eletroescória?
- Quais as vantagens de se usar oscilação lateral do eletrodo?

Capítulo 18

- Quais os fatores importantes na soldagem por resistência elétrica?
- A soldagem por resistência elétrica pode ser considerada uma soldagem por fusão? Justifique.
- Estes processos podem produzir uma zona termicamente afetada na junta soldada? Explique.
- Eletrodos para soldagem por resistência elétrica podem ser refrigerados a água. Qual a vantagem?
- Faça soldas por resistência com diferentes parâmetros operacionais e observe as características das soldas produzidas. Discuta os resultados.

Capítulo 19

- Descreva o princípio de geração de Laser.
 - Qual o princípio para a soldagem com Laser?
 - Cite pelo menos uma vantagem no uso de laser na soldagem.
 - Qual a diferença fundamental entre feixe de elétrons e arco elétrico?
- Cite uma vantagem da soldagem com feixe de elétrons. Comente.

Capítulo 20

- Explique os dois métodos de fornecimento de energia utilizados na soldagem por Fricção indicando as aplicações, vantagens e desvantagens de cada um deles.

- b) Qualitativamente, como variam os parâmetros de soldagem por fricção de acordo com o tempo de soldagem?
- c) Qual o requisito básico de um material para que ele possa ser soldado por fricção?
- d) Explique os princípios do processo de soldagem por explosão. Discuta sobre as variáveis do processo e os parâmetros que as influenciam.
- e) Discuta sobre as condições que determinam a possibilidade de se efetuar uma soldagem por explosão entre dois metais.
- f) Quais as principais aplicações para a soldagem por explosão?
- g) Quais os principais componentes da mistura Thermit e qual a finalidade de cada um?
- h) Quais os aspectos positivos e negativos do processo?
- i) Quais parâmetros são responsáveis para a realização de uma solda de boa qualidade no processo de soldagem a frio?
- j) Na soldagem por ultrassom por que a temperatura de fusão e a condutividade térmica dos materiais a serem soldados não são fatores importantes do processo?
- k) Quais as variáveis do processo e a influência delas na qualidade da solda?

Capítulo 21

- a) Diferencie os processos de soldagem, brasagem e soldabrasagem.
- b) Em que situações a brasagem pode substituir com vantagens operações de soldagem?
- c) Quais as vantagens da brasagem em relação à soldagem? E as desvantagens?
- d) Existem limites para o comprimento de uma junta brasada vertical? E horizontal? Por quê?
- e) Os fluxos para soldagem e para brasagem têm as mesmas funções? Explique.