

DETERMINAÇÃO DE TEMPERATURAS MÍNIMAS DE PRÉ-AQUECIMENTO E DE ENTREPASSES DE AÇOS AO CARBONO ($CE < 0,6$)

(BS 5135: 1984)
(EN 1011-2: 2001)

TEMPERATURAS DE PRÉ-AQUECIMENTO DE AÇOS

A aplicação de pré-aquecimento e controlo da temperatura entre passes tem sido usado com vantagem de modo a evitar o problema da fissuração a frio.

A fim de definir a temperatura de pré-aquecimento e temperatura entrepases torna-se necessário definir os seguintes parâmetros:

- Carbono Equivalente do material base em causa;
- Espessura combinada;
- Potencial de H₂ do processo adoptado;
- Energia térmica do arco.

O cálculo do "Carbono Equivalente" do material representa uma tentativa para descrever de um modo simples a composição química e a sua temperabilidade. Existem várias fórmulas propostas, uma das mais utilizadas é:

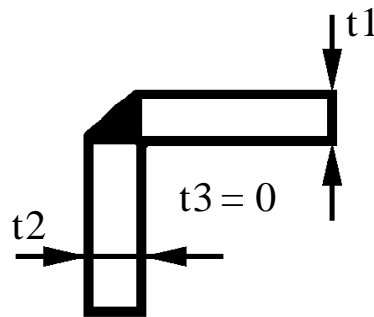
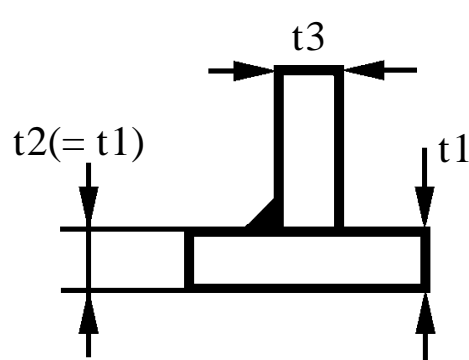
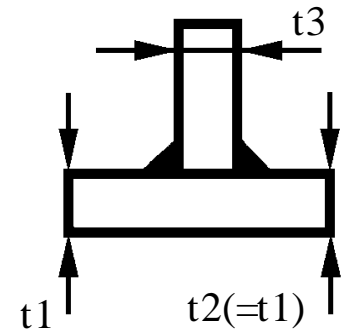
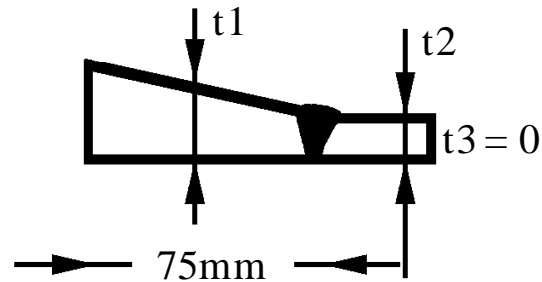
$$CE = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15}$$

TEMPERATURAS DE PRÉ-AQUECIMENTO DE AÇOS

A “espessura combinada” é a soma das espessuras dos componentes que convergem na zona do cordão (numa distância de 75 mm). Expressa a capacidade de escoamento de calor da junta.

$$\text{Espessura combinada} = t_1 + t_2 + t_3$$

t_1 = média da espessura num comprimento superior a 75 mm



Para soldaduras de canto directamente opostas e executadas simultaneamente, a espessura combinada = $1/2(t_1 + t_2 + t_3)$

TEMPERATURAS DE PRÉ-AQUECIMENTO DE AÇOS

O "Potencial de H₂ do processo" - consideram-se quatro níveis de hidrogénio que são expressos através da escolha de uma dada escala dos valores do H₂:

- Escala A: é usada com materiais de adição que depositam material com um teor de H₂ de >15 ml/100g (de metal depositado);
- Escala B: metal depositado contém H₂ <15ml/100 g;
- Escala C: metal depositado com H₂ <10 ml/100 g;
- Escala D: metal depositado com H₂ <5 ml/100 g;
- **Escala E: metal depositado com H₂ ≤3 ml/100 g.**

Em geral com os elétrodos básicos pode usar-se a escala B, e com os restantes tipos (rutilo, celulósicos, etc.) a escala A. A escala C poderá usar-se no caso do MIG/MAG com arame sólido.

O processo TIG pode usar-se a escala D. Tanto a escala B como a C e a D, podem-se usar com elétrodos básicos mas supõem um recozimento prévios dos elétrodos a temperaturas, que para a escala D deveriam ser de pelo menos 450°C.

No caso do arco submerso e MIG/MAG com fio fluxado os níveis de H₂ correspondentes às escalas A a D, dependendo do estado de fluxo, a escala a usar deve ser avaliada para cada caso.

TEMPERATURAS DE PRÉ-AQUECIMENTO DE AÇOS

"Energia térmica específica do arco": a entrega térmica do arco pode ser calculada a partir da expressão seguinte:

$$E \text{ [kJ / mm]} = \eta \cdot \frac{\text{Tensão do arco [V]} \cdot \text{Intensidade [A]}}{\text{Velocidade de soldadura [mm / s]}} \cdot 10^{-3}$$

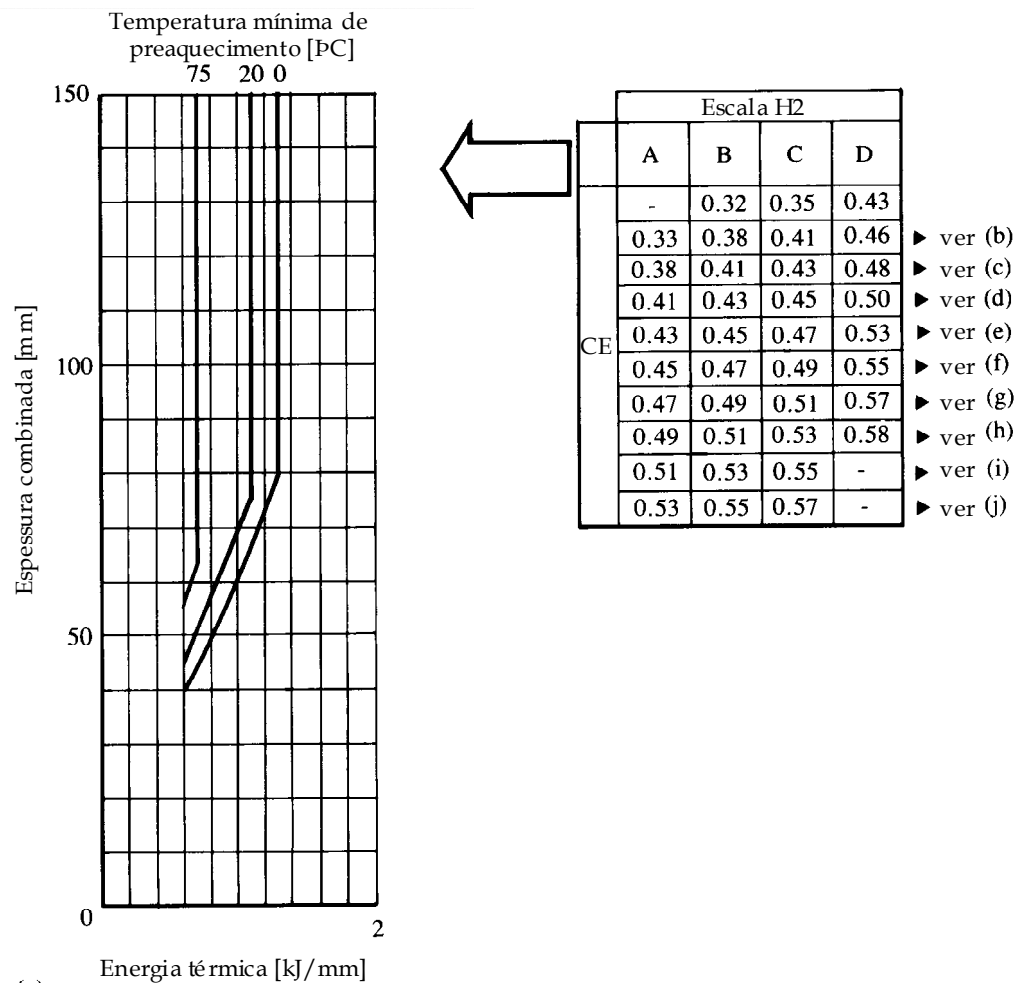
η - eficiência térmica do processo:

- Soldadura manual por elétrodo revestido - 80%
- TIG - 60%
- Arco submerso - 100%
- MIG/MAG - 80%

TEMPERATURAS DE PRÉ-AQUECIMENTO DE AÇOS

CÁLCULO DE TEMPERATURAS MÍNIMA DE PRÉ-AQUECIMENTO (e de entropasses) DE AÇOS AO CARBONO COM $CE < 0.60$ (Norma BS 5135)

Nas figuras a seguir estão representadas graficamente as condições de soldadura a seguir de modo a evitar o risco de fissuração a frio.



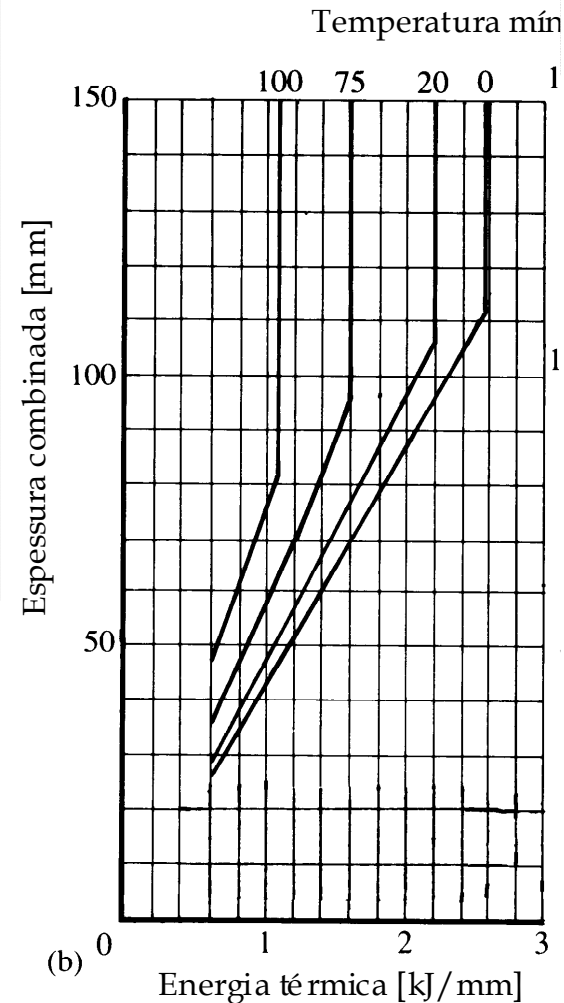
TEMPERATURAS DE PRÉ-AQUECIMENTO DE AÇOS

Exemplo: Pretende-se soldar um aço com a composição química seguinte: %C = 0.16; %Mn = 1.06; %Si = 0.33; %S = 0.013; %P = 0.012. A espessura a soldar é 60 mm; a junta é topo a topo. O processo a utilizar é o arco elétrico manual, com elétrodo revestido E 7018 (revestimento básico). Sabe-se que a energia térmica do processo é 1.0 kJ/mm. Qual seria a temperatura mínima de pré-aquecimento e de entrepasses?

Resolução:

- a) Carbono Equivalente: $CE = 0.34$;
- b) Escala a adotar: trata-se dum elétrodo básico com estufagem normal - podemos tomar então a escala B;
- c) Espessura combinada: a espessura a adotar será no caso da junta topo a topo $t = t_1 + t_2 = 60 + 60 = 120$ mm.

Na posse destes dados verificamos que, com $CE = 0.34$ e escala B, devemos usar o gráfico (b) da figura: entrando com os valores da energia térmica e espessura combinada concluimos que o valor da temperatura de pré-aquecimento e de entrepasses seria no mínimo de aprox. 100°C.



Escala	A	B	C	D
CE	0.33	0.38	0.41	0.46