



COLETÂNEA DE INFORMAÇÕES TÉCNICAS – AÇO INOXIDÁVEL

Projeto estrutural do aço inoxidável

Resistência de projeto

A resistência básica de projeto, P_y é normalmente tomado como o mínimo especificado do limite de escoamento 0,2% de um dado produto relativo normal. Os valores para o limite de escoamento 0,2% e a resistência a tração para chapa fina/ tira e chapa grossa de aço inoxidável para os aços usados normalmente em aplicações estruturais são dados abaixo.

Propriedades mecânicas mínimas especificadas pela BS EN 10088 – 2

Aço	Designação	Forma do produto 1	Espessura máxima (mm)	Limite de escoamento 0,2% (N/mm ²)	Resistência à tração (N/mm ²)
304	1.4301	C	6	230	540/750
		H	12	210	520/720
		P	75		
304 L	1.4307	C	6	220	520/670
		H	12	200	
		P	75		500/650
316	1.4401	C	6	240	530/680
		H	12	220	
		P	75		520/670
316L	1.4404	C	6	240	530/680
		H	12	220	
		P	75		520/670
		C	6	480	

Dúplex 2205	1.4462	H	12	460	660/950
		p	75		640/840
Nota: 1) C= tira laminada a frio, H = chapa fina laminada a quente, P = chapa grossa laminada a quente					

O módulo de elasticidade de cada um dos aços acima na tabela é 200 kN/mm², o coeficiente de Poissons pode ser considerado como 0,3 e o módulo de cisalhamento é de 76,9 kN/mm².

Propriedade físicas

As propriedades físicas dos aços normalmente usados em aplicações estruturais são dadas abaixo.

Propriedade físicas em temperatura ambiente conforme BS EN 10088 – 1 (condição recozida)

Aço	Designação	Densidade (kg/m ³)	Coefficiente de expansão térmica 20-100°C (10 ⁻⁶ /K)	Condutividade térmica (W/mK)	Capacidade calorífica (J/kg K)
304	1.4301	7900	16	15	500
304L	1.4307				
316	1.4401	8000			
316L	1.4404				
Dúplex 2205	1.4462	7800	13		

Projetando aço inoxidável nas estruturas

Na maioria dos casos, o projeto estrutural em aço inoxidável é semelhante ao projeto em aço carbono e requer verificações e considerações de projeto semelhante. A diferença significativa somente origina-se da forma diferente da curva tensão – deformação dos aços inoxidáveis. Enquanto o aço carbono mostra comportamento elástico tipicamente linear até o limite de escoamento e um platô antes do encruamento, o aço inoxidável responde de forma mais arredondada com limite de escoamento não bem definido.

Essa diferença no comportamento da curva tensão – deformação tem implicações na resistência à deformação (um e outro, flexões e torção lateral) e deflexões nos

componentes de aço inoxidável. Devem ser usados as curvas de flambagem apropriadas para o aço inoxidável. Métodos adequados também devem ser usados para os cálculos de deflexão.

Comparação do projeto estrutural em aço inoxidável e aço carbono

Comportamento da curva tensão – deformação do aço carbono e aço inoxidável

O comportamento da curva tensão – deformação do aço inoxidável difere daquele do aço carbono em alguns aspectos. A diferença mais importante é na forma da curva tensão – deformação. Enquanto o aço carbono mostra comportamento elástico tipicamente linear até o limite de escoamento e um platô antes do encruamento, o aço inoxidável tem uma resposta mais arredondada com um limite de escoamento não bem definido (veja a figura)

*Curvas típicas de tensão – deformação para aço inoxidável e aço carbono
(0,2 é o limite de escoamento a 0,2% , E é o módulo de Young)*

Nota: Esses valores são valores tipicamente experimentais e não são usados em projeto. Para os aços 1.4301 (304) e 1.4401 (316) as duas curvas mostram indicando os valores extremos de uma série de testes e assim eles representam uma faixa dispersa.

Os limites de escoamento do aço inoxidável são geralmente citados em termos de 0,2% do limite de resistência, ou seja a um desvio da deformação permanente de 0,2%.

Comparação das propriedades mecânicas entre aço inoxidável e aço carbono

Aço	Resistência de projeto (N/mm ²)	Resistência a tração (N/mm ²)	Módulo de Young (N/mm ²)	Alongamento (%)
<i>Aço inoxidável</i>				
304 (1.4301)	210	520	200 000	45
316 (1.4401)	220	520	200 000	40

Aço carbono				
S 275	275	410	205 000	22
S 355	355	490	205 000	22

Não há limitação na espessura em relação a fratura frágil aplicado ao aço inoxidável; as limitações para aço carbono não são aplicáveis devido a superior tenacidade do aço inoxidável.

Os aços inoxidáveis austeníticos não mostram a transição de resistência ao impacto dúctil – frágil visto que as temperaturas são baixas.

Os aços inoxidáveis podem absorver o impacto de forma considerável sem fraturar devido a sua excelente ductilidade e suas características de encruamento.

Comparação do comportamento estrutural dos componentes de aço inoxidável e de aço carbono

As principais razões para a diferença no comportamento estrutural entre componentes de aço carbono e aço inoxidável são:

- A curva tensão – deformação para o aço inoxidável se afasta da linearidade em tensão muito baixa com comparação aos aços carbono.*
- Os aços inoxidáveis tem maior ductilidade e maior capacidade para o encruamento que os aços carbono*
- O módulo de material dos aços inoxidáveis reduz com o aumento da tensão, diferente dos aços carbono que é constante*
- As tensões residuais originárias da fabricação são maiores no aço inoxidável que no aço carbono.*

Como resultado disso, diferentes curvas de flambagem são necessárias para o aço carbono. Isto aplica para:

- Flambagem localizadas (chapa) para elementos em compressão*
- Flambagens de flexão, torsional, deflexão – torsional para componentes sujeitos à compressão axial.*
- Flambagem torsional - lateral para vigas não engastadas de bordas em compressão.*

Avaliação das deflexões

Como a rigidez do aço inoxidável diminui conforme aumenta o nível da tensão, as deflexões são maiores que os componentes de aço carbono. Portanto é necessário usar um módulo reduzido para prever o comportamento dos componentes onde ocorram altas tensões.