

TM373

Seleção de Materiais Metálicos

Formalização do processo de seleção

Prof. Rodrigo Perito Cardoso



Favor desligar o celular ou passá-lo para o modo silencioso

Em caso de ligação favor não atender durante a aula

Introdução

- Tendo em vista a complexidade do processo de seleção (grande número de variáveis) e a necessidade de economizar tempo e esforços é necessário sistematizá-lo
- Inicia-se por listar os requisitos e avalia-los “quantitativamente” -> definir limites e reduzir a lista de candidatos

Necessidade de experiência para rejeitar materiais

TABLE 14.1

<i>Materials</i>	<i>Design requirements</i>					<i>Cost</i>	<i>Decision</i>
	<i>Primary</i>			<i>Secondary</i>			
	<i>DR1</i>	<i>DR2</i>	<i>DR3</i>	<i>DR4</i>	<i>DR5</i>		
M1	a	O	a	a	a	E	Reject
M2	a	a	a	O	a	a	
M3	U	a	a	a	a	a	Reject
M4	a	O	a	a	O	a	
M5	a	a	a	a	a	E	Reject
M6	a	a	a	U	a	a	

U = underprovision; O = over-provision; E = excessive. a = acceptable

Procedimento

- Refinar a tabela -> passando de um critério binário para um grau de satisfação (nota)

TABLE 14.2

<i>Material</i>	<i>Heat resistance</i>	<i>Rigidity</i>	<i>Resistance to stress cracking</i>	<i>Mouldability</i>	<i>Overall rating (Max = 20)</i>
M1	4	3	3	3	13/20 = 0.65
M2	2	3	4	3	12/20 = 0.60
M3	5	4	1	1	11/20 = 0.55
M4	1	1	4	3	9/20 = 0.45
M5	4	5	1	3	13/20 = 0.65
M6	3	2	5	5	15/20 = 0.75

Aparentemente M6 é o melhor material, mas se rigidez e resistência ao calor forem fundamentais isso pode trazer erro

Procedimento

- Refinar a tabela -> Atribuindo peso (grau de importância a cada propriedade)

TABLE 14.3

<i>Material</i>	<i>Heat resistance</i> × 5	<i>Rigidity</i> × 5	<i>Resistance to stress cracking</i> × 2	<i>Mouldability</i> × 3	<i>Overall rating</i> (Max = 75)
M1	20	15	6	9	50/75 = 0.67
M2	10	15	8	9	42/75 = 0.56
M3	25	20	2	3	50/75 = 0.67
M4	5	5	8	9	27/75 = 0.36
M5	20	25	2	9	55/75 = 0.73
M6	15	10	10	15	50/75 = 0.67

Agora aparentemente M5 é o melhor material, mas escolhemos o material com menor tempo de vida (atenção aos pesos para não mascarar os resultados)

Procedimento

- O procedimento será mais eficiente se realizado em termos de propriedade bem definidas. Exemplo: asa de avião, candidatos:

History of the...

TABLE 14.4

<i>Material</i>	σ_{YS} (MPa)	K_{IC} (MPa m ^{1/2})	ρ (tonnes/m ³)	E (GPa)	<i>Cost</i> (£/tonne)
Aluminium alloy 1	350	45	2.7	70	590
Aluminium alloy 2	550	25	2.7	70	700
Titanium alloy	880	60	4.5	110	5500
Stainless steel	900	100	7.8	200	500

Estes dados não podem ser usados neste estado “cru”

Procedimento

- Tomando as relações importantes (índices de mérito)

TABLE 14.5

Material	$\frac{\sigma_{YS}}{\rho}$		$\left[\frac{K_C}{\sigma_{YS}}\right]^2$ (mm)		$\frac{E^{1/3}}{\rho}$		Cost (£/tonne)		overall rating
	Abs.	Rel. = A	Abs.	Rel. = B	Abs.	Rel. = C	Abs.	Rel. = D	
Aluminium alloy 1	130	0.64	16.5	1.00	1.50	1.0	590	0.11	0.88
Aluminium alloy 2	204	1.00	2.1	0.13	1.50	1.0	700	0.13	0.75
Titanium alloy	196	0.96	4.6	0.27	1.06	0.71	5500	1.00	0.49
Stainless steel	115	0.56	12.3	0.75	0.75	0.50	500	0.09	0.68

Abs. = Absolute value; Rel. = value relative to largest quantity

Custo derruba as ligas de titânio e a densidade o aço (escola natural do Al)

Se o avião fosse militar o custo poderia receber menor importância o limite de temperatura poderia ser importante

Procedimento

- Então teríamos (peso relativo alterado)

TABLE 14.6

Material	$\frac{\sigma_{YS}}{\rho}$		$\left[\frac{K_C}{\sigma_{YS}}\right]^2$ (mm)		$\frac{E^{1/3}}{\rho}$		Temperature limit ($^{\circ}\text{C}$)		Cost (£/tonne)		Overall rating (10A+10B+10C +20D+(1-E))
	Abs.	Rel. = A	Abs.	Rel. = B	Abs.	Rel. = C	Abs.	Rel. = D	Abs.	Rel. = E	
	51										
Aluminium alloy 1	130	0.64	16.5	1.00	1.50	1.0	150	0.38	590	0.11	0.68
Aluminium alloy 2	204	1.00	2.1	0.13	1.50	1.0	150	0.38	700	0.13	0.58
Titanium alloy	196	0.96	4.6	0.27	1.06	0.71	300	0.75	5500	1.00	0.67
Stainless steel	115	0.56	12.3	0.75	0.75	0.50	400	1.00	500	0.09	0.76

Para Mach 3 temperatura da fuselagem $\sim 200^{\circ}\text{C}$ (Aço pode estar sendo sobrevalorizado por uma resistência à temperatura que nunca será utilizada)
 O Al 1 pode estar sendo sobrevalorizado por sua tenacidade -> Al 2 tem maior limite de escoamento levando a redução de peso (ver a necessidade em tenacidade)

O Papel do computador

- Com crescente número de materiais e projetos cada vez mais “críticos” aparece grande importância de ferramentas computacionais (análise de tensões e seleção)
 - Importância cada vez maior de uma equipe multidisciplinar (projeto, fabricação, materiais)

O Papel do computador

- Enfoque computacional proposto (bases de dados)

TABLE 14.7.

<i>Situation</i>	<i>Variable</i>	<i>Fixed or Unimportant</i>
1	<i>P</i>	<i>MS</i>
2	<i>PM</i>	<i>S</i>
3	<i>PS</i>	<i>M</i>
4	<i>PSM</i>	–

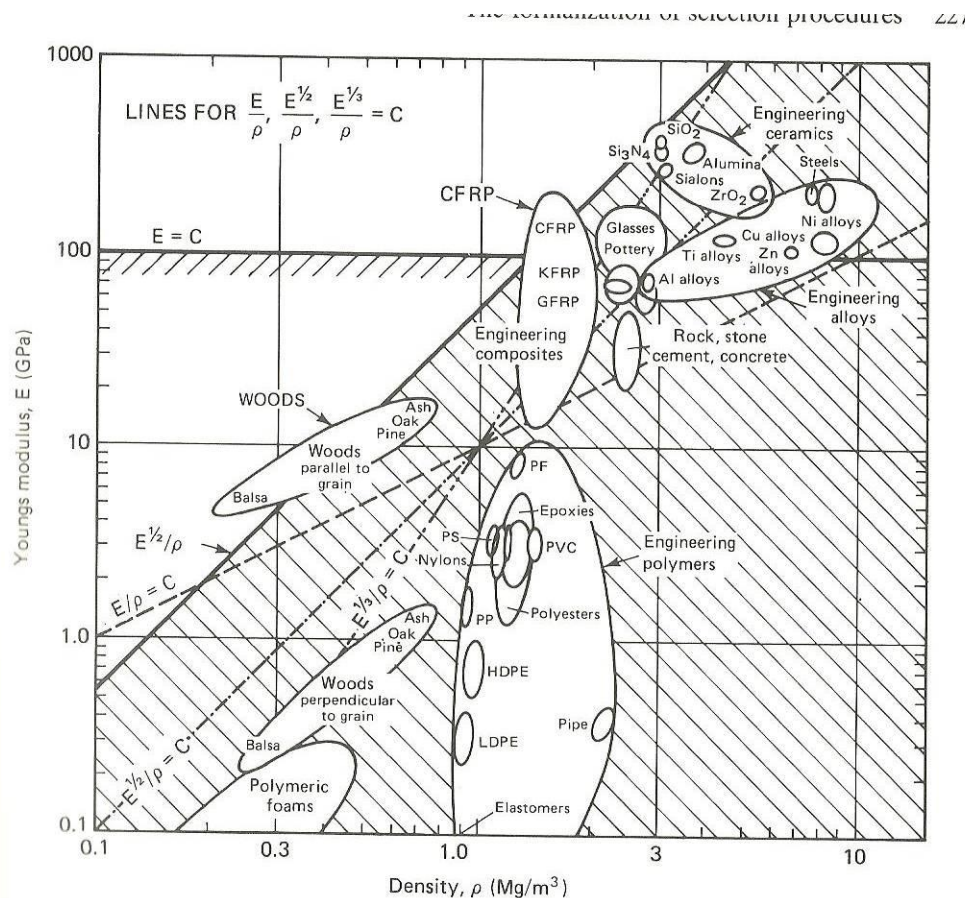
P – propriedade

M – Manufatura

S – modo de falha e dimensões

O Papel do computador

- Mapas de propriedades (Ashby)
 - Pré escolha em projeto conceitual



Coluna

Traçar propriedades que limitam performance: (rigidez x peso)

Índices de mérito para rigidez (depende do tipo de esforço)

Para coluna madeira e CFRP são similares

Figure 14.1 Materials selection chart: Young's modulus/density indicating relationships of specific stiff-
ness.

O Papel do computador

- Mapas de propriedades (Ashby)
 - Pré escolha em projeto conceitual

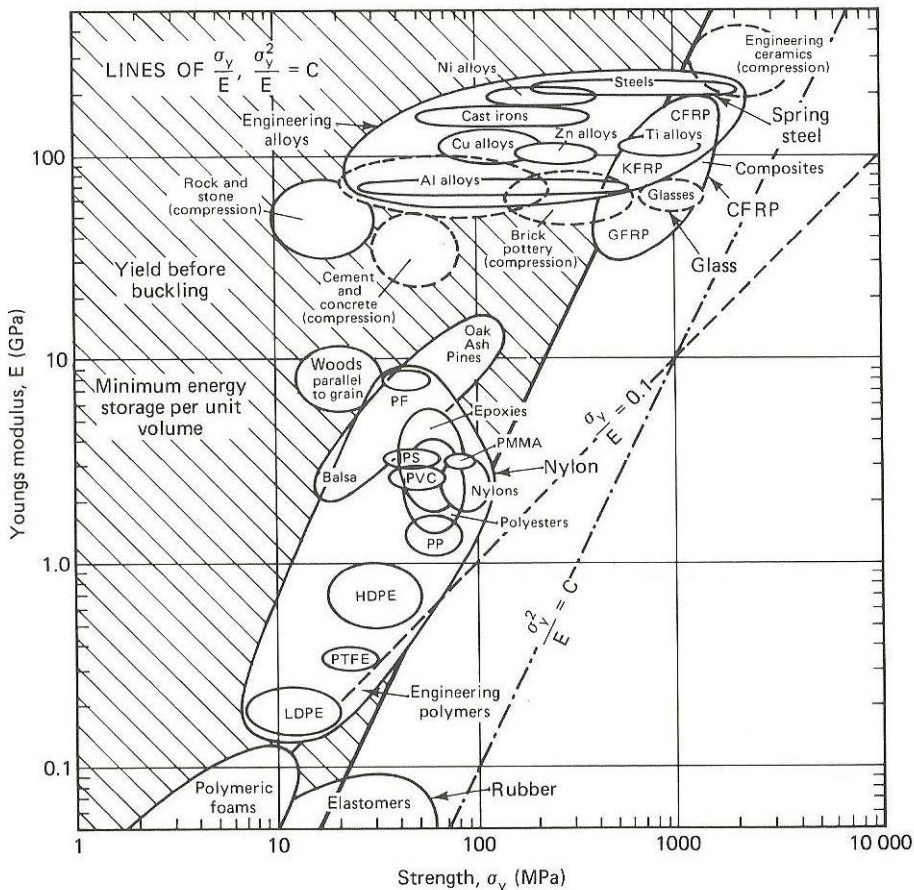


Figure 14.2 Materials selection chart: Young's modulus/strength indicating relationships for consideration as springs.¹³

Para mola (rigidez x limite de escoamento) -> energia armazenada

Programas com bases de dados possibilitam obter mapas de propriedades para todas as combinações de propriedades

Grande dificuldade com a quantificação de corrosão e desgaste

Com o refinamento do processo é necessário olhar caso a caso e considerar o processo de fabricação e custo

$P_m \rho / \sigma \rightarrow P_m$ leva em conta a fabricação

É importante lembrar

- Dificuldade de sistematização-> entender porque ocorre
- Obrigação/Papel do engenheiro no processo