

Tecnologia Mecânica

Aços

Eng. Marcio R. M. Menna

Aço

- Denominação genérica para ligas de ferro-carbono com teores de carbono de 0,008 a 2,11%, contendo outros elementos residuais do processo de produção (manganês - Mn, silício - Si, enxofre - S e fósforo - P) e podendo conter outros elementos de liga propositalmente adicionados.

Eng. Marcio R. M. Menna

Nomenclatura

- Aço sem elementos de liga: **aço-carbono**
- Aço com elementos de liga: **aço-liga**

- Ligas com teor de carbono acima de 2,11%:
 - **Ferro fundido**

Eng. Marcio R. M. Menna

Norma ABNT

- ABNT usa norma SAE (*Society of Automotive Engineers*)

- ABNT **A B X X**
 - **A B** = denominação (aço carbono, aço níquel, aço manganês, etc.)
 - **A** = elemento
 - **B** = porcentagem aproximada do elemento principal no aço
 - **X X** = porcentagem de carbono em peso no aço, em **centésimos de porcentagem** (10 = 0,10%)
 - Quando há mais de 1%, são usados 3 dígitos finais.

Eng. Marcio R. M. Menna

Norma ABNT

- Observações:
 - Quando a letra B aparece entre os dois primeiros números e os dois últimos indica que o aço tem um teor de boro no mínimo 0,0005% em peso (o boro, quanto presente no aço em teores muito baixos, facilita a têmpera do aço, aumentando a sua resistência).
 - Exemplo: 50BXX - Aços cromo boro com baixo teor de Cr e no mínimo 0,0005% de B.
 - Quando o teor de carbono excede 1%, o sistema admite a utilização de cinco algarismos.
 - Exemplo: 52100 - Aço prata, utilizado principalmente na fabricação de anéis, esferas e roletas de rolamentos, pois apresenta uma dureza elevada. Possui 1,5% Cr e 1% de carbono.

Eng. Marcio R. M. Menna

Norma ABNT

- A:
 - 1 = aço carbono
 - 2 = aço níquel
 - 3 = aço cromo-níquel
 - 4 = aço molibdênio
 - 5 = aço cromo
 - 6 = aço cromo-vanádio
 - 7 = aço tungstênio
 - 8 = aço cromo-níquel-molibdênio
 - 9 = aço silício-manganês

Eng. Marcio R. M. Menna

Designação SAE	AISI	Tipo de aço
10XX	C 10XX	Aços-carbono comuns
11XX	C 11XX	Aços de usinagem (ou corte) fácil, com alto S
13XX	13XX	Aços-manganês com 1,75% de Mn
23XX	23XX	Aços-níquel com 3,5% de Ni
25XX	25XX	Aços-níquel com 5,0% de Ni
31XX	31XX	Aços-níquel-cromo com 1,25% de Ni e 0,65% de Cr
33XX	E 33XX	Aços-níquel-cromo com 3,50% de Ni e 1,57% de Cr
303XX	-	Aços resistentes à corrosão e ao calor ao Ni-Cr
40XX	40XX	Aços-molibdênio com 0,25% de Mo
41XX	41XX	Aços-cromo-molibdênio com 0,50% ou 0,95% de Cr e 0,12%, 0,20% ou 0,25% de Mo
43XX	43XX	Aços-níquel-cromo-molibdênio com 1,82% de Ni, 0,50% de Cr e 0,25% de Mo
46XX	46XX	Aços-níquel-molibdênio com 1,57% ou 1,82% de Ni e 0,20 ou 0,25% de Mo
47XX	47XX	Aços-níquel-cromo-molibdênio com 1,05% de Ni, 0,45% de Cr e 0,20% de Mo
48XX	48XX	Aços-níquel-molibdênio com 3,50% de Ni e 0,25% de Mo
50XX	50XX	Aços-cromo com 0,27%, 0,40% ou 0,50% de Cr
51XX	51XX	Aços-cromo com 0,80% a 1,05% de Cr
501XX	-	Aços de baixo cromo para rolamentos, com 0,50% de Cr
511XX	E511XX	Aços de médio cromo para rolamentos, com 1,02% de Cr
521XX	E521XX	Aços de alto cromo para rolamentos, com 1,45% de Cr
514XX	-	Aços resistentes à corrosão e ao calor ao Cr
516XX	-	Aços resistentes à corrosão e ao calor ao Cr
61XX	61XX	Aços-cromo-vanádio com 0,80% ou 0,95% de Cr e 0,10% ou 0,15% de V (min.)
86XX	86XX	Aços-níquel-cromo-molibdênio com 0,55% de Ni, 0,50% ou 0,65% de Cr e 0,20% de Mo
87XX	87XX	Aços-níquel-cromo-molibdênio com 0,55% de Ni, 0,50% de Cr e 0,25% de Mo
92XX	92XX	Aços-silício-manganês com 0,65%, 0,82%, 0,85% ou 0,87% de Mn, 1,40 ou 2,00% de Si e 0%, 0,17%, 0,32% ou 0,65% de Cr
93XX	93XX	Aços-níquel-cromo-molibdênio com 3,25% de Ni, 1,20% de Cr e 0,12% de Mo
98XX	98XX	Aços-níquel-cromo-molibdênio com 1,00% de Ni, 0,80% de Cr e 0,25% de Mo

Nor

Exemplos

- Aço ABNT 1 0 6 0
 - Aço carbono
 - 0% de elementos de liga
 - 0,60% de carbono

- Aço ABNT 1 0 2 0
 - Aço carbono
 - 0% de elementos de liga
 - 0,20% de carbono

Eng. Marcio R. M. Menna

Exemplos

- Aço ABNT 1 3 3 0
 - Aço manganês
 - 1,75% de Mn
 - 0,30% de carbono

- Aço ABNT 2 3 4 0
 - Aço níquel
 - 3,25 a 3,75% de Ni e 0,3 a 0,9% de Mn
 - 0,40% de carbono

Eng. Marcio R. M. Menna

Exemplos

- Aço ABNT 5 1 4 0
 - Aço cromo
 - 0,8% de Cr
 - 0,40% de carbono

- Aço ABNT 2 5 1 5
 - Aço níquel
 - 4,75 a 5,25% de Ni
 - 0,15% de carbono

Eng. Marcio R. M. Menna

Composição Química dos Aços

www.professormenna.v10.com.br

Eng. Marcio R. M. Menna

Processo do Aço

□ [Produção do Aço](#)

Eng. Marcio R. M. Menna

Elementos de Liga

- Aços mais usados industrialmente: teor de carbono entre 0,1 a 0,95%C, ou seja, aço 1010 a 1095. Acima de 0,95%C são considerados como aços carbono especiais.
- Os aços ao carbono classificam-se em:
 - Aços de baixo teor de carbono 1010 a 1035
 - Aços de médio teor de carbono 1040 a 1065
 - Aços de alto teor de carbono 1070 a 1095

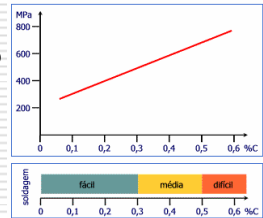
Eng. Marcio R. M. Menna

Conteúdo de Carbono

- Efeitos do conteúdo de carbono no

aço:

- ↑ resistência à tração
- ↑ dureza
- ↓ ductilidade
- ↑ fragilidade
- ↓ soldabilidade



Eng. Marcio R. M. Menna

Elementos de Liga

- Permitem a obtenção de aços com propriedades especiais, mediante a adição e a dosagem de certos elementos no aço carbono.

Níquel (Ni)	Tenacidade, resistência a tração, resistência a corrosão, resist. elétrica, resistência a quente, profundidade de têmpera	Dilatação Térmica
Cromo (Cr)	Dureza, resistência a tração, resistência a quente, temperatura de têmpera, resistência a frio, resistência a desgaste, resistência a corrosão	Alongamento (em grau reduzido)
Vanádio (V)	Resistência a fadiga, dureza, tenacidade, resistência a quente	Sensibilidade ao aparecimento de trincas por aquecimentos sucessivos
Molibdênio (Mo)	Dureza, resistência a quente, resistência a fadiga	Alogamento, forjabilidade
Cobalto (Co)	Dureza, capacidade de corte, resistência a quente	Tenacidade, sensibilidade ao aparecimento de trincas por aquecimentos sucessivos

Elementos de Liga

- Resumo dos fatores que influenciam as propriedades mecânicas

PROPRIEDADES	C	Mn	P	S	Si	Ni	Cr	Mo	V	Al
Aumenta dureza	X	X	X	X						
Aumenta a resistência	X	X	X		X					X
Diminui a ductilidade	X		X	X						
Diminui a soldabilidade	X									
Desoxidante		X			X					X
Aumenta a resistência ao impacto						X				
Aumenta a resistência a corrosão							X			
Aumenta a temperabilidade							X	X		
Aumenta a resistência abrasão						X				
Aumenta resistência altas temperaturas								X		

Eng. Marcio R. M. Menna

Exercícios

- O que é aço?
- Interpreta os seguintes
 - 1020
 - 1045
 - 8620
 - 6125
 - 4040
 - 4620
 - 52100
 - 2365
 - 9340
- Qual desses aços têm r
 - 1010 ou 1020?
 - 1045 ou 1345?
 - 1045 ou 5020?
 - 3120 ou 6120?

Designação SAE	AISI	Tipo de aço
10XX	C 10XX	Aço-carbono comum
11XX	C 11XX	Aços de usinagem (ou corte) fácil, com alto S
13XX	13XX	Aços-manganês com 1,75% de Mn
23XX	23XX	Aços-níquel com 3,5% de Ni
25XX	25XX	Aços-níquel com 5,0% de Ni
31XX	31XX	Aços-níquel-cromo com 1,25% de Ni e 0,65% de Cr
33XX	E 33XX	Aços-níquel-cromo com 3,50% de Ni e 1,57% de Cr
303XX	-	Aços resistentes à corrosão e ao calor ao Ni-Cr
40XX	40XX	Aços-molibdênio com 0,25% de Mo
41XX	41XX	Aços-cromo-molibdênio com 0,50% ou 0,95% de Cr e 0,12%, 0,20% ou 0,25% de Mo
43XX	43XX	Aços-níquel-cromo-molibdênio, com 1,82% de Ni, 0,50% ou 0,80% de Cr e 0,25% de Mo
46XX	46XX	Aços-níquel-molibdênio com 1,57% ou 1,82% de Ni e 0,20 ou 0,25% de Mo
47XX	47XX	Aços-níquel-cromo-molibdênio com 1,05% de Ni, 0,45% de Cr e 0,20% de Mo
48XX	48XX	Aços-níquel-molibdênio com 3,50% de Ni e 0,25% de Mo
50XX	50XX	Aços-cromo com 0,27%, 0,40% ou 0,50% de Cr
51XX	51XX	Aços-cromo com 0,80% a 1,05% de Cr
501XX	-	Aços de baixo cromo para rolamentos, com 0,50% de Cr
511XX	E511XX	Aços de médio cromo para rolamentos, com 1,02% de Cr
521XX	E521XX	Aços de alto cromo para rolamentos, com 1,45% de Cr
514XX	-	Aços resistentes à corrosão e ao calor ao Cr
515XX	-	Aços resistentes à corrosão e ao calor ao Cr
61XX	61XX	Aços-cromo-vanádio com 0,80% ou 0,95% de Cr e 0,10% ou 0,15% de V (min.)
86XX	86XX	Aços-níquel-cromo-molibdênio com 0,55% de Ni, 0,50% ou 0,65% de Cr e 0,20% de Mo
87XX	87XX	Aços-níquel-cromo-molibdênio com 0,55% de Ni, 0,50% de CR e 0,25% de Mo
92XX	92XX	Aços-silício-manganês com 0,65%, 0,82%, 0,85% ou 0,87% de Mn, 1,40 ou 2,00% de Si e 0%, 0,17%, 0,32% ou 0,65% de Cr
93XX	93XX	Aços-níquel-cromo-molibdênio com 3,25% de Ni, 1,20% de Cr e 0,12% de Mo
98XX	98XX	Aços-níquel-cromo-molibdênio com 1,00% de Ni, 0,80% de Cr e 0,25% de Mo