

X I

AÇOS PARA CHAPAS E PARA TUBOS

1 — **Introdução** — As chapas e os tubos comuns, principalmente as primeiras, constituem materiais que se caracterizam por apresentarem grande facilidade de conformação. Os produtos considerados «fáceis de serem conformados» não apresentam geralmente elevados valores das propriedades mecânicas, mesmo porque as cargas que irão suportar em serviço são normalmente baixas, em geral unicamente o peso próprio. Devido às condições de serviço, entretanto, exige-se que possuam resistência à corrosão satisfatória. Visto que esta resistência não é característico comum a êsses materiais, costuma-se aplicar-lhes um revestimento protetor, cuja escolha depende principalmente da aparência desejada e do custo.

2 — **Aços para chapas** — As chapas são os principais produtos metálicos classificados entre os de «fácil conformação». Para a maioria das aplicações comuns as chapas são feitas de aço doce, geralmente galvanizado ou estanhado, ou de ferro Armco.

Os requisitos exigidos nêsses materiais para que sejam empregados na fabricação de chapas, são:

a) **elevada trabalhabilidade**, ainda que à custa da resistência mecânica. De fato, esta, como se viu, não precisa ser elevada e a rigidez, quando exigida, é conseguida por projeto adequado, como por exemplo, **corrugamento**;

b) **boa soldabilidade**;

c) **superfície sem defeitos**, sobretudo no caso de se utilizar a chapa em estampagem profunda;

d) **aspecto superficial conveniente**, conseguido por acabamentos ou revestimentos superficiais especiais;

e) **baixo custo**.

Ferro Armco — O ferro Armco, marca registrada pela «American Rolling Mills Company» é um material de grande pureza, pois apresenta um teor total de impurezas abaixo de 0,16 %.

Uma análise típica é a seguinte:

C	—	0,012 %
Mn	—	0,017 %
P	—	0,005 %
S	—	0,025 %
Si	—	traços

Contém também teores apreciáveis de nitrogênio e oxigênio, os quais, entretanto, nesses ferros comercialmente puros, não são considerados como impurezas.

Propriedades mecânicas típicas são as seguintes :

limite de escoamento	17,5 a 21,0 kg/mm ²
limite de resistência à tração	28,0 a 31,5 kg/mm ²
alongamento, em 2"	40 %
estricção	50 %
dureza Brinell (10 mm - 500 kg)	85

Devido sua pureza o ferro Armco apresenta boa resistência à corrosão, característico êsse que é melhorado por galvanização ou estanhação. A soldabilidade é também excelente, assim como a sua trabalhabilidade.

Aço de baixo carbono (Aço doce) — O aço com carbono inferior a 0,15 % tem propriedades semelhantes à do ferro Armco, com vantagens quanto ao custo, visto não ser tão puro e ser de fabricação mais fácil. Evidentemente sua resistência à corrosão é inferior, devido à presença de pequena quantidade de carbono que tende a acelerar a corrosão eletroquímica. Nessas condições, torna-se mais necessária a estanhação ou a galvanização.

A resistência à corrosão pode ser melhorada pela adição de cobre, o qual, já em teores de 0,25 %, afeta favoravelmente aquela propriedade.

As chapas de aço de baixo carbono são extensamente usadas na indústria automobilística, em artigos esmaltados, recipientes metálicos, peças estampadas e muitas outras aplicações.

No caso de operações severas de conformação, como estampagem profunda, o aço deve apresentar certos requisitos que são dispensáveis nas aplicações mais gerais. O aço aí mais empregado é do tipo SAE, com a seguinte composição :

C	—	0,05	a	0,15 %
Si	—	0,15	a	0,30 %
Mn	—	0,30	a	0,60 %
P (max.)	—	0,045		%
S (max.)	—	0,055		%

As suas propriedades mecânicas dependem em grande parte do encruamento ou do tipo de tratamento térmico a que foi submetido e do tamanho de grão produzido.

A Tabela X mostra as propriedades mecânicas aproximadas, em tiras com 1,27 mm (0,050 pol.) de espessura, em várias condições :

T A B E L A X

Propriedades Mecânicas Aproximadas de Aço Doce em Tiras

Condição	Dureza Rockwell B (1/16" — 100)	Limite de resis- tência à tração kg/mm ²	Alongamento em 2" %
Nº 1—Dura	84 — 96	47,6 — 64,4	1 — 5
Nº 2—Meio-dura	75 — 85	39,2 — 50,4	4 — 14
Nº 3—Um quar- to dura	67 — 74	33,6 — 42,0	13 — 27
Nº 4—Mole	52 — 64	30,1 — 37,1	24 — 36
Nº 5—Muito mo- le	38 — 52	28,0 — 33,6	33 — 45

Quanto mais mole, tanto mais conveniente para a estampagem profunda. Se, entretanto, a baixa dureza é produzida à custa do sacrifício do tamanho de grão, a superfície apresentar-se-á muito rugosa com a aparência característica conhecida pelo nome de «casca de laranja».

A Tabela XI, extraída do livro «Metalurgia do Ferro e do Aço» do Prof. Robert F. Mehl, apresenta composições típicas de aços para chapas conforme as aplicações.

3 — Tratamentos das chapas — As chapas são produzidas a partir de aços efervescentes, no estado laminado a quente ou laminado a frio. Assim sendo, há geralmente necessidade de submetê-las a tratamentos térmicos, cujos objetivos vão desde a simples eliminação de tensões internas até a recristalização total.

As chapas laminadas a quente são normalizadas, quando não são utilizadas diretamente depois da laminação.

As laminadas a frio (depois da laminação a quente) apresentam-se muito encruadas, de modo que são submetidas ao recozimento em caixa para recristalização. A temperatura desse tratamento é baixa, variando desde abaixo da zona crítica (650° C) até acima da zona crítica (760° C), visto que temperaturas muito elevadas causariam o crescimento de grão excessivo, originando, na estampagem profunda, o defeito «casca de laranja». Note-se que o tamanho do grão final não depende somente da temperatura de recristalização. De fato, verifica-se que o grau de deformação a frio ou encruamento influencia também a gra-

nulação do aço depois de recristalizado: até um certo grau de deformação, da ordem de 8 %, não há praticamente mudança do tamanho de grão original; nesse momento, entretanto, ocorre apreciável aumento de grão, para em seguida, com deformação maior, o tamanho de grão tornar-se cada vez menor. Conclui-se que deve ser evitada laminação a frio com a intensidade que corresponda a esse tamanho de grão excessivo.

O tratamento térmico mais simples a que se submetem as chapas é o que tem por objetivo eliminar as tensões originadas na normalização ou na laminação para melhorar a sua ductilidade e diminuir sua dureza. Consiste num tratamento a baixa temperatura, variando de 510 a 650° C.

TABELA XI

Composições Típicas de Aços para Chapas (Ou Fôlhas)

DESTINO	C %	Mn %	S %	P %
Estampagem leve para aplicações comuns	0,05 — 0,08	0,20 — 0,35	depende das dimensões	tão baixo quanto possível
Estampagem profunda para indústria automobilística	0,05 — 0,08	0,25 — 0,50	0,030 max.	"
Superfícies para pinturas de bom acabamento, etc.	0,05 — 0,08	0,25 — 0,50	depende das dimensões	"
Galvanização	0,04 — 0,07	0,15 — 0,30	tão baixo quanto possível	"
Esmaltagem	0,03 max.	0,10 max.	tão baixo quanto possível	"

4 — **Aços para tubos** — Para aplicações da engenharia, podem ser considerados 3 tipos principais de tubos:

- a) Tubos sem costura.
- b) Tubos com costura.
- c) Eletrodutos ou «conduits».

Os primeiros são fabricados a partir de tarugos por perfuração ou mandrilagem e apresentam espessura, estrutura e resistência uniformes. Os segundos são obtidos a partir de tiras de aço que são dobradas até adquirir forma geralmente circular, soldando-se em seguida a junta. Admite-se que esses tubos apresentam uma espessura mais uniforme que os anteriores; além disso o processo é mais rápido e econômico. Entretanto, só aços

de baixo e médio carbono ou aços-liga com baixo teor de níquel são satisfatoriamente soldados, devendo-se ainda acrescentar, como possível desvantagem dos tubos com costura, o fato da junta soldada tornar de certo modo duvidosa a resistência do tubo:

Os eletrodutos são geralmente tubos com costura, podendo, entretanto, também apresentar-se sem a junta soldada, visto que as cargas de serviço são muito baixas.

Frequentemente os tubos são estirados a frio com os seguintes objetivos:

- produzir tubos de diâmetros muito pequenos;
- melhorar o acabamento superficial;
- obter tolerâncias mais rigorosas nas dimensões;
- melhorar certas propriedades mecânicas, como a resistência à tração;
- produzir formas diferentes da circular.

Para as aplicações comuns, o aço para tubos é de baixo carbono, 0,10 a 0,25 %. Tubos de alta resistência, com 51 a 58 kg/mm² de limite de resistência à tração, são de médio carbono — 0,30 a 0,55 %.

Esses tubos de médio carbono, assim como tubos de aço-liga com baixo teor de níquel (2,75 % a 3,50 %) e médio carbono (0,30 a 0,40%) têm importante campo de aplicação na indústria automobilística.