

X I V

AÇOS DE USINAGEM FÁCIL

1 — **Introdução** — A usinabilidade é um dos característicos mais complexos dos metais, dado o grande número de fatores de que depende. Assim é que, além da qualidade do próprio material, afetam a usinabilidade a qualidade, o tipo e a forma da ferramenta de corte, o tipo e estado das máquinas-ferramenta, a velocidade e o avanço de corte adotados, o flúido para resfriamento, etc. Devido a êsse fato, a medida da usinabilidade também não é simples; nesse sentido, um dos métodos mais comuns para medir a usinabilidade relativa dos metais consiste em se determinar, sob condições pré-fixadas de velocidade e avanço de corte, qual o material que garante vida mais longa da ferramenta, entre afiamentos consecutivos.

A importância que se dá na indústria moderna a êsses característico dos metais, principalmente nos aços, provém da utilização sempre crescente de processos de produção em massa. Êsses métodos de fabricação exigem máquinas automáticas com as quais, em determinado período de tempo, pode-se conseguir a produção de peças em número excepcionalmente elevado. E' evidente que, para se tirar o máximo proveito da capacidade dessas máquinas, é necessário que os materiais nelas trabalhados apresentem característicos adequados de usinabilidade. Essa é a razão principal da contínua atenção que se vem dispensando ao desenvolvimento e aperfeiçoamento dos aços chamados «de usinagem fácil».

2 — **Característicos químicos e físicos dos aços de usinagem fácil** — Êsses materiais caracterizam-se por serem de baixo C e possuírem S e Mn mais elevados que os aços-carbono comuns. Além disso, os perfís utilizados são geralmente terminados por laminação a frio para obtenção de um melhor acabamento superficial e uma resistência mecânica mais elevada.

O sulfeto de manganês, em quantidade apreciável nesses aços, confere-lhes dureza e fragilidade, essenciais a uma boa usinabilidade. As partículas de MnS, além de duras e frágeis, são suficientemente plásticas para permitirem que o forjamento e a laminação a quente se realizem em condições satisfatórias.

E' preciso lembrar aqui que a presença de S em quantidade acima das normais dá origem à «fragilidade a quente», devido a se formar o composto FeS de temperatura de fusão muito baixa, mais baixa que as utilizadas nas operações de forjamento e laminação a quente. Em consequência, o trabalho a quente dêsses aços é às vezes causa de preocupações e perdas apreciáveis de material.

O manganês em teor mais elevado que o normal contribúe para contornar êsse inconveniente, pois o MnS que se forma

nessas condições, não possui ponto de fusão tão baixo quanto o FeS. Além disso, como se viu, o MnS sendo duro e frágil, confere ao aço êsses característicos e os cavacos resultantes da usinagem apresentar-se-ão quebradiços e curtos, condição indicativa de facilidade de corte.

A quantidade de manganês é especificada de modo a serem obedecidas as seguintes relações: desde 3 de manganês para 1 de enxôfre até 8 para 1. Quanto maior essa relação, tanto melhores as propriedades de trabalho a quente do aço, pois tanto maior a probabilidade de estar ausente o FeS.

O manganês contribue também para produzir uma estrutura perlítica nos aços, tornando-os mais adequados para certas aplicações. Finalmente, êsse elemento diminue a velocidade de esfriamento o que é vantajoso quando se necessita temperar o material.

Além da influência da composição química na obtenção de propriedades de facilidade de corte, verifica-se que o trabalho a frio final é de grande importância na produção dos melhores característicos de usinabilidade, pois resulta numa diminuição da ductilidade e conseqüente aumento da fragilidade do aço. O trabalho a frio final produz ainda outros resultados benéficos, como um melhor acabamento superficial do material e valores mais elevados para limite de escoamento e limite de resistência à tração.

Os aços de usinagem fácil estão compreendidos na classificação SAE, na classe 11XX, abrangendo cêrca de 27 tipos de aços com composição química e propriedades mecânicas diferentes. A Tabela XVI mostra alguns dos tipos.

O tipo considerado padrão, por ser o mais antigo, é o 1112. Suas propriedades mecânicas, no estado encruado, são:

limite de resistência à tração	—	64,0 a 70,0 kg/mm ²
limite de escoamento	—	49,0 a 56,0 „
alongamento, em 2"	—	10 a 20 %
estricção	—	40 a 50 %
dureza Brinell	—	170 a 202

Êsse aço é usado como padrão para qualificar qualquer outro metal sob o ponto de vista de usinabilidade, adotando-se para êle o índice 100. Assim, quando um aço ou outra liga metálica, tem um índice de usinabilidade igual a 70, isso significa que sua usinabilidade é 70 % da do aço 1112, encruado.

Os aços de usinagem fácil de carbono médio, como os tipos 1132, 1137, 1141, 1145, etc., são geralmente usados em substituição aos SAE 10XX aproximadamente correspondentes, devido não só a seus melhores característicos de usinabilidade como também

TABELA XVI

Alguns Tipos de Aços de Usinagem Fácil

Tipo SAE	COMPOSIÇÃO QUÍMICA, %				Observações
	C	Mn	P	S	
1109	0,08—0,13	0,60—0,90	0,045 max.	0,08—0,13	Siemens-Martin
1111	0,13 max.	0,60—0,90	0,07—0,12	0,08—0,15	Bessemer
1112	0,13 max.	0,70—1,00	0,07—0,12	0,16—0,23	"
1113	0,13 max.	0,70—1,00	0,07—0,12	0,24—0,33	"
1114	0,10—0,16	1,00—1,30	0,045 max.	0,08—0,13	Siemens-Martin
1115	0,13—0,18	0,60—0,90	0,045 max.	0,08—0,13	"
1116	0,14—0,20	1,10—1,40	0,045 max.	0,16—0,23	"
1118	0,14—0,20	1,30—1,60	0,045 max.	0,08—0,13	"
1120	0,18—0,23	0,70—1,00	0,045 max.	0,08—0,13	"
1126	0,23—0,29	0,70—1,00	0,045 max.	0,08—0,13	"
1132	0,27—0,34	1,35—1,65	0,045 max.	0,08—0,13	"
1137	0,32—0,39	1,35—1,65	0,045 max.	0,08—0,13	"
1141	0,37—0,45	1,35—1,65	0,045 max.	0,08—0,13	"
1144	0,40—0,48	1,35—1,65	0,045 max.	0,24—0,33	"
1145	0,42—0,49	0,70—1,00	0,045 max.	0,04—0,07	"
1151	0,48—0,55	0,70—1,00	0,045 max.	0,08—0,13	"

α outras vantagens que apresentam. Assim, por exemplo, o tipo 1132 é usado em lugar dos SAE 1035 e 1040 quando se deseja além da melhor usinabilidade, maior profundidade de endurecimento e superiores propriedades mecânicas.

O tipo 1137 muitas vezes substitue os SAE 1045 e 1050, devido ao seu comportamento mais satisfatório em aplicações como eixos de geradores, certos tipos de parafusos, engrenagens e peças semelhantes que além de fácil usinabilidade devem ser duras, resistentes ao desgaste e tenazes. Seu índice de usinabilidade é 70 e suas propriedades mecânicas médias no estado encruado são :

limite de resistência à tração	—	70	α	84 kg/mm ²
limite de escoamento	—	59,5	α	70 "
alongamento, em 2"	—	30	α	45 %
dureza Brinell	—	187	α	235

Um metal que vem sendo usado com êxito como elemento de liga nos aços com o fim de melhorar sua usinabilidade é o **chumbo**. Este metal na realidade não se liga ao ferro, mas quando adicionado a este, espalha-se na sua matriz na forma de partículas finamente divididas. Uma adição de 0,2 a 0,25 % de chumbo melhora acentuadamente as propriedades de usinagem do aço, sem, aparentemente, piorar quaisquer das suas propriedades mecânicas. Esses aços ao chumbo são também laminados e forjados mais facilmente que os SAE de usinagem fácil. *

* O Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo tem conseguido resultados muito satisfatórios na produção desses aços ao chumbo.