

AFX M4 PM

AÇO RÁPIDO PRODUZIDO POR METALURGIA DO PÓ – FICHA TÉCNICA



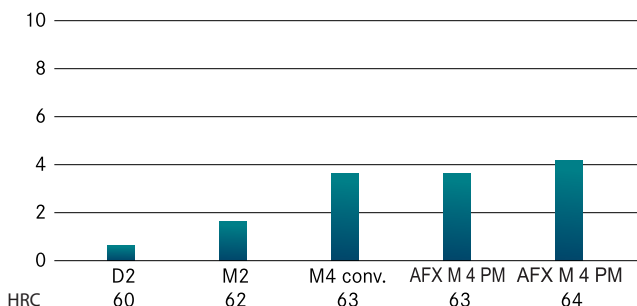
AÇOS FORMOSA É CERTIFICADA DE ACORDO COM A NORMA ISO 9001



COMPOSIÇÃO QUÍMICA

Carbono	1.42%
Cromo	4.00 %
Vanádio	4.00 %
Molibdênio	5.25 %
Tungstênio	5.50 %
Manganês	0.30 %
Silício	0.55 %

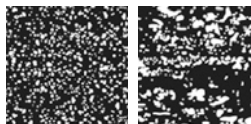
RESISTÊNCIA RELATIVA AO DESGASTE



APLICAÇÕES TÍPICAS

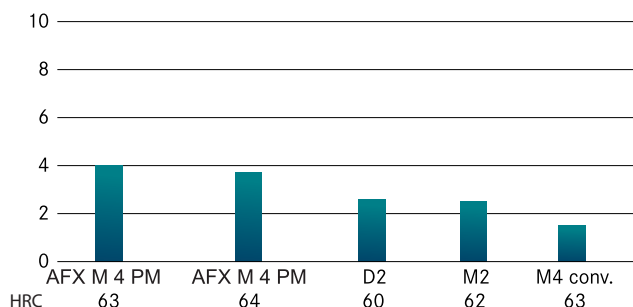
- _ Ferramentas de corte
- _ Punções e Matrizes
- _ Ferramental para corte fino
- _ Corte por cisalhamento
- _ Ferramental para compactação de pós
- _ Matrizes para extrusão a frio
- _ Alargadores
- _ Fresas

MICROESTRUTURAS: AÇO-FERRAMENTA CONVENCIONAL E PRODUZIDO POR METALURGIA DO PÓ.



A distribuição uniforme de carbonetos da microestrutura do aço ferramenta produzido por metalurgia do pó (esquerda) comparada com a microestrutura encontrada nos aços ferramentas convencionais com carbonetos grosseiros e aglomerados.

TENACIDADE RELATIVA



DESCRIÇÃO

O aço AFX M4 PM é um aço rápido do tipo W-Mo-V produzido por metalurgia do pó. Ele oferece uma excelente combinação de resistência ao desgaste, dureza ao calor e tenacidade e com isso, proporciona uma performance superior para inúmeras aplicações em ferramentas de corte ou trabalho a frio. Ele é uma excelente alternativa como substituto dos aços AISI M2 e D2. O processo de produção via metalurgia do pó proporciona também uma melhoria na usinabilidade, retificabilidade, resposta ao tratamento térmico e estabilidade dimensional quando comparado com aços similares produzidos convencionalmente.

PROPRIEDADES FÍSICAS

Densidade [7,97 g/cm³]	0.288
------------------------	-------

AÇO FERRAMENTA

Rua Conselheiro Cotegipe, 245
Belenzinho - São Paulo - SP
CEP: 03058-000
+55 11 3883-3166
contato@acosformosa.com.br
www.acosformosa.com.br



AÇOS FORMOSA
a ç o s e s p e c i a i s

TRATAMENTO TÉRMICO

RECOZIMENTO

Aquecer uniformemente em atmosfera controlada (ou em vácuo) à até equalização à 870°C por horas. Resfriar lentamente (15°C/hora) até atingir 540°C seguido de resfriamento ao ar não forçado ou dentro do forno. Dureza esperada: 225–255HB

ALÍVIO DE TENSÕES

Aquecer uniformemente entre 595–700°C por 2 horas seguido de resfriamento ao ar ou dentro do forno.

PROCESSOS UTILIZÁVEIS

A vácuo, em banho de sais ou com atmosfera controlada são normalmente utilizados. Deve-se tomar cuidado contra a descarbonetação.

- Pré-Aquecimento: Pré-aquecer entre 845–870°C até equalização.
- Pré-aquecimentos adicionais incluem à 680–700°C e 1010–1040°C e são recomendados quando utilizar tratamento térmico programável à vácuo.
- Austenitização: Temperaturas dentro da faixa 1040–1190°C, com os valores específicos de temperatura e tempos de encharque determinados pela dureza objetivada, Temperaturas elevadas produzirão valores máximos de resistência ao desgaste enquanto que temperaturas mais baixas produzirão aumento na tenacidade. Refira-se ao gráfico ao lado para mais informações.
- Têmpera: Dentre os métodos, à vácuo com pressão de gás ≥ 5 bar, em banho de sais ou em óleo. A velocidade de resfriamento dentro da faixa 1040–700°C é crítica para o desenvolvimento de ótima microestrutura e propriedades. Sempre que possível utilizar têmpera interrompida (“martêmpera”) na faixa de 540–595°C seguido de resfriamento abaixo de 66°C. O uso de “martêmpera” auxiliará na minimização de distorções principalmente em peças de grandes dimensões.

REVENIMENTO

O revenimento deve ser realizado imediatamente após a têmpera. Temperaturas dentro da faixa 540–595°C são geralmente utilizadas e dependerão da dureza final objetivada. Aquecer uniformemente à temperatura de revenimento objetivada e quando equalizada mantê-la por 2 horas. Revenimento duplo é absolutamente necessário enquanto que revenimento triplo é recomendado para austenitização $\geq 1150^\circ\text{C}$. Revenimentos $< 540^\circ\text{C}$ não deve ser utilizado e antes de iniciar cada revenimento garantir que a peça esteja abaixo de 66°C.

ALÍVIO DE TENSÕES (PEÇAS TRATADAS)

Aquecer à temperatura 15°C abaixo da Ú.

TEMPERATURA CRÍTICA

840°C

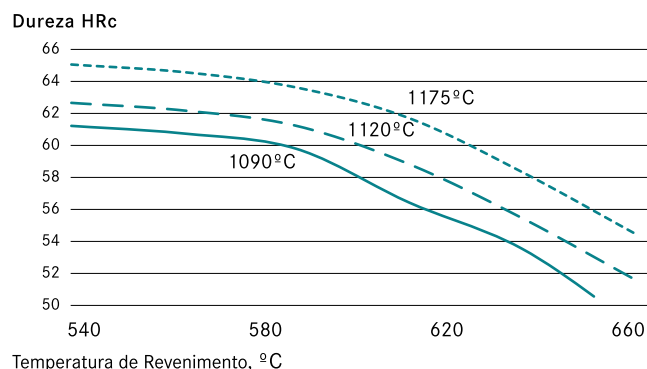
VARIAÇÃO DIMENSIONAL APÓS TRATAMENTO TÉRMICO

0,04 mm/mm (64 HRC)

ENDIREITAMENTO

Deve ser feito à morno, ou seja, à temperaturas entre 200–430°C

DIAGRAMA DE REVENIMENTO



INSTRUÇÕES DE TRATAMENTO TÉRMICO

1º Pré-Aquec	680–700°C
2º Pré-Aquec	845–870°C
Austenitização	Como especificado na tabela abaixo
Revenimento	3 x 2 horas cada; vide tabela abaixo

Métodos preferíveis: têmpera à vácuo com pressão de gás ≥ 5 bar ou banho de sais à 550°C

Faixa de Dureza HRc	Temperatura de Austenitização	Tempo Mínimo à Temp. Austenitização*	Temperatura de Revenimento**
58–60	1090°C	25	550°C
60–62	1120°C	20	550°C
62–64	1150°C	15	550°C
63–65	1175°C	10	550°C
64–66	1190°C	5	550°C

*Variáveis intrínsecas ao processo de tratamento térmico e dimensões da secção da peça poderão afetar os resultados finais. Os tempos de encharque referem-se à temperatura real na peça. O uso de termopares é altamente recomendado.

**Um aumento de 5°C na temperatura de revenimento pode causar uma redução de 1 à 2 pontos na dureza HRC. Temperaturas de revenimento inferiores à 538°C não deverão ser utilizadas.

TRATAMENTOS SUPERFICIAIS

Este aço é um substrato excelente para ser utilizado com os vários tipos de revestimentos superficiais comerciais à base de PVD (Deposição Física à Vapor). Pode ser utilizado também com os processos de nitretação convencional (profundidade máx de camada = 0.02 mm) e revenimentos com atmosferos de vapor. Os fornecedores de revestimento de PVD devem ser consultados na seleção do tipo e espessura de camada mais adequada para cada aplicação. Deve-se tomar cuidado no caso do uso do processo de CVD (Deposição Química de Vapor) pois pode alterar as dimensões da peça oriunda da têmpera e revenimento.

Informações adicionais referentes aos nossos produtos e locais de estoque estão disponíveis no website "[acosformosa.com.br](https://www.acosformosa.com.br)". As ilustrações e valores de propriedades e características incluídos nesta ficha técnica são valores típicos médios para descrever nossos produtos e não podem ser utilizados como valores definitivos de propriedades. Ou seja, eles não constituem dados de qualidade nem tampouco podem ser utilizados como garantia de durabilidade. O mesmo se aplica às aplicações mencionadas que são somente ilustrativas e não excluem a necessidade de uma análise mais profunda na seleção deste material para uma determinada aplicação. Esta ficha técnica não está sujeita à controle de mudanças. Última revisão: junho de 2026