ASTM A182 F91 Tipo 1 – UNS K90901

Aço 9Cr-1Mo-V-Nb ("P91") modificado para fluência

AÇO LIGA Aço martensítico 9Cr-1Mo modificado com V, Nb e N, forjado conforme ASTM A182. Os carbonitretos finos dão resistência à fluência muito superior ao F22 e F9, permitindo paredes mais finas em vapor supercrítico. Exige controle rigoroso de tratamento térmico e de soldagem.

DESIGNAÇÕES

UNS	K90901
W.Nr./EN	X10CrMoVNb9-1 – 1.4903 (EN 10222-2)
DIN	X10CrMoVNb9-1
JIS	SFVAF28 (JIS G3203)
Comercial	Grade 91, P91, T91, mod 9Cr-1Mo
Outras	Tubo A335 P91; chapa A387 Gr 91; conexões A234 WP91; fundido A217 C12A

NORMAS POR FORMA

Forjado (flanges, conexões, válvulas)	ASTM A182/A182M F91 Tipo 1 / Tipo 2; ASME SA-182
Forjado maior	ASTM A336 F91
Tubo	ASTM A335 P91 / A213 T91
Chapa	ASTM A387 Gr 91
Conexões soldáveis	ASTM A234 WP91
Fundido	ASTM A217 C12A

COMPOSIÇÃO QUÍMICA (%) ASTM A182/A182M – F91 Tipo 1

C	Mn	P	S	Si	Ni	Cr
0,08 – 0,12	0,30 – 0,60	≤ 0,020	≤ 0,010	0,20 – 0,50	≤ 0,40	8,0 – 9,5
Mo	**V**	**Nb**	**N**	**Al**	**Ti / Zr**	
0,85 – 1,05	0,18 – 0,25	0,06 – 0,10	0,030 – 0,070	≤ 0,02	≤ 0,01 cada	

PROPRIEDADES MECÂNICAS Normalizado + revenido – ASTM A182 F91 (Tipos 1 e 2)

Limite de escoamento (0,2%)	≥ 415 MPa
Resistência à tração	≥ 585 MPa
Alongamento	≥ 20%
Redução de área	≥ 40%
Dureza	190 – 248 HBW

PROPRIEDADES FÍSICAS típicas

Densidade	7,77 g/cm³
Módulo de elasticidade	≈ 218 GPa
Condutividade térmica (20 °C)	≈ 26 W/m·K
Expansão térmica (20–100 °C)	≈ 10,9 µm/m·K

PROCESSAMENTO E USO

Temperatura de serviço	Até ≈ 600–625 °C em serviço de fluência (ASME admite até 649 °C).
Tratamento térmico	Normalização 1.040–1.080 °C + revenido 730–800 °C (Tipo 1). Fora da janela ou com resfriamento inadequado forma ferrita/martensita não revenida e perde resistência à fluência.
Soldagem	Pré-aquecimento 200–250 °C, interpasse ≤ 300–350 °C, resfriar abaixo de ≈ 100 °C antes do TTPS; consumível AWS E9015-B91 / E9018-B91 (A5.5), ER90S-B91 (A5.28), E91T1-B91; TTPS obrigatório 745–775 °C. Controlar Ni+Mn do metal de solda (< 1,2%).
Usinagem	Razoável; mais dura que F22, ferramentas de metal duro.

APLICAÇÕES

- Linhas de vapor principal e reaquecido de termelétricas supercríticas
- Coletores (headers) e conexões de caldeiras e HRSG
- Válvulas de alta pressão e temperatura
- Fornos e trocadores de refinaria de alta temperatura
- Bocais e componentes de vasos para fluência

Alternativas: F22 para temperatura/pressão menores e soldagem mais simples; F92 (com W) para fluência ainda maior; F9 quando o foco é sulfetação, não fluência; inox 347H acima de ≈ 625 °C.

Fornecimento Dustre: barras, chapas, forjados sob desenho e peças usinadas, com certificado de matéria-prima EN 10204 3.1. Serviços próprios de corte, forjamento, usinagem, tratamento térmico e ensaios (tração, dureza, impacto).

NCM (Brasil): barra forjada 7228.40.00 · chapa 7225.40.90. Classe fiscal: aço carbono ligado (aço liga); confirme com seu despachante.

Valores mínimos conforme a norma citada; propriedades físicas são típicas e não constituem garantia. O certificado do lote prevalece.