15-5PH – UNS S15500 (XM-12)

Aço inoxidável martensítico endurecível por precipitação (Cr-Ni-Cu)

INOX ENDURECÍVEL POR PRECIPITAÇÃO **PREN: ≈ 14 – 15,5 (sem Mo)** Versão do 17-4PH com menos Cr e ferrita delta praticamente nula, o que dá melhor tenacidade transversal e em seções grandes. Endurece por precipitação de cobre num único envelhecimento entre 480 e 620 °C, com corrosão comparável à do 304 em muitos meios.

DESIGNAÇÕES

UNS	S15500
W.Nr./EN	1.4545 (X5CrNiCu15-5)
DIN	X5CrNiCu15-5
Comercial	15-5 PH (marca registrada Cleveland-Cliffs, ex-Armco/AK Steel), ATI 15-5, XM-12
Outras	AMS 5659 (barra/forjado VAR/ESR)

NORMAS POR FORMA

Barra	ASTM A564 XM-12; AMS 5659
Forjado	ASTM A705 XM-12; AMS 5659
Chapa	ASTM A693 XM-12; AMS 5862
Fundido equivalente	ASTM A747 CB7Cu-2

COMPOSIÇÃO QUÍMICA (%) ASTM A564 XM-12

C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni
≤ 0,07	≤ 1,00	≤ 1,00	≤ 0,040	≤ 0,030	14,0 – 15,5	3,5 – 5,5
Cu	**Nb + Ta**	**Fe**				
2,5 – 4,5	0,15 – 0,45	balanço				

PROPRIEDADES MECÂNICAS Envelhecido – mínimos ASTM A564 (barra, longitudinal); demais condições na tabela de envelhecimento

H900 – Rp0,2 / Rm	≥ 1.170 / ≥ 1.310 MPa; A ≥ 10%; ≥ 40 HRC
H1025 – Rp0,2 / Rm	≥ 1.000 / ≥ 1.070 MPa; A ≥ 12%; ≥ 35 HRC
H1075 – Rp0,2 / Rm	≥ 860 / ≥ 1.000 MPa; A ≥ 13%; ≥ 32 HRC
H1150 – Rp0,2 / Rm	≥ 725 / ≥ 930 MPa; A ≥ 16%; ≥ 28 HRC
H1150M – Rp0,2 / Rm	≥ 515 / ≥ 795 MPa; A ≥ 18%
Condição A (solubilizado)	≤ 38 HRC / 363 HB

PROPRIEDADES FÍSICAS típicas

Densidade	7,78 g/cm³ (A) / 7,81 g/cm³ (H900)
Faixa de fusão	1.400 – 1.440 °C
Módulo de elasticidade	196 GPa
Condutividade térmica (100 °C)	17,8 W/m·K
Expansão térmica (20–100 °C)	10,8 µm/m·K

CONDIÇÕES DE ENVELHECIMENTO

Condição	Envelhecimento	Rp0,2 mín.	Rm mín.	A mín.	Dureza mín.
A (solubilizado)	1.040 ± 15 °C, resfriar < 30 °C	–	–	–	≤ 363 HB / 38 HRC máx.
H900	482 °C / 1 h / ar	1.170 MPa	1.310 MPa	10%	388 HB / 40 HRC
H925	496 °C / 4 h / ar	1.070 MPa	1.170 MPa	10%	375 HB / 38 HRC
H1025	552 °C / 4 h / ar	1.000 MPa	1.070 MPa	12%	331 HB / 35 HRC
H1075	579 °C / 4 h / ar	860 MPa	1.000 MPa	13%	311 HB / 32 HRC
H1100	593 °C / 4 h / ar	795 MPa	965 MPa	14%	302 HB / 31 HRC
H1150	621 °C / 4 h / ar	725 MPa	930 MPa	16%	277 HB / 28 HRC
H1150M	760 °C / 2 h / ar + 621 °C / 4 h / ar	515 MPa	795 MPa	18%	≈ 255 HB (típico)

PROCESSAMENTO E USO

Temperatura de serviço	Até ≈ 315 °C; exposição prolongada acima disso causa fragilização (envelhecimento a 475 °C).
Tratamento térmico	Solubilização (condição A) a 1.040 ± 15 °C, resfriamento ao ar ou óleo até < 30 °C; usinar em A e envelhecer depois. Envelhecimento (ASTM A564, mínimos de barra): H900 482 °C/1 h → Rp0,2 1.170 / Rm 1.310 MPa, 40 HRC; H925 496 °C/4 h → 1.070/1.170 MPa, 38 HRC; H1025 552 °C/4 h → 1.000/1.070 MPa, 35 HRC; H1075 579 °C/4 h → 860/1.000 MPa, 32 HRC; H1100 593 °C/4 h → 795/965 MPa, 31 HRC; H1150 621 °C/4 h → 725/930 MPa, 28 HRC; H1150M 760 °C/2 h + 621 °C/4 h → 515/795 MPa (≈ 255 HB). Mesmos ciclos e mínimos do 17-4PH (A564 trata 630 e XM-12 juntos).
Soldagem	Boa: soldar na condição A ou H1150, sem preaquecimento; reenvelhecer (ou solubilizar + envelhecer) após soldagem. Consumível AWS ER630 (17-4PH) para resistência; ER308L/ER309L quando a junta não precisa da resistência do metal-base.
Usinagem	Boa na condição A ou H1150; acabamento após envelhecimento com contração de ≈ 0,05% (H900) a considerar.

APLICAÇÕES

- Estruturas e fixações aeronáuticas
- Eixos e hastes de válvulas
- Componentes de bombas e compressores
- Engrenagens e acoplamentos
- Peças de seção grande com tenacidade transversal
- Ferramentaria e moldes para plástico
- Hidrojateamento: bombas e componentes de alta pressão (alta resistência mecânica permite paredes mais finas, com resistência à corrosão)*
- Células de carga e de balança: corpo elástico de alta resistência, resistente à corrosão e de baixa histerese e fluência*

Alternativas: 17-4PH quando a tenacidade transversal não é crítica (mais disponível); 13-8Mo (XM-13) para tenacidade e resistência maiores; 431 ou F6NM quando 900 MPa bastam e se busca custo menor.

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 7222.30.00 · chapa 7219.21.00. Classe fiscal: aço inox; confirme com seu despachante.

Valores mínimos conforme a norma citada; propriedades físicas são típicas e não constituem garantia. O certificado do lote prevalece. * Valor a conferir na edição vigente da norma.