# Incoloy 925 – UNS N09925

## Liga Ni-Fe-Cr-Mo-Cu endurecível por precipitação para serviço ácido

**LIGA DE NÍQUEL** **PREN: ≈ 31 (Cr + 3,3 Mo, nominal)** Liga níquel-ferro-cromo com molibdênio e cobre, endurecida por precipitação com titânio e alumínio. Combina a resistência à corrosão do Incoloy 825 com escoamento mínimo de 758 MPa (barra trabalhada a quente, solubilizada e envelhecida). Atende NACE MR0175 / ISO 15156-3 e é usada em poços e cabeças de poço com H2S: suspensores de coluna, hastes de válvula, fixadores e ferramentas de fundo.

### DESIGNAÇÕES

| | |
|---|---|
| **UNS** | N09925 |
| **Comercial** | Incoloy® 925 (Special Metals), Alloy 925 |
| **Outras** | ASME Code Case 2218 (Seção VIII Div. 1); SMC HA 46 |

### NORMAS POR FORMA

| | |
|---|---|
| **Barra** | ASTM B805* / API 6ACRA* |
| **Forjado** | API 6ACRA* / especificação do cliente (ex.: SMC HA 46) |
| **Tubo** | Tubo trefilado a frio sob especificação do cliente |
| **Serviço ácido** | NACE MR0175 / ISO 15156-3 |
| **Vaso de pressão** | ASME Code Case 2218 (Seção VIII Div. 1) |

### COMPOSIÇÃO QUÍMICA (%) UNS N09925 (Special Metals, tabela de composição limite)

| Ni | Cr | Fe | Mo | Cu | Ti | Al |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 42,0 – 46,0 | 19,5 – 22,5 | ≥ 22,0 | 2,5 – 3,5 | 1,5 – 3,0 | 1,9 – 2,4 | 0,1 – 0,5 |
| **Nb** | **Mn** | **Si** | **C** | **S** | | |
| ≤ 0,5 | ≤ 1,0 | ≤ 0,5 | ≤ 0,03 | ≤ 0,03 | | |

### PROPRIEDADES MECÂNICAS Solubilizado e envelhecido – mínimos da especificação Special Metals HA 46 para barra trabalhada a quente Ø 25 – 254 mm (barra trefilada a frio Ø 15,9 – 76,2 mm entre parênteses) e valores típicos do fabricante

| | |
|---|---|
| **Limite de escoamento (0,2%)** | ≥ 758 MPa (trefilado: ≥ 724 MPa) |
| **Resistência à tração** | ≥ 965 MPa |
| **Alongamento** | ≥ 18% |
| **Redução de área** | ≥ 25% |
| **Dureza** | 26 – 38 HRC |
| **Charpy V (–60 °C)** | ≥ 47 J (média) |
| **Típico solubilizado, sem envelhecer** | Rp0,2 271 MPa; Rm 685 MPa; A 56%; 76 HRB |
| **Típico solubilizado e envelhecido** | Rp0,2 832 MPa; Rm 1.154 MPa; A 27%; 32 HRC |

### PROPRIEDADES FÍSICAS típicas

| | |
|---|---|
| **Densidade** | 8,08 g/cm³ |
| **Faixa de fusão** | 1.311 – 1.366 °C |
| **Módulo de elasticidade (21 °C)** | 199 GPa |
| **Condutividade térmica (23 °C)** | 12,0 W/m·K |
| **Expansão térmica (25–100 °C)** | 13,2 µm/m·K |
| **Resistividade elétrica** | 1,17 µΩ·m |
| **Permeabilidade magnética** | 1,001 (não magnética) |

### PROCESSAMENTO E USO

| | |
|---|---|
| **Temperatura de serviço** | Mantém boa parte da resistência mecânica até ≈ 650 °C. Em serviço ácido valem os limites de temperatura, pressão parcial de H2S, cloretos e enxofre da ISO 15156-3 (Anexo A) para a liga, com dureza controlada (máx. 38 HRC*). |
| **Tratamento térmico** | Solubilização a 980 – 1.040 °C por 30 min a 4 h; resfriamento ao ar até Ø 25 mm e em água acima disso. Envelhecimento: 732 – 749 °C por 6 – 9 h, resfriamento no forno até 621 °C e manutenção a 621 ± 8 °C até completar 18 h de envelhecimento; depois resfriamento ao ar ou mais rápido. Para envelhecimento direto, o último trabalho a quente deve ser feito entre 870 e 980 °C. |
| **Soldagem** | GTAW (TIG) e GMAW (MIG pulsado ou spray) com metal de adição Inconel 725 (INCO-WELD 725NDUR), que envelhece junto e dá mais resistência que o arame de composição 925. Arco submerso e eletrodo revestido não são recomendados. Soldar solubilizado e fazer solubilização e envelhecimento depois dá a junta mais tenaz (Charpy ≈ 51 – 57 J em ensaio do fabricante). |
| **Usinagem** | Encrua rápido, como as ligas de níquel endurecíveis. Desbastar no estado solubilizado (≈ 80 HRB) e fazer o acabamento após o envelhecimento (≈ 40 HRC). Metal duro dá as maiores velocidades; ferramenta afiada, avanço constante e refrigeração abundante. |

### APLICAÇÕES

- Suspensores de coluna (tubing hangers) e componentes de cabeça de poço (API 6A)
- Hastes, sedes e internos de válvulas para serviço ácido
- Fixadores e prisioneiros de alta resistência
- Ferramentas de fundo de poço: packers, landing nipples e tool joints
- Tubos e componentes de poços com H2S, CO2 e cloretos
- Eixos de bombas e eixos marítimos
- Tubulação de alta resistência

**Alternativas:** Inconel 718 quando a resistência mecânica é o critério principal; Inconel 725 (UNS N07725) para serviço ácido mais severo e mais resistência a pites; Incoloy 825 quando a resistência do solubilizado basta; Monel K-500 em água do mar sem H2S.

**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 7505.12.10. Classe fiscal: liga de níquel; 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.