PAI (Torlon® 4301) – poliamida-imida

Termoplástico de maior resistência mecânica até 260 °C, grau mancal com PTFE e grafite

POLÍMERO DE ALTO DESEMPENHO **TEMPERATURA CONTÍNUA: 260 °C** **DENSIDADE: 1,45 G/CM³** **ATRITO DINÂMICO: 0,2**

A poliamida-imida é o termoplástico de maior resistência mecânica e rigidez até cerca de 260 °C, com fluência muito baixa. O grau 4301, com PTFE e grafite, é feito para mancais e anéis de desgaste com carga e velocidade altas. Absorve um pouco de umidade, o que muda a medida: peças de precisão pedem material seco e estabilizado.

DESIGNAÇÕES

Sigla (ISO 1043)	PAI
Comercial	Torlon 4301 (Syensqo/Solvay, resina); Duratron T4301 PAI (MCAM); TECAPAI CM XP440 (Ensinger)

NORMAS POR FORMA

Tarugo, tubo e chapa	Especificação do fabricante (Solvay Torlon; MCAM Duratron T4301)
Peça usinada sob desenho	Tolerância ISO 2768 ou do desenho

COMPOSIÇÃO E CARGA Composição nominal do grau de mancal

PAI (poliamida-imida)	≈ 85 %
PTFE + grafite	≈ 15 % (grau 4301)*

PROPRIEDADES MECÂNICAS Valores típicos de catálogo do fabricante do semiacabado, 23 °C; métodos ISO/ASTM conforme a fonte

Resistência à tração	103 MPa
Módulo de elasticidade (tração)	6.210 MPa
Alongamento na ruptura	3 %
Resistência à compressão	152 MPa
Dureza	Rockwell M 106
Impacto entalhado	42,7 J/m

PROPRIEDADES FÍSICAS E TÉRMICAS típicas

Densidade	1,45 g/cm³
Temperatura máxima contínua	260 °C
Temperatura máxima de curta duração	270 °C
Temperatura mínima de serviço	-20 °C
HDT (1,8 MPa)	279 °C
Fusão ou transição vítrea	275 °C
Expansão térmica linear	25,2 µm/m·K
Condutividade térmica	0,533 W/m·K
Absorção de água (24 h)	0,4 %
Absorção de água (saturação)	1,5 %
Inflamabilidade (UL 94)	V-0

ATRITO, DESGASTE E LIMITE PV

Coeficiente de atrito dinâmico contra aço	0,2 (dinâmico, a seco contra aço (MCAM QTM 55007))
Limite PV (pressão × velocidade)	1,4 MPa·m/s (MCAM QTM 55007, a seco contra aço, com fator de segurança 4:1 já aplicado; original 40.000 psi·ft/min; requer pós-cura); 0,326 MPa·m/s (ASTM D3702 (Ensinger EUA), sem fator de segurança informado; original 9.300 psi·ft/min (moldado por compressão))

PV e atrito dependem do método de ensaio, do par (aço, inox, rugosidade), da lubrificação e do fator de segurança de cada fabricante: compare valores da mesma fonte e confirme em ensaio nas aplicações críticas.

RESISTÊNCIA QUÍMICA orientativa, à temperatura ambiente

Ácidos	Limitada em ácidos fortes; boa em ácidos fracos
Bases (álcalis)	Ruim (álcalis fortes inaceitáveis)
Solventes	Boa (inclusive clorados, cetonas, ésteres)
Hidrocarbonetos e óleos	Boa
Vapor e água quente	Limitada (absorve água; vapor acima de ~150 °C degrada)

PROCESSAMENTO E USO

Temperatura de serviço	Serviço contínuo até 260 °C, picos curtos até 270 °C; mínima -20 °C (sem carga; com carga, limite pelo HDT e pela fluência).
Recozimento (alívio de tensões)	Material já sai pós-curado do fabricante; recozimento só conforme instrução do fabricante.
Colagem e soldagem	Colagem com epóxi após preparo da superfície.
Usinagem	Usina com metal duro; armazenar seco antes de usinar peças de precisão.

APLICAÇÕES

- Mancais e anéis de desgaste com PV muito alto
- Arruelas de encosto de transmissões
- Anéis de vedação e de pistão
- Peças de máquinas de embalagem e de semicondutores

Alternativas: PEEK grau mancal (custo menor, menos absorção de água); PI (Vespel) acima de 260 °C.

Fornecimento Dustre: tarugos, chapas e tubos cortados na medida e peças usinadas sob desenho ou amostra, com certificado de conformidade do lote; declaração FDA/UE 10/2011 quando o grau permite.

Valores típicos de catálogo do fabricante do semiacabado; não constituem garantia nem valor mínimo. Confirme com ensaio nas aplicações críticas. O certificado do lote prevalece. * Valor a conferir na edição vigente da norma.