Pręt/Wałek aluminiowy okrągły EN AW-2017A T4/T4511

Specyfikacja

Opis Produktu

Pręty EN AW-2017A wytwarzane są metodą wyciskania lub ciągnienia (extrusion + drawing) lub też odlewania ciągłego. Stan T4 oznacza materiał przesycony i naturalnie starzony przez min. 4 doby – osiąga wytrzymałość Rm ≥ 360 MPa (dla zakresu średnic 25 do 75 mm Rm min 400 MPa) bez dodatkowej obróbki cieplnej. Stan T4511 (wyciskany z prostowaniem i starzeniem) oferuje lepszą prostość i mniejsze naprężenia wewnętrzne. Stan CAST (odlewany) jest stosowany w dużych średnicach (≥ 250 mm), gdzie wyciskanie jest technologicznie nieuzasadnione.

Głównym pierwiastkiem stopowym jest miedź (Cu 3,5–4,5 %), która odpowiada za umocnienie wydzieleniowe w fazie θ ($CuAl_2$). Magnez i krzem pełnią rolę pomocniczą, zwiększając podatność na obróbkę cieplną. W odróżnieniu od stopów 6xxx i 7xxx, 2017A nie jest zalecany do spawania łukowego (ryzyko pęknięć gorących) – zalecane łączenie metodą klejenia lub nitowania.

Powierzchnia ciągnionych prętów jest czysta, bez zgorzeliny, z tolerancją średnicy wg EN 755-3. Pręty odlewane (CAST) mają tolerancję luźniejszą – typowo h14, wymagają obróbki zgrubnej przed montażem.

Kluczowe parametry

R m [MPa]	R p0,2 [MPa]	Twardość HBW	Gęstość [g/cm³]	Skrawalność
≥ 360 MPa	≥ 220 MPa	105	2,79	5/5

SKŁAD CHEMICZNY

Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti + Zr	Inne (każdy)	Inne (suma)	Al
0,20–0,80	max 0,70	3,5–4,5	0,40–1,0	0,40–1,0	max 0,10	max 0,25	max 0,15	max 0,05	max 0,15	reszta
krzem	żelazo	miedź	mangan	magnez	chrom	cynk	tytan + cyrkon	inne (każdy)	inne (suma)	glin

Norma bazowa: EN 573-3. Dominujący pierwiastek stopowy: Cu 3,5–4,5 % – odpowiada za umocnienie wydzieleniowe (faza θ-$CuAl_2$) i wysoką wytrzymałość. Si i Mg tworzą dodatkowo wydzielenia Mg_2Si, zwiększając twardość i skrawalność. Litera A w oznaczeniu 2017A wskazuje na zmodyfikowany skład vs. 2017 (węższy zakres Si oraz wyższe minimalne Mg i Mn).

Specyfikacja techniczna

Parametr	T4 (wyciskany , naturalnie starzony)	T4511 (ciągiony + prostowanie)
Wytrzymałość na rozciąganie Rm	≥ 540 MPa	≥ 560 MPa
Granica plastyczności Rp0,2	220-270 MPa	220-270 MPa
Twardość HBW	105	105
Wydłużenie A	7-12 %	7-12 %
Moduł sprężystości E	71 GPa	71 GPa

Tolerancje średnicy i dostępne wymiary dla prętów wyciskanych w EN AW-2017AT4/T4511

Ø od [mm]	do , włącznie Ø [mm]	Warianty w sklepie [mm]	Stan	Tolerancja Ø [mm]
8	18	-	T4/T4511	+/- 0,3
18	25	20, 25	T4/T4511	+/- 0,35
25	40	30, 35, 40	T4/T4511	+/- 0,35
40	50	50	T4/T4511	+/- 0,45
50	65	60	T4/T4511	+/- 0,50
65	80	70, 80	T4/T4511	+/- 0,70
80	100	90, 100	T4/T4511	+/- 0,90
100	120	110, 120	T4/T4511	+/- 1,0
120	150	130, 140, 150	T4/T4511	+/- 1,2
150	180	170,180	T4/T4511	+/- 1,4
180	220	200	T4/T4511	+/- 1,7
220	270	230, 250	T4/ O	+/- 2,0
270	320	280,300,320	T4/ O	+/- 2,5
320	420	360,380,420	T4 / O	+/- 2,5

Tolerancja długości cięcia: -0 / +5 mm. Prostość: od ≤ 2 mm/m dla średnic od fi 8 do fi 120 mm poprzez ≤ 3 mm/m dla średnic od fi 120 do 200 mm i ≤ 6 mm/m dla średnic od fi 200 mm.

Właściwości fizyczne

Parametr	Wartość
Gęstość	2,81 g/cm³
Moduł sprężystości E	71 GPa
Moduł sprężystości G	26,9 GPa
Przewodność cieplna	134–155 W/mK
Rozszerzalność cieplna	23,2 µm/mK
Ciepło właściwe	875 J/kgK
Temperatura pracy ciągła / chwilowa	90°C / 150°C
Przewodność elektryczna	34–40 % IACS
Zakres topnienia (solidus/likwidus)	507 / 641 °C

PARAMETRY TECHNOLOGICZNE (SKALA 1–5)

Parametr	Ocena
Skrawalność	5 / 5
Anodowanie twarde (hard anodizing)	2 / 5
Anodowanie ochronne (Alodine / chromianowanie)	3 / 5
Anodowanie dekoracyjne	2 / 5
Polerowalność	3 / 5
Stabilność kształtu po obróbce CNC	4 / 5
Stabilność kształtu po gięciu	2 / 5
Odporność na korozję (ogólna)	2 / 5
Odporność na korozję (atmosferyczna)	3 / 5
Odporność na korozję (morska)	1 / 5
Kontakt z żywnością	NIE
Spawalność – WIG (TIG)	1 / 5
Spawalność – MIG	2 / 5
Spawalność – rezystancyjne	2 / 5
Zgrzewanie tarciowe (FSW)	4 / 5
Powtarzalność wymiarowa (produkcja seryjna)	5 / 5

Objaśnienie skali:

1 – brak możliwości / brak przydatności technologicznej

2 – ograniczone zastosowanie, wymaga ściśle kontrolowanych środków ostrożności

3 – średnia przydatność (standardowe trudności obróbcze)

4 – dobra charakterystyka (zalecane do większości zastosowań)

5 – charakterystyka wybitna (materiał optymalizowany pod dany proces)

OZNACZENIA I NORMY

Norma europejska – skład chemiczny	EN 573-3 (AlCu4MgSi(A))
Werkstoffnummer	3.1325
UNS (ameryk.)	A92017A
Oznaczenie stanu	T4 (naturalnie starzony) / T4511 (prostowany + starzony)
Norma mechaniczna – pręty	EN 755-2 (pręty wyciskane)
Norma ASTM (odpowiednik)	ASTM B211 / Alloy 2017 (uwaga: 2017A to oznaczenie EN; brak ścisłego odpowiednika ASTM)
Nazwa handlowa / skrót	PA6, duraluminium klasyczne, 2017A
Tolerancja długości cięcia	-0 / +5 mm
Prostość	2-6 mm/m (zależnie od zakresów średnic)
Formaty fabryczne (długości)	2500-3500 (najczęściej ok. 3000 mm)

ZASTOSOWANIA

Obróbka CNC i precyzyjna	Wałki, tuleje, kołki ustalające, sworznie, uchwyty, elementy automatyki – wybitna skrawalność 5/5.
Przemysł lotniczy i obronny	Elementy konstrukcyjne płatowców, wsporniki, kształtki – stosunek wytrzymałości do masy.
Motoryzacja i motorsport	Tłoki, korby, elementy zawieszenia, adaptery kół – wysoka Rm przy niskiej masie.
Narzędzia i oprzyrządowanie	Formy wtryskowe do tworzyw sztucznych (małe serie), przyrządy kontrolno-pomiarowe, wzorniki.
Hydraulika i pneumatyka	Korpusy zaworów, bloki rozdzielaczy, cylindry – precyzyjna tolerancja otworu po obróbce.
Elektronika i telekomunikacja	Obudowy przyrządów, radiatory (wys. przewodność cieplna 134–155 W/mK), elementy anten.
Prototypowanie	Wałki próbne, elementy modeli funkcjonalnych – krótki czas obróbki dzięki skrawalności 5/5.

WAŻNE OGRANICZENIA

⚠ **Spawalność – ryzyko pęknięć gorących**

Stop 2017A NIE jest zalecany do spawania łukowego (TIG/MIG). Wysoka zawartość Cu powoduje szeroką strefę krzepnięcia, co sprzyja pęknięciom gorącym w spoinie i SHZ. Dopuszczone metody łączenia: klejenie konstrukcyjne, nitowanie (w tym nitowanie zakuwane), zgrzewanie tarciowe FSW (4/5). W razie bezwzględnej konieczności spawania – stosować spoiwo 4047 z ograniczeniami; wymagana weryfikacja przez inżyniera materiałowego.

⚠ **Odporność na korozję – wymagane zabezpieczenie**

Stop 2xxx jest wrażliwy na korozję elektrochemiczną i korozję międzykrystaliczną w środowisku wilgotnym i agresywnym (chlorki, kwasy). Konieczna ochrona powierzchni: anodowanie ochronne, powłoka lakiernicza lub konwersja chemiczna (chromianowanie/Alodine). W środowiskach morskich lub chemicznych – 2017A NIE jest odpowiednim materiałem (użyj 5083 lub 6082). Pręty bez powłoki chronić przed wilgocią i kontaktem z metalami szlachetnymi (Cu, stal nierdzewna) – ryzyko korozji galwanicznej.

⚠ **Anodowanie – ograniczone efekty dekoracyjne**

Ze względu na wysoką zawartość Cu (3,5–4,5 %), anodowana warstwa na 2017A jest ciemniejsza i mniej jednorodna niż na stopach 6xxx lub 5xxx. Anodowanie twarde (hard anodizing) jest możliwe, lecz uzyskuje cieńszą warstwę (20–40 µm vs. 50–80 µm dla 6082). Anodowanie dekoracyjne (barwione) 2/5 – wyraźne ziarnistości i nierównomierność barwy. Do zastosowań wymagających estetyki anodowania – rozważyć 6082-T6 lub 6061-T6.

⚠ **Starzenie naturalne – właściwości T4 zmieniają się w czasie**

Stan T4 uzyskiwany jest przez przesycanie (ok. 515°C) i naturalne starzenie w temperaturze pokojowej przez min. 4 dni. Właściwości mechaniczne nadal rosną przez ok. 1–2 tygodnie po dostarczeniu materiału. Materiał składowany w warunkach chłodniczych (< 0°C) zatrzymuje starzenie i można go kształtować jak w stanie W. Nie należy przeprowadzać obróbki cieplnej (wyżarzania) po obróbce mechanicznej bez konsultacji z technologiem.

Porównaj z innymi stopami

Właściwość	EN AW-2017A-T4	EN AW-7075-T6	EN AW-6082-T6	EN AW-2024-T4	EN AW-5083-H111
Rm [MPa]	360-400 ★	440-540 ★★	270-310	400-450★	260-270
Skrawalność	5/5 ★	5/5 ★	4/5	4/5	3/5
Spawalność TIG/MIG	1/5	1/5	5/5 ★	1/5	5/5 ★
Odporność na korozję	2/5	2/5	4/5	2/5	5/5 ★★
Anodowanie dekoracyjne	2/5	2/5	5/5 ★	3/5	4/5

Kontakt z żywnością	NIE	NIE	TAK ★	NIE	TAK ★
Masa właściwa [g/cm³]	2,79	2,81	2,70 ★	2,78	2,66 ★★
Wytrzymałość właściwa	~140 kN·m/kg	~185 kN·m/kg ★★	~114 kN·m/kg	~153 kN·m/kg ★	~102 kN·m/kg

★ = najlepsza ocena w kategorii. ★★ = wyróżniająco najwyższa wartość. Dane wg EN 573-3, EN 755-2 i specyfikacji producentów. Wytrzymałość właściwa = Rm / gęstość.