

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

Specyfikacja

Opis Produktu

Pręty EN AW-2017A wytwarzane są metodą wyciskania lub ciągnięcia (extrusion + drawing) lub też odlewania ciągłego. Stan T4 oznacza materiał przesycony i naturalnie starzony przez min. 4 doby – osiąga wytrzymałość $R_m \geq 360$ MPa (dla zakresu średnic 25 do 75 mm R_m min 400 MPa) bez dodatkowej obróbki cieplnej. Stan T4511 (wyciskany z prostowaniem i starzeniem) oferuje lepszą prostotę 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 0,10	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 (ciągniony + 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/cm ³
Moduł sprężystości E	71 GPa
Moduł sprężystości G	26,9 GPa

Przewodność cieplna	134-155 W/mK
Rozszerzalność cieplna	23,2 $\mu\text{m/mK}$
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 tarcowe (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 tarciove 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 = R_m / gęstość.