



Alloy 718 / Inconel® 718 / 2.4668 / UNS N07718 / NiCr19Fe19Nb5Mo3 - stop niklu umacniany wydzieleniowo

Alloy 718 (UNS N07718, 2.4668, NiCr19Fe19Nb5Mo3, Inconel® 718, VDM® Alloy 718, Nicrofer 5219 Nb, Allvac 718, Altemp 718, Haynes 718, NCF718) jest wysokowytrzymałym nadstopem niklowo-chromowo-żelazowym z dodatkiem niobu, molibdenu, tytanu i aluminium. Jego wyróżnikiem jest umacnianie wydzieleniowe pozwalające uzyskać bardzo wysoką granicę plastyczności, odporność zmęczeniową oraz korzystne właściwości w temperaturach kriogenicznych i podwyższonych, przy dobrej spawalności w porównaniu z wieloma innymi nadstopami utwardzanymi wydzieleniowo.

Materiały dostępne w Alfa-Tech - Alloy 718 / Inconel 718 / 2.4668 / UNS N07718

[Pręty Alloy 718 / Inconel 718 / 2.4668 / N07718- okrągłe, gorącowałcowane, łuszczone i ciągnione](#)
[Płaskowniki Alloy 718 / Inconel 718 / N07718 - wymiary i stany dostawy na zapytanie](#)
[Pręty kute Alloy 718 / 2.4668 / N07718 - przekroje okrągłe, kwadratowe i płaskie](#)
[Odkuwki Alloy 718 / N07718 - wały, pierścienie, tuleje i elementy według rysunku](#)
[Rury Alloy 718 / Inconel 718 - bezszwowe, zależnie od wymaganej specyfikacji](#)
[Blachy i płyty Alloy 718 / 2.4668 - walcowane na gorąco i na zimno](#)
[+48 63 2610519kontakt@alfa-tech.com.pl](mailto:kontakt@alfa-tech.com.pl)

Skład chemiczny Alloy 718 - porównanie UNS N07718, EN 2.4668, Inconel 718 i odmian API

Skład podstawowego stopu 718 jest podobny w głównych systemach oznaczania, lecz wymagania konkretnych norm wyrobu i odmian przeznaczonych do środowisk H₂S mogą różnić się zakresem zawartości pierwiastków śladowych oraz warunkami odbioru. W poniższej tabeli wartości podano jako procenty masowe.

Alloy 718 - skład chemiczny [% mas.]											
Gatunek stopu	Norma / system	Ni	Cr	Fe	Nb	Mo	Ti	Al	C	S	Inne



Alloy 718 / Inconel® 718 / 2.4668 / UNS N07718

Alloy 718 / UNS N07718	UNS / ASTM	50,0-5 5,0	17,0-2 1,0	resz ta	4,75-5, 50	2,80-3, 30	0,65-1, 15	0,20-0, 80	max 0,08	ma x 0,0 15	Co ≤1,0; Mn, Si ≤0,35; Cu ≤0,30; P ≤0,015; B ≤0,006; Nb obejmuje Nb+Ta
Inconel® alloy 718	Special Metals	50,0-5 5,0	17,0-2 1,0	resz ta	4,75-5, 50	2,80-3, 30	0,65-1, 15	0,20-0, 80	max 0,08	ma x 0,0 15	Co ≤1,0; Mn, Si ≤0,35; Cu ≤0,30; P ≤0,015; B ≤0,006; Nb obejmuje Nb+Ta
2.4668 / NiCr19Fe19Nb5Mo3	EN / DIN	50,0-5 5,0	17,0-2 1,0	resz ta	4,70-5, 50	2,80-3, 30	0,60-1, 20	0,30-0, 70	0,02-0, 08	ma x 0,0 15	Co ≤1,0; Mn, Si ≤0,35; Cu ≤0,30; P ≤0,015; wymagania zależą od wydania specyfikacji
Alloy 718 - odmiana API 6ACRA	API / NACE	50,0-5 5,0	17,0-2 1,0	resz ta	4,87-5, 20	2,80-3, 30	0,80-1, 15	0,40-0, 60	max 0,045	ma x 0,0 10	Cu ≤0,23; P ≤0,010; Pb, Bi, Ca, Mg, Se - limity śladowe; wg konkretnej specyfikacji
VDM® Alloy 718	VDM Metals	50,0-5 5,0	17,0-2 1,0	resz ta	4,75-5, 50	2,80-3, 30	0,65-1, 15	0,20-0, 80	max 0,08	ma x 0,0 15	Skład odpowiada podstawowej klasie N07718; specjalne warianty CTP mają osobne wymagania
Nicrofer 5219 Nb	VDM - nazwa tradycyjna	50,0-5 5,0	17,0-2 1,0	resz ta	4,75-5, 50	2,80-3, 30	0,65-1, 15	0,20-0, 80	max 0,08	ma x 0,0 15	Historyczne / handlowe oznaczenie klasy Alloy 718; wymagany dobór normy wyrobu
Allvac® 718	Nazwa handlowa	50,0-5 5,0	17,0-2 1,0	resz ta	4,75-5, 50	2,80-3, 30	0,65-1, 15	0,20-0, 80	max 0,08	ma x 0,0 15	Dopuszczalne granice należy potwierdzić w karcie dostarczanego wyrobu
Haynes® 718	Nazwa handlowa	50,0-5 5,0	17,0-2 1,0	resz ta	4,75-5, 50	2,80-3, 30	0,65-1, 15	0,20-0, 80	max 0,08	ma x 0,0 15	Nazwa związana z klasą Alloy 718, nie osobny system normowy
NA51 / BS 2901	BS - oznaczenie historyczne	50,0-5 5,0	17,0-2 1,0	resz ta	4,75-5, 50	2,80-3, 30	0,65-1, 15	0,20-0, 80	max 0,08	ma x 0,0 15	Zapis spotykany w dokumentacji historycznej; porównać aktualne wymagania
NW7718	ISO - oznaczenie stopu	50,0-5 5,0	17,0-2 1,0	resz ta	4,75-5, 50	2,80-3, 30	0,65-1, 15	0,20-0, 80	max 0,08	ma x 0,0 15	Identyfikator składu, nie automatyczna zgodność wymagań odbiorczych
NCF718	JIS / KS	50,0-5 5,0	17,0-2 1,0	resz ta	4,75-5, 50	2,80-3, 30	0,65-1, 15	0,20-0, 80	max 0,08	ma x 0,0 15	Wartości zgodne z ogólną klasą 718; wymagania mogą zależać od wydania normy
Jak interpretować tabelę: Określenie „reszta” oznacza przewagę żelaza, nie jego jedyną zawartość. Wymóg Ni często obejmuje Ni+Co, a Nb – Nb+Ta, zgodnie z właściwą specyfikacją. Wiersze producentów wskazują klasy handlowe, a nie identyczne warunki odbioru dla wszystkich wyrobów. Dla wersji API decyduje konkretna edycja API 6ACRA i świadectwo odbioru.											

Ważne: nie należy utożsamiać normy odlewniczej AMS 5383 z wymaganiami dla walcowanych i kutych wyrobów AMS 5662-5664. Podobnie oznaczenie 120K lub 140K nie jest nazwą nowego stopu, lecz opisuje klasę wymagań mechanicznych dla konkretnej odmiany materiału.



Alloy 718 / Inconel 718 - charakterystyka materiału

Alloy 718 jest stopem na osnowie niklu o austenitycznej strukturze regularnej ściennie centrowanej (FCC). Nikiel i chrom zapewniają stabilność mikrostrukturalną oraz odporność na wiele środowisk korozyjnych, natomiast niob wraz z tytanem i aluminium umożliwia znaczne zwiększenie wytrzymałości podczas kontrolowanego starzenia. Dzięki temu materiał łączy wysoką granicę plastyczności z dobrą udarnością, odpornością na zmęczenie i stosunkowo dobrą spawalnością w porównaniu z innymi nadstopami utwardzanymi wydzieleniowo. W typowych elementach konstrukcyjnych stop pracuje od temperatur kriogenicznych do około 650–700°C, ale dopuszczalność konkretnego zastosowania zależy od czasu obciążenia, stanu obróbki cieplnej oraz kryterium pełzania i zmęczenia. Podczas długotrwałego wygrzewania w wyższych temperaturach może dochodzić do zmian wydzieleni i degradacji właściwości; maksymalna temperatura odporności na utlenianie nie jest maksymalną dopuszczalną temperaturą pracy elementu nośnego.

Umacnianie wydzieleniowe - fazy γ , γ'' , γ' i δ

Podstawową fazą osnowy jest γ . Najważniejszą rolę w umacnianiu odgrywa metastabilna faza γ'' , bogata w niob, a pomocniczą – γ' , związana z niklem, aluminium i tytanem. Podczas odpowiednio długiego wygrzewania możliwe jest wydzielanie fazy δ , która w kontrolowanej ilości wpływa na strukturę ziarna, ale jej nadmiar może ograniczać zdolność stopu do umocnienia. Zmiany nie zachodzą skokowo po przekroczeniu jednej temperatury – mają charakter zależny od czasu, temperatury i wcześniejszej obróbki. Dzięki wolniejszej kinetyce wydzielania fazy γ'' materiał można w wielu przypadkach spawać przed końcowym starzeniem. Nie oznacza to jednak całkowitej odporności na pękanie: przy niewłaściwych parametrach, niekorzystnej mikrostrukturze lub zanieczyszczeniach możliwe są pęknięcia związane z likwacją i lokalnym przetopieniem faz międzymetalicznych.

Rola najważniejszych pierwiastków stopowych

- **Ni - nikiel:** stabilizuje osnowę austenityczną, zwiększa ciągliwość w niskiej temperaturze i odporność na wiele środowisk korozyjnych.
- **Cr - chrom:** tworzy ochronną warstwę tlenkową i odpowiada za znaczną część odporności na utlenianie i korozję.
- **Nb - niob:** kluczowy dla tworzenia wydzieleni γ'' , które zapewniają wysoką



granicę plastyczności po starzeniu.

- **Mo - molibden:** umacnia roztworowo i poprawia odporność na określone rodzaje korozji miejscowej.
- **Ti i Al - tytan i aluminium:** uczestniczą w tworzeniu fazy γ' oraz w kształtowaniu przebiegu starzenia.
- **Fe - żelazo:** jest znaczącym składnikiem osnowy; dzięki temu Alloy 718 różni się składowo od stopów o niemal czysto niklowej osnowie.

Oznaczenia, normy i nazwy handlowe Alloy 718

Alloy 718 - odpowiedniki i nazwy handlowe		
System lub producent	Oznaczenie	Znaczenie przy zamawianiu
UNS	N07718	Identyfikator składu chemicznego; nie określa samodzielnie właściwości mechanicznych ani stanu obróbki.
EN / DIN	2.4668; NiCr19Fe19Nb5Mo3	Europejski numer materiału i oznaczenie odwołujące się do jego podstawowego składu.
Special Metals	Inconel® alloy 718	Zastrzeżona nazwa handlowa materiału na osnowie niklu.
VDM Metals	VDM® Alloy 718; Nicrofer 5219 Nb	Oznaczenia handlowe; odmiana VDM 718 CTP jest dedykowana zastosowaniom Oil & Gas.
Allvac / Carpenter	Allvac® 718	Spotykana nazwa handlowa klasy stopów 718.
Haynes	Haynes® 718	Nazwa handlowa spotykana w katalogach materiałowych.
Böhler / voestalpine	L718	Oznaczenie stosowane w dokumentacji handlowej producenta.
BS, ISO, JIS / KS	NA51, NW7718, NCF718	Oznaczenia pojawiające się w różnych systemach; trzeba sprawdzić wydanie właściwej normy.
Odlewy	AMS 5383	Specyfikacja dla określonych odlewów ze stopu 718; nie jest zamiennikiem AMS 5662/5663 dla prętów.



Jak interpretować tabelę: Dwa materiały opisane jako Alloy 718 mogą mieć znacząco odmienne parametry mechaniczne. O dostawie decydują łącznie oznaczenie składu, forma wyrobu, norma, stan obróbki cieplnej i wymagania odbiorcze.

Właściwości fizyczne Alloy 718 / 2.4668

Właściwości fizyczne określają zachowanie materiału podczas nagrzewania, chłodzenia i odkształcania sprężystego. Dane kart materiałowych odnoszą się do określonych warunków temperatury i obróbki; nie należy bezkrytycznie stosować wartości pokojowych w obliczeniach wysokotemperaturowych.

Alloy 718 - podstawowe właściwości fizyczne		
Właściwość i oznaczenie	Wartość orientacyjna	Warunki i znaczenie techniczne
Gęstość ρ	8,19-8,22 g/cm ³	Wartość zależna od stanu wyżarzania i starzenia; używana do szacowania masy prętów, odkuwek i elementów turbin.
Zakres topnienia	1260-1336°C	Zakres solidus-likwidus; nie jest dopuszczalną temperaturą pracy elementu obciążonego.
Ciepło właściwe c_p (ok. 20°C)	435 J/(kg·K)	Wielkość istotna przy obliczaniu energii potrzebnej do nagrzania wsadu i dynamiki zmian temperatury.
Przewodność cieplna λ (ok. 20°C)	ok. 11,4 W/(m·K)	Znacznie niższa niż w stalach niestopowych; sprzyja lokalnym gradientom cieplnym i wymaga kontroli nagrzewania.
Rezystywność elektryczna ρ_e	ok. 1,22 $\mu\Omega\cdot m$	Wpływa na nagrzewanie oporowe, pracę czujników i elementów elektrotechnicznych.
Moduł Younga E (ok. 20°C)	ok. 200 GPa	Miara sztywności sprężystej; nie jest to granica plastyczności ani wytrzymałość na rozciąganie.
Przenikalność magnetyczna μ_r	ok. 1,0011	Przy temperaturze pokojowej po wyżarzaniu i starzeniu materiał wykazuje bardzo małą podatność magnetyczną.
Temperatura Curie	ok. -112°C po starzeniu	Wartość zależy od stanu materiału; dla stopu wyżarzonego może być znacznie niższa.
Jak interpretować tabelę: Właściwości są orientacyjne. Temperaturę Curie, moduł E i parametry cieplne należy rozpatrywać w powiązaniu ze stanem wyrobu; warunki próby decydują o poprawności porównania.		



Rozszerzalność cieplna, moduł sprężystości i przewodność w funkcji temperatury

W miarę ogrzewania rośnie współczynnik rozszerzalności liniowej i zmieniają się warunki przewodzenia ciepła, natomiast moduł sprężystości maleje. To ważne przy dobieraniu pasowań, obliczaniu naprężeń cieplnych i projektowaniu połączeń różnych stopów w jednym zespole.

Alloy 718 - średnia rozszerzalność cieplna		
Zakres temperatur względem temperatury odniesienia	Średni współczynnik α [$10^{-6}/K$]	Znaczenie dla projektu
Od ok. 20°C do 100°C	13,2	Stosunkowo niewielkie wydłużenie przy ogrzewaniu do temperatur typowych dla urządzeń pomocniczych.
Od ok. 20°C do 205°C	13,6	Do obliczeń wydłużeń wymagane jest zastosowanie wartości średniej dla całego przedziału.
Od ok. 20°C do 315°C	13,9	Różnica rozszerzalności przy połączeniu z innym stopem może generować naprężenia termiczne.
Od ok. 20°C do 425°C	14,3	Przy projektowaniu części przykręcanych i kołnierzowych trzeba uwzględnić zmianę docisku.
Od ok. 20°C do 540°C	14,6	Wartość przydatna dla zespołów narażonych na cykliczne nagrzewanie.
Od ok. 20°C do 650°C	15,1	Wysokie temperatury wymagają jednoczesnego uwzględnienia spadku sztywności i pełzania.
Od ok. 20°C do 760°C	16,0	Wysoki punkt końcowy nie oznacza dopuszczalnej temperatury obciążenia dla każdej konstrukcji.
Jak interpretować tabelę: α to wartość średnia pomiędzy temperaturą odniesienia a temperaturą końcową, nie punktowa wartość w ostatniej temperaturze. Przy zmianach cyklicznych konieczna jest też ocena zmęczenia cieplnego.		



Alloy 718 - moduł Younga i moduł Kirchhoffa w funkcji temperatury			
Temperatura [°C]	Moduł sprężystości wzdłużnej E [GPa]	Moduł sprężystości poprzecznej G [GPa]	Komentarz techniczny
20	200	77	Wartości dla stopu wyżarzzonego i starzonego; punkt odniesienia dla analizy sztywności.
205	190	74	Wraz z temperaturą maleje sztywność na rozciąganie i skręcanie.
425	178	70	W analizie naprężeń nie należy wstawiać wartości E z temperatury pokojowej.
540	171	67	Spadek sztywności wpływa na ugięcia i utrzymanie pasowań.
650	163	63	Wysokotemperaturowa praca pod obciążeniem wymaga osobnej oceny czasu eksploatacji.
760	154	59	Parametry sprężyste nie określają samodzielnie dopuszczalnego naprężenia.
870	139	52	Właściwości mechaniczne mogą równocześnie zmieniać się wskutek zmian mikrostrukturalnych.
980	120	45	Dane mają charakter materiałoznawczy; nie oznaczają bezpiecznego zakresu pracy elementu.
Jak interpretować tabelę: E i G maleją ze wzrostem temperatury, ale nie są wartościami granicy plastyczności. Dodatkowe ograniczenia eksploatacyjne wynikają z pełzania, degradacji faz γ''/γ' , naprężeń cyklicznych i warunków środowiskowych.			

Właściwości mechaniczne Alloy 718 - Rm, Rp0,2, A i twardość

W przypadku Alloy 718 nie wolno podawać jednej wytrzymałości dla całego gatunku. Materiał wyżarzony ma inne właściwości niż wyrób po starzeniu, a lotnicze



wymagania AMS różnią się od warunków odbioru dla instalacji naftowo-gazowych. Szczególnie ważne jest prawidłowe rozróżnienie Rm – wytrzymałości na rozciąganie – oraz Rp0,2, czyli umownej granicy plastyczności.

Alloy 718 - porównanie własności według stanu dostawy				
Stan i rodzaj specyfikacji	Wytrzymałość Rm [MPa]	Granica plastyczności Rp0,2 [MPa]	Wydłużenie A [%]	Znaczenie przy zamawianiu
Wyżarzony, bez końcowego starzenia	ok. 800-950 (typowe)	ok. 350-550 (typowe)	ok. 40-60	Materiał plastyczny i dogodniejszy do części operacji formowania lub skrawania przed końcowym starzeniem.
AMS 5663 - pręty i odkuwki po starzeniu	min. ok. 1275	min. ok. 1034	min. 12	Wymagania zależą od wymiaru i kierunku próby; wartość wynika z konkretnej specyfikacji wyrobu.
AMS 5596 - blachy po wyżarzaniu i starzeniu	min. ok. 1240	min. ok. 1034	min. 12	Cienkościenne wyroby o wysokiej wytrzymałości po kontrolowanym cyklu starzenia.
VDM Alloy 718 - stan wyżarzony i starzony, typowy 20°C	ok. 1280	ok. 1030	ok. 12	Typowe dane z karty producenta, nie uniwersalne minima dla każdej partii.
Jak interpretować tabelę: Rm musi być co najmniej równe Rp0,2, ale są to różne parametry. Dane orientacyjne i wymagane minima nie są zamienne. Przy odbiorze decyduje norma, średnica lub grubość, kierunek pobrania próbki i stan materiału.				

Alloy 718 w lotnictwie - AMS 5662, AMS 5663 i AMS 5664

W dokumentacji lotniczej numer AMS wskazuje nie tylko skład, lecz także konkretny stan materiału i oczekiwane właściwości. Stan wyżarzony bywa przewidziany do obróbki wstępnej, natomiast stan starzony – do części pracujących pod dużym obciążeniem. Nie należy na podstawie samego napisu „AMS 5662” zakładać, że wyrób jest już utwardzony wydzieleniowo.

Alloy 718 - przykładowe oznaczenia norm dla lotnictwa		
Specyfikacja	Typowa postać lub stan	Co należy sprawdzić



AMS 5662	Pręty, odkuwki, pierścienie – stan przeznaczony do końcowej obróbki cieplnej	Uzgodnić czy materiał wymaga starzenia po dostawie oraz jakie badania przewiduje zamówienie.
AMS 5663	Pręty, odkuwki i pierścienie – stan starzony	Sprawdzić wymagane minima Rm, Rp0,2, A oraz ograniczenia wymiarowe i kierunek próby.
AMS 5664	Wyroby związane z odmiennym cyklem wysokotemperaturowego przesycania i starzenia	Wymagania mogą być inne niż w AMS 5663; nie zastępować specyfikacji bez weryfikacji.
AMS 5596 / 5597	Blachy, taśmy i płyty w różnych stanach obróbki	Dokładny stan określa wydanie normy; nie łączyć danych obu specyfikacji.
AMS 5383	Odlewy precyzyjne	Nie stosować właściwości odlewów do walcowanych prętów lub odkuwek.
Jak interpretować tabelę: Numer AMS oznacza konkretną specyfikację; potrzebne są jej wydanie i zgodność dokumentu odbioru. Nie można zastąpić kutej części odlewem wyłącznie dlatego, że oba noszą numer UNS N07718.		

Odmiany do przemysłu Oil & Gas - 120K, 140K, 150K

Dla urządzeń do wydobycia ropy i gazu oraz dla środowisk zawierających H₂S stosuje się wyspecjalizowane odmiany Alloy 718. Przykładem jest VDM Alloy 718 CTP, dla którego dostępne są klasy różniące się minimalną granicą plastyczności. Warunki zastosowania w H₂S zależą od dodatkowych ograniczeń NACE MR0175 / ISO 15156 i odpowiednich badań, a nie wyłącznie od ogólnego numeru UNS.

Alloy 718 do instalacji ropy i gazu - klasy granicy plastyczności			
Klasa materiału	Minimalna Rp0,2 wg oznaczenia [ksi]	Odpowiednik przybliżony [MPa]	Znaczenie i ograniczenia
120K	120	ok. 827	Klasa o minimalnej granicy plastyczności 120 ksi; zgodność z NACE wymaga spełnienia dalszych warunków.
140K	140	ok. 965	Wyższa minimalna granica plastyczności; istotne mogą być twardość i odporność na pękanie w środowisku H ₂ S.
150K	150	ok. 1034	Klasa o bardzo wysokiej Rp0,2, dostępność i dopuszczalność zależą od postaci wyrobu i procedury kwalifikacji.



Jak interpretować tabelę: Liczba K jest związana z minimalną granicą plastyczności (yield strength), nie z Rm. Wariantów tych nie należy zamawiać tylko jako „Alloy 718” bez wskazania pełnej specyfikacji i klasy.

Wpływ temperatury na właściwości wytrzymałościowe

W stopie 718 nawet po poprawnym starzeniu wytrzymałość w funkcji temperatury nie jest stała. Poniższe dane pokazują krótkotrwałe zachowanie określonego wyrobu w stanie wyżarzonym i starzonym. Wartości nie są dopuszczalnymi naprężeniami projektowymi.

VDM Alloy 718 - przykładowa wytrzymałość w podwyższonej temperaturze				
Temperatura [°C]	Rp0,2 typowe [MPa]	Rm typowe [MPa]	Wydłużenie A [%]	Objaśnienie
20	1030	1280	12	Dane odniesienia dla temperatury pokojowej i określonego stanu starzenia.
200	1040	1250	12	Temperatura zmienia reakcję materiału na obciążenie; wartości mogą wykazywać lokalne niemonotoniczności.
400	1000	1180	12	Wysoka wytrzymałość utrzymuje się dzięki wydzieleniom umacniającym.
600	950	1060	12	W projektowaniu ważne stają się również czas trwania obciążenia i procesy pełzania.
650	860	1000	12	Zakres typowej pracy wielu wyrobów lotniczych wymaga analizy zmęczeniowej i pełzaniowej.
700	870	1040	12	Parametry wytrzymałościowe zależą od konkretnej próbki; nie oznacza to polepszenia długookresowej trwałości.



750	760	880	12	W długim czasie mogą zachodzić niekorzystne przemiany mikrostruktury.
800	640	780	12	Nie jest to zalecana temperatura pracy każdego elementu nośnego z Alloy 718.

Jak interpretować tabelę: Zestawienie zawiera typowe, krótkotrwałe właściwości wg VDM Metals dla określonego wyrobu wyżarzonego i starzonego; nie zastępuje ASME, EN ani wytrzymałości czasowej na pełzanie.

Odporność zmęczeniowa, pełzanie i wytrzymałość czasowa Alloy 718

Alloy 718 jest często wybierany na części o zmiennym obciążeniu: wirujące dyski turbin, elementy sprężyste i wysoko obciążone śruby. W takich zastosowaniach decydują nie tylko Rm i Rp0,2, lecz także odporność zmęczeniowa, inicjacja pęknięć, jakość powierzchni, wielkość ziarna i warunki cieplne.

Alloy 718 - przykładowe wyniki badań zmęczeniowych				
Temperatura badania [°C]	Po 10 ⁵ cykli [MPa]	Po 10 ⁶ cykli [MPa]	Po 10 ⁷ cykli [MPa]	Jak rozumieć wynik
20	ok. 910	ok. 696	ok. 634	Wyniki próby obrotowego zginania konkretnego materiału, nie ogólna granica trwałej wytrzymałości.
315	ok. 793	ok. 758	ok. 758	Wyniki zależą od geometrii próbki, powierzchni, temperatury i cyklu obciążenia.
540	ok. 765	ok. 703	ok. 655	Wysoka odporność zmęczeniowa nie wyklucza oddziaływania pełzania przy dłuższej pracy.
650	ok. 690	ok. 648	ok. 607	Przy pracy w tej temperaturze szczególnie ważny jest stan mikrostruktury po starzeniu.
Jak interpretować tabelę: Wartości mają charakter wyników konkretnych testów przy określonej liczbie cykli i warunkach próby. Nie mogą być automatycznie użyte jako naprężenia dopuszczalne dla gotowych elementów.				



Pełzanie i naprężenie zrywające po określonym czasie

Pełzanie jest stopniowym odkształcaniem materiału pod działaniem naprężenia w podwyższonej temperaturze. Wytrzymałość na zerwanie po 100, 1000 lub 10 000 godzin opisuje inne zjawisko niż R_m mierzona podczas krótkotrwałej próby rozciągania. Szczegółowe dane należy dobierać z kart materiałowych dla właściwego stanu obróbki i czasu pracy.

Alloy 718 - parametry długotrwałej pracy			
Parametr	Co oznacza	Wpływ temperatury i czasu	Znaczenie projektowe
Zerwanie pełzaniowe	Naprężenie powodujące zniszczenie próbki po zadanym czasie.	Przy rosnącej temperaturze i wydłużaniu czasu wymagane naprężenie zwykle maleje.	Dobór materiału dla długiej pracy nie może opierać się tylko na R_m .
Odkształcenie pełzaniowe 0,5%, 1% lub 2%	Naprężenie potrzebne do uzyskania przyjętej deformacji w danym czasie.	Deformacja trwała może wystąpić przed zerwaniem elementu.	W układach szczelnych i pasowanych dopuszczalna deformacja może być istotniejsza niż zniszczenie.
Wytrzymałość zmęczeniowo-pełzaniowa	Skutek współdziałania zmiennego obciążenia i długotrwałego nagrzewania.	Cykl cieplny może przyspieszać inicjację i rozwój pęknięć.	Wymagana oddzielna ocena dla wirników i innych części poddanych częstym rozruchom.
Degradacja wydzielen γ''	Zmiana struktury umacniającej wraz z czasem i temperaturą.	Nadmierne wygrzewanie może obniżać efekty starzenia.	Przy długotrwałej eksploatacji należy uwzględniać stabilność mikrostruktury.
Jak interpretować tabelę: Nie wolno interpretować wyników prób pełzania jako naprężeń dopuszczalnych. Dla rzeczywistych urządzeń obowiązują właściwe wymagania projektowe, współczynniki bezpieczeństwa i analiza warunków eksploatacji.			

Odporność na korozję i utlenianie Alloy 718

Dzięki zawartości niklu i chromu Alloy 718 jest odporny na wiele środowisk wodnych i utlenianie w podwyższonej temperaturze. Nie jest jednak materiałem optymalnym



do każdego agresywnego roztworu. W jego przypadku dobór często wynika przede wszystkim z wysokiej wytrzymałości mechanicznej, a odporność korozyjna stanowi dodatkowy atut.

Woda morska, chlorki i korozja wżerowa

Stop może być wykorzystywany w wybranych urządzeniach pracujących w środowiskach zasolonych, jednak zawartość molibdenu jest niższa niż w stopach ukierunkowanych na najwyższą odporność na korozję miejscową, takich jak Alloy 625 i C-276. Przy stagnacji medium, wysokiej temperaturze i obecności szczelin należy osobno analizować ryzyko korozji wżerowej i szczelinowej.

Siarkowodór H₂S - wymagania NACE MR0175 i API 6ACRA

W środowiskach zawierających H₂S istnieje ryzyko pęknięcia w zależności od naprężenia, temperatury, zasolenia i parametrów medium. Warianty przygotowane do zastosowań naftowo-gazowych podlegają specjalnym wymaganiom dotyczącym składu, stanu obróbki, twardości oraz badań. Sam zapis „UNS N07718” nie potwierdza dopuszczalności konkretnej partii do pracy w gazie kwaśnym.

Utlenianie i atmosfery wysokotemperaturowe

Chrom sprzyja tworzeniu ochronnej warstwy tlenkowej, a osnowa niklowa zapewnia stabilność w szerokim zakresie temperatur. W zastosowaniach wysokotemperaturowych należy jednak oceniać zarówno korozję gazową, jak i przemiany fazowe stopu. Utrzymanie warstwy ochronnej nie oznacza automatycznie utrzymania parametrów wytrzymałościowych po wieloletnim wygrzewaniu.

Alloy 718 - ocena odporności w wybranych środowiskach		
Środowisko	Charakterystyka odporności	Na co należy uważać
Powietrze i gazy utleniające	Dobra odporność na utlenianie w wielu warunkach podwyższonej temperatury.	Naprężenia i trwałość faz wydzieleniowych mogą ograniczyć temperaturę pracy wcześniej niż utlenianie.
Woda morska i roztwory chlorków	Korzystna odporność w części zastosowań, lecz mniejsza rezerwa wobec korozji miejscowej niż w wielu stopach bogatszych w Mo.	Zaleganie roztworu, szczeliny i podwyższona temperatura zwiększają ryzyko uszkodzenia.



H ₂ S – instalacje Oil & Gas	Dostępne są specjalnie kwalifikowane odmiany 718 API / NACE.	Wymagane są określone warunki twardości, składu, starzenia i kwalifikacji.
Kwasy nieorganiczne	Odporność zmienna zależnie od stężenia i temperatury.	Nie przyjmować zgodności dla kwasu solnego, siarkowego czy azotowego bez oceny procesu.
Atmosfery nawęglające i siarkujące	Zachowanie zależy od aktywności węgla, siarki i warunków utleniania.	Możliwa degradacja powierzchni lub mikrostruktury przy długiej ekspozycji.
Jak interpretować tabelę: Ta tabela służy do wstępnego doboru materiału, a nie do wyznaczania dopuszczalnej szybkości korozji. Ostateczna decyzja wymaga znajomości temperatury, składu medium i dostępnych danych materiałowych.		

Obróbka cieplna Alloy 718 – przesycanie i starzenie

Obróbka cieplna jest kluczowa dla uzyskania wysokich właściwości mechanicznych stopu 718. W przeciwieństwie do stopów umacnianych wyłącznie roztworowo Alloy 718 wymaga kontrolowanego wydzielania faz γ'' i γ' . Nie można stosować jednego uniwersalnego cyklu starzenia niezależnie od formy wyrobu, przekroju i celu zastosowania.

Przykładowe cykle obróbki dla klasy lotniczej

Alloy 718 – przykładowe cykle wyżarzania i starzenia			
Rodzaj obróbki	Etap rozwiązujący / wyżarzający	Starzenie i chłodzenie	Najważniejsze konsekwencje
Cykl niskotemperaturowy – ok. AMS 5663	Około 925–1010°C; szybkie chłodzenie zgodnie z technologią.	Około 718°C przez 8 h, chłodzenie piecowe do 621°C, dalsze wygrzewanie do łącznego czasu starzenia 18 h, następnie chłodzenie na powietrzu.	Bardzo wysoka wytrzymałość i odporność zmęczeniowa; częsty wybór do wysoko obciążonych części.



Cykl wysokotemperaturowy - ok. AMS 5664	Około 1038-1066°C; szybkie chłodzenie zgodnie z technologią.	Około 760°C przez 10 h, chłodzenie piecowe do 649°C, dalsze wygrzewanie do łącznego czasu starzenia 20 h, następnie chłodzenie na powietrzu.	Inny kompromis pomiędzy wytrzymałością, udurowieniem i odpornością na zerwanie z karbem.
Wariant Oil & Gas	Specjalne przesycanie i chłodzenie zgodnie z API 6ACRA / NACE.	Starzenie dostosowane do klasy 120K, 140K lub innej wymaganej odmiany.	Wymaga kontroli twardości, składu, wyników badań i dopuszczalności do pracy w H ₂ S.
Jak interpretować tabelę: Podane zakresy są przykładami przemysłowych procedur, nie gotową instrukcją obróbki dowolnego elementu. Czas wygrzewania i chłodzenie dobiera się według normy wyrobu, jego przekroju i wymagań użytkownika.			

Obróbka termomechaniczna i Direct Age Alloy 718

W wysoko obciążonych odkuwkach, w szczególności elementach wirujących, konieczne bywa współdziałanie kontrolowanego kucia i następującego po nim starzenia. Odmiany Direct Age wykorzystują określony rozkład odkształceń i temperatur kształtowania do uzyskania drobnoziarnistej mikrostruktury oraz wysokich własności zmęzeniowych. Nazwa technologii nie zastępuje dokumentacji procesu ani szczegółowych wymagań odbiorczych.

Kucie, walcowanie i obróbka skrawaniem Alloy 718

Alloy 718 można kuć i walcować na gorąco, jednak w porównaniu ze zwykłymi stalami wymaga starannej kontroli temperatury, odkształcenia i czasu wygrzewania. Materiał ma dużą wytrzymałość w podwyższonej temperaturze, co zwiększa siły kucia. Nieprawidłowe prowadzenie procesu może powodować niejednorodną wielkość ziarna i pogorszenie jakości odkuwki.



Alloy 718 - kucie i obróbka mechaniczna		
Proces	Zalecenia technologiczne	Dlaczego ma to znaczenie
Kucie na gorąco	Typowy zakres około 900–1120°C, zależny od technologii; wymagane odpowiednie nagrzanie całego przekroju.	Nadmierne wychłodzenie zwiększa opór odkształcenia, a przegrzanie sprzyja niepożądanym zmianom mikrostruktury.
Końcowe odkształcenie odkuwki	Kontrola stopnia redukcji i temperatury końcowej oraz chłodzenia.	Równomierna mikrostruktura wpływa na trwałość zmęczeniową i powtarzalność właściwości.
Obróbka na zimno	Możliwa w odpowiednim stanie materiału; przy dużych odkształceniach potrzebne procesy pośrednie.	Umocnienie zgniotowe zwiększa siły kształtowania i może zmniejszyć plastyczność.
Obróbka skrawaniem przed starzeniem	Preferowana dla znacznej części nadatku, z pozostawieniem zapasu na obróbkę wykańczającą.	W stanie wyżarzonym materiał jest zazwyczaj łatwiejszy do obróbki niż po pełnym umocnieniu.
Obróbka skrawaniem po starzeniu	Stosować sztywne mocowanie, ostre narzędzia, efektywne chłodzenie i kontrolę zużycia ostrza.	Duża wytrzymałość, umocnienie powierzchni i mała przewodność cieplna przyspieszają zużycie narzędzi.
Jak interpretować tabelę: Zakres kucia i parametry skrawania muszą być dostosowane do półwyrobu, narzędzia i technologii. Uniwersalna prędkość skrawania nie istnieje; wartości z pojedynczej próby mogą być nietrafne dla innego przekroju.		

Spawanie Alloy 718 / Inconel 718

Inconel 718 jest jednym z lepiej spawalnych nadstopów utwardzanych wydzieleniowo. Przyczyna leży m.in. w relatywnie wolnym procesie tworzenia głównej fazy umacniającej γ'' . Zwykle korzystne jest spawanie wyrobów przed końcowym starzeniem, a następnie wykonanie obróbki cieplnej złącza zgodnie z wymaganiami technologicznymi. Przy spawaniu należy unikać zanieczyszczeń, niewłaściwej osłony gazowej i nadmiernej energii liniowej. Szczególnego znaczenia nabierają strefy segregacji niobu, możliwe fazy Lavesa i zjawiska pęknięcia likwacyjnego. Stwierdzenie, że Alloy 718 jest całkowicie odporny na pękanie po spawaniu, byłoby nieprawidłowe.

Alloy 718 - materiały dodatkowe i metody łączenia



Materiał / metoda	Oznaczenie lub przykład	Zastosowanie i uwagi
Spoiwo zbliżone do składu 718	ERNiFeCr-2 / Filler Metal 718	Stosowane, gdy wymagana jest zgodność typu stopu; końcowe własności zależą od procedury spawania i obróbki cieplnej.
Spoiwo niklowo-chromowe	ERNiCr-3 – przy niektórych połączeniach różnoimiennych	Może dać inne właściwości złącza niż spoiwo 718, dlatego nie jest bezwarunkowym zamiennikiem.
Spawanie TIG / GTAW	Proces w osłonie gazu obojętnego	Popularny sposób łączenia elementów precyzyjnych; konieczne utrzymanie czystości brzegów.
Spawanie MIG / GMAW	Proces z odpowiednim drutem niklowym	Możliwe dla wybranych geometrii i grubości przy zatwierdzonej technologii.
Lutowanie próżniowe	Przykładowe spoiwa niklowe stosowane w odpowiednio zaprojektowanych procesach	Wymaga kontroli temperatury, dyfuzji i wpływu cyklu na wielkość ziarna i wydzielenia.
Jak interpretować tabelę: O dopuszczalności metody decyduje dokumentacja WPS/PQR, wymagana wytrzymałość złącza oraz stan obróbki cieplnej. Porównanie spoiw musi dotyczyć rzeczywistej aplikacji, a nie samej zgodności ich nazw.		

Normy wyrobowe Alloy 718 / UNS N07718

Alloy 718 - podstawowe normy i specyfikacje		
Norma / specyfikacja	Postać wyrobu lub obszar zastosowania	Uwaga przy zakupie
ASTM B637 / ASME SB637	Pręty, odkuwki i materiały do kucia ze stopów niklu utwardzanych wydzieleniowo.	Określić stan obróbki, właściwości i zakres wymiarów.
ASTM B670	Blachy, płyty i taśmy ze stopu 718.	Wymagany stan wyrobu i zakres grubości.
AMS 5662, 5663, 5664	Pręty, odkuwki i pierścienie do zastosowań wymagających określonych właściwości.	Wybór specyfikacji zależy od stanu obróbki cieplnej.
AMS 5596 / 5597	Wyroby płaskie dla określonych zastosowań lotniczych.	Nie mieszać dwóch specyfikacji o odmiennych wymaganiach.



AMS 5589 / 5590	Rury bezszwowe w określonych stanach i zastosowaniach.	Weryfikować normę właściwą dla rzeczywistej rury.
AMS 5832	Materiały dodatkowe do spawania.	Norma spoiwa nie jest normą odbioru prętów.
AMS 5383	Wybrane odlewy ze stopu 718.	Odlewy mają odmienne własności od wyrobów przerabianych plastycznie.
API 6ACRA; NACE MR0175 / ISO 15156	Wymagania do wybranych zastosowań w przemyśle ropy i gazu oraz środowiskach H ₂ S.	Potrzebne konkretna klasa, kwalifikacja i potwierdzenie zgodności.
Jak interpretować tabelę: Należy zamawiać kompletną specyfikację: numer stopu, normę i wydanie, formę, wymiary, stan obróbki, wymagania dodatkowe oraz dokument odbioru. Sam napis „Alloy 718” nie gwarantuje przydatności.		

Zastosowania Alloy 718 w przemyśle

Lotnictwo, kosmonautyka i turbiny gazowe

Alloy 718 stosuje się na elementy silników turbinowych, w tym tarcze, pierścienie, obudowy, elementy mocujące oraz wysoko obciążone śruby. W napędach rakietowych wykorzystuje się wysoką wytrzymałość i zdolność do pracy w wymagających warunkach cieplnych, natomiast w zbiornikach kriogenicznych – dobre właściwości w niskiej temperaturze. W każdym z tych zastosowań szczególnie istotne są jakość półwyrobu, historia obróbki i wymagania kwalifikacyjne.

Przemysł naftowo-gazowy i urządzenia ciśnieniowe

Odmiany Alloy 718 do Oil & Gas wykorzystywane są w elementach wiertniczych, zaworach, elementach głowic odwiertowych, śrubach i innych wysoko obciążonych częściach narażonych na środowiska korozyjne. Dobór wymaga uwzględnienia NACE MR0175/ISO 15156, parametrów środowiska, klasy granicy plastyczności i limitów twardości.

Energetyka, motoryzacja i narzędzia do pracy na gorąco

Połączenie wytrzymałości, odporności na zmęczenie i stabilności wymiarowej sprawia, że Alloy 718 znajduje zastosowanie w wybranych podzespołach turbin przemysłowych, turbosprężarkach, elementach sprężystych i elementach



wyposażenia do pracy na gorąco. Nie powinno się jednak wybierać go wyłącznie na podstawie wysokiej temperatury utleniania – przy obciążeniu długotrwałym mogą korzystniejsze okazać się inne stopy niklu.

Alloy 718 a Alloy 625, Alloy 600, Alloy 617 i Alloy X – porównanie

Stopy niklu - główne różnice w doborze materiału		
Stop	Sposób umacniania / wyróżnik	Przykładowy priorytet zastosowania
Alloy 718	Umacnianie wydzieleniowe γ''/γ' ; bardzo wysoka wytrzymałość po starzeniu.	Wirujące i wysoko obciążone elementy oraz śruby, w tym przy podwyższonej temperaturze.
Alloy 625	Przede wszystkim umacnianie roztworowe; wysoka odporność korozyjna.	Instalacje chemiczne, woda morską, napawanie i elementy o priorytecie odporności chemicznej.
Alloy 600	Stop Ni-Cr-Fe umacniany głównie roztworowo i przez zgniot.	Określone środowiska korozyjne i wysokotemperaturowe.
Alloy 617	Stop Ni-Cr-Co-Mo ceniony za właściwości długoczasowe w wysokiej temperaturze.	Elementy piecowe i instalacje wysokotemperaturowe z uwzględnieniem pełzania.
Alloy X / Hastelloy X	Stop Ni-Cr-Fe-Mo umacniany roztworowo.	Elementy komór spalania i konstrukcji wysokotemperaturowych.
Jak interpretować tabelę: Materiały te nie są zamiennikami tylko dlatego, że wszystkie należą do stopów niklu. Przed zmianą gatunku trzeba zweryfikować zarówno korozję i temperaturę, jak i sposób umacniania, spawalność, czas pracy i wymaganą normę wyrobu.		

Najczęściej zadawane pytania - Alloy 718 / Inconel 718

Czy Alloy 718 i Inconel 718 to ten sam materiał?

Tak. Alloy 718 jest ogólną nazwą stopu UNS N07718 / 2.4668, a Inconel® 718 – zastrzeżoną nazwą handlową Special Metals. Potwierdzenie zgodności materiału



wymaga jednak uwzględnienia normy wyrobu i jego stanu obróbki.

Czy Alloy 718 jest stalą nierdzewną?

Nie. Jest nadstopem na osnowie niklu, a nie stali na osnowie żelaza. Wysoka odporność korozyjna nie zmienia jego klasyfikacji materiałowej.

Czym Alloy 718 różni się od Alloy 625?

Alloy 718 jest umacniany wydzieleniowo i przeznaczony szczególnie do elementów wymagających bardzo wysokiej wytrzymałości. Alloy 625 jest ceniony przede wszystkim za odporność korozyjną i umocnienie roztworowe.

Jaką twardość ma Inconel 718?

Zależy od stanu dostawy. Po pełnym starzeniu spotyka się wartości około 36–46 HRC, zależnie od normy i obróbki, podczas gdy materiał wyżarzony może być znacznie bardziej miękki. Wymaganą twardość należy określić w zamówieniu.

Do jakiej temperatury można stosować Alloy 718?

Typowe zastosowania obciążonych elementów obejmują zakres do około 650–700°C; granica zależy od czasu eksploatacji, naprężeń i wymagań projektowych. Nie wolno utożsamiać jej z temperaturą topnienia ani odpornością na utlenianie.

Czy Alloy 718 można spawać?

Tak. Wśród nadstopów umacnianych wydzieleniowo wykazuje korzystną spawalność. Złącze musi być jednak wykonane zgodnie z odpowiednią procedurą, często z uwzględnieniem końcowego starzenia.

Czy Alloy 718 wymaga starzenia?

Do uzyskania maksymalnej wysokiej wytrzymałości w typowych zastosowaniach tak. Sam stan wyżarzony nie zapewnia właściwości charakterystycznych dla odpowiednio utwardzonego wydzieleniowo Alloy 718.



Co oznacza Alloy 718 120K lub 140K?

Oznaczenia odnoszą się do klas minimalnej granicy plastyczności, odpowiednio 120 i 140 ksi, czyli około 827 i 965 MPa. Nie opisują samej wytrzymałości na rozciąganie Rm.

Czy Alloy 718 nadaje się do pracy w H₂S?

Może nadawać się w wybranych wariantach zgodnych z odpowiednimi wymaganiami API 6ACRA i NACE MR0175 / ISO 15156. Sam numer UNS N07718 nie stanowi wystarczającego potwierdzenia.

Czy Alloy 718 można hartować i odpuszczać jak stal?

Nie jest to typowy schemat obróbki tego stopu. Odpowiednie właściwości uzyskuje się przez wyżarzanie rozpuszczające i następujące starzenie wydzieleniowe.

Jak rozpoznać, czy materiał jest wyżarzony czy starzony?

Należy sprawdzić dokumentację dostawy, w tym normę, stan obróbki cieplnej i wyniki badań mechanicznych. Sam wygląd pręta lub informacja o gatunku nie wystarczą.