



Alloy 825 / INCOLOY® 825 / 2.4858 / UNS N08825 / NiCr21Mo – stop niklu odporny na korozję

Alloy 825 (UNS N08825, W.Nr. 2.4858, NiCr21Mo, NiFe30Cr21Mo3, INCOLOY® alloy 825, VDM® Alloy 825, Nicrofer® 4221, BS NA16, Sanicro® 41) to stabilizowany tytanem stop niklowo-żelazowo-chromowy z dodatkami molibdenu i miedzi. Opracowano go dla aparatury pracującej w agresywnych środowiskach chemicznych, przede wszystkim w kwasie siarkowym i fosforowym oraz w roztworach zawierających chlorki. Stop wyróżnia się połączeniem odporności na [korozję ogólną](#), [wżerową](#), [szczelinową](#), [międzykrystaliczną](#) i [naprężeniową](#) w określonych mediach.

Pod względem metalurgicznym Alloy 825 jest materiałem całkowicie austenitycznym, umacnianym roztworowo. Nie jest stopem przeznaczonym do klasycznego utwardzania wydzieleniowego. Jego przewagą nie jest maksymalna wytrzymałość długotrwała w ekstremalnych temperaturach, lecz wysoka odporność chemiczna połączona z dobrą spawalnością, ciągliwością i możliwością wykonania dużych elementów instalacji.

Uwaga o nazewnictwie: INCOLOY® 825 to prawidłowa nazwa handlowa firmy Special Metals. Określenie „Inconel 825” bywa używane w wyszukiwarkach i katalogach handlowych, ale nie jest oficjalną nazwą handlową tego stopu. INCONEL® oznacza inną rodzinę marek; dokumentację najlepiej identyfikować po UNS N08825 i 2.4858.

Materiały dostępne w Alfa-Tech – Alloy 825 / Incoloy 825 / 2.4858 / N08825

[Pręty okrągłe – Alloy 825 / INCOLOY 825 / 2.4858 / N08825](#)
[Płaskowniki i formatki – Alloy 825 / INCOLOY 825 / 2.4858 / N08825](#)
[Pręty kute i bloki – Alloy 825 / INCOLOY 825 / 2.4858 / N08825](#)
[Odkuwki – Alloy 825 / INCOLOY 825 / 2.4858 / N08825](#)
[Rury bezszwowe – Alloy 825 / INCOLOY 825 / 2.4858 / N08825](#)
[Blachy, płyty i taśmy – Alloy 825 / INCOLOY 825 / 2.4858 / N08825](#)
[+48 63 2610519kontakt@alfa-tech.com.pl](mailto:kontakt@alfa-tech.com.pl)



Alloy 825 / Incoloy 825 / 2.4858 - skład chemiczny, oznaczenia i porównanie norm UNS N08825, NiCr21Mo, NiFe30Cr21Mo3, VDM® Alloy 825, Nicrofer® 4221, BS NA16, Sanicro® 41)

Zawartości składników przedstawiono w % masowych. Zestawienie rozróżnia podstawowe limity UNS/ASTM, skład DIN 17744 według VDM

Skład chemiczny Alloy 825 / INCOLOY 825 / UNS N08825 / 2.4858 - % masowe											
Gatunek stopu	Norma	Fe	Ni	Cr	Mo	Cu	Ti	C	Mn	Si	Inne
Alloy 825 / UNS N08825	ASTM / UNS	reszta; min. 22,0	38,0-46,0	19,5-23,5	2,5-3,5	1,5-3,0	0,6-1,2	≤0,05	≤1,0	≤0,5	Al ≤0,2; S ≤0,03;
2.4858 / NiCr21Mo	DIN 17744	20,0-38,0	38,0-46,0	19,5-23,5	2,5-3,5	1,5-3,0	0,6-1,2	≤0,025	≤1,0	≤0,5	Al ≤0,2; Co ≤1,0; P ≤0,02; S ≤0,015
VDM® Alloy 825 / Nicrofer® 4221	VDM / DIN 17744	20,0-38,0	38,0-46,0	19,5-23,5	2,5-3,5	1,5-3,0	0,6-1,2	≤0,025	≤1,0	≤0,5	Al ≤0,2; Co ≤1,0; P ≤0,02; S ≤0,015
INCOLOY® alloy 825	Special Metals	reszta; min. 22,0	38,0-46,0	19,5-23,5	2,5-3,5	1,5-3,0	0,6-1,2	≤0,05	≤1,0	≤0,5	Al ≤0,2; S ≤0,03;
NA16	BS 3072-3076	reszta	38,0-46,0	19,5-23,5	2,5-3,5	1,5-3,0	0,6-1,2	≤0,05	≤1,0	≤0,5	Al ≤0,2; S ≤0,03;
NiFe30Cr21Mo3	ISO - nazwa	reszta	38,0-46,0	19,5-23,5	2,5-3,5	1,5-3,0	0,6-1,2	≤0,05	≤1,0	≤0,5	Al ≤0,2; S ≤0,03; P ≤0,03

„Reszta” oznacza żelazo po uwzględnieniu pozostałych pierwiastków, z uwzględnieniem minimum Fe podanego w specyfikacji. Kreska „—” oznacza, że w tym zestawieniu nie potwierdzono konkretnego limitu, a nie że pierwiastek nie występuje. Wymagania składu różnią się między normami UNS/ASTM i DIN 17744; liczy się specyfikacja oraz świadectwo materiałowe dla konkretnego wyrobu.

Rola pierwiastków stopowych w Alloy 825

- **Ni - nikiel (38-46%)**: stabilizuje strukturę austenityczną, zwiększa ciągliwość i odporność na pękanie naprężeniowo-korozyjne w wielu środowiskach chlorkowych. Nie zapewnia całkowitej odporności na każdy roztwór chlorków.
- **Cr - chrom (19,5-23,5%)**: ułatwia pasywację i poprawia zachowanie w środowiskach utleniających, w tym w wielu roztworach azotanowych.
- **Mo - molibden (2,5-3,5%)**: wspomaga odporność na korozję wżerową i szczelinową oraz działanie pewnych kwasów redukujących.
- **Cu - miedź (1,5-3,0%)**: podnosi odporność zwłaszcza w warunkach działania kwasu siarkowego i niektórych kwaśnych mieszanin.



- **Ti - tytan (0,6-1,2%):** służy do stabilizacji struktury przez wiązanie węgla; wraz z prawidłową obróbką ogranicza sensytyzację i ryzyko korozji międzykrystalicznej.
- **Fe - żelazo:** współtworzy podstawę Fe-Ni-Cr i wpływa na koszt oraz właściwości stopu w porównaniu z materiałami niklowymi o zawartości niklu ponad 55%.
- **C, Mn, Si, Al:** kontrolowane są pod kątem czystości metalurgicznej, właściwości technologicznych i zachowania podczas spawania; ich dopuszczalne poziomy zależą od dokumentu normatywnego.

Alloy 825 - mikrostruktura, zasada działania i różnice względem innych stopów

Alloy 825 ma jednofazową podstawę austenityczną FCC. Gdy jest właściwie wytworzony, stabilizowany i wyżarzony, wykazuje dobry kompromis między odpornością chemiczną, wytrzymałością i możliwościami kształtowania. Połączenie chromu z niklem, molibdenem i miedzią sprawia, że materiał może pracować w różnych etapach procesu technologicznego, gdy środowisko zawiera zarówno składniki utleniające, jak i redukujące. Nie oznacza to jednak uniwersalnej odporności: każde medium należy ocenić pod kątem stężenia, temperatury, napowietrzenia, chlorowców i obecności osadów.

Tytan nie czyni stopu niewrażliwym na każde oddziaływanie cieplne. Prawidłowy cykl stabilizujący ogranicza wydzielanie niekorzystnych węglików chromu przy granicach ziaren. Po nieodpowiednim nagrzewaniu lub wielogodzinnej eksploatacji w pewnych przedziałach temperatur mikrostruktura może się zmieniać. Właśnie dlatego w dokumentacji Special Metals zastrzeżono, że powyżej około 540°C możliwe jest pogorszenie plastyczności i udużności. Alloy 825 nie jest typowym stopem przeznaczonym do projektowania na długotrwałe pełzanie.

Alloy 825 - najważniejsze zastosowania w przemyśle

- **Instalacje kwasu siarkowego:** aparaty, wymienniki, grzałki, zbiorniki, przewody, płuczki i urządzenia do wytrawiania, szczególnie przy określonych stężeniach oraz kontrolowanej zawartości chlorków.
- **Produkcja kwasu fosforowego:** parowniki, wymienniki, rurociągi, węzownice i aparatura mokrego procesu; obecność HF, fluorokrzemianów i osadów wymaga dodatkowej analizy.



- **Ropa i gaz:** przewody i osprzęt odwiertów zawierających H_2S , CO_2 , chlorki i kwaśne kondensaty; stosowanie wymaga kwalifikacji zgodnie z NACE MR0175 / ISO 15156 oraz konkretnym stanem wyrobu.
- **Technologie morskie:** chłodzone wodą morską rurociągi, zanurzeniowe odcinki wymienników i instalacje offshore, z uwzględnieniem ryzyka szczelin i osadów.
- **Przemysł chemiczny:** reaktory, armatura, mieszalniki, filtry, pompy, urządzenia odzysku kwasów oraz systemy przetwarzania odpadów.
- **Technika środowiskowa:** skrubery spalin i urządzenia oczyszczania gazów procesowych, zależnie od chlorowców, siarki i kondensujących kwasów.
- **Energetyka i specjalne instalacje procesowe:** wybrane elementy przetwarzania paliwa jądrowego i instalacji chemicznych; dopuszczenia materiałowe zależą od przepisów branżowych.

Alloy 825 / 2.4858 - właściwości fizyczne

Wartości fizyczne z kart Special Metals i VDM różnią się nieznacznie w zależności od temperatury odniesienia i sposobu pomiaru. W poniższym zestawieniu wskazano temperaturę, gdy ma to znaczenie. Materiał jest w temperaturze pokojowej praktycznie niemagnetyczny; temperatura Curie leży poniżej około $-196^{\circ}C$, dlatego nie należy mylić tego z własnościami ferromagnetycznymi stali zwykłych.

Alloy 825 / Incoloy 825 - podstawowe właściwości fizyczne	
Parametr	Wartość typowa
Gęstość	8,14 g/cm ³
Zakres temperatur topnienia	1370-1400°C
Ciepło właściwe w ok. 20°C	440 J/(kg·K)
Przewodność cieplna w 20-25°C	10,8-11,1 W/(m·K)
Rezystywność elektryczna w ok. 20°C	1,12-1,13 $\mu\Omega\cdot m$
Moduł Younga E w 20°C	195-196 GPa
Względna przenikalność magnetyczna w 20°C	około 1,005 (maksimum wg VDM)
Temperatura Curie	poniżej $-196^{\circ}C$
Średnia rozszerzalność liniowa 20-100°C	około $14,1 \times 10^{-6}/K$



Jak interpretować tabelę: Rezystywność 1,12 $\mu\Omega\cdot m$ oznacza około 112 $\mu\Omega\cdot cm$, a nie 1127 $\mu\Omega\cdot m$. Z powodu małej przewodności cieplnej przy obróbce i spawaniu powstają lokalne gradienty temperatury; dobór parametrów procesu musi je uwzględniać.

Alloy 825 - własności termiczne i elektryczne w funkcji temperatury

Przewodność cieplna zwiększa się podczas nagrzewania, podobnie jak ciepło właściwe. Jednocześnie maleje moduł sprężystości, a rozszerzalność cieplna zwiększa się w stosunku do zakresu pokojowego. Wartości poniżej to dane typowe z karty VDM Alloy 825. Przy obliczeniach cieplnych współczynnik rozszerzalności należy interpretować jako średnią od temperatury odniesienia.

Alloy 825 - właściwości cieplne i rezystywność wg VDM				
Temperatura [°C]	c_p [J/(kg·K)]	λ [W/(m·K)]	ρ [$\mu\Omega\cdot m$]	α [$10^{-6}/K$]
20	440	10,8	1,12	—
100	462	12,4	1,14	14,1
200	488	14,1	1,18	14,9
300	514	15,6	1,20	15,2
400	540	16,9	1,24	15,6
500	565	18,3	1,26	15,8
600	590	19,6	1,26	16,0
700	615	21,0	1,27	16,7
800	655	23,2	1,28	17,2
900	680	25,7	1,29	17,6
1000	710	28,1	1,30	17,9
Jak interpretować tabelę: Na przykład między 20 a 500°C przewodność cieplna wzrasta z 10,8 do 18,3 W/(m·K), a rezystywność z 1,12 do 1,26 $\mu\Omega\cdot m$. Wartości powyżej 540°C opisują własności fizyczne podczas pomiaru i nie są automatyczną rekomendacją do stałej pracy konstrukcyjnej przy tej temperaturze.				



Alloy 825 - moduł Younga, moduł Kirchhoffa i liczba Poissona

Dla wymienników ciepła, rurociągów i elementów zamocowań sztywność jest równie ważna jak wytrzymałość. [Moduł Younga E](#) wpływa na wydłużenia sprężyste, [moduł Kirchhoffa G](#) na odkształcenia postaciowe, a [liczba Poissona \$\nu\$](#) wiąże odkształcenia wzdłużne i poprzeczne.

Alloy 825 - parametry sprężyste w zależności od temperatury			
T [°C]	Moduł E [GPa]	Moduł G [GPa]	Liczba Poissona ν [-]
20	196	76	0,29
100	192	75	0,28
200	187	72	0,30
300	181	70	0,29
400	174	68	0,28
500	168	65	0,29
600	162	61	0,33
700	154	57	0,35
800	142	53	0,34
900	131	49	0,34
1000	118	44	0,34
Jak interpretować tabelę: Przy 800°C moduł Younga spada do około 142 GPa wobec 196 GPa w temperaturze pokojowej. To istotne dla naprężeń cieplnych i ugięć, ale nie oznacza, że dopuszczalne jest długotrwałe obciążanie stopu w temperaturze 800°C.			

Alloy 825 - właściwości mechaniczne w temperaturze pokojowej

Wytrzymałość stopu zależy od postaci wyrobu, stanu obróbki i stopnia zgniotu. Wartości typowe z badań Special Metals nie są tym samym co minimalne wymagania normatywne. Rozróżnienie to jest szczególnie ważne przy odkuwkach, prętach i blachach ciśnieniowych.



INCOLOY 825 - reprezentatywne właściwości wyrobów w 20°C			
Postać i stan wyrobu	R _m [MPa]	R _{p0,2} [MPa]	A [%]
Rury wyżarzone	772	441	36
Rury ciągnięte na zimno	1000	889	15
Pręty wyżarzone	690	324	45
Płyty wyżarzone	662	338	45
Blachy wyżarzone	758	421	39
Jak interpretować tabelę: Zimne ciągnięcie może zwiększyć granicę plastyczności z poziomu kilkuset MPa do około 889 MPa, ale równocześnie zmniejsza wydłużenie. To wyniki typowe z tabeli Special Metals, nie identyczne wymagania odbiorcze dla każdego zamówienia.			

Alloy 825 - minimalne właściwości według dokumentacji VDM / VdTÜV 432

Właściwości wymagane w zastosowaniach ciśnieniowych należy odczytywać z właściwego wydania normy i zakresu wymiarowego. W tabeli zestawiono dane materiałowe VDM (według VdTÜV 432) dla określonych form produktu; inne specyfikacje ASTM mogą mieć odmienne progi i stan dostawy.

Alloy 825 - minimalne właściwości w temperaturze pokojowej			
Forma / wymiar	R _{p0,2} min. [MPa]	R _m min. [MPa]	A min. [%]
Taśmy 0,5-6,4 mm	240	585	30
Blachy i płyty 5-100 mm	240	585	30
Pręty do 240 mm	220	550	35
Jak interpretować tabelę: Wartości 240/585 MPa dotyczą tu blach i taśm, a 220/550 MPa prętów. Nie wolno mieszać wartości minimalnych VdTÜV z typowymi wynikami badań Special Metals ani przenosić ich na wyroby o innych wymiarach.			

Alloy 825 - wytrzymałość w temperaturze



podwyższonej

Dane VdTÜV 432 wskazują, że wymagane minimalne wartości R_m i $R_{p0,2}$ zmieniają się wraz z temperaturą. Zestawienie poniżej dotyczy materiału we właściwym stanie dostawy i wyznaczonym zakresie wyrobów. Są to dane materiałowe, a nie gotowe dopuszczalne naprężenia do projektowania aparatury.

Alloy 825 - minimalne właściwości w funkcji temperatury		
Temperatura [°C]	Rp0,2 min. [MPa]	Rm min. [MPa]
20	240	585
100	205	530
150	190	525
200	180	515
250	175	510
300	170	500
350	165	495
400	160	490
450	155	485
Jak interpretować tabelę: Granica plastyczności maleje z minimum 240 MPa przy 20°C do 155 MPa przy 450°C. Wymaganą nośność elementu ciśnieniowego ustala się według odpowiednich przepisów projektowych (np. VdTÜV lub ASME), z uwzględnieniem czasu pracy, ciśnienia i korozji.		

Udarność i zachowanie Alloy 825 w temperaturze niskiej

Special Metals opublikował wyniki badań energii łamania próbek [Charpy'ego](#) z karbem typu keyhole. Nie jest to automatycznie ta sama metoda co badanie KV próbek z karbem V według EN ISO 148-1. Wartości poniżej służą jedynie porównaniu zachowania materiału w badaniu wskazanym przez producenta.

Alloy 825 - energia łamania Charpy keyhole dla płyt		
Temperatura [°C]	Kierunek wzdłużny [J]	Kierunek poprzeczny [J]



Pokojowa	107	113
-43	106	106
-196	91	97
-253	92	92

Jak interpretować tabelę: Wyniki pozostają wysokie również w temperaturach kriogenicznych, co potwierdza korzystną udurość materiału. Uwaga: wartości te dotyczą próbki z karbem keyhole. Nie należy oznaczać ich jako „KV” ani bezpośrednio porównywać z wymogami norm na energię łamania próbek V.

Alloy 825 - granice temperatur pracy i stabilność strukturalna

VDM opisuje użyteczne zachowanie Alloy 825 do około 550°C, natomiast dopuszczenia dotyczące zbiorników ciśnieniowych są określane przez odpowiednie kody, np. do 450°C według VdTÜV lub do 538°C w określonych zastosowaniach ASME. **Nie są to uniwersalne temperatury dopuszczalne** bez uwzględnienia obciążenia, stanu dostawy i rodzaju medium. Special Metals ostrzega przed zmianami struktury przy ekspozycji powyżej około 540°C, mogącymi ograniczać plastyczność oraz udurość.

Wysokotemperaturowa odporność na korozję nie jest równoznaczna z żarowytrzymałością. Jeżeli projekt wymaga podtrzymywania obciążenia przez dziesiątki tysięcy godzin, decydują dane pełzaniowe i dopuszczenia materiałowe; w takich warunkach mogą być właściwsze inne stopy. Dla Alloy 825 dominującym kryterium doboru są na ogół odporność chemiczna i odpowiednia wytrzymałość statyczna.

Alloy 825 / Incoloy 825 - odporność na korozję w środowiskach przemysłowych

Odporność korozyjna wynika ze współdziałania Ni, Cr, Mo, Cu i Ti. Nie należy jednak pisać, że Alloy 825 jest „odporny na wszystkie kwasy, wodę morską i zasady”: szybkość korozji może się bardzo zmieniać wraz ze stężeniem i temperaturą. Szczególnie niebezpieczne są zanieczyszczenia fluorkami, chlorkami, utleniaczami i osady w szczelinach. W projekcie istotny jest także stan złączy spawanych i powierzchni po trawieniu.



Kwas siarkowy H₂SO₄ - odporność Alloy 825

Kwas siarkowy jest jednym z głównych zastosowań stopu. Z dokumentacji Special Metals wynika, że w roztworach 40–80% H₂SO₄ przy około 50°C, w określonych warunkach testowych, często osiąga się prędkość korozji mniejszą niż 0,13 mm/rok. Należy jednak pamiętać, że procesowe dodatki chlorków, soli utleniających, osady i zmiany temperatury mogą całkowicie zmienić wynik.

INCOLOY 825 - wybrane testy zakładowe w kwasie siarkowym		
Medium i warunki	Temperatura / ekspozycja	Ubytek [mm/rok]
0,5% H ₂ SO ₄ w wodzie	99°C / 12 dni	0,05
1–4% H ₂ SO ₄ , siarczan amonu i sodu	35–40°C / test zakładowy	0,003
12% H ₂ SO ₄ + CuSO ₄ do 11,2% w wytrawialni	82°C / 26 dni	0,005
39% H ₂ SO ₄ w wyparce próżniowej	49°C / 120 dni	0,00 (brak uchwytnej korozji w tym teście)
42% H ₂ SO ₄ w wyparce próżniowej	57°C / 120 dni	0,008
55% H ₂ SO ₄ w wyparce próżniowej	71°C / 120 dni	0,10
20% H ₂ SO ₄ + 4% Na ₂ Cr ₂ O ₇	66–71°C / 77 dni	0,48
Jak interpretować tabelę: Dla samego kwasu siarkowego przy różnych warunkach uzyskano bardzo odmienne wyniki, od praktycznie niemierzalnego ubytku do 0,48 mm/rok. Jest to dowód, że stężenie i temperatura nie wystarczają; istotne są dodatkowe sole, ruch medium i warunki napowietrzenia. Dane mają charakter historycznych testów producenta.		

Kwas fosforowy H₃PO₄ - testy laboratoryjne i procesowe

W czystym kwasie fosforowym Alloy 825 ma bardzo dobrą odporność, również przy wysokich stężeniach. W kwasie technicznym produkowanym metodą mokrą pojawiają się jednak HF, H₂SiF₆, chlorki i ciała stałe, co może powodować korozję miejscową. Najważniejsza jest więc dokładna analiza rzeczywistej cieczy procesowej, a nie wyłącznie procentowa zawartość H₃PO₄.

Alloy 825 - szybkość korozji w roztworach kwasu fosforowego		
Stężenie H ₃ PO ₄	Warunki badania	Prędkość [mm/rok]



45%	63-68°C, 30 dni; częściowe zanurzenie	0,02
60%	wrzący czysty kwas, krótkie testy laboratoryjne	0,17
70%	wrzący czysty kwas, próba 1-dniowa	0,22
75%	komercyjny kwas, przepływ; 78°C, 30 dni	0,005
75%	komercyjny kwas, przepływ; 95°C, 30 dni	0,013
75%	komercyjny kwas, przepływ; 105°C, 30 dni	0,03
75%	115-127°C, 30 dni; faza ciekła/parowa	0,10
85%	wrzący, testy 20-24 h	0,91-1,27
Jak interpretować tabelę: Porównanie 75% H ₃ PO ₄ w 78°C (0,005 mm/rok) z wrzącym kwasem 85% (0,91-1,27 mm/rok) pokazuje, że wzrost stężenia i temperatury może wielokrotnie przyspieszyć korozję. Nie należy porównywać wprost prób kilkugodzinnych i 30-dniowych bez uwzględnienia czasu ekspozycji.		

Kwasy organiczne - kwas octowy, mrówkowy, mlekowy i szczawiowy

Stop 825 może wykazywać bardzo małą korozję w określonych kwasach organicznych, lecz charakter medium jest ważniejszy niż jego nazwa. Krótkie testy Special Metals wykonane we wrzących 10% roztworach kwasów pozwalają porównać zachowanie różnych grup chemicznych w tych samych przybliżonych warunkach.

INCOLOY 825 - 20-godzinne testy wrzących 10% kwasów organicznych	
Kwas organiczny	Szybkość korozji [mm/rok]
Octowy	<0,003
Mrówkowy	0,06
Mlekowy	0,008
Maleinowy	0,003
Ftalowy	<0,003
Szczawiowy	0,51



Jak interpretować tabelę: Alloy 825 był bardzo odporny na kwas octowy w tym teście, ale w kwasie szczawiowym szybkość wynosiła 0,51 mm/rok. Nie wolno więc bezwarunkowo nazywać tego stopu odpornym na wszystkie kwasy organiczne. Są to testy krótkotrwałe, nie gwarancje trwałości aparatu.

Kwas solny HCl, kwas azotowy i mieszaniny fluorowe

W rozcieńczonym kwasie solnym Alloy 825 może wykazywać umiarkowaną odporność, jednak wraz ze wzrostem temperatury szybkość korozji zwykle gwałtownie rośnie. W danych wejściowych dla 5% HCl podano około 0,12 mm/rok przy 20°C, lecz około 2 mm/rok przy 66°C; podobny wzrost występuje w bardziej stężonych roztworach. Dlatego stop 825 **nie powinien być traktowany jako domyślny materiał dla gorącego kwasu solnego**. W takiej aplikacji warto przeanalizować specjalistyczne stopy Ni-Mo lub Ni-Cr-Mo, np. z rodziny C-276, po sprawdzeniu realnego medium.

Chrom umożliwia stosowanie Alloy 825 w niektórych środowiskach utleniających, takich jak roztwory kwasu azotowego, ale dodatek HF albo chlorków może prowadzić do gwałtownego pogorszenia odporności. Stop powinien być kwalifikowany dla rzeczywistej mieszaniny oraz obecności par i kondensatów. W instalacji odparowującej często inny wynik otrzymuje się w cieczy, a inny w fazie parowej.

Korozja wżerowa, szczelinowa i naprężeniowa w środowiskach chlorkowych

Zawartość niklu zwiększa odporność na pękanie korozyjne naprężeniowe wywołane chlorkami, a molibden ogranicza ryzyko wżerów. Jednak w miejscach o utrudnionej wymianie cieczy — pod uszczelkami, osadami, podkładkami, biofilmem — może nastąpić lokalne obniżenie pH i wzrost stężenia jonów agresywnych. Oceniając materiał do kontaktu z wodą morską, trzeba wziąć pod uwagę temperaturę, przepływ, szczeliny i warunki mikrobiologiczne; nie wystarczy sama nazwa „odporna stal/stop niklu”.

Alloy 825 jest stosowany w instalacjach sour service zawierających H₂S i CO₂, ale odporność na SSC nie wynika z samego numeru UNS. Decydują wymagania **NACE MR0175 / ISO 15156** lub innych właściwych dokumentów, warunki środowiska, stan dostawy, twardość i zakres wytwarzania. Norma materiałowa oraz kwalifikacja środowiska powinny znaleźć się w dokumentacji zamówienia.

Alloy 825 - ocena zachowania w najważniejszych mediach



Rodzaj środowiska	Ocena techniczna	Warunek / ograniczenie
Kwas siarkowy	Bardzo dobra odporność w wielu zakresach	Zależy od stężenia, temperatury, napowietrzenia, domieszek
Kwas fosforowy	Bardzo dobra w wielu mediach	Fluorki, chlorki i osady mogą powodować korozję miejscową
Kwasy organiczne	Dobra do bardzo dobrej w wybranych kwasach	Nie uogólniać na szczawiowy i gorące mieszanki
Kwas solny	Ograniczona, szczególnie na gorąco	Dla podwyższonych temperatur potrzebna osobna kwalifikacja
Woda morska	Użyteczny w wybranych instalacjach	Szczeliny, stagnacja i osady zwiększają ryzyko
Kwaśny gaz, H ₂ S / CO ₂	Stosowany w oil & gas	Wymagana zgodność z ISO 15156 / NACE i warunkami służby
Gorące utleniacze + HF	Ryzyko szybkiej korozji	Sprawdzać osobno ciecz, parę i kondensat
Jak interpretować tabelę: Wskazania w drugiej kolumnie nie są kategoriami certyfikującymi. Gdy w jednym procesie występują kolejne różne media, ocenie musi podlegać każdy etap: rozruch, praca nominalna, wyłączenie i mycie chemiczne.		

Alloy 825 / N08825 - spawanie i dobór materiałów dodatkowych

Alloy 825 charakteryzuje się dobrą spawalnością metodami TIG (GTAW), MIG (GMAW), spawaniem elektrodą otuloną oraz wybranymi metodami zmechanizowanymi. Dla złączy odpornych na korozję szczególne znaczenie ma czystość powierzchni: resztki siarki, tłuszczu, znakowników, cynku i innych niskotopliwych zanieczyszczeń mogą powodować niezgodności. Należy również chronić grań spoiny przed utlenianiem, kontrolować energię liniową i przebieg spawania.

INCOLOY 825 - materiały dodatkowe do spawania		
Proces	Materiał dodatkowy	Uzasadnienie
TIG / MIG (GTAW / GMAW)	ERNiCrMo-3 / INCONEL® Filler Metal 625 / VDM FM 625	Standardowo zalecany przez VDM i Special Metals dla wielu złączy Alloy 825



Elektrody otulone (SMAW)	ENiCrMo-3 / INCONEL® Welding Electrode 112	Wskazywany przez Special Metals dla spawania elektrodą otuloną
Złącza o szczególnie wysokiej odporności korozyjnej	ERNiCrMo-14 / spoiwo 686CPT (dobór wg procedury)	Rozwiązanie dla określonych bardzo agresywnych środowisk, wymagające kwalifikacji
Spawanie materiałów różniamiennych	Spoiwo dobrane do obu materiałów oraz medium	Konieczna ocena korozji złącza, rozcieńczenia i wymogów projektowych
Jak interpretować tabelę: Najczęściej stosowanym dodatkiem jest ERNiCrMo-3 (625), ale nie oznacza to, że bazowy Alloy 825 jest tożsamy z Alloy 625. Materiały ENiCrMo-4 i ERNiCrMo-4 są kojarzone z C-276 i nie powinny być automatycznie kopiowane jako standardowe spoiwa Alloy 825.		

W instrukcjach VDM podkreślono konieczność osłony grani czystym argonem, kontrolowania małej energii wprowadzonej oraz utrzymywania temperatury międzyścięgowej poniżej około 150°C. Podgrzewanie wstępne i obróbka cieplna po spawaniu z reguły nie są wymagane w typowych zastosowaniach; odstępstwa zależą od elementu i WPS/PQR. Niezbędna jest identyfikacja materiału podstawowego oraz materiału dodatkowego według obowiązujących norm spawalniczych, np. AWS A5.14 / EN ISO 18274.

Alloy 825 - obróbka cieplna, plastyczna i skrawaniem

Stop można kuć, walcować, zginać, tłoczyć i obrabiać skrawaniem. Utrzymanie dobrej odporności międzykrystalicznej wymaga jednak właściwego nagrzewania, unikania zanieczyszczeń i odpowiedniego chłodzenia po kształtowaniu. Dane Special Metals i VDM odzwierciedlają różne procedury technologiczne, więc nie należy sklejać ich w jeden arbitralny cykl.

Alloy 825 - zalecane zakresy obróbki cieplnej i plastycznej		
Rodzaj obróbki	Zakres / postępowanie	Uwagi techniczne
Obróbka na gorąco - Special Metals	870-1180°C	Końcowe odkształcanie korzystnie 870-980°C
Obróbka na gorąco - VDM	900-1150°C	Po wyrównaniu temperatury kształtować i szybko chłodzić



Wyżarzanie stabilizujące - Special Metals	930-980°C	Szybkie chłodzenie powietrzem lub w wodzie, zależnie od przekroju
Wyżarzanie zmiękczające/stabilizujące - VDM	920-980°C, korzystnie 940±10°C	Zasadniczo szybkie chłodzenie wodne
Chłodzenie cienkich wyrobów	Możliwe szybkie chłodzenie powietrzem	VDM dopuszcza specjalne chłodzenie dyszami dla przekrojów poniżej ok. 3 mm
Obróbka plastyczna na zimno	Na materiale odpowiednio wyżarzonym	Przy zgnioście >15% VDM zaleca ponowne wyżarzanie
Po spawaniu	Z reguły bez obróbki cieplnej	O ile nie wymagają jej stan początkowy, naprawa lub środowisko pracy
Jak interpretować tabelę: W dokumentacji VDM czystość wsadu i atmosfery pieca jest warunkiem powodzenia procesu. Pozostałości znakowania, smarów i związków siarki mogą wywoływać wady materiału. Szybkie chłodzenie po wyżarzaniu sprzyja zachowaniu odpowiednich własności antykorozyjnych.		

Skrawanie Alloy 825 - wskazówki technologiczne

Alloy 825 obrabia się skrawaniem zwykle w stanie wyżarzonym. Stosuje się sztywne mocowanie, ostre narzędzia, dobraną geometrię krawędzi i skuteczne chłodzenie. Zbyt mały posuw sprzyja tarciu po powierzchni już umocnionej przez zgniot, a lokalne nagrzanie skraca trwałość narzędzia. W porównaniu ze zwykłą stalą węglową materiał przewodzi ciepło słabiej, dlatego odprowadzanie ciepła z ostrza ma istotne znaczenie. Parametry skrawania należy dopasować do konkretnego wyrobu, narzędzia i tolerancji.

Alloy 825 / Incoloy 825 - normy wyrobowe ASTM, ASME, DIN i ISO

Nie wystarczy zamówić „825”. W zapytaniu należy podać normę właściwą dla postaci produktu, średnicę lub grubość, stan obróbki, wymagane badania i dokument odbiorowy. Starsze specyfikacje DIN lub BS mogą funkcjonować w archiwalnych rysunkach i wymagają sprawdzenia wydania.

Alloy 825 / UNS N08825 - najważniejsze specyfikacje wyrobowe		
Postać materiału	ASTM / ASME	Pozostałe systemy



Pręty i druty	ASTM B425 / ASME SB-425	DIN 17752, 17753, 17754; BS 3076 NA16; ISO 9723-9725
Odkuwki, kołnierze	ASTM B564 / ASME SB-564	Weryfikacja wymaganych wymiarów i zakresu kwalifikacji
Blachy, płyty, taśmy	ASTM B424 / ASME SB-424; ASTM B906 / ASME SB-906	DIN 17750, BS 3072/3073 NA16, ISO 6208
Rury bezszwowe	ASTM B423 / ASME SB-423; ASTM B163 / ASME SB-163	DIN 17751, ISO 6207
Rury spawane	ASTM B704 / ASME SB-704; ASTM B705 / ASME SB-705	Dodatkowo normy ogólne B751, B775 i B829 zależnie od wyrobu
Kształtki	ASTM B366 / ASME SB-366	Dobór wymagań wymiarowych i spawalniczych
Norma materiałowa / identyfikacyjna	UNS N08825	W.Nr. 2.4858 / NiCr21Mo, DIN 17744; BS NA16
Jak interpretować tabelę: Przykładowo ASTM B424 dotyczy blach i taśm, ASTM B425 prętów, a ASTM B423 rur bezszwowych. Są to różne specyfikacje, których nie można swobodnie zamieniać. Dla aparatury ciśnieniowej sprawdza się także odpowiednie dopuszczenia ASME lub VdTÜV.		

Alloy 825 - inne oznaczenia, zamienniki i nazwy handlowe

Wiele nazw handlowych opisuje tę samą klasę stopu, ale formalna zamienność wymaga zgodności składu, obróbki, normy wyrobu i dokumentacji. Niektóre nazwy spotykane w katalogach są historyczne albo odnoszą się do podobnych, lecz nie w pełni identycznych analiz. W szczególności nie należy na podstawie samego numeru 825 utożsamiać Alloy 825 z utwardzanym wydzieleniowo Alloy 925.

Alloy 825 - odpowiedniki i nazwy spotykane w dokumentacji		
Nazwa / symbol	System / pochodzenie	Znaczenie
Alloy 825 / N08825	UNS / oznaczenie ogólne	Podstawowe oznaczenie stopu
INCOLOY® alloy 825	Special Metals	Właściwa nazwa handlowa producenta
2.4858 / NiCr21Mo	DIN / europejski numer	Oznaczenie gatunku wyrobów przerabianych plastycznie



VDM® Alloy 825 / Nicrofer® 4221	VDM Metals	Nazwy producenta, historyczna nazwa rodziny Nicrofer
NiFe30Cr21Mo3	ISO - nazwa opisowa	Nazwa wskazana w karcie VDM
BS NA16	British Standard	Historyczne oznaczenie materiału w normach BS
Sanicro® 41	Nazwa handlowa	Spotykana w dokumentacji materiałowej; potwierdzić normę
NC21FeDU	AFNOR - oznaczenie	Oznaczenie wskazane w karcie VDM
NS142 / 02Ch21N42M3	Chińskie / rosyjskie katalogi	Porównawcze oznaczenia; wymagana weryfikacja składu
Inconel 825	Nieformalna nazwa katalogowa	Nie jest oficjalną nazwą marki INCOLOY® 825
Alloy 925 / N09925	Inny stop	Nie jest zamiennikiem 1:1; inny skład i mechanizm umocnienia
Jak interpretować tabelę: Dla bezpiecznego doboru rozstrzygające są UNS N08825, numer 2.4858 i aktualna norma wyrobu. Nazwy historyczne służą identyfikacji na rysunkach lub w katalogach, a nie jako samodzielna podstawa odbioru materiałowego.		

Alloy 825 - dobór w praktyce i porównanie z innymi stopami

Alloy 825 należy dobierać w kontekście konkretnego procesu. W kwasie siarkowym i fosforowym może być rozwiązaniem korzystnym pod względem trwałości i kosztu. Przy wysokim stężeniu chlorków lub fluorków, pod osadami i w wysokich temperaturach użytkowych właściwsze mogą być stopy o większej zawartości molibdenu, takie jak Alloy 625, C-22 lub C-276. Z kolei w układach z dominującą wysoką temperaturą i obciążeniem przez wiele lat dobór powinien opierać się przede wszystkim na żarowytrzymałości, nie na samej odporności chemicznej. W zapytaniu warto podać skład medium zanieczyszczeń (Cl^- , F^- , Fe^{3+} , H_2S), stężenia, temperatury rozruchowe i maksymalne, ciśnienie, czas kontaktu, prędkość przepływu, obecność szczelin i osadów, postać produktu, wymiary oraz wymagane świadectwo odbioru. Dzięki temu można zweryfikować nie tylko nominalny gatunek, ale i jego rzeczywistą przydatność.



Najczęściej zadawane pytania - Alloy 825 / Incoloy 825

Czy Alloy 825 i Incoloy 825 to ten sam materiał?

Tak. INCOLOY® alloy 825 to nazwa handlowa stopu określonego jako UNS N08825 i 2.4858. Przy zakupie należy podać numer UNS oraz normę wyrobu.

Czy Inconel 825 jest poprawną nazwą?

W handlu czasem spotyka się określenie Inconel 825, ale oficjalną nazwą marki jest INCOLOY® 825. INCONEL® to osobna rodzina nazw handlowych; przy dokumentowaniu materiału należy używać N08825.

Jaki skład chemiczny ma Alloy 825?

Zawiera 38–46% niklu, 19,5–23,5% chromu, 2,5–3,5% molibdenu, 1,5–3,0% miedzi, 0,6–1,2% tytanu i żelazo jako pozostały główny składnik. Limity zanieczyszczeń różnią się między normami.

Czy Alloy 825 jest odporny na kwas siarkowy?

Tak, to jedno z jego podstawowych zastosowań. O rzeczywistej odporności decydują stężenie, temperatura, napowietrzenie, chlorki i inne zanieczyszczenia; nie ma jednej gwarantowanej prędkości korozji.

Czy Alloy 825 można stosować w wodzie morskiej?

Może być stosowany w wielu instalacjach z wodą morską, jednak w szczelinach, pod osadami i przy stagnacji istnieje ryzyko korozji miejscowej. Warunki należy ocenić indywidualnie.

Do jakiej temperatury może pracować Alloy 825?

VDM opisuje właściwości materiału do ok. 550°C, ale dopuszczalna temperatura aparatu zależy od normy projektowej i obciążeń. Special Metals ostrzega przed pogorszeniem plastyczności po ekspozycji powyżej około 540°C.



Jak spawać Incoloy 825?

Najczęściej używa się TIG/MIG z drutem ERNiCrMo-3 (Inconel Filler Metal 625) lub elektrod otulonych ENiCrMo-3. Złącze wymaga właściwej procedury spawania i ochrony grani.

Czy Alloy 825 można hartować w celu zwiększenia twardości?

Alloy 825 nie jest typowym stopem utwardzanym wydzieleniowo. Wytrzymałość można zwiększyć zgniotem na zimno, a obróbka cieplna służy głównie zmiękczeniu i stabilizacji.

Czym różni się Alloy 825 od Alloy 625?

Alloy 825 ma więcej żelaza oraz dodatki miedzi i tytanu, natomiast Alloy 625 ma wyższy udział niklu i molibdenu oraz niob. Wybór zależy od rodzaju kwasu, zawartości chlorków, obciążeń i budżetu.

Czy Alloy 825 i Alloy 20 są zamienne?

Nie automatycznie. Oba materiały są używane w kwasie siarkowym, ale mają różny skład, stabilizację i wyniki korozyjne w szczególnych warunkach. Należy sprawdzić wymagania projektowe i testy dla medium.

Jaka jest twardość Incoloy 825?

Twardość zależy od postaci i obróbki. W stanie wyżarzonym może wynosić orientacyjnie około 90 HRB, lecz wiążący wynik należy sprawdzić na świadectwie 3.1 konkretnego wyrobu.

Jakie wyroby z Alloy 825 można zamówić?

Najczęściej dostępne są pręty, blachy, płyty, odkuwki, rury i elementy wykonywane na zamówienie. Kluczowe jest potwierdzenie wymiaru, stanu, normy i wymagań odbiorczych.