



Alloy C-22 / HASTELLOY C-22 / INCONEL Alloy 22 / 2.4602 / UNS
N06022

Alloy C-22 / HASTELLOY® C-22 / INCONEL® Alloy 22 / 2.4602 / UNS N06022 - odporny na korozję stop niklu NiCr21Mo14W

Alloy C-22 (N06022, 2.4602, NiCr21Mo14W, HASTELLOY® C-22, INCONEL® alloy 22, VDM® Alloy 22) jest wysokostopowym materiałem na osnowie niklu, przeznaczonym przede wszystkim do aparatury pracującej w silnie korozyjnych środowiskach chemicznych. Zawiera zwykle około 21-22% chromu, 13-14% molibdenu i 3% wolframu. Szczególnie ważna jest odporność na **korozję wżerową, szczelinową, międzykrystaliczną i korozyjne pękanie naprężeniowe** w licznych środowiskach zawierających chlorki.

W przeciwieństwie do stopów niklu projektowanych głównie dla wysokiej temperatury, takich jak Alloy 617, zasadniczą przewagą C-22 jest szeroki zakres odporności na chemicznie agresywne roztwory, również wtedy, gdy warunki utleniające i redukujące zmieniają się w trakcie procesu. Jest to istotne w aparaturze, w której jeden materiał ma kontakt z mieszaninami kwasów, zanieczyszczeniami chlorkowymi lub utleniającymi solami metali.

Materiały dostępne w Alfa-Tech - Alloy C-22 / Inconel Alloy 22 / Hastelloy C-22 / 2.4602 / UNS N06022

[Pręty Alloy C-22, INCONEL® Alloy 22, HASTELLOY® C-22, 2.4602, NiCr21Mo14W, UNS N06022 - okrągłe, walcowane i ciągnione](#)
[Płaskowniki Alloy C-22, INCONEL® Alloy 22, HASTELLOY® C-22, 2.4602, NiCr21Mo14W, UNS N06022](#)
[Pręty kute Alloy C-22, INCONEL® Alloy 22, HASTELLOY® C-22, 2.4602, NiCr21Mo14W, N06022 - okrągłe, kwadratowe, płaskie](#)
[Odkuwki Alloy C-22, INCONEL® Alloy 22, HASTELLOY® C-22, 2.4602, NiCr21Mo14W, UNS N06022](#)
[Rury Alloy C-22, INCONEL® Alloy 22, HASTELLOY® C-22, 2.4602, NiCr21Mo14W, N06022 - bezszwowe lub spawane](#)
[Blachy, płyty i taśmy Alloy C-22, INCONEL® Alloy 22, HASTELLOY® C-22, 2.4602, NiCr21Mo14W, N06022 - arkusze i formatki](#)

Telefon: [+48 63 2610519](tel:+48632610519)
kontakt@alfa-tech.com.pl



Alloy C-22 - skład chemiczny, normy i oznaczenia HASTELLOY® C-22 / INCONEL® Alloy 22 / 2.4602 / UNS N06022 / NiCr21Mo14W / VDM® Alloy 22

Alloy C-22 oznacza się w systemie amerykańskim jako **UNS N06022**, a w europejskim jako **2.4602 / NiCr21Mo14W**. Nazwy HASTELLOY C-22 i INCONEL Alloy 22 są nazwami handlowymi podawanymi przez różnych producentów. To ten sam typ stopu pod względem identyfikacji materiałowej, ale zgodność dostawy trzeba ocenić według normy wyrobu, gatunku i atestu.

Skład chemiczny Alloy C-22 / UNS N06022 / 2.4602 - % masowe											
Gatunek stopu	Norma	Ni	Cr	Mo	W	Fe	Co	C	Mn	Si	Inne
Alloy C-22 / UNS N06022	ASTM B575 / UNS	reszt a	20,0 -22, 5	12,5 -14, 5	2,5- 3,5	2,0- 6,0	≤2,5	≤0,0 15	≤0,5 0	≤0,0 8	$V \leq 0,35$; $P \leq 0,025$; $S \leq 0,02$
2.4602 / NiCr21Mo14W	EN / DIN (oznaczenie)	reszt a	20,0 -22, 5	12,5 -14, 5	2,5- 3,5	2,0- 6,0	≤2,5	≤0,0 15	≤0,5 0	≤0,0 8	$V \leq 0,35$; $P \leq 0,025$; $S \leq 0,02$
HASTELLOY® C-22	Haynes - skład nominalny	ok. 56	22	13	3	3	≤2,5	≤0,0 1	≤0,5 0	≤0,0 8	$V \leq 0,35$; $Cu \leq 0,50$
INCONEL® alloy 22	Special Metals / N06022	reszt a	20,0 -22, 5	12,5 -14, 5	2,5- 3,5	2,0- 6,0	≤2,5	≤0,0 15	≤0,5 0	≤0,0 8	$V \leq 0,35$; P, S - wg specyfikacji
VDM® Alloy 22	VDM Metals / N06022	reszt a	20,0 -22, 5	12,5 -14, 5	2,5- 3,5	2,0- 6,0	≤2,5	≤0,0 15	≤0,5 0	≤0,0 8	$V \leq 0,35$; $P \leq 0,025$; $S \leq 0,02$

Wszystkie wartości wyrażono w procentach masowych. „Reszta” oznacza nikiel; wiersz HASTELLOY C-22 podaje skład nominalny, a pozostałe wiersze - zakresy lub limity zgodne z przywołanym oznaczeniem/specyfikacją. Dla zamówienia należy stosować wymagania właściwej normy wyrobu i jej wydania.

Rola pierwiastków stopowych w Alloy C-22

- **Ni - nikiel:** tworzy stabilną podstawę austenityczną o strukturze FCC, poprawia ciągliwość i zapewnia korzystną odporność w licznych środowiskach redukujących.
- **Cr - chrom:** zwiększa odporność na media utleniające, kwasy zawierające utleniacze i roztwory soli żelaza oraz miedzi; uczestniczy w tworzeniu warstwy pasywnej.
- **Mo - molibden:** istotnie podnosi odporność na korozję wżerową i szczelinową w obecności chlorków oraz odporność na wiele nieutleniających kwasów.
- **W - wolfram:** współdziała z molibdenem, wzmacniając odporność w określonych roztworach redukujących i agresywnych mediach chlorkowych.



- **Fe - żelazo:** obecne w kontrolowanej ilości; jego udział jest niższy niż w typowych stalach nierdzewnych, ponieważ osnowę stanowi nikiel.
- **C - węgiel oraz Si - krzem:** utrzymywane na niskim poziomie w celu ograniczenia niekorzystnych wydzieleni i zmian odporności korozyjnej podczas spawania oraz nagrzewania.
- **Co, Mn, V, P i S:** ich zawartości są kontrolowane w ramach specyfikacji, aby zachować pożądaną strukturę i właściwości technologiczne.

Alloy C-22 - charakterystyka metalurgiczna i znaczenie składu

Alloy C-22 jest stopem austenitycznym, zasadniczo umacnianym roztworowo, a nie klasycznym stopem utwardzanym wydzieleniowo. Jego duża zawartość chromu w połączeniu z molibdenem i wolframem jest przemyślanym kompromisem: chrom wspomaga odporność w warunkach utleniających, a molibden z wolframem – w wielu środowiskach redukujących. Połączenie tych mechanizmów ułatwia stosowanie jednego materiału w instalacjach o zmiennym składzie medium. Bardzo małe ilości węgla i krzemu ograniczają niebezpieczeństwo niekorzystnych wydzieleni związanych ze spawaniem, jednak **nie oznacza to całkowitej niewrażliwości na długotrwałe przegrzewanie**. W wysokiej temperaturze, zależnie od czasu ekspozycji, mogą powstawać fazy międzymetaliczne i wydzielania obniżające odporność korozyjną oraz plastyczność. Nie należy utożsamiać wysokiej temperatury topnienia z dopuszczalną temperaturą ciągłej pracy konstrukcji pod obciążeniem.

W porównaniu z Alloy C-276 stop C-22 często oferuje korzystniejszą odporność na korozję lokalną i lepszą odporność na niektóre silnie utleniające roztwory. Nie jest jednak regułą, że zawsze przewyższa C-276: w każdym przypadku trzeba porównać konkretne stężenie kwasu, temperaturę, zawartość zanieczyszczeń oraz przewidywany rodzaj korozji.

Alloy C-22 - zastosowanie w przemyśle

Przemysł chemiczny i petrochemiczny

Zastosowania obejmują reaktory, zbiorniki, mieszalniki, kolumny procesowe, wymienniki ciepła, parowniki, aparaturę do produkcji kwasu octowego i fosforowego oraz urządzenia obsługujące mieszaniny kwasów mineralnych. C-22 znajduje



zastosowanie tam, gdzie typowe stale austenityczne nie zapewniają odpowiedniej trwałości albo wymagałyby częstych wymian z powodu korozji lokalnej.

Oczyszczanie spalin i oczyszczanie ścieków

W układach odsiarczania spalin, płuczkach i skrubierach materiał może pracować w kontakcie z wilgotnymi gazami, chlorkami, związkami siarki oraz kondensatami o obniżonym pH. Wykorzystuje się go na wykładziny, kanały, przepustnice, elementy wentylatorów, pompy, armaturę i spawane odcinki instalacji. Odporność zawsze należy zweryfikować wobec składu kondensatu i temperatury punktu rosy.

Przemysł celulozowo-papierniczy, farmaceutyczny i specjalistyczne procesy

Stop stosuje się w procesach chlorowania i bielenia, w aparaturze do wytwarzania specjalistycznych związków organicznych, w farmacji oraz w instalacjach z kwasami mrówkowym i octowym. Przy wyborze materiału ważna jest nie tylko odporność stopu w roztworze podstawowym, lecz także wpływ pozostałości chloru, środków czyszczących oraz mieszanin pobocznych.

Geotermia, środowiska morskie i instalacje wymagające wysokiej niezawodności

W wybranych instalacjach geotermalnych oraz w kontakcie z zasolonymi wodami C-22 może ograniczać ryzyko korozji szczelinowej w połączeniach kołnierзовych, pod uszczelkami i w strefach zastoju. Niekiedy jest rozważany także w aparaturze do gospodarki odpadami i w instalacjach związanych z technologiami jądrowymi; każdy taki projekt wymaga indywidualnej kwalifikacji materiałowej.

Alloy C-22 - właściwości fizyczne

Właściwości fizyczne zależą od producenta, dokładnego składu w granicach normy i temperatury badania. W poniższym zestawieniu bazą są dane VDM oraz Haynes. W niektórych kartach INCONEL alloy 22 podano inne wartości typowe — nie należy ich łączyć bez wskazania źródła i temperatury.

Podstawowe właściwości fizyczne Alloy C-22 / 2.4602
--



Parametr	Wartość typowa
Gęstość w 20°C	około 8,7 g/cm ³
Zakres topnienia	około 1357-1400°C (Haynes); 1360-1400°C (VDM)
Ciepło właściwe w 20°C	406 J/(kg·K) - VDM
Przewodność cieplna w 20°C	9,4 W/(m·K) - VDM
Rezystywność elektryczna w 20°C	około 1,21 μΩ·m - VDM
Moduł sprężystości wzdłużnej E, 20°C	206 GPa - VDM
Średnia rozszerzalność liniowa, 20-100°C	12,4 × 10 ⁻⁶ /K - VDM
Twardość	zależna od postaci i stanu; typowo ok. 84-88 HRBW dla wyrobów przesycanych (Haynes)
Jak interpretować tabelę: Parametry pokojowe nie są stałymi dla całego zakresu pracy. Podczas nagrzewania wzrasta przewodność cieplna i rozszerzalność, a spada sztywność sprężysta. Twardość 240 HBW pojawiająca się w kartach technicznych nie jest wymaganą minimalną twardością każdego wyrobu; stan materiału i norma dostawy są nadrzędne.	

Zmiana przewodności, ciepła właściwego i rezystywności wraz z temperaturą

Alloy C-22 - wybrane właściwości fizyczne w funkcji temperatury (VDM)			
Temperatura [°C]	Ciepło właściwe c _p [J/(kg·K)]	Przewodność λ [W/(m·K)]	Rezystywność ρ _e [μΩ·m]
20	406	9,4	1,21
100	423	11,1	1,23
200	444	13,4	1,23
300	460	15,5	1,25
400	476	17,5	1,26
500	495	19,5	1,27
600	514	21,3	1,28
700	533	23,2	1,29



Jak interpretować tabelę: Od 20 do 700°C przewodność cieplna w zestawieniu VDM rośnie z 9,4 do 23,2 W/(m·K), a ciepło właściwe z 406 do 533 J/(kg·K). Dla projektowania wymienników, kompensatorów i aparatów cieplnych należy stosować wartości odpowiadające temperaturze rzeczywistej, a nie wyłącznie danym z 20°C.

Średni współczynnik rozszerzalności liniowej

Alloy C-22 - średnia rozszerzalność liniowa od 20°C do T (VDM)	
Zakres temperatur [°C]	Średni α [$10^{-6}/K$]
20-100	12,4
20-200	12,4
20-300	12,5
20-400	13,1
20-500	13,7
20-600	14,3
20-700	14,9
20-800	15,5
20-900	15,8
20-1000	16,2

Jak interpretować tabelę: Podane wartości są średnimi współczynnikami od temperatury odniesienia 20°C do temperatury końcowej, a nie chwilową rozszerzalnością w jednym punkcie. W projektowaniu kołnierzy, wymienników i rurociągów ważne jest dopasowanie rozszerzalności do innych materiałów konstrukcji.

Moduł sprężystości w podwyższonej temperaturze

Alloy C-22 - moduł Younga E w funkcji temperatury (VDM)	
Temperatura [°C]	Moduł E [GPa]
20	206
100	202
200	197
300	190



400	185
500	178
600	173
700	167
800	159
900	150
1000	143

Jak interpretować tabelę: Moduł sprężystości spada z 206 GPa w 20°C do około 143 GPa przy 1000°C. Oznacza to mniejszą sztywność elementu i większe ugięcia przy podobnym obciążeniu. Wartości E nie zastępują jednak danych o dopuszczalnych naprężeniach ani parametrów pełzania.

Alloy C-22 - właściwości mechaniczne

W stanie po wyżarzaniu rozpuszczającym Alloy C-22 charakteryzuje się dobrą ciągliwością i dużym zapasem odkształcalności. Parametry [Rp0,2](#), [Rm](#) i [A](#) zależą od postaci wyrobu, wymiarów oraz konkretnej procedury obróbki cieplnej. Poniżej oddzielono **wymagania minimalne** od **przykładowych wyników badań** — nie są to wielkości zamienne.

Alloy C-22 - minimalne właściwości w temperaturze pokojowej			
Warunki / stan	Rp0,2 [MPa]	Rm [MPa]	A [%]
Stan przesycony - wyroby wg danych VDM / VdTÜV	≥310	690-950	≥45
Typowe wymagania ASTM B574 / B575 dla N06022*	≥310	≥690	≥45

Jak interpretować tabelę: Dla materiałów o większych przekrojach i szczególnych stanach dostawy parametry należy uzgodnić osobno. Rozróżnij **wartość minimalną z normy** od **przeciętnego wyniku dostawy**; dane do obliczeń należy przyjmować z dokumentacji projektowej i świadectwa kontroli.

*Zależnie od wydania specyfikacji i postaci wyrobu; wartości należy potwierdzić w normie przywołanej w zamówieniu.

Właściwości mechaniczne blach, płyt i prętów w funkcji



temperatury

HASTELLOY C-22 - typowe wyniki prób rozciągania według Haynes				
Postać wyrobu	T [°C]	Rp0,2 [MPa]	Rm [MPa]	A [%]
Blacha 0,7-3,2 mm	20	407	800	57
Blacha 0,7-3,2 mm	316	286	676	62
Blacha 0,7-3,2 mm	427	283	655	67
Blacha 0,7-3,2 mm	538	276	627	61
Blacha 0,7-3,2 mm	649	248	586	65
Blacha 0,7-3,2 mm	760	241	524	63
Płyta 6,4-19,1 mm	20	372	786	62
Płyta 6,4-19,1 mm	316	248	655	68
Płyta 6,4-19,1 mm	427	241	634	68
Płyta 6,4-19,1 mm	538	234	607	67
Płyta 6,4-19,1 mm	649	221	572	69
Płyta 6,4-19,1 mm	760	214	524	68
Pręt 12,7-50,8 mm	20	359	765	70
Pręt 12,7-50,8 mm	316	234	634	79
Pręt 12,7-50,8 mm	427	214	614	79
Pręt 12,7-50,8 mm	538	200	579	80
Pręt 12,7-50,8 mm	649	193	552	80
Pręt 12,7-50,8 mm	760	200	496	77
Jak interpretować tabelę: Dane Haynes ilustrują wpływ temperatury i formy wyrobu. Przy 427°C granica plastyczności blachy wynosi 283 MPa , nie 28 MPa. Wysokie wydłużenie świadczy o dobrej plastyczności w tych próbach, lecz nie stanowi gwarancji trwałości pod wieloletnim obciążeniem — w podwyższonej temperaturze trzeba dodatkowo rozważyć relaksację i pełzanie.				

Twierdź i udarność stopu

W badaniach Haynes typowa twardość po przesycaniu wynosi około 88 HRBW dla blach i płyt oraz około 84 HRBW dla prętów. Próby [KV](#) wykazały dużą energię łamania także w niskiej temperaturze; wartości liczbowe zależą od geometrii próbki, karbu i kierunku pobrania.



HASTELLOY C-22 - twardość i udarność (dane typowe Haynes)	
Badanie / wyrób	Wynik
Twardość blachy przesyczonej	ok. 88 HRBW
Twardość płyty przesyczonej	ok. 88 HRBW
Twardość pręta przesyczonego	ok. 84 HRBW
Próba Charpy V, płyta, ok. 20°C	568 J
Próba Charpy V, płyta, -196°C	469 J
Jak interpretować tabelę: Energia 568 J dotyczy konkretnej próby Charpy V wykonanej na płycie Haynes. Podane wartości nie mogą być bezpośrednio utożsamiane z wymaganiem minimalnym KV2 dla każdej dostawy. Do odbioru materiału stosuje się kryteria z właściwej normy oraz świadectwa.	

Odporność korozyjna Alloy C-22 - na czym polega przewaga materiału

Dobra odporność C-22 wynika ze współdziałania chromu, molibdenu i wolframu. Stop zachowuje się korzystnie zarówno w wielu kwasach utleniających, jak i redukujących, a wysoka zawartość pierwiastków stopowych ogranicza podatność na miejscowe uszkodzenie warstwy pasywnej. Ważną zaletą są również właściwości stopu po spawaniu, jeśli zastosowano właściwy materiał dodatkowy, przygotowanie brzegów i parametry procesu.

Korozja wżerowa i szczelinowa w środowiskach chlorkowych

Korozja wżerowa prowadzi do punktowego, niekiedy bardzo głębokiego uszkodzenia powierzchni. Korozja szczelinowa rozwija się szczególnie pod uszczelkami, w połączeniach nakładkowych, pod osadami i w miejscach ograniczonej wymiany roztworu. Sam brak znacznego ubytku masy nie oznacza, że element jest bezpieczny przed perforacją.

Odporność na korozję lokalną w zakwaszonym 6% FeCl ₃ - ASTM G48 (Haynes)		
Materiał	CPT - krytyczna temperatura wżerowa [°C]	CCT - krytyczna temperatura szczelinowa [°C]
AISI 316L	15	0



254 SMO	60	30
Alloy 625	100	40
Alloy C-276	>150	55
Alloy C-22	>150	80

Jak interpretować tabelę: CPT i CCT dotyczą ściśle określonych badań laboratoryjnych w zakwaszonym FeCl_3 i nie są dopuszczalną temperaturą pracy dowolnej instalacji. Dla C-22 w tym teście nie stwierdzono wżerów do granicy badania powyżej 150°C ; natomiast CCT wyniosła 80°C i była wyższa niż dla C-276 (55°C).

W mieszaninie zwanej „Green Death” ($11,5\% \text{H}_2\text{SO}_4 + 1,2\% \text{HCl} + 1\% \text{FeCl}_3 + 1\% \text{CuCl}_2$) firma Haynes podała wystąpienie wżerów C-22 dopiero przy około 120°C w próbie 24-godzinnej. Inne środowisko testowe może prowadzić do całkowicie innego wyniku, dlatego nie należy przenosić temperatury krytycznej pomiędzy roztworami.

Korozja ogólna - przykładowe szybkości w roztworach chemicznych

Poniższe wyniki wybrano z danych badawczych Haynes. Są to prędkości korozji ogólnej; nie opisują ryzyka pęknięcia naprężeniowego ani wżerów. Stężenia wyrażono w procentach masowych. Wyniki pochodzą z prób laboratoryjnych w odczynnikach o określonej czystości; mieszaniny przemysłowe z utleniaczami, fluorkami i chlorkami mogą wykazywać inne zachowanie.

HASTELLOY C-22 - wybrane szybkości korozji ogólnej (Haynes)			
Medium	Stężenie [%]	Temperatura [$^\circ\text{C}$]	Szybkość [mm/rok]
Kwas octowy CH_3COOH	99	wrzący	0,00
Kwas mrówkowy HCOOH	88	wrzący	<0,01
Kwas solny HCl	1	wrzący	0,06
Kwas solny HCl	5	66	0,44
Kwas solny HCl	10	38	0,01
Kwas solny HCl	10	66	0,98
Kwas azotowy HNO_3	10	wrzący	0,01
Kwas azotowy HNO_3	70	wrzący	2,53



Kwas fosforowy H ₃ PO ₄	50	wrzący	0,07
Kwas fosforowy H ₃ PO ₄	85	wrzący	0,66
Kwas siarkowy H ₂ SO ₄	5	wrzący	0,23
Kwas siarkowy H ₂ SO ₄	20	66	0,01
Kwas siarkowy H ₂ SO ₄	20	wrzący	0,83
Kwas siarkowy H ₂ SO ₄	50	66	0,02
Kwas siarkowy H ₂ SO ₄	50	93	0,77
Kwas fluorowodorowy HF	5	38	0,04
Kwas fluorowodorowy HF	5	79	0,58

Jak interpretować tabelę: Przykład: w 20% H₂SO₄ podgrzanie roztworu z 66°C do wrzenia zwiększa w podanych badaniach ubytek z 0,01 do 0,83 mm/rok. Z kolei 10% HCl przy 38°C i 66°C daje znacząco różne wyniki. Dla HF należy uwzględnić także możliwość **ataku wewnętrznego**, którego sama szybkość ubytku masy nie pokazuje.

Korozyjne pękanie naprężeniowe SCC

W odpowiednio dobranych warunkach Alloy C-22 wykazuje bardzo dobrą odporność na korozyjne pękanie naprężeniowe wywoływane przez chlorki. Według Haynes w próbie we wrzącym 45% MgCl₂ według ASTM G36 próbki C-22 nie wykazały pęknięć po 1008 godzinach, podczas gdy porównawcze stale austenityczne pękały zdecydowanie wcześniej. To świadectwo przewagi w określonym teście, a **nie gwarancja całkowitej odporności na SCC w każdym medium**.

Korożja międzykrystaliczna i zachowanie spoin

Niska zawartość węgla i krzemu ogranicza powstawanie niepożądanych wydzielen podczas procesu spawania, a tym samym ułatwia utrzymanie odporności korozyjnej w strefie wpływu ciepła. Nie eliminuje to konieczności kontroli złączy: segregacja składników podczas krzepnięcia, wielowarstwowe nagrzewanie, zabrudzenia powierzchni i niewłaściwe spoiwo mogą obniżyć trwałość. W wyrobach o wysokiej odpowiedzialności przydatne są badania korozyjne oraz kontrola jakości spoin według dokumentacji projektu.



Alloy C-22 - obróbka cieplna i plastyczna

Przesycanie / wyżarzanie rozpuszczające

Dla wyrobów przerabianych plastycznie Haynes podaje typowe przesycanie w temperaturze **około 1121°C**, z czasem wytrzymania około 10–30 minut zależnie od przekroju, i następnie szybkie chłodzenie w wodzie. Dla elementów cienkościennych o grubości poniżej około 10 mm dopuszczane bywa intensywne chłodzenie powietrzem. Parametry należy zawsze dopasować do kształtu, grubości, układu pieca, jakości atmosfery i wymagań odbiorowych.

Kucie, walcowanie i kształtowanie na gorąco

Stop można kuć, walcować, wyciskać i giąć na gorąco, jednak wymaga uważnej kontroli temperatury i szybkości odkształcania. Według Haynes orientacyjna temperatura rozpoczęcia kucia wynosi **1232°C**, a zakończenia około **954°C**. Przy większych odkształceniach zaleca się umiarkowane redukcje na przepust i ponowne nagrzewanie. Po obróbce na gorąco zwykle należy przywrócić stan przesycony, jeśli wymagane są optymalne właściwości korozyjne.

Formowanie na zimno i obróbka skrawaniem

C-22 umacnia się odkształceniowo i wymaga większych sił formowania niż typowe stale austenityczne. W przypadku dużych odkształceń mogą być potrzebne wyżarzania międzyoperacyjne. Haynes zaleca ponowne przesycanie po formowaniu powodującym wydłużenie włókna zewnętrznego o co najmniej około **7%**. Nie jest to uniwersalny limit dopuszczalnego odkształcenia, lecz wskazanie technologiczne pomagające zachować pełną odporność na korozję.

Obróbka skrawaniem wymaga sztywnego zamocowania, odpowiednio dobranych płytek z węglików spiekanych, skutecznego chłodzenia i stabilnego posuwu. Zbyt małe zagłębienie ostrza w materiale wcześniej umocnionym odkształceniowo może prowadzić do szybkiego zużycia narzędzia. Unika się zanieczyszczeń powierzchni żelazem i agresywnych pozostałości technologicznych.

Alloy C-22 - orientacyjne parametry obróbki	
Proces	Wskazówka technologiczna
Wyżarzanie rozpuszczające	około 1121°C; 10-30 min; szybkie chłodzenie



Początek kucia na gorąco	około 1232°C
Zakończenie kucia na gorąco	około 954°C
Po obróbce na gorąco	przywrócenie stanu przesyczonego, gdy wymagane
Po większym formowaniu na zimno	rozważyć ponowne przesycanie przy wydłużeniu włókna zewnętrznego $\geq 7\%$
Obróbka skrawaniem	sztywne mocowanie, stabilny posuw, obfite chłodzenie

Jak interpretować tabelę: Są to wytyczne do planowania technologii, nie jedna receptura dla każdego detalu. Różne grubości, stany dostawy i rodzaje pieców wymagają odmiennych czasów wygrzewania oraz szybkości chłodzenia; należy kierować się wymaganiami dostawcy i procedurą kwalifikowaną.

Alloy C-22 - spawanie i dobór materiałów dodatkowych

Alloy C-22 charakteryzuje się bardzo dobrą spawalnością metodami TIG/GTAW, MIG/GMAW i elektrodą otuloną SMAW, jeżeli przestrzega się zasad spawania stopów niklu. Kluczowe są: usunięcie tłuszczów i tlenków, czyste narzędzia, kontrola energii liniowej, pełna osłona gazowa strefy ciekłego metalu oraz zapobieganie lokalnym przegrzaniom i zanieczyszczeniom spoiny.

Materiały dodatkowe do spawania stopu Alloy C-22		
Metoda	Typowy materiał dodatkowy	Klasyfikacja
TIG / MIG	Drut stopowy 622 / C-22	AWS A5.14 ERNiCrMo-10
SMAW – elektroda otulona	Elektroda stopowa C-22	AWS A5.11 ENiCrMo-10
Złącza różnoimienne	Dobór na podstawie obu materiałów i medium	Wymaga kwalifikacji technologii

Jak interpretować tabelę: Wartość „622” w nazwie materiału dodatkowego dotyczy produktu spawalniczego dla składu N06022 i nie powinna być automatycznie wpisywana jako numer normatywnej postaci litego wyrobu. Nawet prawidłowo dobrany stop spoiwa nie zastępuje kwalifikacji WPS/WPQR i oceny warunków pracy złącza.

Normy materiałowe i wyrobowe dla Alloy C-22 /



UNS N06022

Oznaczenie UNS wskazuje tożsamość stopu, natomiast norma wyrobu określa wymagania dotyczące formy, stanu dostawy, badań i dokumentacji odbiorowej. Poniżej podano najczęściej spotykane specyfikacje związane z C-22. Przy zamówieniu należy wskazać konkretną normę i jej aktualne wydanie.

Alloy C-22 - zestawienie norm według postaci wyrobu	
Specyfikacja	Typowe zastosowanie
ASTM B574 / ASME SB-574	Pręty i druty
ASTM B575 / ASME SB-575	Blachy, płyty i taśmy
ASTM B564 / ASME SB-564	Odkuwki
ASTM B622 / ASME SB-622	Rury bezszwowe
ASTM B619 / ASME SB-619	Rury spawane
ASTM B626 / ASME SB-626	Rury spawane, w tym o mniejszych średnicach
ASTM B366 / ASME SB-366	Łączniki rurowe / kształtki
AWS A5.14 / ASME SFA-5.14	Pręty i druty spawalnicze ERNiCrMo-10
AWS A5.11 / ASME SFA-5.11	Elektrody otulone ENiCrMo-10
EN / DIN - 2.4602, NiCr21Mo14W	Oznaczenie europejskie gatunku; właściwa norma zależy od wyrobu
Jak interpretować tabelę: Nie należy mieszać norm dotyczących odlewów, spoiw i wyrobów przerabianych plastycznie. Przykładowo odlewnicze oznaczenia z ASTM A494 dotyczą innej kategorii wyrobów; nie są to numery zastępujące certyfikat pręta N06022. W zastosowaniach sour service trzeba rozpatrywać także warunki norm NACE/ISO według konkretnego projektu.	

Alloy C-22 - nazwy handlowe, odpowiedniki i oznaczenia

Jednemu stopowi może odpowiadać kilka nazw handlowych, ale nie każda podobna nazwa oznacza identyczny materiał. Szczególnie ważne jest odróżnienie standardowego C-22 od C-22HS, którego skład i sposób uzyskania wytrzymałości są inne.



Alloy C-22 - oznaczenia i nazwy spotykane w dokumentacji	
Nazwa / oznaczenie	Znaczenie
Alloy C-22 / Alloy 22 / UNS N06022	Systemowa identyfikacja gatunku
2.4602 / NiCr21Mo14W	Oznaczenie europejskie materiału
HASTELLOY® C-22®	Nazwa handlowa Haynes International
INCONEL® alloy 22	Nazwa handlowa Special Metals
VDM® Alloy 22	Nazwa produktu VDM Metals
NW6022	Oznaczenie spotykane w dokumentacji ISO; sprawdzać normę
ERNiCrMo-10 / ENiCrMo-10	Klasy materiałów dodatkowych do spawania; nie nazwa litego pręta materiałowego
HASTELLOY® C-22HS® / N07022	Inny stop - nie traktować jako zamiennika 1:1
NISTELLE C-22, PHYWELD 22, CORALLOY 22	Nazwy spotykane w ofertach; potwierdzić przynależność do N06022 i formę wyrobu
Jak interpretować tabelę: Przy doborze zamiennika pierwszeństwo ma UNS N06022 lub 2.4602 i określona norma wyrobu. Nazwa dostawcy może dotyczyć drutu spawalniczego, odlewu albo modyfikacji o innym składzie. C-22HS (N07022) nie jest zwykłym C-22 i nie wolno utożsamiać ich parametrów z samego podobieństwa nazwy.	

Materiały oferowane przez Alfa-Tech - Alloy C-22 / Inconel 22 / Hastelloy C-22

Postacie materiału Alloy C-22 - możliwości dostawy na zapytanie	
Postać	Przykładowe wykonania
Pręty	Okrągłe, walcowane, ciągnięte lub obrobione
Płaskowniki	Wymiary i sposób wykończenia według zapytania
Pręty kute i odkuwki	Półfabrykaty według wymiarów i dokumentacji
Blachy, płyty i taśmy	Arkusze, formatki, elementy cięte
Rury bezszwowe i spawane	Wymiary według specyfikacji i dostępności
Drut	Drut materiałowy lub spawalniczy - po określeniu normy



Jak interpretować tabelę: Dostępność zależy od producenta, wymiaru, wymaganej normy i stanu obróbki. Do prawidłowego zapytania potrzebne są: oznaczenie gatunku N06022/2.4602, postać, przekrój, ilość, stan dostawy oraz wymagane świadectwo. Oferta nie oznacza stałej dostępności magazynowej każdego formatu.

Najczęściej zadawane pytania - Alloy C-22 / Hastelloy C-22

Czy Alloy C-22, Hastelloy C-22 i Inconel 22 to ten sam stop?

Tak, nazwy dotyczą stopu o oznaczeniu UNS N06022 (2.4602), przy czym konkretne dostawy muszą spełniać właściwą normę wyrobu. HASTELLOY i INCONEL są zastrzeżonymi nazwami handlowymi różnych producentów.

Czy C-22 jest odporniejszy na korozję niż Alloy C-276?

W wielu środowiskach utleniających i w testach korozji szczelinowej stop C-22 osiąga lepsze wyniki niż C-276, ale nie jest to zasada obowiązująca dla każdego kwasu, stężenia i temperatury. W procesach redukujących lub bardzo gorących mieszaninach wyniki mogą się różnić.

Czy C-22 i C-22HS są zamienne?

Nie. C-22HS ma oznaczenie UNS N07022 i odmienny skład oraz sposób uzyskiwania wysokiej wytrzymałości. C-22 posiada UNS N06022. Zamiana wymaga osobnego sprawdzenia norm, właściwości i dopuszczeń.

Czy Alloy C-22 można spawać?

Tak. Typowymi materiałami dodatkowymi są ERNiCrMo-10 (druć) i ENiCrMo-10 (elektroda). O jakości połączenia decydują czystość powierzchni, właściwa osłona, procedura spawania oraz warunki eksploatacji.

Jaką temperaturę przesycania stosuje się dla Hastelloy C-22?

Haynes podaje około 1121°C z wytrzymaniem zwykle 10-30 minut i szybkim chłodzeniem, zazwyczaj w wodzie. Dokładny cykl powinien uwzględniać grubość elementu i specyfikację wyrobu.



Jakie są podstawowe parametry mechaniczne C-22?

W stanie przesyconym w temperaturze pokojowej często wymaga się co najmniej 310 MPa Rp0,2, 690 MPa Rm i 45% wydłużenia A, zależnie od właściwej normy i formy wyrobu. Wartości rzeczywiście zmierzone mogą być wyższe.

Czy Alloy C-22 nadaje się do kwasu solnego i siarkowego?

Jest rozważany w wielu roztworach tych kwasów, ale odporność silnie zależy od stężenia, temperatury i utleniających zanieczyszczeń. Nawet ten stop może szybko korodować w niewłaściwych warunkach, dlatego dobór musi uwzględniać konkretne dane o medium.

Czy Alloy C-22 jest stalą nierdzewną?

Nie. Jest stopem na osnowie niklu, którego składnikiem podstawowym nie jest żelazo. Podobnie jak stal nierdzewna tworzy ochronną powierzchnię pasywną, ale jest odrębną grupą materiałową.

Czy Alloy C-22 ma dobre właściwości w niskiej temperaturze?

Tak. Stop zachowuje dużą ciągliwość, a w badaniach Haynes płyty po przesycańiu wykazywały znaczną energię łamania próbek Charpy V również przy -196°C . Wymagania dla instalacji kriogenicznej trzeba jednak określić normą wyrobu i dokumentacją projektową.

Co należy podać przy zamówieniu materiału N06022?

Najlepiej oznaczenie N06022 lub 2.4602, normę wyrobu, postać, wymiary, ilość, stan obróbki, wymagania odbiorowe oraz informację o środowisku pracy. Ułatwia to weryfikację dostępności oraz uniknięcie pomylenia C-22 z drutem spawalniczym lub odmianą C-22HS.