Stal 26H2MF, 24H2MF, 23H2MF konstrukcyjna do pracy przy podwyższonych temperaturach chromowo-molibdenowo-wanadowa PN-75/H-84024, stal kotłowa 24CrMoV5-5, 1.7733, 15 320, 25CrMo1VA

Materiały dostępne w Alfa-Tech 26H2MF / 24CrMoV5-5 / 1.7733

Pręty 26H2MF / 24CrMoV5-5 / 1.7733 – gorącowalcowane, łuszczone
Pręty kute 226H2MF / 24CrMoV5-5 / 1.7733
Odkuwki 26H2MF / 24CrMoV5-5 / 1.7733 – swobodne, kostki i wały kute

Telefon: +48 63 2610519
kontakt@alfa-tech.com.pl

Porównanie składu chemicznego stali 26H2MF, 24H2MF, 23H2MF, z zamiennikami 24CrMoV5-5, 1.7733, 15 320, 25CrMo1VA

Gatunek stali	Norma	Skład chemiczny (%)									
		C	Mn	Si	P	S	Cu	Cr	Ni	Mo	inne
26H2MF	PN	0,22 0,30	0,30 – 0,60	0,30 – 0,50	max 0,035	max 0,035	max 0,25	1,50 – 1,80	max 0,30	0,60 – 0,80	V 0,20-0,30
24H2MF	PN	0,20 – 0,30	0,50 –0,80	0,17 –0,37	max 0,030	max 0,030	–	2,10 – 2,50	–	0,90 – 1,20	V 0,30-0,60
23H2MF	PN	0,21 – 0,29	0,30 –0,60	0,25 –0,50	max 0,025	max 0,025	max 0,20	1,50 – 1,80	max 0,40	0,90 – 1,10	V 0,22-0,32
24CrMoV5-5 24CrMoV55 1.7733	DIN W.Nr	0,22 0,29	0,30 0,60	0,15 0,35	max 0,035	max 0,035	–	1,20 1,50	max 0,60	0,50 0,60	V 0,15-0,25
15 320 15320	CSN/STN	0,20 0,28	0,50 0,80	0,17 0,37	max 0,035	max 0,035	max 0,30	1,10 1,40	–	0,55 0,75	V 0,15-0,30

25CrMo1VA	*GB/T*	*0,22 – 0,29*	*0,50 0,80*	*0,17 0,37*	*max 0,025*	*max 0,025*	*max 0,25*	*2,10 – 2,50*	*max 0,30*	*0,90 1,11*	*V 0,30-0,50*

Stal 26H2MF – Charakterystyka, Właściwości i Zastosowanie

Charakterystyka stali 26H2MF

26H2MF to stal konstrukcyjna stopowa o podwyższonej wytrzymałości, należąca do grupy stali chromowo-molibdenowo-wanadowych. Charakteryzuje się wysoką hartownością i odpornością na ścieranie, co sprawia, że znajduje zastosowanie w elementach pracujących pod dużymi obciążeniami mechanicznymi. Jest wykorzystywana głównie w przemyśle maszynowym i energetycznym.

Właściwości mechaniczne

- Wysoka wytrzymałość na rozciąganie i zmęczenie.
- Dobra ciągliwość i udarność po odpowiedniej obróbce cieplnej.
- Stabilność wymiarowa przy pracy w podwyższonych temperaturach.
- Bardzo dobra odporność na obciążenia dynamiczne i ścieranie.

Odporność na czynniki zewnętrzne

- Średnia odporność na korozję – wymaga ochrony powierzchniowej (np. powłok antykorozyjnych) w środowisku agresywnym.
- Wysoka odporność na ścieranie i zużycie mechaniczne.
- Dobra wytrzymałość cieplna, umożliwiająca pracę w podwyższonych temperaturach bez znacznego osłabienia struktury.

Własności mechaniczne próbek w stanie ulepszonym cieplnie

- **Wytrzymałość na rozciąganie Rm:** 700–850 MPa
- **Granica plastyczności Re:** min. 550 MPa
- **Wydłużenie A5:** min. 17%
- **Udarność (próbki Mesnagera):** min. 90 J/cm²
- **Twardość:** 201–208 HB

Właściwości mechaniczne przy podwyższonych temperaturach

Temperatura (°C)	200	250	300	350	400	450	500
Granica plastyczności Re (MPa)	500	480	460	440	410	380	350

Wytrzymałość na pełzanie i granica pełzania

Własność (MPa)	420°C	450°C	480°C	500°C	520°C	540°C	550°C
R_1/10 000	337	303	245	193	151	112	92
R_1/100 000	286	239	172	128	96	67	55
Rz/10 000	461	404	325	257	206	160	138
Rz/100 000	386	322	243	183	131	92	74

Zastosowanie

Stal 26H2MF jest stosowana w elementach maszyn i urządzeń narażonych na duże obciążenia dynamiczne i ścieranie, takich jak:

- Wały i koła zębate o wysokiej wytrzymałości,
- Sworznie i osie w układach przeniesienia napędu,
- Elementy turbin i silników pracujące w podwyższonych temperaturach,
- Formy i matryce w przemyśle hutniczym i odlewniczym,
- Części zaworów i układów hydraulicznych narażone na intensywną eksploatację.

Dzięki swoim właściwościom stal ta znajduje zastosowanie w przemyśle maszynowym, energetycznym oraz narzędziowym, gdzie wymagana jest wysoka wytrzymałość, odporność na ścieranie i stabilność wymiarowa.

Stal 26H2MF – obróbka cieplna

- **Normalizowanie:** 900–930°C, chłodzenie w spokojnym powietrzu.
- **Wyżarzanie odprężające:** 480–650°C.
- **Zmiękczanie:** 680–720°C.
- **Hartowanie:** 880–990°C, chłodzenie w oleju lub powietrzu.
- **Odpuszczanie:** 600–700°C przez ok. 2 godziny.

Spawanie stali 26H2MF

Stal 26H2MF, ze względu na swój skład i właściwości mechaniczne, wymaga

starannego podejścia do procesu spawania. Jest dobrze hartowalna, ale podatna na pęknięcia wynikające z naprężeń spawalniczych.

Wymagania przed spawaniem

- **Podgrzewanie wstępne:** 200–350°C, zależnie od grubości elementu i metody spawania, w celu ograniczenia pęknięć zimnych i naprężeń.
- **Oczyszczenie powierzchni:** przed spawaniem powierzchnia musi być wolna od tlenków, rdzy, olejów i innych zanieczyszczeń.

Dobór materiałów dodatkowych

- Do spawania stali 26H2MF stosuje się elektrody i druty spawalnicze o składzie chemicznym dopasowanym do materiału podstawowego.
- Zalecane są spoiwa z dodatkiem molibdenu i wanadu, co poprawia właściwości mechaniczne i odporność spoiny na pękanie.
- Najczęściej stosuje się materiały klasy **ECrMoV**, zapewniające wysoką ciągliwość i trwałość połączenia.

Technika spawania

- Zaleca się **spawanie metodą łukową (MMA)** lub **MIG/MAG** z osłoną gazową (mieszanka argonu i CO_2).
- **Spawanie TIG** jest możliwe, jednak wymaga precyzyjnego sterowania ilością wprowadzanego ciepła oraz stosowania gazów ochronnych wysokiej czystości.
- Proces powinien być prowadzony kontrolowanie, aby uniknąć przegrzania i niepożądanych zmian strukturalnych w materiale.

Po spawaniu

- **Kontrolowane chłodzenie:** po zakończeniu spawania należy stopniowo chłodzić element, najlepiej w suchym piasku lub piecu. Zbyt szybkie chłodzenie może prowadzić do powstawania pęknięć.
- **Wyżarzanie odprężające:** w celu redukcji naprężeń spawalniczych zaleca się wyżarzanie w temperaturze **580–680°C**.
- **Badania nieniszczące:** zalecane są kontrole jakości spoin przy użyciu metod PT (penetracyjnych), UT (ultradźwiękowych) lub RT (radiograficznych).

Stal 26H2MF – Cięcie

Stal 26H2MF można ciąć zarówno metodami mechanicznymi, jak i termicznymi. Ze względu na dużą hartowność wymaga precyzyjnie dobranych parametrów, aby uniknąć nadmiernego nagrzewania i utwardzania krawędzi.

Metody cięcia mechanicznego

- **Cięcie tarczowe:** stosuje się piły tarczowe z ostrzami z węglików spiekanych, które zapewniają czyste i dokładne krawędzie.
- **Cięcie taśmowe:** zalecane do większych przekrojów, z użyciem chłodzenia i niskich prędkości, aby uniknąć przegrzania materiału.
- **Obróbka skrawaniem:** przy frezowaniu lub toczeniu stosuje się narzędzia z węglików spiekanych oraz emulsje chłodzące.

Metody cięcia termicznego

- **Cięcie tlenowe:** stosowane przy grubszych elementach, wymaga kontrolowanego podgrzewania wstępnego, by zapobiec utwardzeniu strefy cięcia.
- **Cięcie plazmowe:** dokładniejsze od tlenowego, z minimalnym wpływem cieplnym na materiał; zalecana plazma o dużej mocy.
- **Cięcie laserowe:** najbardziej precyzyjna metoda, zapewniająca gładkie krawędzie bez konieczności dalszej obróbki. Wymaga lasera dużej mocy.

Zalecenia przy cięciu

- **Unikanie przegrzewania:** zbyt wysoka temperatura może powodować miejscowe utwardzenie i utrudnić dalszą obróbkę.
- **Chłodzenie:** podczas cięcia mechanicznego należy stosować chłodziwo, aby zmniejszyć temperaturę narzędzia i materiału.
- **Obróbka wykończeniowa:** po cięciu termicznym zaleca się zeszlifowanie krawędzi i usunięcie strefy wpływu ciepła przed dalszą obróbką.

Dzięki odpowiedniemu doborowi technik spawania i cięcia stal 26H2MF może być skutecznie obrabiana bez utraty swoich właściwości mechanicznych.

Stal 26H2MF – Zastosowanie

- **Wały i osie** w układach przeniesienia napędu,

- **Koła zębate** narażone na duże obciążenia i zużycie,
- **Elementy turbin i silników** w energetyce i przemyśle maszynowym,
- **Formy i matryce** w hutnictwie i odlewnictwie,
- **Części zaworów i układów hydraulicznych** o dużej odporności na ścieranie i ciśnienie.

Dostępność

W gatunku 26H2MF dostępne są:

- Pręty walcowane i kute,
- Blachy o różnych grubościach,
- Odkuwki i elementy gotowe do obróbki.

Inne gatunki stali konstrukcyjnych do pracy w podwyższonych temperaturach

15HM – stal chromowo-molibdenowa 13CrMo4-5, 1.7335
25HM 20HM – stal chromowo-molibdenowa 25CrMo4, 1.7218, 25CrMoS4, 1.7258
10H2M -stal chromowo-molibdenowa 10CrMo9-10, 1.7380
13HMF – stal chromowo-molibdenowo-wanadowa 14MoV6-3, 1.7715
21HMF – stal chromowo-molibdenowo-wanadowa 21CrMoV5-7, 21CrMoV5-11
26H2MF – stal chromowo-molibdenowo-wanadowa 24CrMo5-5
30H2MF – stal chromowo-molibdenowo-wanadowa 30CrMoV9, 31CrMoV9, 1.7707, 18519
34HN3M – stal chromowo-niklowo-molibdenowa

Zobacz również

stale wysokostopowe do pracy przy podwyższonych temperaturach

Pozostałe stale konstrukcyjne stopowe

stal konstrukcyjna stopowa do nawęglania
stal konstrukcyjna stopowa do azotowania
stal konstrukcyjna stopowa sprężynowa
stal konstrukcyjna stopowa łożyskowa
stal konstrukcyjna stopowa do ulepszania cieplnego
stal konstrukcyjna stopowa do pracy w podwyższonych temperaturach – stal kotłowa

FAQ – Stal konstrukcyjna stopowa 26H2MF / 24CrMoV5-5 / 1.7733

Co to jest stal 26H2MF i jakie ma odpowiedniki?

26H2MF to stal konstrukcyjna stopowa chromowo-molibdenowo-wanadowa, przeznaczona do pracy w podwyższonych temperaturach. Jej odpowiednikami są gatunki 24CrMoV5-5, 24CrMoV55 oraz stal według normy EN 1.7733. W starszej normie PN występuje jako 26H2MF lub 15320.

Jaki jest skład chemiczny stali 26H2MF?

Typowy skład chemiczny: C 0,22 %, Mn 0,50–0,80 %, Si 0,30–0,60 %, Cr 1,50–1,80 %, Mo 0,90–1,20 %, V 0,20–0,30 %. Stal ta zawiera dodatki stopowe zwiększające odporność cieplną i stabilność struktury przy długotrwałej eksploatacji.

Jakie właściwości mechaniczne ma 26H2MF?

- Wytrzymałość na rozciąganie R_m: 700–850 MPa
- Granica plastyczności R_e: ≥ 550 MPa
- Wydłużenie A5: ≥ 17 %
- Twardość: 201–208 HB
- Przy 500 °C granica plastyczności spada do ok. 350 MPa, zachowując stabilność wymiarową i odporność na pełzanie.

Jakie są właściwości cieplne i odporność na pełzanie?

Stal 26H2MF charakteryzuje się wysoką odpornością na pełzanie w zakresie 420–550 °C.
Przykładowo R_1/10 000 = 337 MPa przy 420 °C oraz 92 MPa przy 550 °C. Dzięki dodatkom molibdenu i wanadu struktura bainityczno-martenzytyczna zachowuje stabilność nawet przy długotrwałej pracy.

Jak przebiega obróbka cieplna tej stali?

- **Normalizowanie:** 900–930 °C, chłodzenie w powietrzu.
- **Wyżarzanie odprężające:** 480–650 °C.
- **Zmiękczanie:** 680–720 °C.

- **Hartowanie:** 880–990 °C, chłodzenie w oleju lub powietrzu.
- **Odpuszczanie:** 600–700 °C przez ok. 2 godziny.

Jak spawać stal 26H2MF?

Spawanie stali 26H2MF wymaga zachowania rygorystycznych warunków temperaturowych. Zaleca się podgrzewanie wstępne 200–350 °C oraz stopniowe chłodzenie po procesie. Stosuje się spoiwa klasy ECrMoV, elektrody i druty z dodatkiem molibdenu i wanadu, które ograniczają ryzyko pęknięć zimnych.

Jakie są zalecane techniki spawania?

- Metody: MMA, MIG/MAG z osłoną gazową (argon + CO_2).
- Metoda TIG – dopuszczalna przy precyzyjnym sterowaniu ciepłem.
- Po spawaniu zaleca się wyżarzanie odprężające 580–680 °C i kontrolę nieniszczącą spoin (PT, UT, RT).

Jakie są zalecenia dotyczące cięcia i obróbki 26H2MF?

Materiał można ciąć mechanicznie (piły tarczowe i taśmowe z chłodzeniem) lub termicznie (plazma, laser). Należy unikać przegrzewania krawędzi, stosować chłodziwo i po cięciu zeszlifować strefę wpływu ciepła.

Do czego stosuje się stal 26H2MF?

- Wały, osie, koła zębate o wysokiej wytrzymałości,
- Elementy turbin i silników,
- Formy i matryce w odlewnictwie i hutnictwie,
- Części zaworów i układów hydraulicznych narażonych na ścieranie.

W jakich formach dostępna jest stal 26H2MF?

W ofercie Alfa-Tech stal 26H2MF jest dostępna jako pręty walcowane i kute, odkuwki oraz elementy przygotowane do dalszej obróbki mechanicznej.