Stal H25T wysokostopowa o specjalnych własnościach – ferrytyczna stal żaroodporna chromowa z dodatkiem tytanu PN-71/H-86022, stal 1.4746, X8CrTi25, stal 1.4749, X18CrN28

Materiały dostępne w Alfa-Tech H25T / 1.4746 / 1.4749

Pręty H25T / 1.4746 / 1.4749 – gorącowalcowane, łuszczone i ciągnione
Płaskowniki H25T / 1.4746 / 1.4749
Pręty kute H25T / 1.4746 / 1.4749
Odkuwki H25T / 1.4746 / 1.4749 – swobodne, kostki i wały kute
Rury H25T / 1.4746 / 1.4749
Blachy H25T / 1.4746 / 1.4749 – gorącowalcowane / zimnowalcowane

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

Porównanie składu chemicznego stali H25T z odpowiednikami 1.4746, X8CrTi25, 1.4749, X18CrN28, 15X25T

Gatunek stali	Norma	Skład chemiczny (%)									
		C	Mn	Si	P	S	Cu	Cr	Ni	Mo	inne
H25T	PN	max 0,15	max 0,80	max 1,00	max 0,045	max 0,030	max 0,30	24,00 27,00	max 0,60	–	Ti 4xC÷0,80
X8CrTi25 1.4746	DIN W.Nr	max 0,12	max 1,00	max 1,00	max 0,040	max 0,030	–	24,00 27,00	–	–	Ti min 0,80
SINNOX 4746, 1.4746 Acroni 4746, 1.4746	SIJ Group Acroni	max 0,12	max 1,00	max 1,00	max 0,040	max 0,030	–	24,00 27,00	–	–	Ti min 4xC
15H25T 15KH25T 15Ch25T 15X25T	GOST	max 0,15	max 0,80	max 1,00	max 0,035	max 0,025	–	24,00 27,00	–	–	Ti 5xC÷0,90
X18CrN28 1.4749	DIN/EN W.Nr	0,15 0,20	max 1,00	max 1,00	max 0,040	max 0,015	–	26,00 29,00	–	–	N 0,15÷0,25
Ch25T	BDS	max 0,15	max 1,00	max 1,00	max 0,035	max 0,025	–	24,00 27,00	–	–	Ti 5xC÷0,90

1Cr25Ti	*GB*	*max 0,12*	*max 0,80*	*max 1,00*	*max 0,035*	*max 0,030*	–	*24,00 27,00*	–	–	*Ti 5xC÷0,80*

Stal H25T, 1.4746 – Charakterystyka i Zastosowanie

Stal H25T (15X25T, 1.4746, X8CrTi25, SINNOX 4746, Acroni 4746) to ferrytyczna stal żaroodporna, cechująca się wyjątkową odpornością na utlenianie oraz wysoką stabilnością w środowiskach agresywnych. Dzięki dodatkom stopowym, w szczególności tytanu, gatunek ten znajduje szerokie zastosowanie w aplikacjach wymagających trwałości w wysokich temperaturach.

Odporność na temperatury i warunki pracy

- **Atmosfery utleniające:** Stal H25T może być używana do temperatury **1150°C**.
- **Atmosfery redukujące, nawęglające oraz zawierające związki siarki:** Stal zachowuje odporność do **1000°C**.

Właściwości mechaniczne w różnych temperaturach

- **W zakresie 400-550°C:** Stal wykazuje **kruchość** przy długotrwałej pracy oraz powolnym chłodzeniu.
- **Powyżej 550°C:** Materiał odznacza się znaczną **ciągliwością** i lepszą plastycznością.

Właściwości mikrostrukturalne

- **Brak umocnienia przez hartowanie:** Stal H25T nie utwardza się przy szybkim chłodzeniu z wysokich temperatur, a jej struktura nie może być rozdrobniona za pomocą obróbki cieplnej.
- **Rozrost ziarn powyżej 950°C:** Wysokie temperatury powodują rozrost ziarn. **Dodatek tytanu** przeciwdziała temu zjawisku, zwiększając stabilność struktury materiału.

Odporność korozyjna

Gatunek ten wykazuje **bardzo dużą odporność na działanie gazów korozyjnych**. Dzięki temu doskonale sprawdza się w środowiskach o wysokiej

temperaturze, gdzie nie wymaga się wysokich właściwości wytrzymałościowych.

Stal 1.4746 H25T, (15X25T, Acroni 4746, 1.4749, X18CrN28, X8CrTi25, SINNOX 4746) – zastosowanie

Stal 1.4746, H25T znajduje zastosowanie głównie w produkcji elementów pracujących w wysokich temperaturach, narażonych na działanie atmosfer agresywnych i niewielkie obciążenia mechaniczne. Przykłady zastosowań obejmują:

- **Przemysł hutniczy i cieplny:**
  - Mało obciążone części pieców przemysłowych.
  - Części palników i zdmuchiwaczy sadzy.
  - Elementy płyt grzewczych i przewodów gorącego gazu.
- **Przemysł szklarski i ceramiczny:**
  - Narzędzia do obróbki szkła.
  - Kosze do wypalania porcelany.
- **Przemysł chemiczny i petrochemiczny:**
  - Osłony termoelementów.
  - Części aparatów do destylacji siarki.
  - Elementy przewodów w kopalniach siarki oraz wytwórniach gumy.
  - Elementy instalacji rafinerii olejów mineralnych.

Dzięki swojej wyjątkowej odporności na działanie związków siarki i gazów korozyjnych, stal H25T jest ceniona w aplikacjach wymagających długotrwałej pracy w ekstremalnych warunkach termicznych i chemicznych.

Stal 1.4746, H25T – właściwości w podwyższonych temperaturach

Stal **H25T** charakteryzuje się **wysoką odpornością na pełzanie oraz stabilnością strukturalną w podwyższonych temperaturach**. Granica pełzania **$R_{1/1000}$** (czyli naprężenie powodujące odkształcenie materiału o określoną wartość w ciągu **1000 godzin**) maleje wraz ze wzrostem temperatury.

Granica pełzania $R_{1/1000}$ w funkcji temperatury

Temperatura [°C]	Granica pełzania $R_{1/1000}$ [MPa]
600°C	**29 MPa**
700°C	**10 MPa**
800°C	**4 MPa**
900°C	**1,5 MPa**
1000°C	**0,7 MPa**

Wysoka odporność na pełzanie do 600°C – przy tej temperaturze stal H25T zachowuje znaczną wytrzymałość mechaniczną.
Stopniowa degradacja wytrzymałości w zakresie 700–900°C – materiał ulega osłabieniu, ale nadal zachowuje zdolność do przenoszenia niewielkich obciążeń.
Przy 1000°C stal osiąga wartość graniczną, gdzie pełzanie staje się kluczowym czynnikiem ograniczającym jej zastosowanie w warunkach długotrwałego obciążenia.

Stal żaroodporna **H25T** znajduje zastosowanie w środowiskach wymagających **dobrej odporności na wysokie temperatury**, np. w przemyśle energetycznym, hutniczym i motoryzacyjnym, gdzie wymagana jest stabilność strukturalna przy podwyższonych temperaturach.

Stal 1.4746, H25T (15X25T, 1.4749, X18CrN28, X8CrTi25, SINNOX 4746, Acroni 4746) – właściwości fizyczne

Gęstość – 7,70 ($g*cm^3$)
Pojemność cieplna $Cp_{20\text{-}100^{\circ}C}$ – 500 ($J*kg^{-1} * K^{-1}$)
Przewodność cieplna λ – 16,80 ($W*m^{-1} * K^{-1}$)

Stal 1.4746, H25T współczynnik rozszerzalności liniowej w funkcji temperatury

Stal **H25T** charakteryzuje się stopniowym wzrostem współczynnika rozszerzalności liniowej wraz ze wzrostem temperatury. Parametr ten określa stopień wydłużenia materiału pod wpływem temperatury, co jest istotne przy projektowaniu konstrukcji narażonych na duże zmiany cieplne.

Tabela współczynnika rozszerzalności liniowej (α) dla stali H25T

Zakres temperatur [°C]	Współczynnik rozszerzalności liniowej α [10^{-6} 1/°C]
20 – 100°C	**10,1**
20 – 200°C	**10,7**
20 – 300°C	**11,0**
20 – 400°C	**11,2**
20 – 500°C	**11,3**
20 – 600°C	**11,4**
20 – 700°C	**11,7**
20 – 800°C	**12,2**
20 – 900°C	**12,7**
20 – 1000°C	**13,4**

Niewielkie rozszerzalność w niskich temperaturach (poniżej 500°C) – stal zachowuje stabilność wymiarową w zakresie umiarkowanych temperatur pracy.
Stopniowy wzrost rozszerzalności w zakresie 500–800°C – przy wyższych temperaturach rozszerzalność zwiększa się, co należy uwzględnić w projektowaniu konstrukcji pracujących w warunkach wysokotemperaturowych.
Znaczne zwiększenie rozszerzalności powyżej 900°C – wyraźny wzrost wartości współczynnika przy temperaturach bliskich 1000°C wymaga kompensacji dylatacyjnej w konstrukcjach eksploatowanych w ekstremalnych warunkach cieplnych.

Twardość max 220 HB
Moduł sprężystości E 206 GPa

Stal żaroodporna H25T (15X25T, 1.4746, 1.4749, X18CrN28, X8CrTi25, SINNOX 4746, Acroni 4746) spawalność

Stal H25T (15X25T, 1.4746) jest trudnospawalna, co wymaga zastosowania odpowiednich materiałów dodatkowych i procedur technologicznych.

Spawanie automatyczne:

Zaleca się stosowanie następujących drutów spawalniczych w połączeniu z topnikiem AH-26:

- **Св-07Х25Н12ТЮ** wg GOST**:** Drut o składzie chemicznym zawierającym około 25% chromu (Cr), 12% niklu (Ni) oraz dodatki tytanu (Ti). Charakteryzuje się wysoką odpornością na korozję i żaroodpornością, co czyni go odpowiednim do spawania stali ferrytycznych i austenitycznych.
- **Св-13Х25Н18** wg GOST**:** Drut zawierający około 25% chromu (Cr) i 18% niklu (Ni). Zapewnia wysoką wytrzymałość mechaniczną i odporność na korozję w wysokich temperaturach.

Stal 1.4746, H25T – spawanie ręczne:

Rekomendowane są elektrody z następującymi drutami:

- **Св-13Х25Н18 (marka 03Л-9)** wg GOST**:** Drut o składzie podobnym do Св-13Х25Н18, stosowany w elektrodach do ręcznego spawania łukowego. Zapewnia dobrą plastyczność i odporność na korozję.
- **Св-07Х25Н13 (typu ЭА-2 i ЭА-2Б)** wg GOST**:** Drut zawierający około 25% chromu (Cr) i 13% niklu (Ni), stosowany w elektrodach typu ЭА-2 i ЭА-2Б. Charakteryzuje się dobrą spawalnością i odpornością na korozję.

Procedury technologiczne:

- **Podgrzewanie przed spawaniem:** Przed rozpoczęciem spawania zaleca się podgrzanie materiału do temperatury 150–200°C, aby zmniejszyć naprężenia wewnętrzne i poprawić jakość spoiny.
- **Obróbka cieplna po spawaniu:** Po zakończeniu spawania wskazane jest przeprowadzenie odpuszczania w temperaturze około 600°C w celu redukcji naprężeń resztkowych i poprawy właściwości mechanicznych spoiny.

Stosowanie odpowiednich materiałów dodatkowych oraz przestrzeganie zalecanych procedur technologicznych jest kluczowe dla uzyskania wysokiej jakości i trwałości połączeń spawanych tej stali żaroodpornej.

Kucie – 1100-800°C – grzać powoli do temperatury 850°C a następnie szybko do temperatury kucia

Zmiękczanie 750-800°C – po kuciu chłodzić w popiele
Gatunek po prawidłowo przeprowadzonej obróbce cieplnej ma strukturę ferrytyczną.

Stal 1.4749 (X18CrN28) i porównanie z H25T oraz 1.4746

Stal **1.4749 (X18CrN28)** to **żaroodporna stal ferrytyczna** o wysokiej zawartości **chromu i azotu**, co zapewnia jej **doskonałą odporność na wysokie temperatury i utlenianie**. Stosowana głównie w przemyśle energetycznym, hutniczym i chemicznym.

Stal 1.4749 – Skład chemiczny (%) wg normy EN 10095

Gat / skład	C	Si	Mn	P (max)	S (max)	Cr	N
1.4749 (X18CrN28)	max. 0,12	max. 1,5	max. 1,0	max. 0,040	max. 0,015	**26-29**	0,20-0,35

Chrom (Cr 26-29%) – zapewnia wysoką odporność na utlenianie i korozję w wysokich temperaturach.
Azot (N 0,20-0,35%) – zwiększa wytrzymałość mechaniczną i stabilność strukturalną, zapobiegając wzrostowi ziarna.
Niska zawartość węgla (C max. 0,12%) – redukuje ryzyko kruchości i zwiększa odporność na pełzanie.

Właściwości mechaniczne

- **Twardość (HB):** ok. 190-220
- **Wytrzymałość na rozciąganie (Rm):** 500–700 MPa
- **Granica plastyczności (Rp0,2):** min. 250 MPa
- **Wydłużenie (A5):** min. 20%

Stal 1.4749 X18CrN28 – odporność na wysoką temperaturę

- **Odporność na utlenianie do 1000°C**, ale w środowiskach siarkowych może ulegać degradacji.
- **Dobra stabilność strukturalna dzięki azotowi** – zapobiega nadmiernemu wzrostowi ziarna.

Zastosowanie

Wymienniki ciepła, przewody spalinowe.
Konstrukcje pieców przemysłowych.
Kosze transportowe i elementy kotłów.

Stal 1.4749 Porównanie z gatunkami H25T i 1.4746

Właściwość	Stal 1.4749 (X18CrN28)	Stal H25T (PN H-86022)	Stal 1.4746 (X10CrTi25)
Struktura	Ferrytyczna	Ferrytyczna	Ferrytyczna
Chrom (Cr) [%]	**26-29**	**24-27**	**24-27**
Azot (N) [%]	0,20-0,35	brak	brak
Tytan (Ti) [%]	brak	max. 0,8	max. 0,8
Węgiel (C) [%]	max. 0,12	max. 0,15	max. 0,12
Krzem (Si) [%]	max. 1,5	max. 1,0	max. 1,0
Maks. temp. pracy	1000°C	1100°C	1150°C
Odporność na siarkę	Średnia	Dobra	Bardzo dobra
Twardość (HB)	190-220	180-210	170-200
Wytrzymałość na rozciąganie (MPa)	500-700	450-650	400-600
Granica pełzania R1/1000 [MPa] przy 900°C	1,8	1,5	1,2

Stal 1.4749 (X18CrN28) vs. H25T
Stal 1.4749 zawiera azot, który poprawia odporność na pełzanie i stabilność struktury.
Gatunek H25T lepiej znosi długotrwałe obciążenia cieplne, ale jest bardziej podatna na pełzanie powyżej 1000°C.

Stal 1.4749 (X18CrN28) vs. stal 1.4746 (X8CrTi25)
Materiał 1.4749 ma lepszą odporność na utlenianie w środowisku tlenu.
Stal 1.4746 (X8CrTi25) dzięki tytanowi lepiej znosi atmosfery siarkowe, ale jest bardziej krucha w wysokich temperaturach.

Stal H25T lub odpowiednik (15X25T, 1.4746, 1.4749, X18CrN28, X8CrTi25, *SINNOX 4746, Acroni 4746,*) oferujemy jako: żaroodporne rury bez szwu gorącowalcowane, rury bezszwowe ciągnione na zimno, pręty walcowane, pręty kute, płaskowniki, blachy żaroodporne gorącowalcowane, oraz odkuwki swobodnie kute.

Zobacz także

Stale żaroodporne, żaroodporne nierdzewne oraz żarowytrzymałe wg PN 71/H-86022

H5M – ferrytyczno-perlityczne stal żaroodporna chromowo-molibdenowa 12CrMo195,1.7362
H6S2 – ferrytyczna stal żaroodporna chromowo-krzemowa X10CrAl7,1.4713
H13JS – ferrytyczna stal chromowo-aluminiowo-krzemowa X10CrAl13,1.4724
H18JS – ferrytyczna stal chromowo-aluminiowo-krzemowa X10CrAl18,1.4742
H24JS – ferrytyczna stal chromowo-aluminiowo-krzemowa X10CrAl24,1.4762
H25T – ferrytyczna stal żaroodporna chromowa z dodatkiem tytanu X8CrTi25,1.4746
H20N12S2 – austenityczna stal chromowo-niklowo-krzemowa X15CrNiSi20-12,1.4828
H23N13 – austenityczna stal chromowo-niklowa X12CrNi23-13,1.4833
H23N18 – austenityczna stal żarowytrzymała chromowo-niklowa X12CrNi25-21,1.4845
H25N20S2 – austenityczna stal chromowo-niklowo-krzemowa X15CrNiSi25-20,1.4841
H16N36S2 – austenityczna stal niklowo-chromowo-krzemowa X12NiCrSi35-15, 1.4864

Stal zaworowa wg PN

H9S2 – perlityczno-martenzytyczna stal zaworowa chromowo-krzemowa X45CrSi9-3,1.4718
H10S2M – perlityczno-martenzytyczna stal zaworowa chromowo-krzemowa X40CrSiMo10-2,1.4731

Stal żaroodporne wg PN EN 10088-1:2007

1.4876, X10NiCrAlTi32-21 stal austenityczna niklowo-chromowa z dodatkiem tytanu i aluminium 1.4958, Alloy 800
1.4835, X9CrNiSiNCe21-11-2 stal żaroodporna austenityczna niklowo-chromowa z dodatkiem ceru 253 MA®,sandvik 253MA®,S30815

wykaz gatunków wg PN EN 10088-1:2007

Pozostałe stale wysokostopowe i specjalne

stale wysokostopowe do pracy przy podwyższonych temperaturach
stale stopowe do pracy przy podwyższonych temperaturach
stal nierdzewna
stal żaroodporna i żarowytrzymała
stale kwasoodporne

FAQ – stal żaroodporna H25T / 1.4746 / X8CrTi25 / 15Ch25T

Co to jest stal H25T (1.4746, X8CrTi25, 15Ch25T)?

Stal H25T to żaroodporna stal ferrytyczna z dodatkiem tytanu, przeznaczona do pracy w wysokich temperaturach i w atmosferach spalinowych. Występuje pod oznaczeniami: **PN – H25T, EN/DIN – 1.4746 (X8CrTi25), GOST – 15X25T (15Ch25T)**. Dzięki stabilizacji tytanem materiał jest odporny na rozrost ziarn i pełzanie, co pozwala na długotrwałą eksploatację w piecach, kotłach oraz instalacjach przemysłowych.

Do jakiej temperatury można stosować stal H25T?

Stal żaroodporna H25T może pracować w temperaturach do około 1000°C. Najlepiej sprawdza się w warunkach atmosfer bogatych w tlen i siarkę, gdzie inne gatunki szybko tracą swoje właściwości. W wyższych temperaturach powyżej 1000°C jej mikrostruktura ulega degradacji, co obniża wytrzymałość mechaniczną.

Jakie są odpowiedniki międzynarodowe stali H25T?

Stal żaroodporna H25T ma kilka odpowiedników normowych, co ułatwia jej identyfikację na rynkach zagranicznych: **PN – H25T, EN/DIN – 1.4746 (X8CrTi25), GOST – 15X25T (15Ch25T), ISO – X8CrTi25**. Dzięki temu jest szeroko dostępna w Europie i krajach stosujących normy GOST.

Jakie zalety daje dodatek tytanu w stali H25T?

Tytan stabilizuje strukturę ferrytyczną i zapobiega rozrostowi ziarn podczas pracy w temperaturach powyżej 900°C. Poprawia odporność na pełzanie i wydłuża

żywotność materiału. Dzięki niemu stal H25T utrzymuje właściwości mechaniczne nawet w długotrwałej eksploatacji w trudnych warunkach pieców przemysłowych, kotłów energetycznych czy instalacji petrochemicznych.

Jakie są typowe zastosowania stali H25T (1.4746)?

Stal H25T znajduje szerokie zastosowanie w branżach wymagających odporności na utlenianie i korozję gazową. Używa się jej w częściach pieców przemysłowych, palnikach, rusztach, elementach kotłów, instalacjach spalinowych oraz aparaturze chemicznej. Sprawdza się również w produkcji elementów konstrukcyjnych, które nie są narażone na bardzo wysokie obciążenia mechaniczne, ale muszą wytrzymać długotrwałą ekspozycję na gorące gazy.

Czy stal H25T można spawać?

Stal H25T / 1.4746 jest spawalna, jednak wymaga specjalnych procedur technologicznych. Zaleca się stosowanie elektrod austenitycznych, podgrzewanie materiału przed spawaniem oraz wyżarzanie odprężające po zakończeniu procesu w temperaturze około 750–800°C. Należy ograniczać liczbę spawów, ponieważ każde złącze to potencjalny punkt osłabienia konstrukcji.

Jakie są właściwości mechaniczne stali H25T?

Stal H25T w stanie wyżarzonym osiąga twardość do około 220 HB. Jej granica pełzania zależy od temperatury pracy: przy 600°C wynosi ok. 29 MPa, natomiast przy 1000°C spada do wartości poniżej 1 MPa. To materiał odporny na utlenianie i korozję gazową, ale nieprzeznaczony do elementów o dużych obciążeniach mechanicznych.

Jakie formy dostawy oferowane są dla stali H25T?

Stal H25T jest dostępna w różnych formach handlowych, takich jak blachy gorącowalcowane, pręty walcowane i kute, rury żaroodporne, odkuwki swobodnie kute oraz formatki cięte z blach na wymiar klienta.

Jakie są ograniczenia stali H25T?

Stal żaroodporna H25T nie nadaje się do pracy w warunkach bardzo dużych naprężeń mechanicznych i powyżej 1000°C. Jej spawanie wymaga zachowania

ostrożności i stosowania dodatkowych zabiegów technologicznych. Stal ta jest idealna do pracy w agresywnym środowisku gazowym, ale mniej odporna na dynamiczne obciążenia mechaniczne niż gatunki austenityczne.

Dlaczego warto wybrać stal 1.4746 / H25T / 15Ch25T?

To stal żaroodporna o wysokiej odporności na utlenianie i działanie gazów korozyjnych, która zapewnia długą żywotność w temperaturach sięgających 1000°C. Dzięki różnorodnym formom dostawy – od blach, przez pręty, po odkuwki – znajduje zastosowanie w energetyce, hutnictwie, przemyśle chemicznym i petrochemicznym.