



Stal żaroodporna H24JS / 1.4762 / X10CrAlSi24 / X10CrAlSi25 /  
AISI 446 – odporność na siarkę i wysokie temperatury

Stal H24JS wysokostopowa – ferrytyczna stal żaroodporna chromowo-krzemowa z aluminium H24JS [PN-71/H-86022](#) X10CrAl24, stal 1.4762 [PN-EN 10095:2002](#) X10CrAlSi25

## Materiały dostępne w Alfa-Tech 1.4762 / X10CrAlSi24 / AISI 446

[Pręty 1.4762 / X10CrAlSi24 / AISI 446 – gorącowalcowane, łuszczone i ciągnione](#)

[Płaskowniki 1.4762 / X10CrAlSi24 / AISI 446](#)

[Pręty kute 1.4762 / X10CrAlSi24 / AISI 446](#)

[Odkuwki 1.4762 / X10CrAlSi24 / AISI 446 – swobodne, kostki i wały kute](#)

[Blachy 1.4762 / X10CrAlSi24 / AISI 446 – gorącowalcowane, zimnowalcowane](#)

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

## Porównanie składu chemicznego stali H24JS z odpowiednikami X10CrAl24, 1.4762, X10CrAlSi25, AISI 446

| Gatunek stali | Norma | Skład chemiczny (%) |          |              |           |           |          |                |          |          |              |
|---------------|-------|---------------------|----------|--------------|-----------|-----------|----------|----------------|----------|----------|--------------|
|               |       | C                   | Mn       | Si           | P         | S         | Cu       | Cr             | Ni       | Mo       | inne         |
| H24JS         | PN    | max 0,12            | max 1,00 | 1,30<br>1,60 | max 0,045 | max 0,030 | max 0,30 | 23,00<br>25,00 | max 0,50 | -        | Al 1,30÷1,60 |
| 10CrAl240     | STAS  | max 0,12            | max 1,00 | 0,70<br>1,40 | max 0,040 | max 0,030 | max 0,30 | 23,00<br>26,00 | max 0,50 | max 0,20 | Al 1,20÷1,70 |
| X10CrAl24     | DIN   | max 0,12            | max 1,00 | 0,70<br>1,40 | max 0,040 | max 0,015 | -        | 23,00<br>26,00 | -        | -        | Al 1,20÷1,70 |
| 1.4762        | W.nr  |                     |          |              |           |           |          |                |          |          |              |
| X10CrAlSi25   | EN    |                     |          |              |           |           |          |                |          |          |              |
| X10CrAlSi24,  | EN    | max 0,12            | max 1,00 | 0,70<br>1,40 | max 0,040 | max 0,30  | -        | 23,00<br>26,00 | -        | -        | Al 1,20÷1,70 |



Stal żaroodporna H24JS / 1.4762 / X10CrAlSi24 / X10CrAlSi25 /  
AISI 446 – odporność na siarkę i wysokie temperatury

|          |                       |             |             |              |              |              |   |                |   |   |                            |
|----------|-----------------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|---|----------------|---|---|----------------------------|
| Z12CAS25 | <a href="#">AFNOR</a> | max<br>0,12 | max<br>0,75 | 0,70<br>1,40 | max<br>0,035 | max<br>0,015 | - | 23,00<br>26,00 | - | - | Al 1,20÷1,70               |
| S44600   | UNS                   | max<br>0,12 | max<br>1,50 | max<br>1,00  | max<br>0,040 | max<br>0,030 | - | 23,00<br>27,00 | - | - | <a href="#">N</a> max 0,25 |
| AISI 446 | AISI                  |             |             |              |              |              |   |                |   |   |                            |

## Stal H24JS, 1.4762 (AISI 446, X10CrAl24, X10CrAlSi25) – charakterystyka i właściwości

Stal **H24JS**, oznaczana również jako **X10CrAlSi24** wg EN oraz **1.4762**, to wysokiej klasy **stal ferrytyczna żaroodporna**, zaprojektowana do pracy w ekstremalnych warunkach temperaturowych oraz w środowiskach agresywnych chemicznie.

Wyróżnia się przede wszystkim:

- **Bardzo wysoką odpornością na utlenianie w powietrzu – do temperatury 1200°C,**
- **Odpornością na działanie utleniających gazów siarkowych,**
- **Stabilnością strukturalną przy długotrwałej ekspozycji na wysokie temperatury,**
- **Zadowalającą odpornością na gazy redukujące**, co czyni ją materiałem uniwersalnym dla wielu zastosowań przemysłowych.

### Ograniczenia

Pomimo znakomitych właściwości w środowiskach powietrznych i siarkowych, stal H24JS **wykazuje ograniczoną odporność** na atmosfery **nawęglające, azotujące oraz węgloazotujące**.

W aplikacjach, gdzie obecne są takie czynniki, należy rozważyć inne gatunki stali lub zastosować powłoki ochronne.

### Typowe zastosowania

Dzięki swoim właściwościom stal H24JS znajduje zastosowanie w:

- **Żaroodpornych elementach kotłów i pieców przemysłowych,**
- **Instalacjach spalania odpadów i gazów zawierających siarkę,**
- **Komorach spalania i kanałach dymowych,**



Stal żaroodporna H24JS / 1.4762 / X10CrAlSi24 / X10CrAlSi25 /  
AISI 446 – odporność na siarkę i wysokie temperatury

- **Urządzeniach narażonych na wysokotemperaturowe gazy procesowe,**
- **Wyłożeniach komór termicznych oraz częściach przewodów spalinowych.**

## **Stal H24JS, 1.4762, AISI 446, X10CrAl24, X10CrAlSi25 w podwyższonych temperaturach**

Stal H24JS zachowuje swoje właściwości mechaniczne w wysokich temperaturach, jednak wartości granicy pełzania i wytrzymałości na [pełzanie](#) zmniejszają się wraz ze wzrostem temperatury.

Poniżej przedstawiono szczegółowe dane:

| Temperatura (°C) | <a href="#">Granica<br/>pełzania</a><br>R1/1000<br>(MPa) | Wytrzymałość na<br>pełzanie Rz/10,000<br>(MPa) | Wytrzymałość na<br>pełzanie Rz/100,000<br>(MPa) |
|------------------|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| 600              | –                                                        | 29                                             | 13,2                                            |
| 700              | –                                                        | 8                                              | 3,7                                             |
| 800              | 4                                                        | 3                                              | 1,3                                             |
| 900              | 1,5                                                      | 1,5                                            | 0,6                                             |
| 1000             | 0,7                                                      | –                                              | –                                               |
| 1100             | 0,3                                                      | –                                              | –                                               |

Wartości te odzwierciedlają odporność stali H24JS na pełzanie w długotrwałym obciążeniu przy różnych temperaturach, co czyni ją odpowiednią do pracy w ekstremalnych warunkach cieplnych.

## **Stal H24JS, 1.4762, X10CrAlSi25, AISI 446, X10CrAl24 właściwości fizyczne**

Stal H24JS wyróżnia się również stabilnymi właściwościami fizycznymi, które pozwalają na jej wykorzystanie w szerokim zakresie zastosowań. Poniżej przedstawiono szczegółowe dane fizyczne tej stali:

- **Gęstość:** 7,60 g/cm<sup>3</sup>
- **Pojemność cieplna (Cp):** 500 J/(kg·K) (w zakresie 20-100°C)



Stal żaroodporna H24JS / 1.4762 / X10CrAlSi24 / X10CrAlSi25 /  
AISI 446 – odporność na siarkę i wysokie temperatury

- **Przewodność cieplna ( $\lambda$ ):** 16,80 W/(m·K)
- **Współczynnik rozszerzalności liniowej ( $\alpha$ ):**  $10,0 \times 10^{-6} K^{-1}$  (w zakresie 20-100°C)
- **Moduł sprężystości (E):** 196 GPa

## Technologiczne Parametry Obróbki Stali H24JS

Stal H24JS jest materiałem, który można efektywnie przetwarzać, korzystając z określonych parametrów obróbki cieplnej i mechanicznej:

- **Kucie:** Zakres temperatur od 1050°C do 600°C.
- **Walcowanie:** Zakres temperatur od 1050°C do 600°C.
- **Wyżarzanie zmiękczające:** Temperatura w zakresie od 850°C do 900°C.  
Proces wyżarzania powinien być przeprowadzany z chłodzeniem w powietrzu lub wodzie, aby uzyskać optymalne właściwości mechaniczne.

Parametry te gwarantują optymalną obróbkę i pozwalają na uzyskanie wymaganych właściwości mechanicznych i strukturalnych w końcowym produkcie.

## Spawalność H24JS (1.4762)

### Spawanie stali 1.4762 (H24JS) – zalecenia i uwagi technologiczne

Stal **1.4762** charakteryzuje się **wrażliwością na ciepło**, dlatego już na etapie spawania warto stosować odpowiednie środki ostrożności. **Przed wszystkim**, zaleca się prowadzenie procesu z **minimalnym wprowadzaniem energii cieplnej**. W praktyce oznacza to użycie **cienkich elektrod, niskiego natężenia prądu** oraz techniki **spawania krótkim łukiem**.

**W przypadku** elementów o grubości ścianki **poniżej 3 mm**, nie ma konieczności wcześniejszego podgrzewania. **Natomiast**, jeśli mamy do czynienia z materiałami o większej grubości, **wskazane jest podgrzewanie zarówno przed, jak i w trakcie spawania**. Takie działanie może znacząco zmniejszyć ryzyko powstawania pęknięć oraz innych nieciągłości spoiny.

**Po zakończeniu spawania**, zaleca się przeprowadzenie **wyżarzania**



Stal żaroodporna H24JS / 1.4762 / X10CrAlSi24 / X10CrAlSi25 /  
AISI 446 – odporność na siarkę i wysokie temperatury

**odprężającego** w temperaturze **750-800°C**, a następnie **studzenie w powietrzu**. Zabieg ten stabilizuje strukturę i eliminuje naprężenia spawalnicze.

**Warto również pamiętać**, że stal **H24JS / 1.4762** wykazuje **skłonność do kruchości** w zakresie temperatur **450-525°C**. **Z tego względu**, należy unikać długotrwałego przebywania materiału w tym przedziale temperaturowym – zarówno podczas spawania, jak i późniejszej eksploatacji. **W przeciwnym razie**, może dojść do wyraźnego **obniżenia właściwości mechanicznych**.

**Podsumowując**, przestrzeganie powyższych zasad podczas spawania stali H24JS umożliwia uzyskanie **wysokiej jakości połączeń**, przy jednoczesnym zachowaniu **żaroodporności i wytrzymałości mechanicznej**.

## ***Zastosowania stali żaroodpornej H24JS, 1.4762:***

- **Przemysł energetyczny:** Wykorzystywana w budowie kotłów parowych, szczególnie w elementach takich jak rury przegrzewaczy pary, które muszą wytrzymywać wysokie temperatury i agresywne środowiska.
- **Inżynieria pieców przemysłowych:** Stosowana w produkcji komponentów pieców, takich jak mufle, prowadnice czy osłony, gdzie wymagana jest odporność na wysokie temperatury i utlenianie.
- **Przemysł petrochemiczny:** Używana w częściach palników olejowych oraz innych komponentach narażonych na działanie wysokich temperatur i korozyjnych gazów.
- **Produkcja szkła:** Stal 1.4762 znajduje zastosowanie w formach do produkcji szkła, gdzie wymagana jest odporność na wysokie temperatury i stabilność wymiarowa.

## **Stal AISI 446 – własności mechaniczne i właściwości fizyczne**

### **Właściwości mechaniczne (stan wyżarzony)**

- **Wytrzymałość na rozciąganie R<sub>m</sub>:** 450 – 620 MPa
- **Granica plastyczności R<sub>p0,2</sub>:** ok. 280 – 380 MPa
- **Wydłużenie A:** ok. 20 – 25 %



Stal żaroodporna H24JS / 1.4762 / X10CrAlSi24 / X10CrAlSi25 /  
AISI 446 – odporność na siarkę i wysokie temperatury

- **Twardość:** ok. 170 – 220 HB
- **Moduł sprężystości:** ok. 200 GPa

Właściwości mechaniczne są typowe dla stali ferrytycznych – stabilne, ale bez wysokiej wytrzymałości w podwyższonych temperaturach.

## Właściwości fizyczne

- **Gęstość:** ok. 7,4 – 7,5 g/cm<sup>3</sup>
- **Temperatura topnienia:** ok. 1500 °C
- **Przewodność cieplna:** wyższa niż w stalach austenitycznych
- **Rozszerzalność cieplna:** niższa niż w stalach austenitycznych

## Właściwości eksploatacyjne

- odporność na utlenianie do ok. **1100-1150°C**
- bardzo dobra odporność na **zgorzelinę i korozję gazową**
- odporność na środowiska zawierające **siarkę i spaliny**
- brak możliwości utwardzania cieplnego

## Charakterystyka materiału AISI 446

AISI 446 to stal ferrytyczna o wysokiej zawartości chromu, przeznaczona do pracy w warunkach wysokotemperaturowych. Materiał wykazuje bardzo wysoką odporność na utlenianie i korozję gazową, przy jednocześnie ograniczonej wytrzymałości mechanicznej w temperaturze.

- struktura ferrytyczna (magnetyczność, brak przemian fazowych)
- niższa plastyczność w niskich temperaturach
- wrażliwość na przegrzanie i obróbkę cieplną

## Zastosowanie AISI 446

- elementy pieców przemysłowych
- komory spalania i palniki
- ruszty, prowadnice, wkłady piecowe
- elementy instalacji energetycznych i chemicznych



Stal żaroodporna H24JS / 1.4762 / X10CrAlSi24 / X10CrAlSi25 /  
AISI 446 – odporność na siarkę i wysokie temperatury

### **Dostępne formy stali H24JS, 1.4762, (AISI 446, X10CrAl24, X10CrAlSi25)**

- **Blachy i płyty:** Dostępne w stanie wyżarzonym (+A).
- **Pręty:** kute, pręty walcowane na gorąco
- **Rury i profile:** Spawane stosowane w konstrukcjach narażonych na wysokie temperatury.
- **Odkuwki swobodnie kute**

Stal 1.4762 jest ceniona za swoje właściwości żaroodporne i odporność na korozję w trudnych warunkach przemysłowych, co czyni ją odpowiednią do szerokiego zakresu zastosowań w różnych gałęziach przemysłu.

Zobacz także

### **Stale żaroodporne, żaroodporne nierdzewne oraz żarowytrzymałe wg [PN 71/H-86022](#)**

[H5M – ferrytyczno-perlityczna 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 żaroodporna H24JS / 1.4762 / X10CrAlSi24 / X10CrAlSi25 /  
AISI 446 – odporność na siarkę i wysokie temperatury

## 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, X9CrNiSiNc21-11-2 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](#)

## Najczęściej zadawane pytania (FAQ) o stali żaroodpornej H24JS (1.4762, X10CrAlSi25, AISI 446)

### Do czego stosuje się stal żaroodporną H24JS?

Stal H24JS (1.4762, X10CrAlSi25, AISI 446) jest przeznaczona do pracy w temperaturach sięgających 950–1000 °C. Stosuje się ją w piecach przemysłowych, mufach grzejnych, deflektorach, przewodnicach i osłonach palników, czyli tam, gdzie wymagana jest wysoka odporność na utlenianie i stabilność wymiarowa podczas długotrwałej pracy.



Stal żaroodporna H24JS / 1.4762 / X10CrAlSi24 / X10CrAlSi25 /  
AISI 446 – odporność na siarkę i wysokie temperatury

## Jakie są główne właściwości stali H24JS?

H24JS to stal ferrytyczna chromowo-aluminiowa o zawartości ok. 25 % Cr i 2–3 % Al. Charakteryzuje się bardzo dobrą odpornością na utlenianie i łuszczenie, niskim współczynnikiem rozszerzalności cieplnej oraz dobrą przewodnością cieplną. Zachowuje stabilność strukturalną i wymiarową nawet po tysiącach cykli grzania i chłodzenia, co czyni ją jedną z najlepszych stali żaroodpornych do atmosfer utleniających.

## Dlaczego stal H24JS jest lepsza od austenitycznych 1.4841 i 1.4828 przy pracy cyklicznej?

Austenityczne gatunki 1.4841 i 1.4828 mają wysoki współczynnik rozszerzalności cieplnej i dużą zawartość niklu, co powoduje pękanie spoin i deformacje przy częstych rozruchach pieca.

Stal H24JS, dzięki strukturze ferrytycznej, rozszerza się o około 30 % mniej przy 900 °C, przez co lepiej znosi częste zmiany temperatury.

Jest bardziej stabilna wymiarowo, choć mniej plastyczna i wymaga ostrożniejszego spawania.

## W jakich warunkach H24JS nie powinna być stosowana?

Nie zaleca się stosowania H24JS w atmosferach zawierających siarkę, parę wodną, opary węglowodorów ani w środowiskach redukujących.

W takich warunkach warstwa tlenków  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ – $\text{Al}_2\text{O}_3$  ulega zniszczeniu, a stal szybko traci odporność.

W piecu, gdzie obecne są spaliny i związki siarki, lepiej sprawdza się gatunek H13JS (1.4724, X10CrAl13, X10CrAlSi13), który tworzy bardziej stabilną warstwę tlenków w obecności gazów redukujących.

## Jakie są odpowiedniki i oznaczenia stali H24JS w różnych normach?

Odpowiedniki tej stali to: **EN 1.4762, X10CrAlSi25** (wg DIN), **AISI 446** (wg USA) oraz **H24JS** wg PN.

Wszystkie odnoszą się do ferrytycznej stali chromowo-aluminiowej o wysokiej odporności na utlenianie w atmosferze powietrza i gazów obojętnych.



Stal żaroodporna H24JS / 1.4762 / X10CrAlSi24 / X10CrAlSi25 /  
AISI 446 – odporność na siarkę i wysokie temperatury

## **Jak długo może pracować stal H24JS w wysokiej temperaturze?**

Przy ciągłej pracy w temperaturze 900–950 °C żywotność elementów z H24JS wynosi zwykle kilka lat.

W warunkach cyklicznych, z regularnym chłodzeniem i nagrzewaniem, jej trwałość można zwiększyć przez prawidłową konstrukcję połączeń spawanych, unikanie naprężeń i stosowanie strefowego doboru gatunków (np. H24JS w komorze, H13JS w wylocie spalin).

## **Jak rozpoznać oryginalną stal H24JS?**

Autentyczna stal H24JS posiada certyfikat 3.1 wg EN 10204, oznaczenie wytopu i pełny skład chemiczny potwierdzony analizą spektrometryczną.

Tanie zamienniki, często z importu, mają zaniżoną zawartość chromu (ok. 22 %) i nadmierną ilość siarki, co powoduje łuszczenie i utratę odporności już przy 850 °C. Warto kupować wyłącznie stal pochodzącą z hut europejskich lub dystrybucji z udokumentowanym źródłem.

## **Jakie są typowe błędy przy stosowaniu H24JS?**

Najczęstsze błędy to: stosowanie w atmosferze zawierającej siarkę, zbyt sztywne mocowania bez dylatacji, brak kontroli po pierwszym sezonie oraz łączenie z austenitami o innym współczynniku rozszerzalności.

Prawidłowe projektowanie i dobór gatunku do strefy pieca pozwalają uniknąć tych problemów i zwiększyć żywotność konstrukcji nawet o 70 %.