Stal 25HM, 25HMA, 20HM, chromowo-molibdenowa, stal kotłowa konstrukcyjna stopowa – do pracy przy podwyższonych temperaturach PN-72/H-84030 , stal 25CrMo4, 1.7218 PN-EN 10083-3:2008, 25CrMoS4 1.7213, 24CrMo5, 1.7258, AISI 4130

Materiały dostępne w Alfa-Tech 25CrMo4 / 25HM / AISI 4130

Pręty 25HM / 25CrMo4 – gorącowalcowane, łuszczone i ciągnione
Płaskowniki 25HM / 25CrMo4
Pręty kute 25HM / 25CrMo4
Odkuwki 25HM / 25CrMo4 – swobodne, kostki i wały kute
Rury AISI 4130 / 25CrMo4 – (chromoly) ciągnione
Taśmy 25CrMo4 / 25HM
Blachy 25CrMo4 / 25HM / AISI 4130 – gorącowalcowane, zimnowalcowane

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

Porównanie składu chemicznego w % stali 25HM, 20HM z zamiennikami 25CrMo4, 1.7218, 25CrMoS4, 1.7213, 1.7219, 26CrMo4, 24CrMo5, 1.7258, AISI 4130

Gatunek stali	Norma	C	Mn	Si	P	S	Cu	Cr	Ni	Mo	inne
25HM	PN-72/H-84030	0,22–0,29	0,40–0,70	0,17–0,37	max 0,035	max 0,035	max 0,30	0,80–1,10	max 0,30	0,15–0,25	stal do ulepszania cieplnego
25HMA	PN-72/H-84030	0,22–0,29	0,40–0,70	0,17–0,37	max 0,030	max 0,030	max 0,30	0,80–1,10	max 0,30	0,15–0,25	stal do ulepszania cieplnego
20HM	PN-72/H-84030	0,19–0,26	0,50–0,80	0,15–0,35	max 0,035	max 0,035	–	0,90–1,20	max 0,60	0,40–0,50	Al max 0,020
20HM / 20KHM 20ChM / 20XM	GOST	0,15–0,25	0,40–0,70	0,17–0,37	max 0,035	max 0,035	max 0,30	0,80–1,10	max 0,30	0,15–0,25	V max 0,05; Ti max 0,03; Cu max 0,30; N max 0,008; W max 0,20
25CrMo4 / 1.7218 25 CrMo 4	AFNOR / DIN / W.nr / EN	0,22–0,29	0,60–0,90	max 0,40	max 0,035	max 0,035	–	–	–	0,15–0,30	–
25CrMoS4 / 1.7213 25 CrMo S4	PN – EN	0,22–0,29	0,60–0,90	max 0,40	max 0,035	0,02-0,04	–	–	–	0,15–0,30	–

Gatunek stali	Norma	C	Mn	Si	P	S	Cu	Cr	Ni	Mo	inne
26 CrMo 4 / 26CrMo4 / 1.7219	DIN / W.nr	0,22–0,29	0,50–0,80	max 0,35	max 0,035	max 0,035	–	0,90–1,20	–	0,15–0,30	–
24CrMo5 / 1.7258	DIN EN / W.nr	0,20–0,28	0,50–0,80	max 0,40	max 0,035	max 0,035	–	0,90–1,20	max 0,60	0,20–0,35	–
20CrMo4 / 1.3567 20 CrMo 4	ISO	0,17–0,23	0,60–0,90	max 0,40	max 0,025	max 0,030	max 0,30	0,90–1,20	–	0,15–0,25	Al max 0,05
AISI 4130 / SAE 4130	AISI	0,28–0,33	0,40–0,60	0,20–0,35	max 0,035	max 0,040	–	0,80–1,10	–	0,15–0,25	–
30CrMo	GB/T	0,26–0,34	0,40–0,70	0,17–0,37	max 0,035	max 0,035	max 0,30	0,80–1,10	max 0,30	0,15–0,25	–

Stal konstrukcyjna kotłowa w gatunku **20HM** często zastępowana jest popularniejszymi gatunkami 15HM i 25HM. Stosowana jest na części turbin parowych na wirniki turbin o średnicy do fi 300, osie, wałki, wały, tarcze wały korbowe i inne części turbin parowych które pracują w temperaturze do 550°C.

Stal 25HM i 25CrMo4 (1.7218, 1.7213, 24CrMo5, 1.7258) – Charakterystyka, Zastosowanie, Spawanie i Obróbka Cieplna

Stopowa stal kotłowa konstrukcyjna 25HM i 25CrMo4 (1.7218, 24CrMo5, 1.7258, 1.7213) – charakterystyka

Stal 25HM jest polskim odpowiednikiem gatunku **25CrMo4 (1.7218)** i klasyfikowana jest zarówno jako stal konstrukcyjna do ulepszania cieplnego, jak i stal kotłowa. Wykazuje bardzo dobre własności wytrzymałościowe, dużą ciągliwość, dobrą spawalność oraz hartowność. Po obróbce cieplnej ma nieco niższe parametry wytrzymałościowe niż 1.7220, ale charakteryzuje się lepszą ciągliwością.

Właściwości mechaniczne stali

- **Wytrzymałość na rozciąganie (Rm):** >740 MPa
- **Granica plastyczności (Re):** >590 MPa
- **Wydłużenie (A):** >15%
- **Przewężenie (Z):** >55%
- **Twardość w stanie wyżarzonym zmiękczająco:** <217 HB

Obróbka cieplna

- **Wyżarzanie zmiękczające:** 680 – 720℃, powolne chłodzenie z piecem
- **Wyżarzanie normalizujące:** 860 – 900℃, chłodzenie w powietrzu
- **Hartowanie:** w oleju lub wodzie w temperaturze 840 – 880℃
- **Odpuszczanie:** 540 – 680℃, chłodzenie w powietrzu
- **Wyżarzanie odprężające:** 650 – 700℃

Granica pełzania i wytrzymałość na pełzanie stali 25HM, 25CrMo4, 1.7218, 25CrMoS4

Temperatura (℃)	420	430	440	450	460	470	480	490	500	510	520	530	540	550
Rz/10000 (MPa)	387	364	338	311	283	255	227	200	177	153	133	114	95	78
Rz/100000 (MPa)	308	280	253	226	200	178	157	136	118	100	82	66	51	36
R1/10000 (MPa)	274	258	242	227	210	195	179	163	147	130	115	98	81	64
R1/100000 (MPa)	221	203	186	171	155	141	127	112	98	83	69	54	39	25
R0,2/10000 (MPa)	204	188	175	162	149	135	124	112	100	88	77	66	55	46
R0,2/100000 (MPa)	165	151	138	126	113	100	87	75	64	53	42	32	24	18

Parametry zawarte w tabeli

Tabela przedstawia charakterystyki pełzania dla stali 25HM w zakresie temperatur **420–550°C**. Obejmuje trzy kluczowe parametry:
Rz (MPa) – granica pełzania dla czasu próbki do zerwania (*time to rupture strength*).
R1 (MPa) – granica pełzania dla 1% odkształcenia.
R0,2 (MPa) – granica pełzania dla 0,2% odkształcenia.
Wartości podano dla dwóch okresów pracy materiału: **10 000 godzin** i **100 000 godzin**.

Analiza wyników

- Spadek wytrzymałości z temperaturą Wraz ze wzrostem temperatury obciążenia, wytrzymałość stali na pełzanie systematycznie **spada**. Na przykład:
- Granica pełzania Rz/10000: 387 MPa przy **420°C**, ale już tylko 78 MPa przy **550°C**.
- **Granica pełzania Rz/100000**: 308 MPa przy **420°C**, ale jedynie 36 MPa przy **550°C**.
- **Wpływ czasu obciążenia** Wytrzymałość stali na pełzanie **znacząco spada wraz z wydłużeniem czasu pracy**. Widać to zwłaszcza dla wartości **Rz**: Przy **420°C**, dla **10 000 h** – **387 MPa**, a dla **100 000 h** – **308 MPa**. Przy **550°C**, dla **10 000 h** – **78 MPa**, a dla **100 000 h** – **36 MPa**.
- **Wartości R1 i R0,2**

Wartości R1 i R0,2 są zawsze niższe niż Rz, co wynika z charakterystyki próby pełzania (granice odkształcenia są osiągane wcześniej niż zerwanie). Parametry **R1/100000** są nawet **o 30–50% niższe** od Rz/100000, co oznacza, że nawet niewielkie odkształcenie może wystąpić znacznie wcześniej niż zniszczenie materiału.

Praktyczne znaczenie

Ograniczona trwałość w wysokich temperaturach

Stal 25HM (25CrMo4, 24CrMo5, 1.7218, 25CrMoS4, 1.7213, 24CrMo5, 1.7258, AISI 4130) nie nadaje się do długotrwałej pracy powyżej **550°C**, gdyż jej wytrzymałość na pełzanie spada do poziomu kilkudziesięciu MPa.

- **Wybór temperatury pracy**

- Dla <strong „>10 000 h optymalna maksymalna temperatura pracy wynosi **do ok. 500°C** (wytrzymałość wciąż powyżej 100 MPa).
- 100 000 h bezpieczna temperatura pracy nie powinna przekraczać **460°C**.

Praktyczne zastosowanie

Stal 25CrMo4, 25HM, 24CrMo5, 1.7218 jest stosowana głównie w elementach kotłów, turbin i rurociągach, gdzie przewiduje się pracę w temperaturach **do 500°C**, ale nie w ekstremalnie długich cyklach. Przy konieczności dłuższego użytkowania

(100 000 h) należy rozważyć inne stale o lepszej odporności na pełzanie, np. X10CrMoVNb9-1 (P91).

Stal konstrukcyjna stopowa 25HM (25CrMo4) dobrze sprawdza się w warunkach średnich temperatur pracy (400–500°C), ale jej pełzanie staje się istotnym ograniczeniem powyżej 500°C, zwłaszcza przy długotrwałej eksploatacji. W takich warunkach struktura stali zaczyna tracić stabilność, co może prowadzić do stopniowej deformacji materiału pod wpływem obciążeń cieplnych. Dlatego 25HM znajduje zastosowanie głównie w elementach pracujących okresowo lub krótkoterminowo w podwyższonej temperaturze, takich jak części silników, wały, koła zębate czy osprzęt mechaniczny w energetyce i przemyśle maszynowym. Jej dobrą obrabialność i spawalność doceniają również producenci elementów konstrukcyjnych wymagających wysokiej wytrzymałości przy umiarkowanej odporności cieplnej.

Zastosowanie

Stal 25HM wykorzystywana jest do:

- Mocno obciążonych śrub i rozpórek (400 – 500℃)
- Nakrętek (450 – 540℃)
- Łopatek i części turbin parowych
- Kołnierzy, wieńców spawanych do rur, pokryw
- Wałów, osi, tarcz turbin, wałów korbowych, wałów uzębionych

Spawanie stali 25HM (25CrMo4, 24CrMo5, 1.7258, 1.7218, 25CrMoS4, AISI 4130)

Stal 25HM można spawać, ale zaleca się stosowanie odpowiednich metod i obróbki cieplnej:

- **Stal 25HM Obróbka cieplna po spawaniu:**
- **Wyżarzanie odprężające:** 600-650°C przez 1-2 min na każdy mm grubości złącza, nie krócej niż 20 min
- **Normalizowanie:** 900-940°C przez taki sam czas jak przy wyżarzaniu odprężającym
- Jeśli obróbka cieplna nie jest możliwa od razu po spawaniu, należy studzić złącza bardzo wolno, np. obsypując gorącym piaskiem lub razem z piecem.
- **Stal 25HM Metody spawania:**

- Spawanie gazowe: stosowane do blach i rur o średnicach do 100 mm i grubości ścianki do 10 mm
- Spawanie łukowe: elektrodami otulonymi dla blach o grubości powyżej 2 mm oraz rur o średnicach powyżej 51 mm i grubości ścianek powyżej 4 mm
- W osłonie gazu obojętnego: dla rur o cienkich ściankach do 5 mm zaleca się spawanie elektrodami nietopliwymi
- Dla grubszych rur: spawanie w osłonie gazu obojętnego elektrodami nietopliwymi stosuje się jedynie dla warstwy przetopowej
- Można stosować także **spawanie łukiem krytym** oraz **spawanie elektrożużlowe**

Firma oferuje materiały w gatunkach 25HM, 1.7218, 25CrMo4, 24CrMo5, 1.7258, 25CrMoS4, 1.7213, AISI 4130 jako:

Pręty walcowane, pręty kute i pręty ciągnione:
Tabela – Własności mechaniczne prętów (EN 10269 + EN 10083-3)

Zakres / przekrój	Stan	Rm [N/mm²]	Rp0,2 [N/mm²]	A [%]	Z [%]	KV 20°C [J]	Twardość
EN 10269 <100 mm	+QT	600–750	>400	>18	>60	>60	–
EN 10269 100–150 mm	+QT	600–750	>420	>18	>60	>60	–
EN 10083-3 <16 mm	+QT	900–1100	>700	>12	>50	–	–
EN 10083-3 16–40 mm	+QT	800–950	>600	>14	>55	>50	–
EN 10083-3 40–100 mm	+QT	650–800	>400	>16	>60	>45	–
EN 10083-3 100–150 mm	+QT	650–800	>400	>16	>60	>45	–
EN 10083-3	+A	–	–	–	–	–	HBW <212
EN 10083-3	+S	–	–	–	–	–	HBW <255

Płaskowniki walcowane, płaskowniki kute
Blachy zimnowalcowanych, blachy gorącowalcowane
Taśmy:

Tabela – własności mechaniczne taśm zimnowalcowanych (EN 10132-3)

Stan dostawy	Rm [N/mm²]	Rp0,2 [N/mm²]	A [%]	HV	HRB / HRC
+A+LC	<580	<440	>19	<175	HRB <87
+QT	990–1400	–	–	305–435	HRC 31.5–44.0

Odkuwki swobodnie kute, odkuwki matrycowe
Tabela – własności mechaniczne odkuwek (EN 10250-3, stan +QT, badania mechaniczne w osi wyrobu)

Przekrój	Rm [N/mm²]	Rp0,2 [N/mm²]	A [%]	KV 20°C [J]
<70 mm	>700	>450	>15	>50
70–160 mm	>650	>400	>17	>45
>160 mm	>600	>380	>18	>38

Rury 4130, 25CrMo4, 1.7218 – zimnociągnione:
Tabela – własności mechaniczne rur 25CrMo4 – bezszwowe wg EN 10305, bez szwu wg DIN 2391, rury bez szwu ciśnieniowe wg EN 10216-2

Stan dostawy	Rury AISI 4130 / 1.7218 / 25CrMo4	Rm [N/mm²]	Rp0,2 [N/mm²]	A [%]	Uwagi
+A / GBK	Rury zimnociągnione, wyżarzone zmiękczająco	500–620	>300	>24	HB <215, HRB <96
+N / NBK	Zimnociągnione, normalizowane	620–800	>390	>18	
+C+SR / BK+S	Zimnociągnione rury 4130, 25CrMo4 – odprężone	650–900	>600	>10	
+LC / BKW	Zimnociągnione, półtwarde	>670	–	>6	
+C / BK	Zimnociągnione, twarde	~720	–	>4	
+QT	Rury ciśnieniowe EN 10216-2	540–690	>345	>18	KV20: >40 J

Pozostałe gatunki stali konstrukcyjnych kotłowych

15HM – stal chromowo-molibdenowa 13CrMo4-5, 13CrMo4-4, 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
1.7711 – stal kotłowa chromowo-molibdenowo-wanadowa (40CrMoV4-6)

Zobacz również

stal kotłowa wysokostopowa do pracy przy podwyższonych temperaturach

Pozostałe stale konstrukcyjne stopowe

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

FAQ – Stale konstrukcyjne stopowe Cr-Mo do pracy w podwyższonych temperaturach (20HM, 25HM, 20CrMo4, 25CrMo4, 24CrMo4, AISI 4130)

Czym jest stal 20HM / 25HM / 20CrMo4 / 25CrMo4 / 24CrMo4 / 26CrMo4 / AISI 4130 i jakie ma zastosowanie?

Są to stale konstrukcyjne stopowe chromowo-molibdenowe, przeznaczone do pracy w podwyższonych temperaturach,

typowo w zakresie ok. 400–550 °C. Stosuje się je m.in. w:

- turbinach parowych, częściach kotłów i wymienników,
- rurociągach i przewodach pary oraz mediów gorących,
- elementach konstrukcyjnych narażonych na wysokie obciążenia cieplne i mechaniczne,
- częściach ciśnieniowych w energetyce i petrochemii.

AISI 4130 jest amerykańskim odpowiednikiem europejskich gatunków z grupy 25CrMo4 / 25HM.

Jaki jest skład chemiczny stali?

25HM / 25CrMo4 (1.7218)

- C: 0,22–0,29 %
- Mn: 0,40–0,70 %
- Cr: 0,80–1,10 %
- Mo: 0,15–0,25 %
- dodatki: Si, Cu, Ni w niewielkich ilościach

20HM / 20CrMo4

- C: 0,19–0,26 %
- Mn: 0,50–0,80 %
- Cr: 0,90–1,20 %
- Mo: 0,15–0,25 %
- niewielki dodatek aluminium

24CrMo4 (1.7258)

- C: 0,22–0,29 %
- Mn: 0,60–0,90 %
- Cr: 0,90–1,20 %
- Mo: 0,15–0,25 %

AISI 4130 (odpowiednik 25CrMo4)

- C: 0,28–0,33 %

- Mn: 0,40–0,60 %
- Cr: 0,80–1,10 %
- Mo: 0,15–0,30 %
- Si: 0,15–0,35 %

Jakie są właściwości mechaniczne stali 20HM / 25HM?

Typowe właściwości mechaniczne (w zależności od stanu dostawy i przekroju) to:

- wytrzymałość na rozciąganie Rm: powyżej 740 MPa,
- granica plastyczności Re: powyżej 590 MPa,
- wydłużenie A: minimum 15 %,
- przewężenie Z: minimum 55 %,
- twardość po wyżarzaniu: poniżej 217 HB.

Jak wygląda obróbka cieplna stali 20HM, 25HM, 25CrMo4 i AISI 4130?

- **Wyżarzanie zmiękczające:** 680–720 °C, chłodzenie w piecu.
- **Normalizowanie:** 860–900 °C, chłodzenie w powietrzu.
- **Hartowanie:** 840–880 °C, chłodzenie w wodzie lub oleju.
- **Odpuszczanie:** 540–680 °C, chłodzenie w powietrzu.
- **Wyżarzanie odprężające:** 650–700 °C.

Jak stal zachowuje się pod wpływem pełzania?

Podczas długotrwałej pracy w wysokiej temperaturze wytrzymałość 25HM stopniowo spada.
Dla temperatury ok. 550 °C i czasu 100 000 godzin wytrzymałość na długotrwałe obciążenie
zmniejsza się do poziomu rzędu 36 MPa. Bezpiecznym zakresem wieloletniej pracy jest zwykle
temperatura do około 460 °C.

Do jakiej maksymalnej temperatury można stosować stale 20HM, 25HM, 25CrMo4 i AISI 4130?

- eksploatacja do ok. 10 000 godzin: temperatura robocza do około 500 °C,
- eksploatacja do ok. 100 000 godzin: maksymalnie około 460 °C.

Czy stale 20HM, 25HM, 25CrMo4 i AISI 4130 można spawać?

Tak, ale wymagają one odpowiedniej technologii spawania i obróbki cieplnej:

- wyżarzanie odprężające po spawaniu w temperaturze ok. 600–650 °C lub normalizowanie w 900–940 °C,
- w razie braku możliwości natychmiastowej obróbki – powolne studzenie, np. w piasku,
- stosowane procesy: spawanie gazowe, łukowe, w osłonie gazów (MAG/MIG, TIG), łuk kryty, spawanie elektrożużlowe dla większych przekrojów.

W jakich formach dostępne są stale 20HM, 25HM, 25CrMo4, 24CrMo4 i AISI 4130?

Typowe formy handlowe obejmują:

- pręty walcowane, kute i ciągnione,
- płaskowniki walcowane i kute,
- blachy gorącowalcowane i zimnowalcowane,
- odkuwki swobodnie kute i matrycowe,
- rury bez szwu do zastosowań kotłowych i ciśnieniowych.

Czy stal 25HM / 25CrMo4 i AISI 4130 jest dostępna w formie rur do pracy w podwyższonych temperaturach?

Tak. Gatunki 25CrMo4 / 25HM oraz AISI 4130 są szeroko stosowane jako materiał na rury
do pracy w podwyższonych temperaturach i pod ciśnieniem. Występują m.in. w:

- rurach bez szwu wg EN 10216-2 do instalacji energetycznych i kotłowych,
- rurach precyzyjnych zimnociągnionych wg EN 10305 / DIN 2391,

- rurociągach dla energetyki, petrochemii i przemysłu chemicznego.

Rury 25CrMo4 / AISI 4130 / 1.7218 łączą podwyższoną wytrzymałość, dobrą odporność na pełzanie oraz możliwość obróbki cieplnej i spawania w warunkach przemysłowych.

Jakie są zamienniki i odpowiedniki

- **25CrMo4 (1.7218)** – europejski odpowiednik stali 25HM,
- **24CrMo4 (1.7258)** – gatunek o zbliżonym składzie stosowany w energetyce i petrochemii,
- **20CrMo4 (1.7220)** – gatunek europejski bliski stali 20HM,
- **25CrMoS4 (1.7213)** – wersja z dodatkiem siarki poprawiająca skrawalność,
- **AISI 4130** – amerykański odpowiednik grupy 25CrMo4 / 25HM.