



Stal X120Mn12, 1.3401, stal Hadfielda, 110G12, 11G12,
X120Mn13

Stal X120Mn12 specjalna wysokostopowa - odporna na ścieranie stal manganowa
110G12 BN-90/0631-04, 11G12 BN-68/0361-04 stal 1.3401, X120Mn13, stal
Hadfielda

Materiały dostępne w Alfa-Tech 1.3401 / X120Mn12 / 11G12

[Pręty 1.3401 / X120Mn12 / 11G12 - gorącowałcowane](#)

[Płaskowniki 1.3401 / X120Mn12 / 11G12 walcowane, cięte wodą z blach](#)

[Pręty kute 1.3401 / X120Mn12 / 11G12](#)

[Odkuwki 1.3401 / X120Mn12 / 11G12 - swobodne, kostki](#)

[Blachy 1.3401 / X120Mn12 / 11G12 - gorącowałcowane, formatki cięte wodą](#)

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

Porównanie gatunków 11G12 ,110G12 z zamiennikami X120Mn12, 1.3401, Z120Mn12, X120Mn13

Gatunek stali	Norma	Skład chemiczny (%)							
		C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	inne
110G12 11G12	BN	1,05 1,25	11,50 14,00	0,40 0,70	max 0,10	max 0,030	max 0,70	max 0,60	
L120G13	PN 88/H-8316 0	1,00 1,40	12,00 14,00	0,30 1,00	max 0,10	max 0,030	max 1,00	max 1,00	staliwo
X120Mn12 1.3401	DIN W.nr	1,10 1,30	12,00 13,00	0,30 0,50	max 0,10	max 0,040	max 1,50	-	-
17618	CSN/STN	1,10 1,40	11,00 13,00	max 1,00	max 0,10	max 0,040	-	-	-
Z120Mn12	AFNOR	1,05 1,35	11,00 14,00	0,20 0,60	max 0,045	max 0,035	-	-	-
X120Mn13	MSZ	1,00 1,30	12,00 14,00	max 0,70	max 0,10	max 0,040	max 0,50	-	-
A128 ASTM 128 A128B-4 UNSJ91149	ASTM	1,05-1,35 1,20-1,35	min 11,00 11,50-14,0 0	max 1,00	max 0,070	-	-	-	staliwo



Stal X120Mn12, 1.3401, stal Hadfielda, 110G12, 11G12,
X120Mn13

GX100Mn13 GX120Mn13	ISO	0,90 1,05	11,00 14,00	0,30 0,90	max 0,060	max 0,045	-	-	staliwo
GX120Mn17		1,05 1,35	16,00 19,00						

Stal Hadfielda 1.3401, X120Mn12, 11G12, 110G12, X120Mn13 własności mechaniczne

Stal X120Mn12, 1.3401, X120Mn13, 11G12, 110G12, wysokomanganowa, w zależności od gatunku i normy danej stali, zawiera 1,00 - 1,30% [węgla](#) oraz 11,00 - 14,00% (czasami więcej) [manganu](#), stosunek węgla do manganu wynosi średnio około 1:10. Po nagrzaniu do około 950 - 1000°C i ochłodzeniu w powietrzu, ten rodzaj stali posiada strukturę [austenitu](#) z wydzieleniami węglików. Po przesychnieniu z tych temperatur w wodzie powstaje struktura austenityczna o własnościach mechanicznych (dotyczy gatunku 11G12):

Własności mechaniczne próbek obrobionych cieplnie

Rm 90-110 kG/mm² (900-1100 MN/m²),
Re 35-45 kG/mm² (350-450 MN/m²),
A% - 50,
Z% - 60,
HB - 200-250 kG/mm² (2000-2500 MN/m²).

Temperatury przeróbki plastycznej i obróbki cieplnej

Kucie przy temperaturze 1050-900°C,
Obróbka cieplna - przesychnanie w temperaturze 950 - 1050°C, chłodzenie w wodzie, po obróbce cieplnej struktura austenityczna.

Stal Hadfielda - Spawanie

Przed spawaniem [stal Hadfielda](#) należy podgrzać w zakresie 190 - 300°C, po spawaniu należy wykonać wyżarzanie w zakresie temperatur 750 - 800°C. po wyżarzaniu materiał chłodzimy w powietrzu.



Stal X120Mn12, 1.3401, stal Hadfielda, 110G12, 11G12,
X120Mn13

Stal X120Mn12, 11G12, 1.3401, 110G12, X120Mn13 - obróbka cieplna stali manganowej

1. Przesycanie i stabilizacja austenitu

Obróbka cieplna wyrobów odlanych lub kutych polega na przesycaniu w temperaturze **1050-1100°C**, a następnie szybkim chłodzeniu w wodzie. Proces ten zapobiega wydzieleniu węglików oraz stabilizuje strukturę austenityczną, zapewniając jej trwałość w temperaturze pokojowej (ok. 20°C).

2. Umacnianie w trakcie eksploatacji

Stal manganowa **11G12, 110G12, X120Mn12 (1.3401), X120Mn13** charakteryzuje się wysoką udarnością i odpornością na ścieranie. Jej niska twardość w stanie początkowym jest kompensowana przez intensywne umocnienie pod wpływem nacisku i uderzeń. W warstwie przypowierzchniowej wyrobu dochodzi do tworzenia licznych **mikroblizniaków**, co znacząco zwiększa odporność na ścieranie.

Mikroblizniaki to mikroskopijne, równoległe pasma powstające w strukturze krystalicznej stali podczas silnych odkształceń plastycznych. Stanowią rezultat tzw. bliźniakowania odkształceniowego — procesu, w którym część kryształu przemieszcza się w taki sposób, że tworzy fragment o orientacji lustrzanej względem sąsiadującego obszaru. W stalach austenitycznych o wysokiej zawartości manganu, takich jak stal Hadfielda, mechanizm ten zachodzi szczególnie łatwo dzięki niskiej energii błędu ułożenia (SFE, stacking fault energy), sprzyjającej formowaniu defektów bliźniaczych zamiast klasycznych dyslokacji.

W ujęciu mikrostrukturalnym mikroblizniaki widoczne są w mikroskopie optycznym i elektronowym (SEM, TEM) jako gęste, równoległe prążki przecinające ziarna austenitu pod określonym kątem — zwykle 60° lub 70° względem pierwotnej orientacji krystalograficznej. Ich grubość mieści się w zakresie od kilkudziesięciu do kilkuset nanometrów, a rozmieszczenie ma charakter pasmowy i uporządkowany.

Powstawanie mikroblizniaków powoduje lokalne usztywnienie sieci krystalicznej i utrudnia ruch dyslokacji, co prowadzi do znacznego wzrostu twardości przy zachowaniu dobrej ciągliwości. Wraz z postępującym zużyciem i dalszym zgniotem liczba mikroblizniaków rośnie, tworząc wielowarstwową strefę umocnioną o wysokiej



odporności na ścieranie. To właśnie ten mechanizm odpowiada za zjawisko samoutwardzania stali Hadfielda w trakcie eksploatacji — powierzchnia staje się twarda i odporna, podczas gdy rdzeń zachowuje właściwości plastyczne i udarność.

W przypadku zużycia ciernego, któremu **nie towarzyszy nacisk**, a tym samym **nie zachodzi zgniot**, stal manganowa **nie wykazuje podwyższonej odporności na ścieranie** w porównaniu do innych gatunków stali o zbliżonej twardości.

3. Stal 1.3401, X120Mn12, 11G12, 110G12, X120Mn13 - przemiana martenzytyczna i obrabialność

Pod wpływem zgniotu na zimno dochodzi do:

- **Rozdrobnienia ziarn,**
- **Częściowej przemiany austenitu w martenzyt**, co dodatkowo zwiększa twardość i odporność na zużycie.

Stal Hadfielda jest bardzo trudno obrabialna, ponieważ w stanie przesyconym pozostaje plastyczna, a po umocnieniu wykazuje wysoką twardość. Obróbkę mechaniczną można ułatwić poprzez:

- **Podgrzanie w zakresie 300-450°C**, co powoduje częściową przemianę austenitu w martenzyt.
- **Podgrzanie powyżej 500°C**, co prowadzi do odpuszczenia martenzytu.
- **Długotrwałe wyżarzanie w temperaturze 550-580°C**, co poprawia skrawalność.

Po nagrzaniu do temperatur powyżej **500-550°C** i szybkim chłodzeniu w wodzie, stal manganowa może być obrabiana przy użyciu narzędzi z **węglików spiekanych**.

4. Magnetyczność - stal 1.3401, X120Mn12, 11G12, 110G12

Trudnościeralna stal manganowa, (stal X120Mn12, 1.3401), w stanie przesyconym jest **niemagnetyczna**, ponieważ jej struktura krystaliczna to austenit (γ -Fe), który nie wykazuje ferromagnetyzmu. Jednak **w praktyce zdarza się, że taka stal może wykazywać magnetyczność**. Przyczyny tego zjawiska mogą być następujące:



1. **Obróbka mechaniczna i umocnienie powierzchniowe** – Stal manganowa ma bardzo wysoką zdolność do umacniania przez zgmiot. W wyniku intensywnego obciążenia mechanicznego, np. walcowania, ścierania, kucia lub nawet obróbki skrawaniem, może dojść do częściowej przemiany austenitu w martenzyt odkształceniowy, który jest ferromagnetyczny.
2. **Niecałkowite przesycenie** – W niektórych przypadkach stal manganowa może nie być w pełni przesycona podczas obróbki cieplnej. Jeśli po obróbce pozostaną drobne wydzielienia ferrytu lub fazy α , mogą one wykazywać magnetyczność.
3. **Zanieczyszczenia i domieszki** – Jeśli w stali znajdują się niewielkie ilości domieszek żelaza α , węglików lub innych faz ferromagnetycznych (np. wtrąceń węglikoazotkowych), mogą one wykazywać lokalną magnetyczność.
4. **Nierównomierność struktury** – W dużych odlewach lub grubych blachach może dojść do nierównomiernego rozkładu pierwiastków stopowych podczas krzepnięcia. W efekcie w niektórych miejscach może dojść do lokalnej przemiany fazowej, powodującej magnetyczność.
5. **Wpływ temperatury** – Przy schładzaniu poniżej temperatur kriogenicznych może dojść do częściowej przemiany austenitu w martenzyt, co również wpłynie na magnetyczność stali.

W praktyce, jeśli stal Hadfielda po obróbce mechanicznej lub cieplnej wykazuje magnetyczność, to najczęściej oznacza to, że lokalnie doszło do przemiany fazowej lub umocnienia zgmiotowego. Można to sprawdzić np. poprzez wyżarzanie rekrytalizacyjne, które przywróci niemagnetyczną strukturę austenityczną.

W skrócie - praktyczne przyczyny powstawania magnetyczności w stali Hadfielda

- **Uderzenia i nacisk** → zgmiot, przemiana austenitu w martenzyt → **lokalna magnetyczność**.
- **Niepełne przesycenie** → wydzielienia ferrytu → **częściowa magnetyczność**.
- **Nierównomierność struktury** → obróbka cieplna lub odlewanie → **lokalne obszary ferromagnetyczne**.
- **Niskie temperatury** → kriogeniczna przemiana fazowa → **powstawanie magnetycznych obszarów martenzytycznych**.



Stal X120Mn12, 1.3401, stal Hadfielda, 110G12, 11G12,
X120Mn13

Zastosowanie stali wysokomanganowej

Stal Hadfielda znajduje zastosowanie w produkcji części wymagających ekstremalnej odporności na ścieranie pod wpływem uderzeń i zgniotu, takich jak:

- **Szczęki kruszarek do kamieni,**
- **Sworznie i tuleje do łańcuchów gąsienicowych,**
- **Kule i płyty do młynów kulowych,**
- **Krzyżownice tramwajowe,**
- **Czerpaki koparek.**

Dzięki unikalnej zdolności do **samoczynnego umacniania pod wpływem uderzeń i ścierania**, stal Hadfielda jest materiałem niezastąpionym w aplikacjach o wysokim obciążeniu dynamicznym. Jej powierzchnia w trakcie pracy twardnieje, tworząc niezwykle odporną warstwę ochronną, podczas gdy rdzeń zachowuje plastyczność i udarność. To właśnie połączenie odporności na ścieranie i zdolności do pochłaniania energii uderzeń sprawia, że stal Hadfielda od lat pozostaje standardem w branżach takich jak górnictwo, przemysł kruszyw, recykling czy kolej.

Asortyment - stal Hadfielda (X120Mn12, 110G12, 11G12, 1.3401, X120Mn13)

Stal 1.3401 / X120Mn12 dostarczamy w szerokim zakresie form hutniczych i półwyrobów, co pozwala dopasować produkt do konkretnych wymagań technicznych i przemysłowych.

Blachy 1.3401 / X120Mn12

- **Blachy gorącowalcowane** - grubości od kilku do kilkudziesięciu mm, w arkuszach standardowych oraz w większych formatach,
- **Formatki cięte z blach** - przygotowywane na wymiar metodą cięcia gazowego, plazmowego lub laserowego,
- **Płaskowniki wycinane wodą** - wysoka dokładność wymiarowa i gładkie krawędzie, bez dodatkowej obróbki.

Pręty 1.3401 / X120Mn12

- Pręty walcowane okrągłe - średnice od kilkunastu do kilkuset mm, do dalszej



Stal X120Mn12, 1.3401, stal Hadfielda, 110G12, 11G12,
X120Mn13

obróbki mechanicznej lub kucia,

- Kwadratowe – stosowane w elementach konstrukcyjnych oraz w produkcji części odpornych na uderzenia,
- Pręty płaskie (płaskowniki) – grubości od kilkunastu do kilkudziesięciu mm, szerokości dopasowane do potrzeb klienta.

Odkuwki

- Odkuwki swobodnie kute – wały, tarcze, pierścienie, segmenty i inne elementy narażone na ekstremalne obciążenia,
- możliwość wykonania odkuwek na wymiar wg rysunku technicznego klienta.

Dodatkowe formy

- Elementy wycinane z blach 1.3401 / X120Mn12 na gotowo – np. szczęki kruszarek, segmenty młynów, płyty ochronne,
- Półwyroby do dalszej obróbki mechanicznej, przygotowane w stanie surowym lub po wstępnej obróbce cieplnej.

[Więcej o stali manganowej Hadfielda \(normy, historia\)](#)

[Stal X120Mn12, 110G12, 11G12, 1.3401, X120Mn13](#)

FAQ - stal Hadfielda X120Mn12 / 11G12 / 110G12

Co wyróżnia stal 1.3401 / X120Mn12 spośród innych gatunków stali?

Jej unikalną cechą jest zdolność do samoutwardzania pod wpływem uderzeń i ścierania. Dzięki wysokiej zawartości manganu, powierzchnia staje się twarda i odporna na zużycie, a rdzeń zachowuje plastyczność i udarność.

Do jakich zastosowań przemysłowych najczęściej wykorzystuje się stal 1.3401 / X120Mn12?

- elementy kruszarek i młynów,
- płyty szczękowe i młoty udarowe,
- zęby i łyżki koparek,
- podkładki i elementy torów kolejowych,



Stal X120Mn12, 1.3401, stal Hadfielda, 110G12, 11G12,
X120Mn13

- części przenośników, zgniataarki i przesiewacze.

Jakie właściwości mechaniczne ma stal 1.3401 / X120Mn12?

- bardzo wysoka odporność na ścieranie dynamiczne,
- zdolność do pracy pod dużymi obciążeniami udarowymi,
- niska skłonność do kruchego pęknięcia,
- dobra ciągliwość i plastyczność w rdzeniu.

Jak stal manganowa Hadfielda zachowuje się w wysokiej temperaturze?

Najlepiej sprawdza się w warunkach narażenia na uderzenia i ścieranie w temperaturach otoczenia. W temperaturach powyżej 300–400°C odporność na ścieranie może spadać, dlatego nie stosuje się jej jako stali żaroodpornej.

Jak przebiega obróbka cieplna stali Hadfielda?

Podstawowa obróbka to hartowanie w wodzie z temperatury ok. 1000–1100°C. Zabieg ten zapewnia strukturę austenityczną i przywraca jej zdolność do samoutwardzania.

Czy stal manganowa Hadfielda można obrabiać skrawaniem?

Obróbka skrawaniem jest bardzo trudna. Ze względu na szybkie utwardzanie powierzchni narzędzia zużywają się błyskawicznie. Najczęściej elementy wytwarza się w gotowych kształtach (odlewy, odkuwki), a następnie tylko wykańcza.

Jak wygląda spawalność stali Hadfielda?

Stal można spawać, ale wymaga to specjalnych elektrod lub drutów spawalniczych oraz kontroli temperatury. Zbyt duże przegrzanie może prowadzić do powstania struktur kruchych i utraty odporności na ścieranie.

Czy stal manganowa Hadfielda jest odporna na korozję?

Nie, to stal o wysokiej odporności na ścieranie, ale nie na rdzę. W środowiskach wilgotnych i korozyjnych wymaga dodatkowej ochrony lub pracy w połączeniu z innymi materiałami.



Stal X120Mn12, 1.3401, stal Hadfielda, 110G12, 11G12,
X120Mn13

Jakie formy dostawy są dostępne dla stali Hadfielda?

Najczęściej oferuje się:

- blachy i płyty o grubości od kilku mm do kilkudziesięciu mm,
- pręty i wałki,
- odkuwki swobodnie kute i matrycowe,
- elementy gotowe wg rysunku klienta (np. szczęki kruszarek, płyty).

Jakie są główne zalety stali Hadfielda?

- ekstremalna odporność na zużycie ścierne,
- zdolność do pracy w warunkach intensywnych uderzeń,
- długa żywotność elementów,
- samoutwardzanie podczas eksploatacji.

Jakie są ograniczenia stali X120Mn12 / 1.3401?

- trudna obróbka mechaniczna i spawalnicza,
- brak odporności na korozję,
- spadek odporności na ścieranie w wysokiej temperaturze,
- wyższy koszt produkcji i przygotowania elementów w porównaniu z prostymi stalami węglowymi.

W jakich gałęziach przemysłu stal X120Mn12 / 1.3401 Hadfielda jest niezastąpiona?

- górnictwo,
- przemysł cementowy,
- hutnictwo i zakłady przeróbki kruszyw,
- kolej i transport ciężki,
- recykling i złomowanie metali.