

# Dodatki stopowe w stalach nierdzewnych

MAREK ŁANGALIS

**Ceny stali nierdzewnej, która z każdym kwartałem znajduje w Polsce coraz większe zastosowanie, są bardzo zmienne. Potrafią w ciągu miesiąca skoczyć nawet o 20% w dół lub górę. Bywają takie lata, że w ciągu roku cena stali może zmienić się dwukrotnie.**

Osoby, które są odpowiedzialne za zakup popularnej „nierdzewki”, niejedną raz stawały przed dylematem, czy nie poczekać tygodnia lub dwóch tygodni z zakupem, co mogłoby przełożyć się na kilkunastoprocentowe oszczędności. Biorąc pod uwagę fakt, że 24-tonowy samochód z blachy nierdzewnej kosztuje ok. ćwierć miliona złotych, czasami jest się nad czym zastanawiać.

Odpowiedzialne za tak dużą zmienność cen są głównie dodatki stopowe, wchodzące w skład stali nierdzewnych. Są to pierwiastki, które, dodane do stali, nadają jej unikalnych cech (takich jak większa kruchość czy większa odporność na korozję). Trzy najpopularniejsze, najczęściej stosowane stale nierdzewne, a więc według norm europejskich ferrytyczny gatunek 1.4016, austenityczny nierdzewny 1.4301 oraz austenityczny kwasoodporny 1.4404, znacznie różnią się między sobą składem chemicznym (tabela 1), co jest również głównym powodem dość dużych różnic cenowych.

Trzema najważniejszymi pierwiastkami (ze względu na wysoką cenę, ale również nadających właściwości) w produkcji stali nierdzewnej są: chrom, nikiel oraz molibden. W skład stali ferrytycznej 1.4016 nie wchodzi ani nikiel, ani molibden, natomiast do austenitycznej stali 1.4301 nie wchodzi molibden. To powoduje, że wartość cenowa tych stali układa się właśnie w tej kolejności: od najtańszej 1.4016, po najdroższą 1.4404. Warto zatem poznać, który pierwiastek za co odpowiada w stali nierdzewnej i jak przez niego kształtuje się finalna cena „nierdzewki”.

## CHROM

Chrom jest trzynastym najczęściej występującym minerałem na Ziemi. Jego światowe złoża szacuje się na 11 miliardów ton. Biorąc pod uwagę fakt, że w 2007 r. jego wydobycie

wyniosło 22 milionów ton, to przy takim tempie jego wydobycia aktualnie znane złoża nie wyczerpią się przez najbliższe pół tysiąca lat. Około 90% złóż znajduje się w Republice Południowej Afryki oraz w Zimbabwie. Pozostałe duże kraje odpowiedzialne za wydobycie to: Kazachstan, Indie, Brazylia, Rosja, Finlandia, Chiny oraz Turcja.

Ok. 95% spośród wydobywanego (według danych Międzynarodowego Instytutu Chromu) chromu jest używane do produkcji stali nierdzewnych oraz innych stopów metali. Odporność stali na korozję jest uzależniona w znacznej mierze właśnie od chromu, który tworzy grubą, na 1-2 nm, warstwę pasywacyjną na powierzchni stali, zdolną do regeneracji i odbudowy. Aby chrom spełniał swoją funkcję ochronną, musi być użyty w co najmniej 11% zawartości masy stali. Powyżej 17% zawartości chromu w masie odporność korozyjna już znacznie się zwiększa. Dzięki wysokiej temperaturze topnienia (1875°C) chrom uodparnia stal na temperatury. Dodatkowym działaniem chromu jest zwiększenie hartowności stali oraz jej własności wytrzymałościowych.

## NIKIEL

Nikiel jest piątym najczęściej występującym minerałem na Ziemi. Około 61% wydobycia przeznaczane jest dla stali nierdzewnej. Jego roczne wydobycie szacuje się na ponad milion ton. Około 40% światowych złóż znajduje się na terenie Rosji (Syberia). Pozostałe kraje odpowiedzialne za wydobycie niklu to: Kanada, Australia, Kuba, Indonezja i Francja (Nowa Kaledonia).

Wbrew powszechnemu mniemaniu nikiel nie ma wpływu na warstwę pasywną stali nierdzewnej, ale posiada korzystne właściwości umożliwiające odporność na „kwaśne” środowisko. Dzięki niemu stale nierdzewne zachowują doskonałą ciągliwość oraz zapewniają odporność na bardzo niskie temperatury (poniżej -100°C – tzw. temperatura kriogeniczna). W przypadku zniszczenia warstwy pasywacyjnej (za którą odpowiada chrom) nikiel może spowolnić działanie korozji. Ponadto wzmacnia stal, opóźniając pękanie, oraz ułatwia spawanie (możliwość użycia cieńszych materiałów). Odporność na działanie chemikaliów umożliwia czyszczenie przy pomocy substancji chemicznych wyrobów stalowych z dodatkiem niklu.

	C	Cr	Ni	Mo	Si	Mn	P	S	N
<b>1.4016</b>	< 0,08	16-18	-	-	< 1,0	< 1,0	< 0,04	< 0,015	-
<b>1.4301</b>	< 0,07	17,5-19,5	8-10,5	-	< 2,0	< 2,0	< 0,045	< 0,015	< 0,11
<b>1.4404</b>	< 0,03	16,5-18,5	10,0-13,0	2,0-2,5	< 1,0	< 2,0	< 0,045	< 0,015	< 0,11

Tabela 1. Skład chemiczny trzech najpopularniejszych stali nierdzewnych (%)

## MOLIBDEN

Molibden jest 38. najczęściej występującym minerałem na Ziemi. W jego wydobyciu przodują: Chiny, Mongolia, Stany Zjednoczone, Chile oraz Kanada. Roczne wydobycie to zaledwie 180 tysięcy ton. Około 25% wydobywanego molibdenu używane jest do produkcji stali nierdzewnej. Molibden w stali zwiększa odporność na działanie wysokich temperatur, podnosi hartowność stali, poprawia spawalność, zwiększa odporność na działanie wodoru i siarkowodoru, zmniejsza kruchość stali. Dodanie molibdenu do stali nierdzewnej powoduje również znaczne zwiększenie odporności korozyjnej. Molibden należy również do grupy pierwiastków odpowiedzialnych za kształtowanie ferrytu (używany jest do produkcji austenityczno-ferrytycznych stali nierdzewnych Duplex).

## INNE DODATKI STOPOWE

Pozostałe dodatki stopowe mają już mniejsze znaczenie dla stali nierdzewnych. Niob zwiększa jej odporność na korozję międzykrystaliczną w strefach wysokich temperatur oraz wzmacnia jej strukturę. Dodaje się go do stali, gdy ta musi zatrzymać swoje właściwości mechaniczne w wysokich temperaturach (np. silniki samolotów odrzutowych).

Mangan zapobiega powstawaniu pęknięć przy obróbce plastycznej na gorąco. Dodanie 12-15% manganu do stali powoduje powstawanie struktury austenitycznej w temperaturze 20°C. Ponadto zwiększa twardość stali.

Krzem dodany do stali zawierających molibden znacznie poprawia odporność stali na działanie kwasów siarkowych. Stabilizuje ferryt. W austenitycznych stalach nierdzewnych poprawia odporność na natlenianie oraz zapobiega ich nawęglaniu w wysokich temperaturach.

Azot dodany do stali austenitycznej zwiększa jej wytrzymałość. W stalach austenitycznych oraz Duplex ponadto zwiększa odporność przeciw korozji wżerowej oraz międzykrystalicznej.

Siarka oraz fosfor są zanieczyszczeniami, które powodują kruchość na gorąco (siarka) lub zimno (fosfor).

## ZMIENNOŚĆ CEN DODATKÓW STOPOWYCH

Jak już zaznaczono we wstępie, duża zmienność cen stali nierdzewnej dla finalnego konsumenta spowodowana jest głównie przez dość częste wahania cen dodatków stopowych (głównie chromu, niklu i molibdenu). Na przykład w maju 2007 r. tona niklu na Londyńskiej Giełdzie Metali kosztowała ok. 55 tysięcy dolarów, a w listopadzie 2008 roku spadła poniżej 9 tysięcy dolarów (a więc sześciokrotnie). Obecnie (stan z 25 maja 2009 r.) cena ta wynosi ok. 12,5 tysiąca dolarów, ale nie można wykluczyć, że pod koniec roku, wraz z odbudową zamówień, może wzrosnąć.

Co jest powodem tak dużych zmian? Z jednej strony gorączka inwestycyjna, której uległo wielu ludzi na świecie, a z drugiej zwykła gra popytu i podaży. Ceny niklu rosły, ponieważ były traktowane jako lokata kapitału, a nie surowiec potrzebny do produkcji stali nierdzewnej. Wraz z pęknięciem bańki spekulacyjnej poziom cen niklu wrócił do poziomu, który utrzymywał się przez lata (a więc do po-

ziomu zbliżonego do 10 tysięcy dolarów za tonę). Obecnie zasoby Londyńskiej Giełdy Metali są bardzo duże (ponad 100 tysięcy ton) i wydaje się, że nieprędko cena niklu znów zacznie szybko rosnąć.

Trochę inne podłoże ma zmienność cen chromu. Surowiec ten nie jest notowany na giełdach towarowych (gdy w zeszłym roku Londyńska Giełda Metali zwróciła się do producentów chromu z propozycją wprowadzenia chromu na giełdę, ci, obawiając się dużego popytu ze strony kapitału spekulacyjnego, odmówili). Najwięcej chromu jest używane do produkcji nierdzewnej stali ferrytycznej. Bywa ona czasami stosowana w niektórych rozwiązaniach jako zamiennik droższej stali austenitycznej. W momencie gdy ceny niklu (a wraz z nimi ceny stali austenitycznych) zaczęły gwałtownie rosnąć, wielu klientów szukało tańszych zamienników i skierowało się do stali ferrytycznych.

Cenowa „górką” chromu nastąpiła około rok po „górcę” cenowej niklu (wykres 1). Tyle mniej więcej czasu potrzeba na przeskoczenie klientów z jednego gatunku stali na drugi. Dodatkowym bodźcem do wzrostu cenowej chromu były kłopoty z energią na przełomie lat 2008 i 2009 w Republice Południowej Afryki, które spowodowały duże opóźnienia w dostawach chromu. Te wszystkie przyczyny spowodowały, że na przełomie maja i czerwca 2008 roku funt chromu kosztował ok. 3,5 dolara, podczas gdy przez wiele lat jego cena oscylowała wokół 0,5 dolara. Tak wysoka cena spowodowała uruchomienie dodatkowych mocy produkcyjnych w innych państwach niż RPA (głównie Indie, Kazachstan ▶

► i Turcja), co w przeciągu paru miesięcy pozwoliło cenie wrócić do normalnego poziomu około 0,5 dolara za funt.

Jeszcze inne czynniki miały wpływ na ceny molibdenu, które należą do najwyższych spośród rozpatrywanych trzech pierwiastków. Molibden jest używany głównie w najdroższych stalach kwasoodpornych. W momencie pojawienia się tzw. kryzysu finansowego wiele firm i instytucji publicznych zatrzymało swoje inwestycje, co również w jakiejś formie przełożyło się na zmniejszenie popytu na tego typu stale. Oprócz zastosowania w stalach nierdzewnych molibden jest używany w stalach konstrukcyjnych. Trzeba również wspomnieć o tym, że cena kilograma molibdenu do 2004 r. kształtowała się na poziomie 10 dolarów. Zatem nawet obecne 30 dolarów za kilogram nie jest jeszcze powrotem do cen sprzed pięciu lat. Całkowite załamanie cen molibdenu i spadek z 80 dolarów za kg do poziomu ok. 25 dolarów za kg nastąpił w październiku 2008 r.

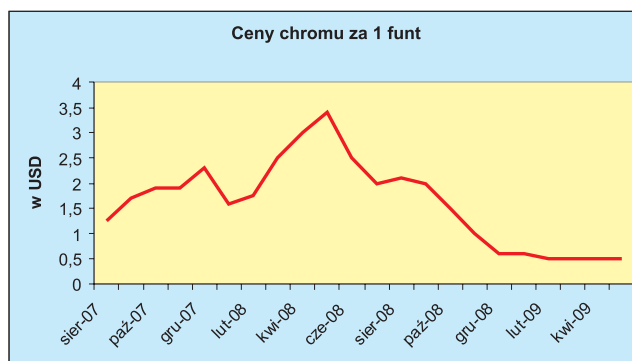
Tak duża zmienność cen dodatków stopowych wchodzących w skład stali nierdzewnej powoduje, że najwięksi światowi producenci „nierdzewki” zmuszeni są często zmieniać swoje ceny. Robią to przez comiesięczną publikację wartości dodatków stopowych najpopularniejszych stali nierdzewnych. W oparciu o tę cenę (która jest dodawana do tzw. ceny bazowej) powstaje finalna cena dla klientów „nierdzewki”. Jest ona całkowicie powiązana z cenami surowców na światowych giełdach, co obrazuje wykres 3. Gdy taniały surowce na światowych giełdach, spadały również wartości dodatków stopowych.

Jak zatem można sobie radzić z dużą zmiennością cen stali nierdzewnych? Po pierwsze, przewidywanie ogłaszanych co miesiąc wartości dodatków stopowych nie jest trudne, bowiem najwięksi światowi producenci stali, w których zaopatrują się polscy dystrybutorzy, idą zgodnie z cenami surowców na świecie. Cena stali ferrytycznej (1.4016) jest w głównej mierze oparta na cenach chromu, cena nierdzewnej stali austenitycznej 1.4301 – na chromie i niklu, a cena kwasoodpornej stali austenitycznej 1.4404 – na chromie, niklu i molibdenie. Zgodnie z wyliczeniami dokonanymi przez Wojciecha Chiniewicza dla portalu [www.nierdzewka.com](http://www.nierdzewka.com) udziały poszczególnych surowców w kształtowaniu finalnej ceny stali nierdzewnych przedstawia tabela 2.

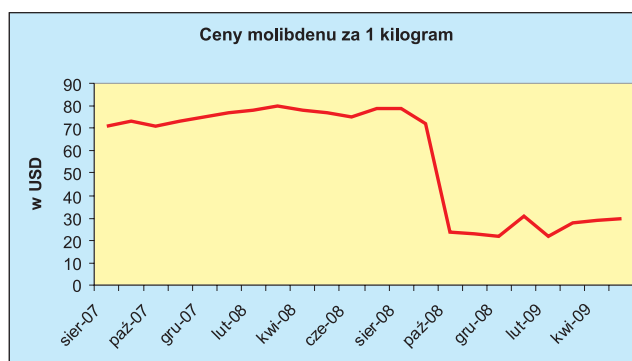
Gdy cena molibdenu załamała się w październiku zeszłego roku, cena stali 1.4404 uległa znacznemu obniżeniu dopiero w grudniu. Czerwcowo-lipcowy spadek cen chromu zaczął być zauważany przez producentów „nierdzewki” dopiero w październiku, a niklowe załamanie listopadowe – w lutym tego roku. Wystarczy zatem uważnie śledzić rynkowe ceny trzech podstawowych surowców, by móc podejmować w krótkim okresie decyzje zakupowe dotyczące stali nierdzewnej.

## PODSUMOWANIE

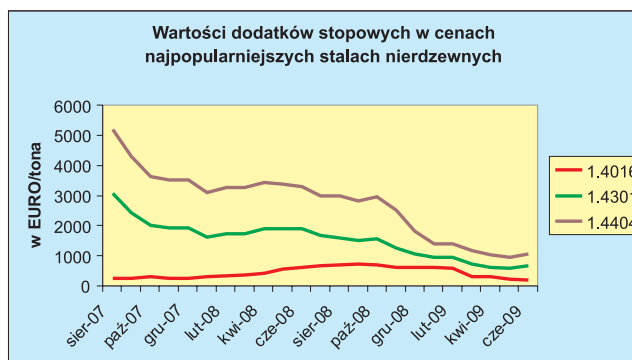
Dodatki stopowe z jednej strony odpowiadają za unikalne właściwości stali nierdzewnych, a z drugiej – za bardzo dużą zmienność cen finalnych „nierdzewki”. Jednak z tym drugim aspektem można doskonale sobie radzić, bowiem najwięksi światowi producenci stali ogłaszają co miesiąc wartości



Wykres 1. Kształtowanie się cen chromu (źródło: portal stali nierdzewnej i kwasoodpornej [www.nierdzewka.com](http://www.nierdzewka.com))



Wykres 2. Kształtowanie się cen molibdenu (źródło: portal stali nierdzewnej i kwasoodpornej [www.nierdzewka.com](http://www.nierdzewka.com))



Wykres 3. Wartości dodatków stopowych (źródło: obliczenia własne na podstawie publikowanych co miesiąc danych ThyssenKrupp Nirosta)

Gatunek stali	Udział chromu w cenie stali	Udział niklu w cenie stali	Udział molibdenu w cenie stali
1.4016	40%	0%	0%
1.4301	60%	0%	19%
1.4404	11%	45%	23%

Tabela 2. Szacunkowy udział dodatków stopowych w finalnej cenie stali nierdzewnych (źródło: [www.nierdzewka.com](http://www.nierdzewka.com))

dodatków stopowych, które są mniej więcej o 3 miesiące opóźnione (cykl produkcyjny) w stosunku do rynkowych cen surowców. Wystarczy zatem śledzić ceny surowców, by móc prognozować, co się wydarzy na rynku stali nierdzewnych i kiedy warto kupować „nierdzewkę”, a kiedy wstrzymać się parę tygodni. □