

POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY

90598

Patent dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 24.05.74 (P. 171389)

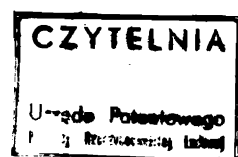
Pierwszeństwo: 25.05.73 Stany
Zjednoczone
Ameryki

Zgłoszenie ogłoszono: 02.06.75

Opis patentowy opublikowano: 15.10.1977

MKP C22c 19/00

Int. Cl.² C22C 19/00



Twórca wynalazku: _____

Uprawniony z patentu: International Nickel Limited,
Londyn (Wielka Brytania)

Stop manganowo-niklowy

Przedmiotem wynalazku jest stop manganowo-niklowy z dodatkiem chromu, żelaza, ołowiu i miedzi, wykazujący podatność na obróbkę i odporność na korozję.

Znane dwuskładnikowe stopy manganowo-niklowe o zawartości od 15 do 40% Ni są dobrze obrabialne zarówno na gorąco, jak i na zimno, wykazują jednak małą odporność na pokrywanie się powierzchniowym nalotem oraz na ogólną korozję w warunkach atmosferycznych i w środowisku wodnym, jak na przykład w wodzie doprowadzanej do lokali mieszkalnych lub w wodzie morskiej. W tego rodzaju środowiskach wodnych stopy te są również w wysokim stopniu podatne na korozję naprężeniową.

Celem wynalazku jest stop manganowo-niklowy odporny na korozję oraz na powstawanie spękań w następstwie korozji naprężeniowej. Cel wynalazku został osiągnięty przez to, że stop zawiera 5 do 20% Ni, 5 do 15% Cr, 30 do 60% Fe, 0 do 2% Pb oraz 0 do 2,5% Cu. Pozostałą część stanowi mangan w ilości 18 do 55%, nie biorąc pod uwagę zanieczyszczeń.

Podane w opisie i zastrzeżeniach zawartości poszczególnych składników zostały wyrażone w % wagowych.

Istotne dla rozwiązania według wynalazku jest utrzymanie składu wszystkich składników stopu w wyżej podanych granicach. Tylko w tym przypadku występują łącznie takie własności, jak podatność na obróbkę oraz odporność zarówno na korozję ogólną, jak również na powstawanie pęknięć spowodowanych korozją naprężeniową.

W szczególności niezbędna jest zawartość co najmniej 5% Cr dla nadania tego rodzaju stopom dobrej odporności na korozję spowodowaną warunkami atmosferycznymi oraz na korozję ogólną, na przykład na skutek oddziaływania wody zasilającej lokale mieszkalne, wody morskiej i 3% wodnego roztworu chlorku sodowego. Zawartość chromu nie powinna przekraczać 15%, gdyż większe ilości tego pierwiastka wpływają szkodliwie na obrabialność stopów według wynalazku. Należy jednak zaznaczyć, że w przypadku nieobecności żelaza w składzie stych stopów, wykazują one małą odporność na korozję naprężeniową pomimo dodatku chromu.

Żelazo wywiera bardzo mały wpływ na odporność stopów manganowo-niklowych na korozję ogólną lub nie wywiera go w ogóle, chociaż w niektórych przypadkach dodatek żelaza zwiększa odporność tych stopów na korozję naprężeniową. Zupełnie nieoczekiwanie natomiast, stopy zawierające chrom w podanej wyżej ilości oraz dodatkowo 30 do 60% Fe, wykazują szczególnie dobrą odporność na korozję ogólną i na korozję naprężeniową, przy czym odporność na korozję ogólną jest z reguły lepsza od odporności, którą wykazują stopy miedziowo-niklowe o dużej zawartości miedzi, lub stopy srebrowo-niklowe, chociaż nie jest ona tak dobra jak stali nierdzewnych.

W celu uzyskania najwyższej odporności na korozję, w szczególności na korozję naprężeniową, na przykład stopów poddanych działaniu chlorków, zawartość chromu powinna korzystnie przekraczać 8%, zawartość żelaza natomiast powinna korzystnie przekraczać 35%, nie powinna jednak być większa od 55%.

Stopy powinny zawierać co najmniej 5% Ni dla nadania im odpowiedniej odporności na korozję naprężeniową oraz ogólną, przy czym korzystna zawartość niklu wynosi co najmniej 8%. Zawartość niklu nie powinna jednak przekraczać 20%, powyżej bowiem tej wartości zwiększa się twardość stopu, a w związku z tym wzrastają trudności jego obróbki. Co więcej, korzyści związane ze względnie niskimi kosztami zostają utracone ze względu na wprowadzenie do składu stopu większej ilości kosztownego niklu. Optymalna zawartość niklu w stopach nie przekracza 15%.

Zawartość manganu w stopach wynosi co najmniej 18%, a korzystnie co najmniej 20%, jednak zwiększenie zawartości tego pierwiastka powyżej 55% powoduje małą podatność stopów na obróbkę mechaniczną. Optymalna zawartość manganu w stopach nie przekracza 40%.

Stopy powinny zawierać niewielkie ilości miedzi w granicach do 2,5%, korzystnie nie więcej niż 1,5%. Obecność tego pierwiastka może stać się przyczyną pewnego zmniejszenia podatności tych stopów na obróbkę. Do składu stopów można dodatkowo wprowadzić ołów w ilości do 2% w celu poprawienia ich skrawalności, chociaż należy zaznaczyć, że dodatek tego pierwiastka w pewnym stopniu pogarsza obrabialność tych stopów na gorąco.

W stopach mogą występować zanieczyszczenia, w skład których wchodzi krzem w ilościach do 1% oraz węgiel również w ilościach do 1%. Zawartość każdego z tych pierwiastków w ilościach większych może oddziaływać w szkodliwy sposób na podatność stopów na obróbkę mechaniczną, korzystna natomiast zawartość węgla nie przekracza 0,5%. Fosfor i azot są również dopuszczalne odpowiednio w ilościach do 0,5%, korzystnie nie więcej niż 0,1% każdego.

Stopy według wynalazku o najbardziej korzystnym składzie zawierają od 8 do 12% Ni, od 8 do 12% Cr oraz od 40 do 50% Fe, pozostałą natomiast zawartość, poza zanieczyszczeniami, stanowi mangan.

Szczególnie korzystne połączenie niskich kosztów, dobrej obrabialności na gorąco i zimno, jak również odporności na korozję ogólną i na pęknięcia spowodowane korozją naprężeniową wykazuje stop zawierający od 10 do 12% Ni, od 10 do 12% Cr, nominalnie 50% Fe oraz, jako pozostałą resztę, mangan. Niektóre stopy według wynalazku mogą znaleźć korzystne zastosowanie jako stopy do wyrobu monet. Do takich i innych celów, do których jest wymagana odpowiednio niska twardość stopu dla uzyskania odcisku matrycy, przy czym dopuszcza się pewne niewielkie zmniejszenie jego odporności na korozję, szczególnie korzystnie nadają się stopy zawierające, poza zanieczyszczeniami, od 10 do 15% Ni, od 8 do 12% Cr, od 18 do 22% Mn oraz od 51 do 60% Fe. W tego rodzaju stopach zawartość węgla i krzemu powinna być tak bardzo niska, jak tylko jest to praktycznie możliwe i korzystnie nie przekraczać 0,1% w odniesieniu do każdego z tych pierwiastków. Najbardziej korzystna zawartość każdego z tych pierwiastków nie powinna być wyższa od 0,03%. Zalecane stopy do wyrobu monet zawierają, nie biorąc pod uwagę zanieczyszczeń, od 11 do 13% Ni, od 9 do 11% Cr, od 19 do 21% Mn i od 55 do 60% Fe.

Zaletą stopów według wynalazku jest to, że ogólnie biorąc, nie wymagają one odprężania podczas obróbki na zimno. Jednak przed każdym poważniejszym odkształceniem podczas obróbki na zimno, jak na przykład głębokim tłoczeniem lub obróbką mającą na celu nadanie stopowi możliwie najmniejszej twardości dla zapobieżenia nadmiernemu zużyciu matrycy podczas wyrobu monet, można poddać materiał odprężaniu, na przykład przez wyżarzanie w temperaturze 900°C w ciągu 1 godziny.

Stopy według wynalazku zostaną wyjaśnione bliżej na poniższych przykładach.

Stopy o składzie przedstawionym w tablicy 1 zostały stopione na powietrzu w piecu zasilanym prądami wysokiej częstotliwości, odlane w formach od odlewania żeliwa na wlewki o wymiarach 125 mmX50 mmX50 mm, wagi około 3 kg, odkute lub przewalcowane na gorąco w temperaturze około 900°C na płyty o grubości do 16 mm, a następnie przewalcowane na zimno aż do uzyskania taśm o grubości do 0,037 mm. Odporność każdego ze stopów na korozję naprężeniową była mierzona za pomocą testu pętlowego Thompsona (opisanego, na przykład, w publikacji D.H. Thompson: Materials Research Standards, luty 1961, str. 108), przy zastosowaniu próbki w kształcie litery „U”, pobranej z taśmy otrzymanej w sposób wyżej opisany.

Podczas przeprowadzania testu, próbka o kształcie „U” jest poddawana naprężeniom przez dociskanie jej końców do siebie i utrzymywanie ich w tym położeniu w czasie, gdy próbka pozostaje zanurzona w środowisku korozyjnym. Po zwolnieniu końców próbki, odporność jej na korozję naprężeniową jest następnie mierzona przez obliczenie wielkości odkształcenia próbki od jej pierwotnego kształtu „U” pod wpływem przebiegającej korozji. Wielkość tę można w dogodny sposób wyrazić jako procentową relaksację, przy czym w przypadku wystąpienia pomiędzy końcami badanej próbki relaksacji dowolnie ustalonej na 50% lub więcej uznano, że próbka uległa zniszczeniu.

W tablicy 1 przedstawiono odporność każdego stopu na korozję naprężeniową, wyrażoną w ilości godzin trwania testu aż do zniszczenia badanej próbki, to znaczy, aż do zaistnienia 50% relaksacji pomiędzy końcami tej próbki zgiętej w kształcie litery „U”. Wyrażenie „>3150” oznacza, że zniszczenie badanej próbki nie nastąpiło jeszcze nawet w czasie kontynuowania testu po upływie podanego czasu. W niektórych przypadkach przedstawiono w tablicy 1 również relaksację procentową badanych próbek po upływie czasu trwania próby wynoszącym 1000 godzin.

Na podstawie wyników przedstawionych w tablicy 1 wiadać, że wszystkie stopy stanowiące przedmiot wynalazku, oznaczone numerami od 1 do 10, wykazały dobrą odporność na korozję ogólną oraz doskonałą odporność na korozję naprężeniową, co znalazło swój wyraz w tym, że po przerwaniu testów z chwilą upływu wyznaczonego czasu, próbki tych stopów w stanie odprężonym w ogóle nie zostały dotknięte korozją, lub tylko w bardzo małym stopniu. Z drugiej strony, spośród stopów oznaczonych numerami od A do H, które nie stanowią przedmiotu wynalazku, stopy E, F i G wykazały dobrą odporność na korozję ogólną, lecz znacznie mniejszą odporność na korozję naprężeniową w porównaniu ze stopami według wynalazku, natomiast stopy od A do D wykazują w tym porównaniu zmniejszoną odporność zarówno na korozję ogólną, jak również i na korozję naprężeniową. Stop H, zawierający tylko 3% Ni, wykazał zaledwie „niezłą” odporność na korozję ogólną i znacznie mniejszą odporność na korozję naprężeniową w porównaniu ze stopami oznaczonymi numerami od 1 do 10.

Dobra obrabialność na gorąco i zimno stopów według wynalazku jest oczywista na tle metody, którą zastosowano do przygotowania próbek o kształcie litery „U” do przeprowadzenia testu pętlowego Thompsona. Szkodliwy wpływ nadmiernej zawartości w stopie chromu na obrabialność tego stopu ilustruje ten fakt, że okazało się niemożliwe przygotowanie próbek o kształcie litery „U” do przeprowadzenia testu Thompsona przy zastosowaniu wyżej wymienionej metody, która obejmuje obróbkę materiału zarówno na gorąco, jak i na zimno, ze stopów zawierających więcej niż 15% Cr.

Ten brak podatności na obróbkę mechaniczną został podkreślony za pomocą prób przeprowadzonych na stopach o różnej zawartości chromu. Stopy te, skład których przedstawiono w tablicy 2, zostały stopione na powietrzu, po czym odlano z nich trzykilogramowe wlewki, które następnie poddano kuciu lub walcowaniu, albo obu tym operacjom, a potem walcowaniu na zimno. Wyniki tych prób zestawiono w tablicy 2, przy czym litera „S” oznacza, że próbę przeprowadzono z wynikiem pozytywnym, bez pęknięć, natomiast litera „F” wskazuje na to, że próba zakończyła się niepowodzeniem.

Na podstawie wyników podanych w tablicy 2 można wywnioskować, że stopy według wynalazku oznaczone numerami od 11 do 16 wykazały podatność na obróbkę mechaniczną zarówno na gorąco, jak i na zimno oraz 95% redukcję podczas walcowania na zimno, przy czym redukcję uzyskano we wszystkich wymienionych przypadkach bez zaobserwowania pęknięć materiału. Z drugiej strony, spośród stopów od „I” do „M”, które nie stanowią przedmiotu wynalazku, tylko stop „I” udało się odkuć z wynikiem pozytywnym, natomiast próby odkucia próbek wszystkich pozostałych stopów zakończyły się niepowodzeniem. W związku z tym zabrakło materiału przewalcowanego na gorąco do przeprowadzenia próby walcowania na zimno.

W szczególności porównanie stopu nr 14 ze stopem „I”, które oba posiadają w przybliżeniu takie same ilości niklu i manganu, wskazuje na to, że wzrost zawartości chromu powyżej 15%, to znaczy od 12,0% w przypadku stopu nr 14 do 17,9% zawartości chromu w stopie „I”, przy równoczesnym obniżeniu zawartości żelaza, pogarsza podatność stopów na obróbkę mechaniczną.

15% redukcja stopu „I” w następstwie walcowania na zimno nie została uznana za sukces. Redukcja ta w wyraźny sposób wypada bardzo niekorzystnie w porównaniu z redukcją uzyskaną przy zastosowaniu stopów stanowiących przedmiot wynalazku.

Na zawartość 15% Cr, jako wartość krytyczną dla obrabialności stopów, wskazują również próby tłoczenia na gorąco, podczas przeprowadzenia których próbki stopów były poddawane stopieniu na powietrzu i odlaniu na wlewki o wadze 9 lub 10 kg, odkuwaniu w 900°C na pręty o średnicy w przybliżeniu 40 mm i były następnie poddawane obróbce skrawaniem na pręty o średnicy 32 mm. Z otrzymanych prętów wycięto kształtki o długości 38 mm, po czym poddano je spłaszczeniu za pomocą jednorazowego uderzenia młota kuźniczego. Podczas przeprowadzenia tej ciężkiej próby, małe krawędziowe pęknięcia wystąpiły na płytkach wykonanych

ze stopu zawierającego 10% Ni, 15% Cr, 30% Mn oraz, jako pozostały składnik, żelazo (stop nr 17), przy każdej temperaturze kucia 800, 850, 900 i 950°C, natomiast pęknięć takich nie zaobserwowano na płytkach wykonanych ze stopu zawierającego 14% Ni, 10% Cr, 31% Mn oraz żelazo, jako składnik pozostały (stop nr 18), przy zastosowaniu takich samych temperatur kucia.

W tablicy 3 przedstawiono dane odnośnie dalszych stopów, które uzasadniają celowość utrzymania składu stopu w granicach określonych przez wynalazek. Podobnie jak poprzednio, stopy te poddano stopieniu na powietrzu, po czym odlano z nich trzykilogramowe wlewki, które następnie przewalcowano na gorąco, a następnie, o ile walcowanie na gorąco dało wynik pozytywny, przewalcowano je na zimno.

Niepowodzenie prób przeprowadzonych ze stopami „N” i „M” można odpowiednio przypisać dużej i małej zawartości żelaza, dużej zawartości chromu w obu tych stopach oraz małej zawartości manganu w stopie „N”, natomiast niepowodzenie ze stopami „O” i „P” jest związane z brakiem niklu.

Jak wspomniano wyżej, zawartość niklu w stopach nie może przekraczać 20%, powyżej bowiem tej wartości stopy stają się bardziej trudne do obróbki mechanicznej. Wynika to z porównania danych przytoczonych w tablicy 4, charakteryzujących rozciągliwość stopów nr nr 19 i 20 w temperaturze 800°C. Próby na rozciągliwość zostały przeprowadzone na próbkach pobranych z taśm przewalcowanych na gorąco, a następnie odprężonych za pomocą wyżarzenia w 900°C, w ciągu dwóch godzin i ochłodzonych na powietrzu.

Podczas gdy oba stopy przy przygotowaniu próbek wykazały łatwą podatność na obróbkę na gorąco, to można zauważyć, że wydłużenie stopu nr 20, zawierającego maksymalnie 20% Ni, jest znacznie mniejsze od wydłużenia wykazanego przez stop nr 19.

Dalszym czynnikiem wskazującym na to, że istotne jest ograniczenie w stopie zawartości niklu do maksymalnej wartości 20%, są dane określające twardość tego stopu. Dane te wskazują na to, że twardość stopu ulega w niewielkim stopniu zmniejszeniu w miarę wzrostu zawartości niklu do 20%, jednak po przekroczeniu tej wartości, wraz ze wzrostem zawartości niklu wzrasta również twardość stopu, w związku z czym ulega pogorszeniu podatność tego stopu na obróbkę mechaniczną.

Twardość stopów nie ulega znacznym zmianom z upływem czasu. Na przykład twardość stopu zawierającego 35,8% Mn, 15% Ni, 9,9% Cr oraz żelazo jako pozostały składnik (stop nr 21), wynosiła po walcowaniu na gorąco 194 H_v, a po dalszym odprężeniu przez wyżarzenie w ciągu 1 godziny w temperaturze 800°C i następnym starzeniu tego materiału w temperaturze 500°C w ciągu 1, 4, 16 i 64 godzin, twardość ta wynosiła odpowiednio 136, 130, 136 i 156 H_v.

Stopy wykazują stosunkowo niewielką szybkość starzenia się podczas pracy. Wskazują na to dane liczbowe zawarte w tablicy 5 dla stopu nr 14, którego skład przedstawiono w tablicy 2.

Wytrzymałość typowego stopu (nr 14) na rozciąganie i udarność przedstawiono w tablicy 6.

Próby na rozciąganie zostały przeprowadzone na próbkach stopu nr 14, które przewalcowano na gorąco w temperaturze 900°C i następnie odprężono w temperaturze 900°C w ciągu 1 godziny.

Próby udarnościowe przeprowadzono na znormalizowanych próbkach według Charpy'ego, zaopatrzonych w wycięcia o kształcie „v”. Próbkę były wykonane ze spawanej taśmy, przy czym wycięcie badanej próbki znajdowało się w materiale spawalniczym.

Biorąc pod uwagę miedź i ołów, jako składniki występujące w stopach fakultatywnie, stop o zawartości 24% Mn, 11,5% Ni, 15% Cr, 2,5% Cu i żelazo jako pozostały składnik (stop nr 22) okazał się łatwo kowalny, jednak przewalcowanie go na gorąco było bardzo trudne, chociaż nie niemożliwe. Można to przypisać częściowo obecności w stopie miedzi, częściowo natomiast obecności w tym stopie maksymalnej zawartości chromu. Stop zawierający 27,0% Mn, 11,5% Ni, 10,0% Cr, 1,5% Pb oraz żelazo jako pozostały składnik (stop nr 23), można było przewalcować zarówno na gorąco, jak i na zimno, chociaż po przeprowadzeniu tych walcowań stwierdzono wystąpienie redukcji, wynoszącej odpowiednio tylko 50% i 80%, przed zaobserwowaniem wystąpienia pęknięć materiału.

W celu przedstawienia na przykładzie typowych stopów do wyrobu monet, dwa stopy, nr nr 23 i 24, mające skład przedstawiony niżej, odlano w postaci trzykilogramowych wlewów. Wlewki te zostały przewalcowane na gorąco w temperaturze 900°C ze średnicy 50 mm do 12 mm, a następnie odprężone w ciągu 1 godziny w temperaturze 900°C i ochłodzone na powietrzu. Otrzymane kształtki zostały następnie poddane obróbce skrawaniem, aż do średnicy 10 mm, a następnie poddano je walcowaniu na zimno (60%) do uzyskania średnicy 4 mm. Próbkę poddano w końcu odprężaniu w ciągu 1 godziny, po czym ochłodzono je na powietrzu. Poniżej przytoczono liczbowe wyniki wskazujące na małą twardość tych stopów.

Stop nr	Ni	Fe	Cr	Skład (%)		C	Si	Twardość (H _v)
				Mn				
23	10	pozostałość	10	20		<0,1	<0,1	110
24	15	pozostałość	10	20		<0,1	<0,1	110

Stopy według wynalazku można korzystnie wykonać stosując do wsadu pieca żelazomangan jako źródło manganu, co pozwala na dalsze obniżenie kosztu tego stopu. Zastosowany żelazomangan powinien być jednak wystarczająco ubogi pod względem zawartości krzemu i węgla w celu nie wywierania ujemnego wpływu na obrabialność mechaniczną stopu. Poniżej przytoczono przykłady stopu o nominalnym składzie 32% Mn, 13% Ni, 10% Cr i żelazo jako składnik pozostały. Stop ten został wykonany przy zastosowaniu dwóch różnych gatunków żelazomanganu.

Gatunek żelazomanganu (%)	Obrabialność
86 Mn, 13 Fe, 0,7 Si, 0,07 C, 0,07 P	Odkuty, a następnie przewalcowany na gorąco. Przewalcowany na zimno do 0,037 mm (redukcja 95%).
83 Mn, 15 Fe, 1,3 Si, 0,9 C, 0,2 P	Próba odkucia i walcowania na gorąco zakończona niepowodzeniem.

Niepowodzenie ze stopem według przykładu drugiego można przypisać wysokiej zawartości w nim krzemu.

Do wytwarzania stopów można również zastosować żelazochrom o niskiej zawartości węgla, na przykład 0,015% C.

Wlewek wagi 55 kg, o przybliżonych wymiarach 200 mmX150 mmX100 mm, wykonany ze stopu według wynalazku szczególnie zalecanego (stop nr 25), zawierającego 30% Mn, 10% Ni, 10% Cr oraz żelazo jako pozostały składnik, został przygotowany przy zastosowaniu zarówno żelazochromu, jak i żelazomanganu o małej zawartości węgla i krzemu. Wlewek został z pozytywnym wynikiem przewalcowany na gorąco w temperaturze 900°C od średnicy 100 mm, aż do uzyskania blachy o grubości 12 mm, po czym z łatwością przewalcowano go na zimno w 95% bez wystąpienia pęknięć w obrabianym materiale.

Ze stopów według wynalazku można korzystnie wykonywać takie wyroby i części, które wymagają połączenia dobrej odporności na korozję łącznie z odpornością na pęknięcia powodowane korozją naprężeniową oraz które są wytwarzane ze stopów o dobrej obrabialności mechanicznej na gorąco i na zimno. Do takich wyrobów należą, przykładowo, armatura wodociągowo kanalizacyjna oraz wyroby tłoczone na gorąco, jak na przykład klamki do drzwi i monety.

Tablica 1

Stop	Skład (%)				Woda domowa				Odporność na korozję ogólną				35% wodny roztwór NaCl				Taśma walcowana na zimno			
	Ni	Fe*	Cr	Mn	Odporność na korozję ogólną	Taśma odpężona w 800°C	Czas do zniszczenia (godziny)	% relaksacji po upływie 1000 godzin	Czas do zniszczenia (godziny)	% relaksacji po upływie 1000 godzin	Czas do zniszczenia (godziny)	% relaksacji po upływie 1000 godzin	Czas do zniszczenia (godziny)	% relaksacji po upływie 1000 godzin	Czas do zniszczenia (godziny)	% relaksacji po upływie 1000 godzin	Czas do zniszczenia (godziny)	% relaksacji po upływie 1000 godzin	Czas do zniszczenia (godziny)	% relaksacji po upływie 1000 godzin
1	16,5	35	10	38,5	dobra	>3150	>3150	—	>4150	—	>3150	—	>3150	—	>3150	—	>3150	—	>3150	—
2	15	40	10	35	dobra	>3150	>3150	—	>4150	—	>3150	—	>3150	—	>3150	—	>3150	—	>3150	—
3	13,5	45	10	31,5	dobra	>3150	>3150	—	>4150	—	>3150	—	>3150	—	>3150	—	>3150	—	>3150	—
4	12	45	15	28	dobra	n.o.	n.o.	—	n.o.	—	>1600	—	>1600	—	>1600	—	>1600	—	>1600	—
5	10,5	50	15	24,5	dobra	>1650	>1650	3	>1650	2	>1600	6	>1600	7	>1600	5	>1600	4	>1600	3
6	10,5	55	10	24,5	dobra	>1650	>1650	3	>1650	2	>1600	5	>1600	4	>1600	3	>1600	2	>1600	1
7	20	41	10,5	28,5	dobra	>3700	>3700	7	n.o.	—	n.o.	—	n.o.	—	n.o.	—	n.o.	—	n.o.	—
8	14,5	41	10,5	31	dobra	>3700	>3700	4	n.o.	—	n.o.	—	n.o.	—	n.o.	—	n.o.	—	n.o.	—
9	7	49,5	10,5	33	dobra	>3700	>3700	4	n.o.	—	n.o.	—	n.o.	—	n.o.	—	n.o.	—	n.o.	—
10	10	47,5	10,5	32	dobra	>3700	>3700	4	n.o.	—	n.o.	—	n.o.	—	n.o.	—	n.o.	—	n.o.	—
A	30	—	—	70	mała	>0,2	>0,2	—	>0,2	—	>0,2	—	>0,2	—	>0,2	—	>0,2	—	>0,2	—
B	21	30	—	49	mała	n.o.	n.o.	—	19	—	n.o.	—	n.o.	—	n.o.	—	n.o.	—	n.o.	—
C	18	40	—	42	mała	n.o.	n.o.	—	26	—	n.o.	—	n.o.	—	n.o.	—	n.o.	—	n.o.	—
D	15	50	—	35	mała	1064	1064	28	92	—	n.o.	—	n.o.	—	n.o.	—	n.o.	—	n.o.	—
E	27	—	10	63	dobra	>0,4	>0,4	—	>0,1	—	>0,1	—	>0,1	—	>0,1	—	>0,1	—	>0,1	—
F	21	20	10	49	dobra	>0,1	>0,1	—	>0,1	—	>0,1	—	>0,1	—	>0,1	—	>0,1	—	>0,1	—
G	—	50	10	40	dobra	n.o.	n.o.	—	n.o.	—	n.o.	—	n.o.	—	n.o.	—	n.o.	—	n.o.	—
H	3	51	10	36	dostateczna	650	650	—	72	—	n.o.	—	n.o.	—	n.o.	—	n.o.	—	n.o.	—

n.o. = „nie określony”

* z różnicą: 100% — zawartość innych składników

Tablica 2

Stop nr	Skład (%)				Walcowanie na gorąco		Walcowanie na zimno	
	Ni	Fe	Cr	Mn	kucie (900°C)	walcowanie na gorąco	uwagi	uzyskana redukcja (%)
11	7,1	49,4*	10,4	33,1	—	S	S	95
12	9,9	47,3*	10,6	32,2	—	S	S	95
13	12,0	54,0*	10,0	24,0	S	S	S	95
14	10,0	48*	12,0	30,0	S	S	S	95
15	13,0	48*	14,0	25,0	S	S	S	95
16	12,2	45,5*	15,0	27,3	S	S	S	95
I	13,0	41*	17,2	28,8	S	—	F	15
J	9,6	43,4	17,9	29,1	F	—	—	—
K	12,5	40,2	18,5	29,8	—	F	—	—
L	12,8	40,2*	20,3	26,7	F	—	—	—
M	12,7	41,2*	22,4	23,7	F	—	—	—

* z różnicy: 100% — zawartość innych pierwiastków

Tablica 3

Stop	Skład (%)				Walcowanie na gorąco		Walcowanie na zimno
	Ni	Fe	Cr	Mn	(900°C)		
N	5,7	81,4*	15,6	17,3	S		F
M	6,4	24,0*	15,3	54,3	Wlewk pękł podczas odlewania		
O	—	40	10	50	Wlewk pękł podczas odlewania		
P	—	30	15	55	F		—

* z różnicy: 100% — pozostałe składniki

Tablica 4

Stop nr	Skład (%)				Wytrzymałość na rozciąganie	
	Ni	Fe	Cr	Mn	Techn. układ jedn. (N/mm ²)	Wydłużenie (w %)
19	9,9	47,3*	10,6	32,2	160	41
20	20,0	41,1*	10,3	28,6	270	17

* z różnicy: 100% — pozostałe składniki

Tablica 5

Stop nr	Twardość (H _V)		Twardość (H _V) po walcowaniu na zimno	
	po walcowaniu na gorąco i wyżarzeniu 1 g/900°C	Redukcja na zimno	Twardość po walcowaniu	Twardość po walcowaniu i wyżarzeniu 1 g/900°C)
14	125	20	258	150
14	125	40	286	150
14	125	60	322	150
14	125	80	375	150
14	125	90	409	150

Tablica 6

Temp. (°C)	Wytrzymałość na rozciąganie		Wydłużenie (w %)	Wytrzymałość na uderzenie	
	0,2% umowna granica plastyczności (N/mm ²)	Techn. układ jedn. (N/mm ²)		Temp. (°C)	Wydłużenie (J)
20	330	590	38,5	-196	107 (średni wynik z trzech prób)
200	300	510	28		
400	215	470	32		
600	180	350	32,5		
800	90	155	55,5	20	153 (średni wynik z trzech prób)
900	45	93	70,5		
1000	25	53	53		

Zastrzeżenia patentowe

1. Stop manganowo-niklowy, z n a m i e n n y t y m, że zawiera od 5 do 20% Ni, od 5 do 15% Cr, od 30 do 60% Fe, od 0 do 2% Pb oraz od 0 do 2,5% Cu, przy czym pozostały składnik, z wyjątkiem zanieczyszczeń, stanowi mangan w ilości od 18 do 55%.

2. Stop według zastrz. 1, z n a m i e n n y t y m, że zawiera co najmniej 8% Ni.

3. Stop według zastrz. 1 albo 2, z n a m i e n n y t y m, że zawiera nie więcej niż 15% Ni.

4. Stop według zastrz. 1, z n a m i e n n y t y m, że zawiera co najmniej 8% Cr.

5. Stop według zastrz. 1, z n a m i e n n y t y m, że zawiera od 35 do 55% Fe.

6. Stop według zastrz. 1, z n a m i e n n y t y m, że zawiera co najmniej 20% Mn.

7. Stop według zastrz. 1 albo 6, z n a m i e n n y t y m, że zawiera nie więcej niż 40% Mn.

8. Stop według zastrz. 1, z n a m i e n n y t y m, że zawiera od 8 do 12% Ni, od 8 do 12% Cr i od 40 do 50% Fe.

9. Stop według zastrz. 1, z n a m i e n n y t y m, że zawiera od 10 do 12% Ni, od 10 do 12% Cr i 50% Fe.

10. Stop według zastrz. 1, z n a m i e n n y t y m, że zawiera od 10 do 15% Ni, od 8 do 12% Cr, od 18 do 22% Mn i od 51 do 60% Fe.

11. Stop według zastrz. 10, z n a m i e n n y t y m, że zawiera od 11 do 13% Ni, od 9 do 11% Cr, od 19 do 21% Mn i od 55 do 60% Fe.