

POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY

53946

Patent dodatkowy
do patentu _____

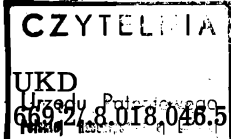
Zgłoszono: 21. XI. 1963 (P 103 028)

Pierwszeństwo: 28. XI. 1962 Austria

Opublikowano: 9. X. 1967

Kl. 40 b, 1/02

MKP C 22 c



Twórca wynalazku: dr Rudolf Rinesch

Właściciel patentu: Vereinigte Österreichische Eisen- und Stahlwerke
Aktiengesellschaft, Linz (Austria)

Stal stopowa o małej zawartości chromu i sposób jej wytwarzania

1

Wynalazek dotyczy stali stopowej o małej zawartości chromu, charakteryzującej się tym, że zawiera w procentach wagowych 0,02 do 0,08% węgla, 0,10 do 0,5% manganu, 0,008 do 0,06% fosforu, 0,010 do 0,060% siarki, około 0,005% azotu, 0,15 do 0,40% zwłaszcza 0,15 do 0,30% chromu i jest odlewana w stanie nieuspokojonym lub półuspokojonym.

Pod pojęciem „stale nieuspokojone” należy rozumieć stale odlewane w kokilach, bez nadlewu i tworzące podczas krzepnięcia pęcherzyki gazu, przy czym gaz składa się przeważnie z tlenu węgla. Pęcherzyki te znikają podczas walcowania wlewków. Nieuspokojone stale są zawsze wolne od krzemu. Z tego względu podczas odlewania nie stosuje się odtleniaczy.

Pod pojęciem „stale półuspokojone” należy rozumieć również stale odlewane w kokilach bez nadlewu i tworzące podczas krzepnięcia pęcherzyki, jednakże stale te mogą zawierać do 0,2% krzemu.

W odróżnieniu od nieuspokojonych i półuspokojonych stali, pod pojęciem „stale uspokojone” należy rozumieć takie stale, które odlewa się w kokilach po dodaniu silnych odtleniaczy. Odtleniacze te można dodawać przed lub podczas odlewania. Jako odtleniacze można stosować sam glin, lub mieszaninę krzemu i glinu. Pierwiastki te wykazują znacznie większe powinowactwo do tlenu niż węgiel. Takie „stale uspokojone” krze-

2

pną więc bez pęcherzyków powietrza, tworzą jednakże głęboką jamę skurczową, a górna część odlewu (nadlew) musi być dalszą obróbką uciętą. Straty wynikające z konieczności obcinania nadlewu wynoszą około 10 do 20% wagowych masy wlewka.

Dotychczas nie znano „stali nieuspokojonej” lub „stali półuspokojonej” o podanym składzie stopu zawierającej chrom. Starano się natomiast podczas wytwarzania nieuspokojonych lub półuspokojonych stali o to, by zawartość wagowa chromu w produkcie gotowym była mniejsza niż 0,1%, najlepiej mniejsza niż 0,05%. Sądzone bowiem, że wyższe zawartości chromu nie tylko utrudniają odlewanie lecz również wpływają niekorzystnie na właściwości technologiczne stali, zwłaszcza jej zdolność do kształtowania.

Ten pogląd fachowców wynikał prawdopodobnie stąd, że chrom i fosfor zachowują się w procesach metalurgicznych bardzo podobnie. Wiadomo przy tym, że zawartość fosforu wynosząca 0,1% wagowych jest już zbyt wysoka i stąd sądzono, że również analogiczna zawartość chromu jest już niedopuszczalna.

Obecnie stwierdzono, że stal o składzie według wynalazku zawierająca wagowo 0,15 do 0,40% chromu, a zwłaszcza 0,15 do 0,30% chromu przy odlewaniu w stanie nieuspokojonym lub półuspokojonym nie tylko nie wykazuje wyżej opisanych wad technologicznych lecz odznacza się znacznie

lepszą odpornością na starzenie się, a stąd w wielu przypadkach jest materiałem lepszym niż dotychczas znane stale nieuspokojone.

Stal o składzie według wynalazku wytwarza się najlepiej sposobem świeżenia przez nadmuchiwanie.

Można również dowolnie otrzymaną wolną od chromu stal, która poza chromem wykazuje wyżej podany skład, wzbogacić w kadzi chromem przez dodatek żelazochromu lub pochodnych substancji.

Dotychczas przekształcenie zawierającej chrom surówki na stal przez świeżenie połączone było ze znacznymi niedogodnościami. W większości prób przekształcenia surówki zawierającej chrom na stal wychodzono z założenia, że chrom ma zostać usunięty z surówki, zanim, podczas głównego okresu płomiennego, zostanie w procesie świeżenia usunięty węgiel. Z tego względu proponowano wstępne świeżenie w kadzi, zawierającej chrom surówki, podczas którego wdmuchiwało się tlen za pomocą chłodzonych wodą lanc zanurzonych w kąpeli na głębokość 30 do 50 cm. Stosowano przy tym zespoły wielu dysz, poprzez które wdmuchiwało się tlen pod dużym ciśnieniem. Usu-

wanie chromu prowadzono aż do osiągnięcia zawartości chromu niższej niż 0,12% wagowych. Niekorzystnym zjawiskiem towarzyszącym było tworzenie się brunatnego dymu. Ponieważ utlenianie odbywa się zgodnie z powinowactwem pierwiastków względem tlenu, więc najpierw utlenia się krzem, a następnie mangan i chrom. Stąd też wynikiem takiego wstępnego świeżenia było usunięcie tych pierwiastków z surówki, co z kolei miało niekorzystny wpływ na jej entalpię powodowaną chemicznymi nośnikami ciepła.

Otrzymana wstępnie świeżona surówka była podczas właściwego procesu świeżenia chemicznie zimna. Najczęściej obniżała się podczas wstępnego świeżenia również zawartość węgla, przy czym w momencie gdy osiągnęto zawartości chromu od 0,2 do 0,3% wagowych zawartości węgla wynosiła już tylko 2 do 2,5%. Próby polepszenia działania świeżenia w kadzi poprzez dodatek zgorzeliny walcowniczej lub przez zastosowanie mieszaniny tlenu i pary wodnej nie przyniosły zasadniczej poprawy lecz jedynie nieznaczne polepszenie. Otrzymany po wstępnym świeżeniu produkt pośredni przerabiano następnie w piecu trzonowym. Z uwagi na małą zawartość egzoter-

Przykład I

Stal nieuspokojona o małej zawartości Cr (z surówki zawierającej 0,60—0,80% wagowych Cr)
Jednokrotne żużlowanie

Wsad: 5.300 kg surówki 350 kg złomu 24 kg zgorzeliny płomiennnej		Przebieg topnienia:						
5.674 kg (= 100%)		5,00 min — wprowadzenie złomu — wsad surówki						
Otrzymano: 4.980 kg (= 87,8%)		15,70 min — okres dmuchania — nadmuchiwanie technicznie czystego tlenu na kąpiel surówki						
		9,00 min — temperatura pobierania próby — pobieranie próby						
		2,00 min — spust						
		31,70 min						
Dodatki w kg:	Wapno	Wapień	Drobna ruda	Boksyt	Piasek kwarcowy	Fluoryt	Zgorzelina płomienna	
	330	100	—	30	—	30	40	
Dodatek do kadzi								
Analizy w % wagowych:	C	Si	Mn	P	S	Cr	N	Temperatura pobierania próby 1230°C
Próba wsadu	4,12	0,60	1,69	1,160	0,040	0,74		1610°C
Próba przed spustem	0,07	—	0,36	0,020	0,016	0,24		
Próba produktu gotowego	0,07	—	0,35	0,016	0,017	0,23	0,0020	
	FeO	MnO	SiO ₂	CaO	MgO	P ₂ O ₅	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃
Zużel	22,10	11,90	8,00	41,80	2,18	1,69	2,20	5,90

micznych pierwiastków towarzyszących wydawało się, że świeżenie byłoby możliwe tylko wówczas, jeżeli do produktu tego dodano by dodatkowe ilości chemicznych nośników ciepła, co oczywiście wiązałoby się z dodatkowymi kosztami i robocizną.

Na skutek takiego poglądu fachowców wiele dużych złóż rud żelaza na świecie, zawierających chrom wykorzystano dotąd w nieznacznym stopniu. Jedyną z najbardziej znanych, zawierających chrom rud żelaza jest ruda, zawierająca wagowo: 45 do 55% Fe częściowo w postaci laterycznego tlenku, 0,1% Mn; 0,06% P; 2,5% SiO₂; 9,8% Al₂O₃; 0,3% MgO i 0,25 do 2,0% Cr w postaci tlenku chromu.

Jeżeli taką rudę wytapia się w wielkim piecu nie jako rudę dodatkową, lecz jako główny składnik wsadu, to otrzymuje się zawierającą chrom surówkę. Jeżeli wsad zawiera 35 do 50% wagowych rudy chromowej to surówka ma następujący

skład w % wagowych: 3,6 do 4,0% C; 0,2 do 1% Si; 0,5 do 1% Mn; 0,4 do 0,8% Cr. Jeżeli wsad zawiera jeszcze większe ilości rudy chromowej otrzymuje się odpowiednio większe zawartości chromu w surówce dochodzące do 1,7%.

Nieoczekiwanie stwierdzono, że stosując świeżenie tlenem surówki zawierającej chrom, unika się wyżej opisanych niedogodności i trudności.

Przemianę surówki zawierającej chrom przez świeżenie za pomocą tlenu nadmuchiwanego na kąpiel można prowadzić sposobem jednokrotnego lub dwukrotnego żużlowania, przy czym w pierwszym przypadku wychodzi się z surówki zawierającej 0,60 do 0,80% wagowych chromu, a w drugim przypadku wychodzi się z surówki zawierającej 0,80 do 1,70% wagowych chromu. Odżużlowanie pośrednie w procesie dwukrotnego żużlowania przeprowadza się celowo po osiągnięciu zawartości węgla wynoszącej 1,5 do 1,7% wagowych, przy czym równocześnie osiąga się zawar-

Przykład II

Stal nieuspokojona o małej zawartości Cr (z surówki zawierającej 1,50—1,70% wagowych Cr).
Dwukrotne żużlowanie

Wsad: 5,600 kg surówki 14 kg żelazomanganu 30 kg Fe ze zgorzeliny płomiennej 5,644 kg (= 100%) Otrzymano: 4,860 kg (= 86,1%)		Przebieg topnienia: 3,00 min wsad surówki 11,20 min 1. okres dmuchania — nadmuchiwanie technicznie czystego tlenu na kąpiel surówki 13,10 min temperatura pobierania próby — pobieranie próby — żużlowanie pośrednie 6,30 min 2. okres dmuchania — pobieranie próby 7,00 min temperatura — pobieranie próby 2,00 min spust 42,50 min						
Dodatki w kg:	Wapno	Wapień	Drobna ruda	Boksyt	Piasek kwarcowy	Fluoryt	Zgorzelina płomienna	
1. żużel	150	—	—	50	—	—	50	
2. żużel	250	—	—	50	30	—	—	
Dodatek do kadzi: 14 kg FeMn (75,6%)								
Analizy w % wagowych	C	Si	Mn	P	S	Cr	N	Temperatura pobierania próby
Próba wsadu	4,18	0,55	1,51	0,128	0,041	1,59	—	1280°C
próba podczas drugiego odżużlowania	1,55	0,05	0,77	0,090	0,035	0,75	—	1560°C
próba przed spustem	0,04	—	0,20	0,020	0,019	0,23	—	1620°C
próba produktu gotowego	0,06	—	0,38	0,022	0,020	0,22	0,0035	
	FeO	MnO	SiO ₂	CaO	MgO	P ₂ O ₅	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃
1. żużel	8,77	11,30	15,20	32,00	4,83	1,04	5,30	18,86
2. żużel	23,42	7,85	6,52	41,90	3,50	1,50	4,55	10,80

tości chromu od 0,60 do 0,80%. W chwili osiągnięcia żądanej zawartości węgla zawartość chromu wynosi 0,15 do 0,40%. Otrzymaną stal odlewa się w stanie nieuspokojonym, zwłaszcza przez odlewanie bezpośrednie do wlewnic. Produkt wykazuje technologiczne właściwości kwalifikujące go do kształtowania na zimno i spawania, przy czym stal odznacza się nawet odpornością na starzenie.

Sposób według wynalazku opiera się na spostrzeżeniu, że nie potrzeba prowadzić wstępnego usuwania chromu przez wstępne świeżenie surówki, lecz że można usunąć główną część chromu bezpośrednio z wsadu, bez jakiegokolwiek procesu wstępnego świeżenia, przy czym chrom zachowuje się w procesie metalurgicznym podobnie jak fosfor, który jak wiadomo można usunąć również w procesie świeżenia bez jakichkolwiek przeszkód.

Przyjmuje się, że ten nieoczekiwany efekt techniczny osiąga się w sposobie według wynalazku dlatego, że w procesie tym występują wyższe temperatury niż przy procesie świeżenia w piecu trzonowym lub przy sposobie Thomasa. Na skutek tego wsad, a zwłaszcza żużle chromowe utrzymywane są z łatwością w stanie płynnym. W znanych dotąd procesach tj. przy kom-

binacji świeżenia wstępnego i właściwego świeżenia w piecu trzonowym, żużle chromowe stały się nową cieczą o dużej lepkości, co jest bardzo niedogodne. W procesie według wynalazku ta niedogodność nie występuje i stąd można bez trudności przerobić zawierającą chrom surówkę na stal.

W sposobie według wynalazku na skutek tworzenia się żużli, zawierających chrom nie występuje przedłużenie okresu płomiennego, co można również wytłumaczyć wyższą temperaturą procesu.

Wytwarzanie stali według wynalazku objaśniono poniżej za pomocą przykładów, przy czym przykład I objaśnia wytapianie stali z zawierającą chrom surówki (zawartość chromu 0,60 do 0,80%) przy zastosowaniu nadmuchiwanego bez wymiany żużla. Przykład II objaśnia proces z żużlowaniem pośrednim, przy czym stosuje się surówkę zawierającą 1,50 do 1,70% wagowych chromu. Przykłady III i IV objaśniają wytwarzanie stali, przy czym najpierw świeżeniu przez nadmuchiwanie poddaje się surówkę nie zawierającą chromu, a potem w kadzi dodaje się wymaganą ilość chromu w postaci żelazochromu.

Przykład III

Stal nieuspokojona o małej zawartości Cr (z surówki stalowej nie zawierającej chromu) Dodatek żelazochrom w kadzi.)

Wsad: 5.260 kg surówki 360 kg złomu 26 kg żelazochromu 24 kg Fe ze zgorzeliny płomiennej 5.670 kg (= 100%) Otrzymano: 4.960 kg (= 87,5%)				Przebieg topnienia: 6,00 min wprowadzenie złomu — wsad surówki 16,30 min okres dmuchania — nadmuchiwanie technicznie czystego tlenu na kąpiel surówki 8,00 min temperatura pobierania próby — pobieranie próby 2,00 min spust 32,30 min				
Dodatki w kg:	Wapno	Wapień	Drobna ruda	Boksyt	Piasek kwarcowy	Fluoryt	Zgorzelina płomienna	
	330	100	—	30	—	30	40	
Dodatek do kadzi: 26 kg żelazochromu (69,9%)								
Analizy w % wagowych:	C	Si	Mn	P	S	Cr	N	Temperatura pobierania próby
Próba wsadu	4,25	0,63	1,61	0,160	0,045	—		1210°C
próba przed spustem	0,05	—	0,31	0,011	0,014	—		1625°C
próba produktu gotowego	0,05	—	0,29	0,010	0,015	0,29	0,0025	
	FeO	MnO	SiO ₂	CaO	MgO	P ₂ O ₅	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃
żużel	22,45	10,93	9,34	47,15	1,99	1,79	2,25	—

Właściwości technologiczne

Grupa dot.	Gru- bość bla- chy	Stan podczas badania	δ_s kg/mm ²	δ_B kg/mm ²	d ₅₀ %	dδs %	T _E mm	Próba	Skład chemiczny (% wagowe)									
									C	Mn	P	S	Cr	N	N	N		
									ogólny rozp. poz									
1	0,75	po gładzeniu po starzeniu 5 min. 100°C po starzeniu 2 godz. 100°C	24,0 24,2 26,6	36,1 36,7 37,0	37,9 36,6 37,5	0,0 0,0 0,4	11,3 11,4 10,7	Odlew	,06 ,065 ,065	,38 ,037 ,037	,022 ,020 ,020	,020 ,020 ,020	,22 ,22 ,22	,0035 ,0039 ,0039	,0000 ,0014 ,0025			
2	0,75	po gładzeniu po starzeniu 5 min. 100°C po starzeniu 2 godz. 100°C	18,0 17,8 21,4	32,3 32,6 32,7	39,7 39,7 36,1	0,0 0,0 0,4	11,3 11,2 10,0	Odlew	,07 ,075 ,075	,35 ,33 ,33	,016 ,018 ,018	,017 ,018 ,018	,23 ,20 ,20	,0020 ,022 ,022	,0019 ,0010 ,0010	,001 ,0012 ,0012		
3	1,00	po gładzeniu po starzeniu 5 min. 100°C po starzeniu 2 godz. 100°C	20,7 21,3 22,1	36,5 37,0 37,0	34,1 35,3 34,8	0,0 0,0 0,4	11,8 11,6 11,6	Odlew	,05 ,07 ,07	,29 ,31 ,31	,010 ,014 ,014	,015 ,018 ,018	,29 ,27 ,27	,0025 ,0025 ,0025	,0009 ,0009 ,0009	,0016		
4	1,00	po gładzeniu po starzeniu 5 min. 100°C po starzeniu 2 godz. 100°C	21,2 21,0 21,2	35,8 35,5 35,5	35,7 34,7 34,7	0,0 0,0 0,0	11,8 11,7 11,3	Odlew	,08 ,08 ,08	,37 ,38 ,38	,019 ,018 ,018	,022 ,021 ,021	,33 ,30 ,30	,0034 ,026 ,026	,0033 ,0007 ,0007	,0001 ,0019 ,0019		

 δ_S = granica plastyczności δ_B = wytrzymałość na zerwanie d_{50} = wydłużenie względne przy zerwaniu (długość próbki 80 mm) T_E = próba tężności według Erichsena $d\delta_S$ = wydłużenie na granicy plastyczności

Stwierdzono, że stale według wynalazku, a więc stale zawierające wagowo 0,02 do 0,08% węgla, 0,1 do 0,5% manganu, 0,008 do 0,06% fosforu, 0,010 do 0,06% siarki, 0,001 do około 0,0005% azotu i ewentualnie do 0,02% krzemu, które po procesie wytapiania zawierają 0,15 do 0,40%, zwłaszcza 0,15 do 0,30% wagowych chromu i które bez dodatku odtleniaczy odlewa się w stanie nieuspokojonym lub półuspokojonym nadają się doskonale do tych celów, w których wymagana jest zwiększona trwałość lub obniżenie samorzutnego starzenia się.

Pod pojęciem „starzenia” rozumie się zmianę technologicznych właściwości stali podczas okresu składowania. Starzenie objawia się wzrostem granicy plastyczności, wzrostem wydłużenia przy granicy plastyczności, i w związku z tym pojawieniem się pasm płynięcia (linii Lidera) podczas prasowania jak również zmniejszenia zdolności kształtowania. Zmiany te są wywołane w znacznej mierze wydzielaniem się rozpuszczalnego azotu.

W celu osiągnięcia trwałości, zwłaszcza zachowania zdolności kształtowania na zimno nawet po dłuższym okresie składowania należało dotychczas wytwarzać stale uspokocone, a więc sta-

le traktowane silnymi środkami odtleniającymi, takimi jak glin lub krzem i glin. W tym przypadku należy się jednak liczyć ze stratami spowodowanymi obcinaniem nadlewu wlewków.

- 5 Dotychczas nierozwiązany problem polegał więc na tym, aby móc wytwarzać nieuspokojoną lub półuspokojoną stal, która wykazywałaby zwiększoną trwałość i którą można by stosować do wszystkich tych celów, do których wymagana jest znaczna odporność na starzenie.

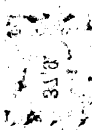
- 10 Według wynalazku zaproponowano stosowanie do tych celów stali o wyżej wymienionym składzie, przy czym należy stosować obróbkę polegającą na kształtowaniu na zimno i wyżarzaniu końcowym w celu rekrystalizacji. Najlepsze wyniki osiąga się, jeżeli stopień odkształcenia na zimno wynosi 30 do 70%, a temperatura wyżarzania 650 do 700°C.

Szczegóły tego procesu są następujące:

- 20 Po otrzymaniu płynnej stali o wyżej opisanym składzie rozlewa się ją w stanie nieuspokojonym lub półuspokojonym. Uzyskane wlewki walcuje się na gorąco, a z uzyskanego produktu surowego walcuje się na gorąco taśmę. Następnie taśmę 25 walcuje się na zimno (stopień odkształcenia

Przykład IV

Stal nieuspokojona — stop o małej zawartości Cr z tygla o pojemności 30 t. (z surówki nie zawierającej chromu. Dodatek żelazochromu w kadzi).

Wsad: 28.540 kg surówki 6.840 kg złomu 190 kg żelazochromu 100 kg Fe ze zgorzeliny płomiennej <u>35.670 kg (= 100%)</u> Otrzymano: 31.950 kg (= 89,5%)		Przebieg topnienia: 4,00 min wprowadzanie złomu i surówki 16,60 min okres dmuchania — nadmuchiwanie technicznie czystego tlenu na kąpiel surówki 13,40 min temperatura pobierania próby — pobieranie próby — odżużlowanie <u>2,00 min spust</u> 36,00 min						
Dodatki w kg:	Wapno	Wapień	Drobna ruda	Boksyt	Piasek kwarcowy	Fluoryt		
	1500	500	—	50	—	—	—	
Dodatki do kadzi: 190 kg FeCr (69,9%) 3 kg mąki koksowej								
Analizy w % wagowych	C	Si	Mn	P	S	Cr	N	Temperatura pobrania próby
Próba wsadu	4,18	0,73	1,99	0,160	0,040	—	—	1260°C
próba przed spustem	0,06	—	0,41	0,020	0,021	—	—	1595°C
próba produktu gotowego	0,08	—	0,37	0,019	0,022	0,33	0,0034	
	FeO	MnO	SiO ₂	CaO	MgO	P ₂ O ₅	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃
Żużel	18,76	12,32	12,45	45,55	3,26	1,57	0,89	—

w trzech przejściach 30 do 70%) i wreszcie przeprowadza się żarzenie przy temperaturze 650 do 700°C w celu rekrytalizacji.

Zawierające chrom stale obrabiane w wyżej opisany sposób wykazują w porównaniu z zwykłymi nieuspokojonymi lub półuspokojonymi stalami, niezawierającymi chromu, znacznie polepszoną odporność na starzenie. Można je stosować do wszelkich procesów kształtowania na zimno i prasowania, na przykład do wytwarzania garnków, zlewów, części nadwozi pojazdów, i innych części z prasowanej blachy.

Przyjmuje się, że zahamowanie procesu starzenia w stalach wytworzonych sposobem według wynalazku polega na tym, że chrom może przeprowadzić azot w postać nierozpuszczalną. Badania wykazały, że zawierające chrom stale wyżej opisanego rodzaju, które poddano przeróbce plastycznej na zimno i końcowemu żarzeniu w celu rekrytalizacji zawierały najwyżej 30% wagowych azotu ogólnego w postaci azotu rozpuszczalnego.

W niżej podanej tablicy zestawiono właściwości technologiczne stali według wynalazku, wykazujących zahamowanie procesów starzenia. Z tablicy tej wynika również stosunek azotu rozpuszczalnego do nierozpuszczalnego.

Jak to wynika z tablicy sztuczne starzenie stali uzyskiwano w dwojaki sposób: przez odpuszczenie podczas 5 minut przy temperaturze 100°C, przez odpuszczenie podczas 2 godzin przy temperaturze 100°C.

Wszystkie próbki blach walcowano na zimno i poddawano żarzeniu końcowemu. Próbę porównawczą względem sztucznie poddawanych starzeniu blach przeprowadzono po walcowaniu gładzącym cienkiej blachy.

Jak wynika z doświadczeń stosowane warunki sztucznego starzenia można utożsamiać pod względem granicy plastyczności, wytrzymałości na zerwanie i wydłużenia względnego przy zerwaniu z następującymi okresami podczas starzenia samorzutnego.

Sztuczne starzenie	granicz- ca pla- stycz- ności	naturalne starzenie po dniach	
		wytrzy- małość na zerwanie	wydłuże- nie przy zerwaniu
100°C 5 minut	16	7	12
100°C 2 godz.	107	27	61

Z powyższej tabeli wynika, że w stalach według wynalazku poddawanych procesowi sztucznego starzenia nie występowały takie zmiany właściwości mechanicznych, których należałoby się spodziewać w stalach nieuspokojonych. Nie występowały więc, lub występowały tylko

ograniczonym stopniu zmiany w obrębie granicy plastyczności, czyli zmiany samej granicy plastyczności i zmiany wydłużenia przy granicy plastyczności.

- 5 Dla cienkich blach walcowanych na zimno, wykonanych ze stali o tym samym składzie (za wyjątkiem zawartości chromu), jak cztery stale wymienione w tablicy i przy takiej zawartości azotu, jaka jest podana w tablicy jako azot ogólny według wskazań literatury i praktyki, uzyskano
- 10 średnio następujący wzrost granicy plastyczności

Stop po- równaw- czy (bez chromu)	Wzrost granicy plastyczności po sztucznym starzeniu	
	100°C 5 min. (kg/mm ²)	100°C 2 godz. (kg/mm ²)
1	2,1	5,4
2	1,9	5,0
3	2,9	6,1
4	3,0	5,8

Zastrzeżenia patentowe

1. Stal stopowa o małej zawartości chromu **znamienna tym**, że zawiera w procentach wagowych 0,02 do 0,08% węgla, 0,10 do 0,5% manganu, 0,008 do 0,06% fosforu, 0,010 do 0,06% siarki, 0,001 do 0,005% azotu, 0,10 do 0,40% zwłaszcza 0,15 do 0,30% chromu, przy czym azot zawarty w stali jest przeważnie związany z chromem.
2. Stal według zastrz. 1, **znamienna tym**, że zawartość krzemu jest niższa niż 0,02%.
3. Sposób wytwarzania stali według zastrz. 1 lub 2, **znamienny tym**, że surowkę zawierającą chrom, po przeprowadzeniu postępowania nadmuchiwaniami tlenem, przekształca się w stal o zawartości 0,15 — 0,40% wagowych chromu, przy czym przekształcenie przeprowadza się albo sposobem jednokrotnego żuźlowania przy zastosowaniu jako materiału wyjściowego surowki o zawartości chromu 0,60—0,80% wagowych lub sposobem dwukrotnego żuźlowania przy zastosowaniu jako materiału wyjściowego surowki o zawartości chromu 0,80—1,70% wagowych a wytopioną stal wylewa się w stanie nieuspokojonym, najlepiej bezpośrednio do wlewnic.
4. Sposób według zastrz. 3, **znamienny tym**, że wylaną nieuspokojoną stal poddaje się kombinowanemu kształtowaniu na zimno i końcowemu wyżarzeniu rekrytalizującemu, przy czym stopień kształtowania na zimno przeprowadza się z 30—70% zgniotem, zaś temperaturę końcowego wyżarzenia rekrytalizującego utrzymuje się w granicach 650—700°C.