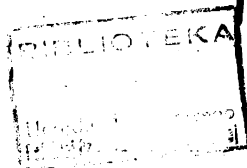


URZĄD PATENTOWY



C 220 39/26



RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ

OPIS PATENTOWY

Nr 22852.

Kl. ~~18 d, 2/40.~~

U. S. Rustless Steel & Iron Corporation
(Bridgeville, Pennsylvania, Stany Zjednoczone Ameryki).

40 6 39/26

Stal odporna na nagryzanie.

Zgłoszono 19 kwietnia 1935 r.

Udzielono 22 lutego 1936 r.

Wynalazek niniejszy dotyczy stali odpornych na nagryzanie, a zwłaszcza stali, które zawierają fosfor, miedź, krzem i chrom oraz jednocześnie posiadają wielką odporność na nagryzanie i doskonałe właściwości fizyczne.

Pod nazwą „stale” należy rozumieć w danym przypadku stale o małej zawartości węgla, znane zazwyczaj pod nazwą „żelaza”, jak np. żelazo lane, które dzięki sposobowi otrzymywania ich odpowiadają właściwie stalom o niewielkiej zawartości węgla.

Jedną z głównych wad stali węglowych, zawierających zwykłe składniki w

ilościach, odpowiadających stosunkom, napotykanym zazwyczaj w handlowych stalach węglowych, stanowi to, że stale te ulegają łatwo rdzewieniu, nagryzaniu, łuszczeniu.

Aby zapobiec tym niedogodnościom można do stali tych dodawać odpowiednich składników stopowych w dość znacznych ilościach, aby im nadać wielką odporność na nagryzanie oraz wytworzyć powierzchnię chemicznie stałą, np. dodając do nich duże ilości chromu, jednakże dodatek chromu zwiększa znacznie koszty wyrobu wspomnianych stali, zwłaszcza jeśli zawierają one niewiele węgla. Następnie

stwierdzono, że koszt własny wykonania ze stali chromowych np. prętów lub blach staje się znacznie wyższy niż w przypadku zwykłych stali węglowych. Ten wynik jest spowodowany faktem, że stale, zawierające znaczne ilości chromu, nie nadają się do łatwej obróbki na gorąco, gdyż podczas tej obróbki nie są dostatecznie ciągliwe i łatwo twardnieją w zetknięciu z powietrzem. Poza tem stale ze znaczną zawartością chromu wykazują dążność do tworzenia zgrupowań obcych ciał i nienormalnych roztworów stałych, co pociąga za sobą większy odsetek braków w produkcie końcowym, niż w przypadku zwykłych stali, przez co jeszcze bardziej zwiększa się koszt własny.

Wiadomo z drugiej strony, że fosfor nadaje stali odporność na nagryzanie; jednakże fosfor wywiera na stal również i znany wpływ ujemny, w pierwszym rzędzie należy wymienić wywoływanie wielkiej kruchości; stal o dużej zawartości fosforu jest wyjątkowo łamliwa na zimno i łatwo się łamie również gdy poddaje się ją działaniu sił mechanicznych w temperaturze zwykłej lub w temperaturach nieco wyższych. Z drugiej strony obecność fosforu powoduje utwardzanie się stali i jej kruchość. Wskutek tych wad stal ta nie zbyt nadaje się do odlewania i walcowania na zimno.

Wskutek tego też zazwyczaj największa zawartość fosforu w stalach wynosi 0,02, 0,03, 0,04 lub 0,05%, zależnie od zawartości innych składników stali i od celu, do jakiego ma być użyta ta stal.

Jednakże usiłowano już wprowadzać niestosowane zwykle ilości fosforu do stali, zawierającej już chrom lub krzem, ale niezawierającej miedzi, w celu zwiększenia jej zwykłej odporności na łuszczenie się w wysokiej temperaturze.

Usiłowano już również dodawać do stali, zawierającej niestosowaną dotych-

czas ilość fosforu, miedzi i krzemu bez dodawania chromu w celu uodpornienia tej stali na nagryzanie oraz w celu otrzymania stali, której ciągliwość nie byłaby tak mała, jak ciągliwość zwykłej stali, zawierającej tę samą ilość fosforu.

Próbowano już poza tem dodawać do stali, zawierającej stosunkowo znaczną ilość fosforu, chromu w celu zwiększenia jej odporności na nagryzanie i zwiększenia jej ciągliwości, ale nie dodając do niej krzemu, ani miedzi w ilościach zwykle stosowanych.

Wreszcie proponowano wyrabiać stale bardzo wytrzymałe i odporne na ścieranie, posiadające ciągliwość i odporność na wstrząsy, nieco większe od tych samych właściwości stali zwykłych, stosowanych do wyrobu szyn, np. zmniejszając zawartość węgla poniżej jego zawartości w stalach zwykle stosowanych do wyrobu szyn i wprowadzając do tych stali składniki stopowe (między innymi duże ilości fosforu) takie, jak miedź i chrom, albo również krzem, a zwłaszcza — jako składnik stali do wyrobu szyn — mangan w ilości co najmniej równej, a nawet znacznie większej od największej zawartości manganu w zwykłych stalach węglowych, np. aż do 2% manganu.

Takie ilości manganu, aczkolwiek nadają stali pożądaną wytrzymałość i odporność na zniszczenie, niezbędne w stali tego rodzaju, szkodzą jednakże niektórym właściwościom takiej stali, zwłaszcza jeśli chodzi o odporność na nagryzanie. To też stale tego rodzaju do wyrobu szyn nie posiadają wielkiej odporności na nagryzanie.

W patentach francuskich Nr 569645 i Nr 653860 opisano stopy żelazne, bardzo wytrzymałe na nagryzanie. Wynik ten uzyskuje się w pierwszym z dwóch wymienionych patentów przez jednoczesne wprowadzenie do stopu żelaznego chromu

i miedzi w ilościach np. 0,3 do 3,5% chromu i od 0,15 do 0,5% miedzi, jak również ewentualnie krzemu, w drugim zaś patencie — przez wprowadzenie do stopu żelaznego od 1 do 8% chromu, od 0,5 do 5% miedzi i od 1 do 8% krzemu. Stopy żelazne, w ten sposób otrzymane, są wyjątkowo odporne na nagryzanie, przyczem posiadają również doskonałe właściwości fizyczne, jak np. dużą twardość i kowalność.

Przedmiotem niniejszego wynalazku jest ulepszenie stali według patentów francuskich Nr 569645 i Nr 653860, przyczem ulepszenie to polega głównie na dodawaniu do stali, zawierającej chrom i miedź, fosforu i krzemu w ilościach stosunkowo znacznych, podanych poniżej, z zachowaniem jednocześnie w nich zupełnie nieznacznych ilości manganu i siarki, w celu nadania tej stali wyjątkowo dużej odporności na nagryzanie i jednocześnie wyjątkowych właściwości chemicznych i fizycznych.

Stal według wynalazku niniejszego posiada dużą zawartość fosforu i krzemu, jak również chromu i miedzi, przyczem ilości te wahają się w granicach, podanych poniżej, zawartości zaś manganu i siarki są niższe od granic niżej podanych, ilości zaś innych składników są takie same, jak w zwykłych stalach węglowych.

Stal według wynalazku różni się zasadniczo od innych znanych stali, wspomnianych wyżej, zwłaszcza tem, że nie zawiera żadnego składnika szkodliwego, jeśli chodzi o odporność na nagryzanie, takiego jak mangan lub siarka, składnika tego dodaje się rozmyślnie w bardzo małych ilościach, jak to podano poniżej, i dzięki temu otrzymuje się stal wyjątkowo odporną na nagryzanie i posiadającą jednocześnie wyjątkowe właściwości fizyczne, a mianowicie bardzo dużą ciągliwość, przyczem stal ta zawiera cztery

składniki utwardzające, któremi są: fosfor, miedź, chrom i krzem.

Można było coprawda spodziewać się, że chrom zwiększy odporność na nagryzanie stali, zawierających miedź, krzem i fosfor, a miedź zwiększy odporność na nagryzanie stali, zawierających chrom, krzem i fosfor, ale nie można było zupełnie przewidzieć, że to zwiększenie odporności na nagryzanie nie pociągnie za sobą znacznego zmniejszenia ciągliwości, biorąc pod uwagę znane właściwości składników, których dodaje się w celu zmniejszenia twardości tych stali.

W ten sposób uzyskuje się dobrą ciągliwość stali, zawierających nieznaczne ilości węgla, przez wprowadzenie pewnych ilości niklu (2 do 5%), przyczem można uzyskać bardzo znaczną ciągliwość stali o tej samej zawartości węgla przez dodanie około 3% chromu; jednakże jednoczesne wprowadzenie w tych samych ilościach obu wspomnianych składników daje stal, której ciągliwość jest bardzo mierna.

Z powyższego wynika, że właściwości lub polepszenie tych właściwości, nadawane stali przez rozmaite składniki oddzielnie, nie mają charakteru stałego, lecz przeciwnie mogą zmieniać się znacznie, zależnie od rodzaju i ilości innych składników. Stal według wynalazku różni się od znanych już stali, zawierających powyżej wspomniane składniki stopowe, i stanowi nowość w obecnym stanie techniki.

Stale według wynalazku dzięki znanemu połączeniu odpowiednich ilości składników, takich jak fosfor, krzem, chrom i miedź, oraz ograniczeniu zawartości manganu i siarki w niżej podanych granicach, posiadają bardzo znaczną ciągliwość oraz są wyjątkowo odporne na wpływy atmosferyczne i środowiska lekko nagryzające, a to dzięki obecności fosforu i miedzi. Poza tem stal ta dzięki obecno-

ści chromu posiada wyjątkową wytrzymałość oraz naogół znacznie lepsze właściwości mechaniczne, zachowując jednocześnie swą właściwość łatwej obróbki. Bardzo ważna jest możliwość stosowania stali, które posiadają dużą odporność na nagryzanie działaniem czynników atmosferycznych i innych czynników nagryzających, które jednocześnie posiadają dobre właściwości mechaniczne i mogą być łatwo obrabiane pod postacią płyt, blach, prętów, drutu i podobnych wyrobów. Należy zaznaczyć, że im stal jest bardziej odporna na zniszczenie, co umożliwia uży-

skiwanie wyjątkowo cienkich blach lub innych podobnych przedmiotów z tej stali, tem ważniejsze jest, aby ta stal pod postacią np. bardzo cienkich blach posiadała wyjątkowo dużą odporność na nagryzanie; w rzeczywistości danej grubości metalu, podlegającego działaniu nagryzania, odpowiada zmniejszenie wytrzymałości mechanicznej przedmiotu metalowego, które jest tem znaczniejsze, im cieńszy jest ten przedmiot.

Stal według wynalazku jest znamienna tem, że zawiera następujące ilości fosforu, miedzi, krzemu i chromu:

Fosforu:	0,08%	do	0,75%
najkorzystniej		0,10	do 0,20
Chromu:	0,40%	do	2,00%
najkorzystniej		0,50	do 1,50
Miedzi:	0,15%	do	2,00%
najkorzystniej		0,25	do 0,50
Krzemu:	0,35%	do	2,00%
najkorzystniej		0,50	do 1,00;

przyczem w tych wszystkich przypadkach stal ta zawiera mniej niż około 0,5% manganu i mniej niż około 0,10% siarki.

Zawartość węgla w tej stali waha się w granicach pomiędzy 0,01% i 1%; jest ona najkorzystniej wyższa od około 0,03% i niższa od około 0,15%, przy takiej zawartości węgla jej odporność na nagryzanie jest większa.

Stosunki ilościowe innych składników odpowiadają stosunkom w zwykłych stalach. Z powyższego wynika, że stal według wynalazku zawiera podane wyżej ilości fosforu, chromu, miedzi, krzemu i węgla, pozostałość zaś jest utworzona prawie całkowicie z czystego żelaza, gdyż zawartość manganu jest mniejsza od 0,50%, a siarki — 0,10%.

Stal o takim składzie odpowiada wyżej wymienionym warunkom bardzo znacznej odporności na nagryzanie i du-

żej ciągliwości oraz jednocześnie bardzo dobrym właściwościom fizycznym.

Ten znamienny zespół właściwości został podany na poniższej tablicy, na której podano wyniki prób, wykonywanych ze stalami według wynalazku.

Te wyniki prób wykazują wyraźnie (zwłaszcza jeśli chodzi o stale Nr 2 i 3, jak również 5 i 6), że połączenie takich składników, jak fosfor, krzem, chrom i miedź, w ilościach wskazanych powyżej, przy jednoczesnem ograniczeniu zawartości manganu do 0,50%, a siarki — do 0,10%, umożliwia uzyskanie, przy nadaniu wyjątkowej odporności na nagryzanie, wybitnych właściwości fizycznych, a zwłaszcza doskonałej ciągliwości. Ma to miejsce również w przypadku, gdy zawartość składnika stopowego jest bardzo znaczna, jak np. jeśli chodzi o stale Nr 1 i 8.

Próby ze stalami według wynalazku.

S k ł a d							Wymiary i warunki	Granica sprężystości w kg/cm^2	Wytrzymałość na zerwanie w kg/cm^2	Wydłużenie długości w % na 5 cm	Dokładność w %
	C	Mn	Si	Cu	Cr	P					
1	0,03	0,30	0,84	2,73	1,42	0,19	Płytką 12,5 mm (walcowana)	4925	6110	30,0	65,3
2	0,04	0,28	1,22	0,48	1,00	0,20	"	3940	5175	35,5	65,5
3	0,04	0,24	1,16	0,83	—	0,21	"	4350	5430	34,5	60,4
4	0,16	0,28	0,62	0,45	1,00	0,09	"	3760	5700	34,5	65,4
5	0,06	0,30	0,70	0,87	1,00	0,18	Blacha 0,6 mm (przetopiona)	3285	4375	19,0	
6	0,07	0,22	0,68	0,87	—	0,24	"	3410	4485	19,5	
7	0,05	0,28	0,71	0,51	0,95	0,25	"	2780	4070	24,0	
8	0,05	0,28	0,58	0,30	0,93	0,53	"	3830	5250	21,5	
9	0,06	0,25	0,75	0,45	0,74	0,12	Płytką 16 mm (walcowana)	4160	5025	36,5	63,7
10	0,06	0,25	0,75	0,45	0,74	0,12	Płytką 16 mm (przetopiona)	3965	4890	40,0	74,4
11	0,10	0,28	0,89	0,50	1,14	0,21	Płytką 16 mm (walcowana)	4695	6100	35,0	68,4
12	0,10	0,29	0,89	0,50	1,14	0,21	Płytką 16 mm (przetopiona)	4580	5850	34,2	66,1
13	0,06	0,25	0,75	0,45	0,74	0,12	Blacha (walcowana)	4970	5735	16,5	
14	0,06	0,25	0,75	0,45	0,74	0,12	Blacha (normalizowana)	3530	4940	27,5	

Należy zaznaczyć, że odporność na nagryzanie stali, wymienionych powyżej, jest bez porównania większa niż znanych dotychczas stali. Można ją porównać z odpornością stali chromowej, to znaczy zawierającej znaczne ilości chromu. Dzięki temu stal według wynalazku jest pięciokrotnie odporniejsza na działanie czynników atmosferycznych, niż np. zwykła stal węglowa.

Jednakże odporność na nagryzanie tej samej stali, ale niezawierającej chromu (np. stali, zawierającej miedź, krzem i fosfor) jest jedynie $3\frac{1}{2}$ razy większa od odporności zwykłych stali węglowych, a więc znacznie mniejsza od odporności

stali, zawierających jednocześnie fosfor, krzem, miedź i chrom, a więc stali według wynalazku.

Zawartość chromu winna być niższa od 2%, gdyż w przypadku, gdy ta zawartość przekracza 2%, metale otrzymywane takiej stali stają się droższe, ale i jej obrabianie jest trudniejsze, zwłaszcza obrabianie tej stali na gorąco staje się bardzo trudne, poza tem twardnieje ona na powietrzu, jej ciągliwość zmniejsza się, przy czem ze wzrostem zawartości chromu zwiększa się niebezpieczeństwo tworzenia się w stali zgrupowań ciał obcych.

Należy zaznaczyć, że nawet nieznaczne zwiększenie zawartości fosforu ma wy-

bitny wpływ na odporność na nagryzanie. Stal, zawierająca np. około 0,06% węgla, 0,90% chromu, 0,45% miedzi, 0,75% krzemu i 0,12% fosforu, posiada odporność na nagryzanie działaniem czynników atmosferycznych, równą odporności stali, zawierającej te same ilości węgla, miedzi i krzemu, ale zawierającej 1,85% chromu i 0,03% fosforu. Wprowadzenie nawet nieznacznej ilości fosforu umożliwia otrzymanie stali równie odpornej na nagryzanie, jak stal o małej zawartości fosforu, ale większej zawartości chromu; poza tem otrzymywanie stali z fosforem jest tańsze i łatwiejsze; przy tej samej zawartości chromu stal fosforowa posiada zwiększoną odporność na nagryzanie.

Jakkolwiek przez zmianę w szerokich granicach wymienionych powyżej ilości czterech składników: fosforu, krzemu, miedzi i chromu uzyskuje się już doskonałe wyniki, to jednakże, jeśli chodzi o zwiększenie zarówno odporności na nagryzanie, jak i ciągliwości oraz uproszczenie sposobu otrzymywania, jeszcze lepsze wyniki otrzymuje się w razie wytwarzania stali, w których odpowiednie ilości chromu, krzemu, miedzi i fosforu znajdują się w stosunku 6,6 : 3 i 1; to znaczy wzajemny stosunek tych pierwiastków jest następujący:

$$Cr : Si : Cu : P = 6 : 6 : 3 : 1,$$

a całkowita ilość pozostałych składników, innych niż *Fe*, *Cr*, *Si*, *Cu*, *P*, wynosi około 3,5% lub najwyżej 4%, a zawartość *Mn* i *S*, składników, któreby mogły zmniejszyć odporność na nagryzanie, nie przekracza w żadnym przypadku 0,5% i 0,1%.

Na właściwości chemiczne, fizyczne i mechaniczne tych stali nie wpływa wcale obecność nieznacznych ilości takich składników stopowych, jak nikiel, molibden, wanad i podobne, które obecnie znajdują

się w wielu specjalnych gatunkach stali; składniki te pochodzą z przetopionej broni stalowej lub żelaznej, z rud lub też z dodatków stopów żelaza, używanych przy otrzymywaniu stali.

Jako przykład składu stali, zawierającej znaczne ilości fosforu, można podać stal bardzo odporną na nagryzanie i bardzo ciągliwą, zawierającą mianowicie: 0,02% węgla, 0,94% chromu, 0,31% miedzi, 0,63% krzemu i 0,54% fosforu. Stal o tym składzie została całkowicie zagięta, bez złamania, poczem tak otrzymaną stal podwójnej grubości zgięto powtórnie pod kątem prostym, nie powodując nawet żadnego złamania w kątach podwójnego zgięcia.

Tak wyjątkowe wyniki otrzymuje się przy stosowaniu stali, zawierających np.: fosforu 0,1 do 0,2%, chromu 0,5 do 1,5%, miedzi 0,3 do 0,5% i krzemu 0,5 do 1,0%, przyczem wspomniana stal zawiera poza tem około 0,05 do 0,12% węgla, około 0,10 do 0,40% manganu i nie więcej niż 0,05% siarki.

Tego rodzaju stale są wyjątkowo odporne na nagryzanie; są bardzo wytrzymałe na ścieranie i mimo to bardzo ciągliwe i łatwe do obróbki na gorąco i na zimno.

Można częściowo lub całkowicie stosować zamiast krzemu glin. Niezbędna ilość glinu jest nieco mniejsza od ilości krzemu. Naogół jedna część glinu jest równoważyciowa z dwiema częściami krzemu, a więc zawartość glinu może się wahać od około 0,15% do około 1%, przyczem zawartość ta waha się zazwyczaj w granicach 0,20% i 0,50%.

Stal, otrzymywana według wynalazku, może być zastosowana do wyrobu rozmaitych przedmiotów, stosowanych do budowy aparatów, które mają być odporne na działanie czynników atmosferycznych i ośrodków lekko nagryzających, takich jak słabe kwasy i alkalia, woda morska, woda

kopalniana i t. d. Stal tę można otrzymać np. w postaci płyt, blachy, rur, przedmiotów o dowolnych kształtach i drutu, które mają być odporne na nagryzanie, zwłaszcza zaś nadaje się ona do budowy statków, szyn kolejowych, budynków, mostów i innych konstrukcyj podobnych.

Zastrzeżenia patentowe.

1. Stal odporna na nagryzanie, posiadająca jednocześnie wybitne właściwości mechaniczne, znamienna tem, że zawiera 0,08% do 0,75% fosforu, 0,40 do 2% chromu, 0,15 do 2% miedzi, 0,35 do 2% krzemu, poniżej 0,5% manganu i poniżej 0,10% siarki, przyczem zawartość węgla waha się w granicach od 0,01 do 1%, a resztę stanowi prawie wyłącznie czyste żelazo.

2. Stal według zastrz. 1, znamienna

tem, że zawiera 0,10 do 0,20% fosforu, 0,50 do 1,50% chromu, 0,25 do 0,50% miedzi, 0,50 do 1% krzemu i 0,03 do 0,15% węgla, przyczem zawartości manganu i siarki są niższe od 0,50% i 0,10%.

3. Stal odporna na nagryzanie według zastrz. 1, znamienna tem, że zawiera 0,1 do 0,2% fosforu, 0,5 do 1,5% chromu, 0,3 do 0,5% miedzi, 0,50 do 1% krzemu, 0,05 do 0,12% węgla, 0,10 do 0,40% manganu i nie więcej niż 0,05% siarki.

4. Stal według zastrz. 1 — 3, znamienna tem, że krzem jest w niej zastąpiony częściowo lub całkowicie glinem.

U. S. Rustless Steel
& Iron Corporation.
Zastępca: Inż. St. Pawlikowski,
rzecznik patentowy.