

Warszawa, 30 stycznia 1948 r.

URZĄD PATENTOWY



C22c 39/54

RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ OPIS PATENTOWY

Nr 33322

Kl. ~~18~~ d. 1/30

Inland Steel Company
(Chicago, Illinois, Stany Zjednoczone Ameryki)

406 39/54

Stal stopowa, zawierająca ołów oraz jeden lub kilka metali zwiększających wytrzymałość

Zgłoszono 28 listopada 1938 r.

Udzielono 24 lipca 1947 r.

Pierwszeństwo: 15 sierpnia 1938 r. (Stany Zjednoczone Ameryki)

Wynalazek niniejszy dotyczy stali, zwłaszcza stali stopowych o polepszonej obrabialności. Poza tym przedmiot wynalazku niniejszego dotyczy również stali o mniejszym oporze tarcia względnie współczynniku tarcia w porównaniu z innymi stalami o podobnym składzie chemicznym, lecz nie zawierającymi ołowiu.

Dawniej w technice najczęściej stosowany sposób polepszania obrabialności stali polegał na wprowadzaniu do stali siarki.

Proponowano już wprowadzanie od 0.50 do 2% ołowiu do stopu żelaza, zawierającego od 15 do 30% chromu, w celu zmniejszenia wymiarów ziarn i skrócenia linii granicznych między ziarnami

oraz zapobieżenia wzrostowi ziarn wówczas, gdy stopy te poddaje się działaniu ciepła w stosunkowo wysokich temperaturach, a następnie ochładza, wreszcie w celu nadania stopowi większej podatności i większej odporności na nadżeranie. Widocznie nie zdawano sobie sprawy z tego, że można polepszyć obrabialność stali stopowych przez dodanie do nich ołowiu.

Wynalazek niniejszy dotyczy stali stopowej, zawierającej małą ilość ołowiu. Uwzględnia on zawartość ołowiu w takich stalach w ilości 0,03 — 1%, chociaż stale, zawierające 0,03 — 0,50% ołowiu, zdaje się posiadać jeszcze lepsze właściwości. Polega on dalej na wprowa-

dzaniu ołowiu do stali w taki sposób, aby ołów został w niej rozmieszczony przeważnie w postaci submikroskopowej i stosunkowo jednostajnie rozproszony w całej masie stali.

Wynalazek niniejszy dotyczy tak zwanych stali niklowych, które zawierają węgiel w ilości 0,10 — 0,60%, manganu w ilości 0,10 — 1,00%, krzemu w ilości do 0,50%, fosforu w ilości do 0,05%, siarkę w ilości do 0,06% i nikiel w ilości 0,40 — 6,00%. Dotyczy on również stali niklowo-chromowych zawierających węgiel w ilości 0,10 — 0,60%, mangan w ilości 0,10 — 1,00%, krzem w ilości do 0,50%, fosfor w ilości do 0,05%, siarki w ilości do 0,06%, nikiel w ilości 1,00 — 4,00% i chrom w ilości 0,40 — 2,00%. Ponadto dotyczy on stali molibdenowych, zawierających 0,10 — 0,60% węgla, 0,10 — 1,00% manganu, do 0,50% krzemu, do 0,05% fosforu, do 0,06% siarki, do 1,25% chromu, do 4,00% niklu i 0,10 — 0,50% molibdenu.

Wynalazek niniejszy nadaje się również do stali chromowych, które zawierają 0,10 — 1,10% węgla, 0,10 — 1,0% manganu, do 0,50% krzemu, do 0,05% fosforu, do 0,06% siarki i 0,25 — 2,00% chromu. Nadaje się on również do stali chromowo-wanadowych o zawartości 0,10 — 1,00% węgla, 0,10 — 1,00% manganu, do 0,50% krzemu, do 0,05% fosforu, do 0,06% siarki, 0,50 — 1,50% chromu i 0,10 — 0,30% wanadu. Podobnie można go stosować do stali manganowych, zawierających węgiel w ilości 0,10—0,60%, mangan w ilości 1,25 — 2,00%, krzem w ilości do 0,50%, fosfor w ilości do 0,05% i siarkę w ilości do 0,06%.

Stwierdzono, że stale stopowe, zawierające ołów w ilości 0,03 — 1,00%, posiadają lepszą obrabialność, w różnych warunkach obróbki cieplnej i przy walcowaniu na gorąco. Należy przy tym zaznaczyć, że wspomniane stale stopowe, o tym samym składzie chemicznym, po

obróbce cieplnej do tej samej wytrzymałości i twardości, są łatwiejsze w obróbce i mogą być obrabiane przy zastosowaniu większych szybkości, skoro zawierają ołów w ilości 0,03% — 1,00%, niż wówczas, gdy nie zawierają ołowiu. Stwierdzono również, że spośród stali o zasadniczo tym samym składzie chemicznym, z wyjątkiem zawartości ołowiu, stale zawierające ołów mogą być obrabiane w normalnych warunkach technicznych i kalkulacyjnych, chociaż posiadają większą twardość i większą wytrzymałość w przypadku obecności w nich ołowiu, niż bez ołowiu.

Doświadczenia wykazały, że dodanie ołowiu do wspomnianych stali stopowych we wskazanych poprzednio ilościach nie wpływa ujemnie na właściwości fizyczne stali przy kuciu i walcowaniu; wspomniane stale można poddawać obróbce cieplnej sposobem fabrycznym; po tej obróbce stale posiadają zasadniczo te same właściwości fizyczne, to jest wytrzymałość na rozrywanie, wydłużenie, przewężenie przekroju, udarność i twardość, co i odpowiednie stale niezawierające ołowiu.

Jak wspomniano poprzednio, dodatek ołowiu do stali w celu polepszenia jej obrabialności można stosować do stali o różnych zawartościach węgla. Qbrazuje to szereg stali typu znanego pod nazwą zwykłych stali węglistych o zawartości węgla 0,15 — 0,88%; wszystkie te stale badano w znormalizowanych warunkach. Stale te badano na ich obrabialność, poddając je próbom na przecinanie, przy których porównywano stale według wynalazku niniejszego i stale o tym samym składzie chemicznym, ale bez zawartości ołowiu, ze stalą zwykłą marki S. A. E. 1020. Przy próbach przecinania porównywano czas potrzebny na przecięcie prętów ze stali S. A. E. 1020, stali nie zawierającej ołowiu i stali według wynalazku niniejszego. Dzieląc średni czas potrzebny na przecięcie prętów ze stali

według wynalazku niniejszego przez czas potrzebny na przecięcie prętów ze stali S. A. E. 1020 otrzymywano iloraz nazwany przez wynalazcę „wskaźnikiem przecinalności”. Kilka wyników tych prób przedstawia tabela 1.

Należy zaznaczyć, że wskaźniki przecinalności stali zawierających ołów, to jest próbki nr. 3495, 3497 i 3499, są znacznie niższe niż stali porównawczej o zasadniczo tym samym składzie chemicznym, lecz nie zawierających ołowiu. To wybitne polepszenie obrabialności stali uzyskano dzięki zawartości w niej ołowiu poniżej 0,20% i to w stalach o twardości w granicach około 120 do około 270 według skali Brinella.

Korzystny wpływ na obrabialność, wynikający z zastosowania wynalazku niniejszego do stali stopowych, obrazują cyfry podane w tabeli II. Dotyczą one stali stopowej, zawierającej specjalne składniki stopowe, jak chrom, nikiel i molibden, z dodatkiem i bez dodatku ołowiu. Jest to stal zbliżona pod względem składu chemicznego do stali zwykłej S.A.E. 4340 i X-4340.

Podane w tabeli II wyniki prób na przecinanie uzyskano przy badaniu próbek tych stali stopowych, poddanych dwójakiej obróbce cieplnej, stosowanej w praktyce fabrycznej. Przy pierwszej obróbce ogrzewano próbki do 815° C, zanurzano w oleju, a następnie hartowano w temperaturze 538° C, uzyskując twardość 341 według Brinella. Przy drugim rodzaju obróbki, próbki wyżarzano w temperaturze 815° C, a następnie hartowano w temperaturze 677° C, uzyskując twardość 210 według Brinella. Próby na przecinanie wykazały niezbicie, że próbki stali zawierającej ołów odznaczały się lepszą obrabialnością. Przy badaniu np. tych stali o twardości 341 według Brinella czas potrzebny na przecięcie prętów ze stali nie zawierającej ołowiu był o około 26 % dłuższy. Przy badaniu prętów o twar-

dości 210 według Brinella potrzeba było czasu dłuższego o 16%, aby przeciąć pręty nie zawierające ołowiu.

Stale według wynalazku niniejszego wykazują nie tylko lepszą obrabialność przy próbach na przecinanie, ale umożliwiają ponadto zwiększenie zarówno szybkości obróbki, jak i szybkości doprowadzania przy zwykłych procesach obróbki mechanicznej. Powoduje to dodatkowe zaoszczędzenia czasu potrzebnego do wykonania danej pracy, czyli zwiększa produkcję na robotnika - godzinę.

Stosując wynalazek niniejszy w praktyce, używa się dwóch grup składników stopowych, mianowicie składników, zwiększających wytrzymałość ferrytu, jak niklu, miedzi, krzemu i kobaltu, oraz składników tworzących węgliki, jak chromu, molibdenu, wolframu i wanadu; mangan stanowi również pożądany składnik stopowy, o którym można powiedzieć, że należy do obydwóch tych grup, ponieważ działa wzmacniająco na ferryt i tworzy również węgliki, jednakże nie w tak silnym stopniu, jak inne pierwiastki tej grupy. Fosfor w ograniczonych ilościach działa wzmacniająco na ferryt i może być użyty w tym celu w stalach stopowych, ze względu jednak na pewne ujemne oddziaływanie fosforu stosowanie go jako składnika stopowego jest nieco ograniczone. Zatem stale stopowe, które nadają się do polepszenia ich obrabialności według wynalazku, powinny zawierać jako składniki stopowe metale wybrane z grupy metali, zwiększających wytrzymałość ferrytu, lub z grupy metali, tworzących węgliki, albo metale obydwóch tych grup. Na przykład w niklowych stalach stopowych (S.A.E. 2000, 2100, 2300 i 2500) nikiel jest składnikiem zwiększającym wytrzymałość ferrytu, chociaż spełnia on inne zadania w stalach stopowych. W stali chromowej (S. A. E. 5100) chrom tworzy w silnym stopniu węgliki, chociaż spełnia, w stalach stopowych również inne zada-

nia W stalach nikłowo-chromowych (S. A.E. 3100, 3200, 3300 i 3400) zastosowany jest zarówno metal zwiększający wytrzymałość ferrytu, jak i metal tworzący wę-

gliki, a z połączenia takiego wynikają pewne korzyści. W stali chromowo-wadowej (S.A.E. 6100) zastosowano dwa metale tworzące węgliki.

Tabela I.
Skład i wskaźniki obrabialności stali próbných o małej zawartości siarki,
wykazujące wpływ ołowiu.

Próbka Nr	Procentowy skład chemiczny									Obróbka	Twar- dość według Brinella	Wskaźnik przecina- lności
	C	Mn	P	S	Si	Cr	Ni	Mo	Pb			
3494	0,15	0,54	0,024	0,025	0,090	—	—	—	—	nor- malna 871°C	114	0,92
3495	0,17	0,85	0,025	0,025	0,114	—	—	—	0,70	„ 871°C	121	0,73
3496	0,47	0,74	0,027	0,025	0,088	—	—	—	—	„ 815°C	179	0,68
3497	0,46	0,80	0,024	0,025	0,170	—	—	—	0,197	„ 815°C	179	0,51
3498	0,88	0,74	0,022	0,024	0,164	—	—	—	—	„ 788°C	269	0,72
3499	0,88	0,82	0,023	0,025	0,152	—	—	—	0,183	„ 788°C	277	0,56

Tabela II.
Wpływ ołowiu na obrabialność stali chromowo-nikłowo-molibdenowych.

Próbka Nr	Procentowy skład chemiczny									Obróbka cieplna	Twar- dość według Brinella	Wskaz- nik prze- ci- nalności
	C	Mn	P	S	Si	Cr	Ni	Mo	Pb			
3502	0,48	0,74	0,022	0,017	0,144	0,72	1,42	0,16	—	hartowanie w oleju w 815°C odpuszczanie 538°C	341	0,73
3503	0,49	0,77	0,024	0,015	0,130	0,75	1,84	0,17	0,158	hartowanie w oleju w 815°C odpuszczanie 538°C	341	0,58
3502	0,48	0,74	0,022	0,017	0,144	0,72	1,42	0,16	—	wyżarzanie w 815°C zmękczenie w 677°C	210	0,64
3503	0,49	0,77	0,024	0,015	0,130	0,75	1,84	0,17	0,158	wyżarzanie w 815°C zmękczenie w 677°C	210	0,55

W stopie podanym w tabeli II zastosowano jeden metal, zwiększający wytrzymałość ferrytu, i dwa metale tworzące węgliki. Okazało się, że do różnych celów można w pewnej mierze zastąpić jeden składnik zwiększający wytrzymałość ferrytu drugim i, podobnie, jeden składnik tworzący węgliki może być zastąpiony drugim, bez większej zmiany w właściwości otrzymanej stali stopowej.

Wybór składników, zwiększających wytrzymałość ferrytu lub tworzących węgliki, względnie stosowanie kilku takich składników jednocześnie zależy częściowo od wymagań wytwarzania i sto-

sowania stali stopowych. Koszt składników stopowych jest również czynnikiem, któremu należy poświęcić uwagę. Składniki zwiększające wytrzymałość ferrytu służą na ogół do zwiększania ciągliwości i podatności do kształtowania na zimno, podczas gdy składniki tworzące węgliki sprzyjają zwiększeniu twardości i odporności na zużycie. Nie jest to jednak miarodajne w odniesieniu do wszystkich zawartości tych składników w stopach. Ogólną wytyczną przy odpowiednim wyborze składników stali stopowych jest takie zestawienie składników zwiększających wytrzymałość ferrytu ze składnikami

tworzącymi węgliki, aby otrzymana stal stopowa posiadała tak zwany skład chemiczny zrównoważony oraz pożądane właściwości.

Wynalazek niniejszy dotyczy również niektórych innych specjalnych stopów żelaza. Obejmuje on stale, zawierające ołów w ilości 0,03 — 1,00%, węgiel w ilości 0,07 — 0,25%, mangan w ilości 0,30 — 0,70%, krzem w ilości do 0,30%, fosfor w ilości 0,10 — 0,15%, siarkę w ilości do

0,06%, miedź w ilości 0,75 — 1,25% i nikiel w ilości 0,40 — 0,70%. Choćby stopy tego rodzaju stosuje się często w takich warunkach, w których obróbka maszynowa nie jest potrzebna, zdarzają się jednak przypadki, gdy obróbka maszynowa jest pożądana i taki stop zawierający ołów wchodzi w zakres wynalazku niniejszego.

W czasie doświadczeń nad stalami według wynalazku niniejszego wykonano

T a b e l a I I I .
Doświadczalne stale stopowe z dodatkiem i bez dodatku ołowiu.

Próbka Nr	P r o c e n t o w y s k ł a d c h e m i c z n y								
	C	Mn	Si	S	P	Ni	Cr	Mo	Pb
4222	0,12	0,64	0,26	0,027	0,014	3,45	—	—	0,01
4223	0,17	0,66	0,28	0,027	0,014	3,49	—	—	0,17
4224	0,46	0,92	0,28	0,026	0,012	3,47	—	—	0,02
4225	0,48	0,93	0,32	0,025	0,015	3,45	—	—	0,20
4226	0,16	0,58	0,24	0,022	0,011	1,25	0,65	—	0,00
4227	0,16	0,60	0,26	0,025	0,010	1,25	0,65	—	0,14
4228	0,45	0,83	0,29	0,027	0,012	1,24	0,66	—	0,03
4229	0,46	0,84	0,29	0,027	0,012	1,26	0,66	—	0,18
4230	0,30	0,75	0,19	0,028	0,012	—	0,67	0,20	0,00
4231	0,31	0,76	0,19	0,029	0,012	—	0,64	0,19	0,12
4232	0,20	0,53	0,14	0,023	0,013	1,75	0,65	0,32	0,03
4233	0,20	0,54	0,13	0,023	0,012	1,75	0,64	0,33	0,11
4234	0,41	0,74	0,22	0,023	0,013	1,75	0,65	0,35	0,03
4235	0,42	0,75	0,21	0,022	0,012	1,74	0,65	0,36	0,17
4236	0,15	0,61	0,21	0,022	0,012	1,75	—	0,25	0,03
4237	0,16	0,64	0,20	0,025	0,012	1,72	—	0,24	0,18
4238	0,40	0,74	0,21	0,026	0,013	1,80	—	0,24	0,05
4239	0,40	0,75	0,22	0,024	0,012	1,76	—	0,24	0,18
4240	0,19	0,56	0,20	0,024	0,010	—	0,75	—	0,02
4247	0,20	0,57	0,21	0,023	0,010	—	0,75	—	0,12
4252	0,51	0,85	0,21	0,030	0,012	—	0,93	—	0,04
4253	0,53	0,87	0,22	0,030	0,012	—	0,95	—	0,17
4244	0,14	0,57	0,21	0,025	0,009	—	0,91	—V.18	0,00
4245	0,15	0,59	0,22	0,026	0,011	—	0,91	—V.18	0,10
4246	0,51	0,83	0,22	0,031	0,010	—	0,93	—V.19	0,03
4247	0,53	0,86	0,22	0,032	0,009	—	0,93	—V.18	0,21
4248	0,30	1,77	0,23	0,032	0,015	—	—	—	0,03
4249	0,31	1,78	0,24	0,030	0,016	—	—	—	0,15
4250	0,19	0,53	0,10	0,028	0,119	0,53	—	—Cu 1,01	0,04
4251	0,20	0,56	0,10	0,029	0,120	0,51	—	—Cu 0,98	0,18

wiele próbek ze stali o innym składzie chemicznym niż wspomniane poprzednio. Niektóre składy chemiczne tych stali są przedstawione w tabeli III.

Stale te wytworzono w piecu elektrycznym o wielkiej częstotliwości. Następnie odlewano połowę stali do kokili na wlewki, po czym dodawano do pozostałej w piecu stopionej stali ołów w stanie silnie rozdrobnionym. Po krótkiej przerwie, w czasie której stal poddawano wstrząsaniu za pomocą prądu indukcyjnego, wlewano stal zawierającą ołów do drugiej kokili. Otrzymane wlewki o wadze około 23 kg poddawano kuciu i walcowaniu na pręty. Mniej więcej połowę każdego wlewka przewalcowano na okrągłe pręty 1-calowe (25 mm), drugą połowę na okrągłe pręty 3/4-calowe (20 mm). Przy procesach kucia i walcowania nie zauważono żadnej widocznej różnicy między stalami z ołowiem i bez ołowiu. Tabela III podaje skład chemiczny tych wlewków na podstawie analizy chemicznej. Stale typu przedstawionego w tabeli III wchodzi zatem w zakres wynalazku niniejszego.

Inny przykład korzyści, wynikających z dodania ołowiu w celu polepszenia obrabialności stali stopowej, stanowi stal zawierająca około 1,00% węgla, 0,90% manganu, 0,30% krzemu, 0,025% siarki, 0,025% fosforu, 0,12% molibdenu i 0,18% ołowiu. Ze stali tej wyciągnięto druty o średnicy około 1,5 mm i 0,75 mm, które użyto do wyrobu drobnych części mechanizmów automatów. Próby fabryczne wykazały, że stal ta posiadała lepszą obrabialność niż wszystkie dotychczasowe stale, które były poddane takim samym próbom. Właściwości mechaniczne tej stali zawierającej ołów były doskonałe, czego dowodem jest, że drut o średnicy 1,5 mm wykazywał wytrzymałość na rozrywanie 118,8 kg/mm² i przewężenie przekroju = 25%, drut zaś o średnicy 0,75

mm posiadał wytrzymałość na rozrywanie 132 kg/mm² i przewężenie przekroju = 15%. Stal ta o tak dużej wytrzymałości wykazała dobrą obrabialność i przewyższała pod tym względem podobne stale, ale nie zawierające ołowiu.

Wynalazek niniejszy obejmuje również stale, które zawierają składniki służące do normowania wzrostu jej ziarn. Wchodzi zatem w zakres wynalazku niniejszego dodawanie ołowiu w ilości od 0,03 do 1,00% do stali, zawierającej węgiel w ilości do 1,70%, wraz z pierwiastkami zwiększającymi wytrzymałość ferrytu i pierwiastkami tworzącymi węgliki lub z pierwiastkami należącymi tylko do jednej z tych grup, a poza tym zawierającej pierwiastek powodujący rafinację ziarn, jak np. aluminium lub tytan, w ilościach od 0,25 do 3 kg na tonę.

Zastosowanie ołowiu w stalach stopowych w celu polepszenia ich obrabialności nie wymaga zwiększenia zawartości siarki w tych stalach ponad normę, chociaż do pewnych celów można uzyskać dalsze polepszenie obrabialności przez nieznaczne zwiększenie w nich zawartości siarki. Jest to jednak dopuszczalne tylko w pewnych przypadkach, gdy zwiększona zawartość siarki nie wpływa ujemnie na właściwości mechaniczne lub gdy można uzyskać pożądane właściwości mechaniczne drogą obróbki cieplnej.

Z powyższego widać, że stale stopowe według wynalazku niniejszego posiadają korzystne właściwości. Przede wszystkim powoduje on znaczne polepszenie się obrabialności stali stopowych opisanego typu. Poza tym wpływa korzystnie na budowę ziarn takich stali. Dalej, stale te zawierające ołów posiadają mniejszy opór tarcia względnie mniejsze współczynniki tarcia, niż inne stale o podobnym składzie chemicznym, ale nie zawierające ołowiu.

Zastrzeżenie patentowe

Stal stopowa, zawierająca ołów oraz jeden lub kilka metali zwiększających wytrzymałość, jak nikiel, chrom, miedź, kobalt, molibden, wolfram, wanad, cyrkon, tytan, niob, tantal lub aluminium w ilości od 0,50 do 6,00% i odznaczająca się dobrą obrabialnością, znamienna tym, że zawiera ponadto węgiel w ilości do 1,70%, mangan — 0,10 — 2,00%, krzem — do

2,50%, fosfor — do 0,15%, siarkę — do 0,30%, ołów — 0,03 — 1,00%, oraz osnowę, którą stanowi zasadniczo żelazo, przy czym co najmniej większa część ołowiu znajduje się w stali w stanie równomiernego rozproszenia i służy do polepszenia jej obrabialności.

Inland Steel Company

Zastępca: Inż. L. Skarżeński
rzecznik patentowy