



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K PATENTU

214651

(11)

(B2)

[51] Int. Cl.³
C 22 C 37/06

[22] Přihlášeno 12 12 78
[21] (PV 8240-78)

[40] Zveřejněno 15 09 80

[45] Vydáno 15 09 84

[72]
Autor vynálezu

MORGAČEV IVAN GRIGORJEVIČ ing., POPOV VJAČESLAV
NIKOLAJEVIČ ing., BESSARABOV SERGEJ PAVLOVIČ ing., STOJKO
VALERIJ PAVLOVIČ ing. a IVANOV ANATOLIJ PETROVIČ, DONEČK
(SSSR)

[73]
Majitel patentu

DONEČKIJ MAŠINOSTROJITELNYJ ZAVOD IMENI LENINSKOVO
KOMSOMOLA UKRAJINY, DONEČK (SSSR)

[54] Litina odolná proti opotřebení

1

Vynález se týká litiny odolné proti opotřebení, s vysokým obsahem chromu. Takovýchto druhů litiny je možno použít při výrobě popřípadě správkách dílců vystavených opotřebení otěrem, popřípadě oděrem a rázy, jako jsou například zuby korečků kolesových a jiných bagrů a rypadel, pracovní díly kladivových a čelistových drtičů, vrtné nástroje k vrtání usazených hornin, lopaty buldozerů a nože škrabáků. Uvedené jednotlivé dílce popřípadě jejich pracovní díly se mohou vyrábět popřípadě vyspravovat za použití litiny navrhovaného složení převážně elektrickým přetavením litinových elektrod pod struskou v kokilách, jejichž stěny a dna mají tvav, odpovídající jednotlivým dílcům, jež se mají vyrobít popřípadě vyspravit.

Různé druhy litiny odolné proti opotřebení jsou již známy. Rozsáhlé použití těchto druhů litiny v moderní technice je podmíněno za prvé nízkou cenou ve srovnání s diamantovými nástroji a nástroji s břity ze slitutých karbidů vysokotajících kovů, jako jsou například wolfram, titan a tantal, za druhé dostatečně vysokou vrubovou houževnatostí, což je důležité zejména při namáhání rázy, a za třetí dostatečně vysokou odolností proti opotřebení oděrem.

Je známa litina odolná proti opotřebení,

2

které se používá k vyspravování opotřebovaných dílců navařováním v elektrickém oblouku a která má toto hmot. složení: 2,5 až 3,5 % uhlíku, 0,5 až 2,0 % křemíku, 0,1 až 1,0 % manganu, 5,0 až 20,0 % chromu, 0,4 až 1,5 % boru, pod 1,0 % niklu, zbytek do 100,0 % železo a příměsi.

Takováto litina je vhodná k navařování poměrně tenkých vrstev na jednotlivé dílce, které jsou společně s jinými dílci z kovů a jejich slitin vystaveny oděru, například k navařování na čelní plochy vřeten výfukových ventilů ve spalovacích motorech.

Použití takovéto litiny k výrobě jednotlivých dílců nebo jejich pracovních dílů, které jsou vystaveny opotřebení oděrem a rázy, je pro její nedostatečnou mechanickou pevnost neúčelné.

Dále je známa litina odolná proti opotřebení, která se vyznačuje vyšší pevností a může být použita k výrobě nových nebo k vyspravení opotřebovaných dílců, jež jsou vystaveny opotřebení oděrem popřípadě oděrem a rázy. Tato litina obsahuje v hmot. koncentraci: asi 3,0 % uhlíku, asi 1,0 % křemíku, asi 1,5 % manganu, až 20,0 % chromu, asi 0,5 % molybdenu, zbytek do 100 % železo a příměsi, viz Petrov I. V.: Použití navařených vrstev odolných vůči opotřebení k prodloužení životnosti pracovních dílů sil-

ničních strojů; souhrnný svazek „Výsledky vědy“, vydání „Svařování“, vydavatelství Metallurgia, 1969.

Jednotlivé dílce, vyrobené za použití popsané litiny, se však vyznačují nedostatečnou odolností proti namáhání rázy, což vede k opětovanému odštěpování vnějších vrstev a k nerovnoměrným tvarovým deformacím těchto dílců. Odchylka tvaru dílců od tvaru, předepsaného konstrukcí, má za následek zvýšení dynamické zátěže strojů, v nichž se tyto dílce používají, a zvýšenou spotřebu energie. Tato okolnost je příčinou, že se tyto dílce musí vyměňovat ještě před skutečným opotřebením.

Ze známých druhů litiny je přijatelná litina, která obsahuje v hmotnostní koncentraci:

uhlík	2,5 až 3,3 %
křemík	2,8 až 3,5 %
mangan	až do 1,5 %
chrom	25 až 31 %
nikl	3,0 až 5,0 %
železo a příměsi	zbytek do 100,0 %

Tato litina, navařená v tenké vrstvě na dílce vyrobené z houževnatých rázuvzdorných ocelí, se vyznačuje dobrou odolností proti namáhání rázy a oděrem. Pro vysoký obsah křemíku a hrubozrnnou mikrostrukturu se však tato litina vyznačuje zvýšenou křehkostí ve vrstvách, jejichž tloušťka je srovnatelná s tloušťkou ocelového dílce, popřípadě je větší. Z toho důvodu může použití takovéto litiny jakožto materiálu k výrobě pracovních dílů, jako jsou například špičky zubů korečků kolesových rypadel, nosy kladiv drtičů apod., vést k jejich zlomení při zatížení rázy.

Kombinované namáhání rázy a oděrem takovýchto dílců, které jsou opatřeny pracovními díly z výše uvedené litiny, ještě více zkracuje jejich životnost.

Účelem vynálezu je odstranit popsané nedostatky, tj. prodloužit životnost dílců, vyrobených z litiny odolné proti opotřebení.

Podnětem k vynálezu byl úkol, získat snížením obsahu křemíku a vytvořením jemnozrnné mikrostruktury litinu, která se vyznačuje zvýšenou odolností proti opotřebení rázy a oděrem.

Daný úkol řeší litina odolná proti opotřebení podle vynálezu, sestávající z uhlíku, křemíku, manganu, chromu, niklu, železa a příměsí. Podstata vynálezu spočívá v tom, že obsahuje navíc ještě titan, přičemž uvedené složky jsou obsaženy v níže uvedené hmotnostní koncentraci, a to

uhlík	3,0 až 3,5 %
křemík	0,6 až 1,5 %
mangan	0,8 až 1,5 %
chrom	23,0 až 27,0 %
nikl	3,0 až 3,5 %
titan	0,6 až 1,0 %
železo a příměsi	zbytek do 100,0 %

Použitím křemíku v hmot. množství nanejvýš 1,5 % a zavedením titanu se podstatně zlepší mikrostruktura litiny odolné proti opotřebení, sníží se její křehkost a zvýší se odolnost vůči opotřebení rázy a oděrem.

Litinu odolnou proti opotřebení o chemickém složení podle vynálezu je možno vyrobit v obloukových a indukčních pecích se zásaditou vyzdívkou tavením vsázky, sestávající ze šedého surového ocelářenského železa, ocelového odpadu s nízkým (do 0,3 %) obsahem uhlíku, ferrochromu, ferromanganu, ferrosilicia, kovového niklu a ferrotitanu (popřípadě kovového titanu).

Nejprve se do elektrické pece, jehož tavný prostor má teplotu přibližně 1000 °C, vnesou housky surového ocelářenského železa a ocelový odpad. Podle stupně roztavení těchto složek se do elektrické pece v malých dílcích množstvích (v rozmezí 15 až 25 % vypočteného množství) přidá ferrochrom a do vzniklé taveniny, obsahující chrom se přidá nikl. Po roztavení všech uvedených složek a po zhomogenizování taveniny se do pece přidá přísada vápna v hmot. množství asi 5 %, vztaženo na hmot. množství vsázky, a obsah elektrické pece se zahřeje během 1 až 1,5 hodiny na teplotu 1430 + 50 °C, až do vytvoření řídké strusky. Pro zvýšení teploty struský je možno do pece přidat kazivec v hmot. množství asi 3 %, vztaženo na množství vsázky. Do taveniny kovů se vnese ferromangan a po jeho roztavení se popřípadě přidá ferrosilicium a roztaví se. Po odstranění strusky se do pece přidá kovový titan, popřípadě ferrotitan. Tavenina se zhomogenizuje a vzniklá litina, odolná proti opotřebení se odpíchne.

Vyrobená litina se účelně odlévá do forem, jejichž kapacita odpovídá objemu jednotlivých elektrod k výrobě jednotlivých strojních dílů elektrickým přetavením pod struskou. Potřebné strojní díly se mohou vyrobit i přímým odlitím tekuté litiny, odolné vůči opotřebení, do pískových forem.

Výrobky z litiny, odolné proti opotřebení, o chemickém složení podle vynálezu se vyznačují těmito vlastnostmi:

tvrdost, HRC	48 až 55
mez pevnosti v ohybu, MPa	696,27 až 735,49
průhyb, měřený při zlomení vzorku o rozměrech 340 × 40 × 20 mm	přibližně 3,45

dále, uvedené příklady složení litiny podle vynálezu, odolné proti opotřebení, vynález blíže objasňují.

Příklad 1

Litina, odolná proti opotřebení, sestává z těchto složek, jejichž obsah je uveden v hmot. koncentraci:

uhlík	3,0 %
křemík	0,6 %
mangan	0,8 %
chrom	23,0 %
nikl	3,0 %
titan	0,6 %
železo a příměsi	zbytek do 100,0 %

surové ocelářenské železo	12,8 %
ocelový odpad	44,6 %
ferrochrom	35,2 %
ferromangan	0,9 %
nikl	2,5 %
titan	4,0 %

Jako příměsi, jejichž obsah nutno kontrolovat, obsahuje tato litina odolná proti opotřebení až do 0,05 % fosforu a až do 0,05 procenta síry.

Tato litina se získá ze vsázky, obsahující níže uvedené složky jejichž obsah je uveden v hmot. koncentraci:

K úpravě chemického složení této litiny podle výsledků rychlé analýzy vzorků taveniny je možno použít ferrosilicia v množství asi 2 %, vztaženo na celkové hmot. množství výše uvedených složek vsázky.

Chemické složení výše uvedených složek vsázky je uvedeno v tabulce 1.

Tabulka 1

chemické prvky a jejich hmot. koncentrace ve složkách vsázky v %

složky vsázky	Fe	C	Si	Mn	Cr	Ni	Ti	S	P	Cu	As
surové ocelářenské železo	93,15	4,0	2,2	0,50	—	—	—	0,02	0,13	—	—
ocelový odpad	98,48	0,18	0,12	0,5	0,2	0,15	—	0,05	0,04	0,2	0,08
ferrochrom	18,7	7,8	1,3	0,8	71,4	—	—	—	—	—	—
ferromangan	18,89	7,0	1,9	73,0	—	—	—	0,01	0,20	—	—
nikl	—	—	—	—	—	99,99	—	—	—	—	—
titan	—	—	—	—	—	—	99,99	—	—	—	—
ferrosilicium	54,32	—	44,0	0,6	0,5	—	—	0,03	0,05	—	—

Množství jednotlivých složek vsázky, jichž je třeba pro utavení litiny, se vypočtou známým způsobem, přičemž se vychází z kapacity kelímku elektrické pece a z výše uvedené charakteristiky složení vsázky.

Litina odolná proti opotřebení se získá tavením v indukční peci v tavicím kelímku o obsahu 2,5 t z křemenného písku popřípadě z mletého křemence (kvarcitu). Elektrický příkon pece činí 1300 kW.

Do tavicího kelímku indukční pece, připravené známým způsobem k tavení, se ve vypočteném množství vnese surové ocelářské železo a ocelový odpad a tyto složky se postupně během 40 až 50 minut roztaví, přičemž se teplota tavení zvýší až na 1430 °C.

Do vzniklé taveniny se pětkrát v dílčích dávkách po 20 % vypočteného celkového množství přidá během 1 hodiny ferrochrom, přičemž se každá následná dílčí dávka přidá po roztavení předchozí dávky. Do vzniklé taveniny obsahující chrom se vnese ve vypočteném množství nikl a po jeho roztavení se tavenina udržuje po 1 až 1,5 hodiny na teplotě v rozmezí 1430 až 1450 °C. Během této doby se do tavicího kelímku přidá přísada vápna v množství 5 % celkové hmotnosti vsázky, aby se zabránilo napadení vyzdívkou kelímku, a do vzniklé strusky se ke snížení její viskozity přidá kazivec v množství 3 % celkové hmotnosti vsázky. Struska chrání taveninu před oxidací a přispívá k jejímu odplynění.

25 až 30 minut před skončením tavení se struska odstraní, k tavenině se ve vypočte-

ném množství přidá ferromangan a po jeho roztavení se odeberou vzorky taveniny pro rychlou analýzu. Podle výsledků této analýzy následuje úprava chemického složení taveniny přidáním ferrosilicia.

Bezprostředně před vypuštěním se do taveniny přidá ve vypočteném množství titan. Tavenina se vypouští do předem zahřáté ličí pánve.

Výše je popsán konkrétní příklad tavení litiny, odolné proti opotřebení, s výše uvedeným chemickým složením. Se zřetelem k okolnosti, že chemické složení průmyslově používaných vsázek je charakterizováno údaji, zpravidla se odchylicími od údajů uvedených v tabulce 1, je při tavení litiny, odolné vůči opotřebení, nutno rychlou analýzu chemického složení taveniny několikrát opakovat a rovněž několikrát provést úpravu složení taveniny za použití nejen ferrosilicia, nýbrž i jiných ferrosilitin. Při každém odebrání vzorku se pec odstaví na 10 až 20 minut, tj. na dobu potřebnou k provedení rychlé analýzy.

Ze vzniklé litiny, odolné proti opotřebení, se odlitím do dobře vysušených forem z jílovitého písku vyrobí deskové a tyčové polotovary o tloušťce 10 až 15 mm, z nichž se připraví elektrickým přetavením pod struskou zkušební tělesa ke stanovení Rockwellovy tvrdosti, meze pevnosti v ohybu, průhybu zkušební tělesa při zlomu, koeficientu poměrné odolnosti proti opotřebení oděrem a koeficientu poměrné odolnosti proti opotřebení oděrem a rázy.

Tvrlost se stanoví známou metodou ve zkušebním přístroji pro stanovení Rockwellovy tvrdosti na deskovitých vzorcích o tloušťce 10 mm.

Mez pevnosti v ohybu se stanoví za statického zatížení válcových vzorků o tloušťce 30 mm a délce 660 mm. Vzdálenost mezi hranolovitými opěrami činí 600 mm. Vzorek se zatěžuje koncentrovaně uprostřed.

Na týchž vzorcích se po zlomu měří průhyb.

Koeficient poměrné odolnosti proti opotřebení oděrem se stanoví v Chauortově zkušebním přístroji oděrem vzorků o rozměrech 70 × 35 × 20 mm, které byly zhotoveny z litiny odolné proti opotřebení, o chemickém složení podle vynálezu, dále ze známé litiny odolné proti opotřebení a z vyžíhané oceli 45, slouží jako srovnávací standard. Ocel 45 obsahuje v hmot. koncentraci 0,42 až 0,50 % uhlíku, zbytek je železo a příměsi.

Jako brusného prostředku se používá volně sypané žulové drti o zrnění v rozmezí 2 až 3 mm. Každé zkušební těleso se váží, odírá po dobu 15 minut za zatížení 150 kp, načež se opět váží a — za přijetí velikosti oděru zkušebního tělesa z oceli 45 jakožto měrné jednotky — se vypočte koeficient Σ poměrné odolnosti proti opotřebení oděrem podle vztahu

$$\Sigma = \frac{\Delta P_{St45}}{\Delta P_{VG}},$$

kde

ΔP_{St45} znamená hmotnostní ztrátu zkušebního tělesa z oceli 45, a

ΔP_{VG} znamená hmotnostní ztrátu zkušebního tělesa z litiny odolné proti opotřebení.

Stanovení koeficientu poměrné odolnosti proti oděru a rázům se provádí zjišťováním stavu zubů koreček kolesového rypadla za podmínek průmyslového nasazení. Toto kolesové rypadlo s housenkovým podvozkem má korečkové koleso opatřené devíti nedělenými korečkami, přičemž každý koreček má 6 zubů o pracovním dílu v délce až 100 mm.

Pro zkoušku se vyrobí po třech sadách zkušebních zubů, jejichž pracovní díly byly vyrobeny elektrickým struskovým přetavením litiny odolné proti opotřebení o chemickém složení podle vynálezu a známé litiny s následným navařením na ocelové náklady.

Při jednotlivých cyklech zkoušek se při úklidových pracích ve vrstvách křemencových pískovců spotřebuje vždy 27 zubů každého typu. Odolnost proti opotřebení se zjistí ze šířky opotřebené plochy na zadní hraně každého zubu. Když šířka uvedené plochy dosáhne 35 mm, nahradí se opotřebený zub novým zubem téhož typu.

Koeficient ϕ poměrné odolnosti proti opotřebení oděrem a rázy se určí ze vztahu

$$\phi = \frac{N_c}{N_{VG}},$$

kde

N_c znamená počet nahrazených zubů s pracovními díly ze známé litiny, a

N_{VG} znamená počet nahrazených zubů s pracovními díly z litiny odolné proti opotřebení o chemickém složení podle vynálezu.

Výsledky jednotlivých uvedených zkoušek jsou shrnuty v tabulce 2.

Tabulka 2

vlastnost a měrná jednotka

hodnoty získané při zkouškách
s litinou odolnou proti
opotřebení o složení
podle vynálezu

se známou litinou

	48 až 52	48 až 50
tvrdost, HRC	732,56	704,12
mez pevnosti v ohybu, MPa		
průhyb zkušebního tělesa při zlomu, mm	3,60	3,20
koeficient poměrné odolnosti proti opotřebení oděrem	5,60	5,0
oděrem a rázy	1,9	1,0

Příklad 2

Litina odolná proti opotřebení sestává z těchto složek, jejichž obsah je uveden v hmot. koncentraci

uhlík	3,2 %
křemík	1,2 %
mangan	1,1 %
chrom	25,0 %
nikl	3,2 %

titan 0,8 %
železo a příměsi zbytek do 100,0 %

Jakožto příměsi, jejichž obsah nutno kontrolovat, obsahuje tato litina odolná proti opotřebení síru až do 0,05 % a fosfor až do 0,05 %.

Tato litina uvedeného chemického složení se vyrobí ze vsázky o těchto složkách, jejichž obsah je uveden v hmot. koncentraci:

surové ocelářenské železo	14,2 %
ocelový odpad	41,5 %
ferrochrom	36,1 %
ferromangan	1,1 %
nikl	2,8 %
titan	4,4 %

K úpravě chemického složení této litiny odolné proti opotřebení je podle výsledků rychlé analýzy vzorků taveniny možno použít ferrosilicia v množství až 2 %, vztaheno na celkové hmotnostní množství výše uvedených složek vsázky.

Uvedené složky vsázky se vyznačují chemickým složením, uvedeným v příkladu 1 v tabulce 1.

Utavení litiny odolné proti opotřebení se

provádí v indukční peci podobně jako v příkladu 1.

Z utavené litiny se odlitím do dobře vysušených forem z jílovitého písku vyrobí deskové a tyčové polotovary o tloušťce 10 až 15 milimetrů, z nichž se elektrickým přetavením pod struskou připraví zkušební tělesa ke stanovení tvrdosti podle Rockwella, meze pevnosti v ohybu, průhybu zkušebního tělesa při zlomu, koeficientu poměrné odolnosti proti opotřebení oděrem a koeficientu poměrné odolnosti proti opotřebení oděrem a rázy.

Zkoušky se provádějí podobně jako v příkladu 1. Výsledky zkoušek jsou sestaveny v tabulce 3.

Tabulka 3

vlastnost a měrná jednotka

hodnoty získané při zkouškách
s litinou odolnou
proti opotřebení o složení
podle vynálezu
se známou litinou

tvrdost, HRC	50 až 53	48 až 50
mez pevnosti v ohybu, MPa	709,02	704,12
průhyb zkušebního tělesa při zlomu, mm	3,55	3,20
koeficient poměrné odolnosti proti opotřebení oděrem	6,1	5,0
oděrem a rázy	2,0	1,0

Příklad 3

Litina odolná proti opotřebení sestává z těchto složek, jejich obsah je uveden v hmotnostní koncentraci:

uhlík	3,5 %
křemík	1,0 %
mangan	1,5 %
chrom	27,0 %
nikl	3,5 %
titan	1,0 %
železo a příměsi	zbytek do 100,0 %

Jakožto příměsi, jichž obsah nutno kontrolovat, obsahuje tato litina až 0,07 % síry a až 0,07 % fosforu.

Tato litina uvedeného chemického složení se vyrobí ze vsázky o těchto složkách, jejichž obsah je uveden v hmot. koncentraci

surové ocelářenské železo	14,8 %
ocelový odpad	38,6 %
ferrochrom	37,6 %
ferromangan	1,3 %
nikl	3,0 %
titan	4,7 %

K úpravě chemického složení této litiny odolné proti opotřebení podle výsledků rychlé analýzy vzorků taveniny je možno použít ferrosilicia v množství až 2 %, vztaheno na celkové hmotnostní množství výše uvedených složek vsázky.

Uvedené složky se vyznačují chemickým složením, uvedeným v tabulce 1 příkladu 1.

Litina odolná proti opotřebení se vyrobí v indukční peci podobně jako v příkladu 1.

Z utavené litiny se odlitím do dobře vysušených forem z jílovitého písku vyrobí deskové a tyčové polotovary o tloušťce 10 až 15 mm, z nichž se elektrickým přetavením pod struskou připraví zkušební tělesa ke stanovení tvrdosti podle Rockwella, meze pevnosti v ohybu, průhybu zkušebního tělesa při zlomu, koeficientu poměrné odolnosti proti opotřebení oděrem a koeficientu poměrné odolnosti proti opotřebení oděrem a rázy.

Zkoušky se provádějí podobně jako v příkladu 1. Výsledky zkoušek jsou uvedeny v tabulce 4.

Tabulka 4

vlastnost a měrná jednotka

hodnoty získané při zkouškách
s litinou
odolnou proti opotřebení
o složení podle vynálezu

se známou litinou

tvrdost, HRC	52 až 55	48 až 50
mez pevnosti v ohybu, MPa	696,27	696,27
průhyb zkušebního tělesa při zlomu, mm	3,42	3,20
koeficient poměrné odolnosti proti opotřebení oděrem	6,45	5,0
oděrem a rázy	2,2	1,0

Odborníkům v dané oblasti techniky bude jasné, že litina odolná proti opotřebení se může vyznačovat jinou koncentrací složek, než jaká je uvedena v typických pří-

kladech provedení vynálezu, za podmínky, že konkrétní koncentrace složek nepřekračuje podstatu vynálezu a rozsah požadované patentové ochrany.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

Litina odolná proti opotřebení, sestávající z uhlíku, křemíku, manganu, chromu, niklu a železa, vyznačující se tím, že navíc obsahuje titan, přičemž uvedené složky jsou v litině obsaženy v níže uvedeném hmot. množství, a to

uhlík	3,0 až 3,5 %
křemík	0,6 až 1,5 %
mangan	0,8 až 1,5 %
chrom	23,0 až 27,0 %
nikl	3,0 až 3,5 %
titan	0,6 až 1,0 %
železo a příměsi	zbytek do 100,0 %