



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K PATENTU

211365
(11) (B2)

(51) Int. Cl.³
C 22 C 38/12

(22) Přihlášeno 13 11 79
(21) (PV 7753-79)

(40) Zveřejněno 29 05 81

(45) Vydáno 15 07 84

(72)
Autor vynálezu CSEH MIKLÓS, MIKÓ LÁSZLÓ, BUDAPEŠT (MLR)

(73)
Majitel patentu GÉPIPARI TECHNOLÓGIAI INTÉZET, BUDAPEŠT (MLR)

(54) Způsob výroby obráběcích nástrojů odléváním slitin oceli

1

2

Vynález se týká výroby obráběcích nástrojů odléváním do tvaru, odpovídajícího konečnému tvaru nástroje a zvětšeného jen o nezbytný přídavek na broušení.

Nástroje se odlévají z oceli, obsahující v hmotnostních množstvích 2 až 6 % chromu, 0 až 24 % wolframu, 0 až 10 % molybdenu, 0,5 až 8,0 % vanadu, 0 až 10 % kobaltu, 0 až 3 % titanu a běžné příměsi jako mangan, křemík, fosfor a síru.

Podstata vynálezu spočívá v tom, že hmotnostní koncentrace uhlíku se nejprve upraví tak, aby před odléváním ocel obsahovala pouze 0,2 až 0,4 % uhlíku, načež po dokončení tavení nebo v průběhu odlévání se přidávají vzácné zeminy, zejména cer, a/nebo zirkon a/nebo niob v množstvích 0,1 až 0,8 %, zejména 0,2 až 0,3 %, a potom se v povrchové vrstvě odlitých nástrojů zvýší difúzí obsah uhlíku na nejméně 0,6 %, zejména na 0,7 %.

Vynález se týká způsobu výroby obráběcích nástrojů odléváním slitin oceli, obsahujících v hmotnostní koncentraci 2 až 6 % chromu Cr, 0 až 24 % wolframu W, 0 až 10 procent molybdenu Mo, 0,5 až 8,0 % vanadu V, 0 až 10 % kobaltu Co, 0 až 3 % titanu Ti a běžné příměsi, zejména mangan, křemík, fosfor a síru.

Důležité části obráběcích nástrojů se dosud vyrábějí z rychlořezné oceli. Přitom se obvykle postupuje tak, že se nejprve odleje blok oceli a potom se tento surový ocelový blok tváří za tepla, zejména kováním nebo válcováním, aby se vytvořil polotovár, jehož rozměry odpovídají rozměrům zhotoveného nástroje. Tváření za tepla nemá za úkol jen vytvořit polotovár s rozměry přizpůsobenými dalšímu zpracování, ale v průběhu tohoto procesu se mají také rozmělnit hrubé primární karbidy, zejména karbidová eutektika, které vznikají v průběhu tuhnutí oceli, obsahujících více než 0,7 % uhlíku a látek, tvořících karbidy, jako jsou chrom, molybden, vanad nebo wolfram. Pro kvalitu konečných výrobků z těchto ocelí má zásadní význam, v jaké míře se dosáhne rozrušení hrubých karbidů, které jsou primárními karbidy. Právě proto je rozložení nebo zesítnění primárních karbidů předepsáno jak v národních, tak také mezinárodních normách a v přejímacích podmínkách pro nástrojovou ocel je výslovně řečeno, že přítomnost větších karbidových částic je nepřipustná.

Další známý postup výroby obráběcích nástrojů z rychlořezné oceli je charakterizován tím, že ocel se odlévá do forem, které mají tvar konečných výrobků. Při této technologii však není možno zajistit vyloučení hrubších karbidů z oceli. Ve vrstvách, nacházejících se v blízkosti povrchových ploch odlitků, je průběh tvoření karbidů odlišný, karbidy jsou méně hrubé a výkonnost litých nástrojů z rychlořezné oceli je často rovnocenná výkonnosti nástrojů, které byly vyrobeny z polotovarů dalším tvářením. V některých zemích je používání odlévaných obráběcích nástrojů velmi rozšířené. Hlavní přednost takto vyráběných nástrojů spočívá v tom, že jejich výroba je levnější, protože v průběhu výroby od surového stavu až k dohotovenému výrobku je možno vynechat celou řadu výrobních operací. Tvar odlitků bezprostředně po odlití se odlišuje od konečného tvaru jen o malý přídavek na jemné obrobení. Hlavním nedostatkem obráběcích nástrojů, vyrobených odléváním z rychlořezné oceli, je jejich nedostatečná houževnatost, způsobená značně nehomogenní, převážně hrubou karbidovou strukturou, takže nástroje nejsou schopny v průběhu obrábění odolávat vyskytujícím se vysokým nárokům na opotřebení.

Úkolem vynálezu je odstranit tyto nedostatky odlitků z rychlořezných ocelí a vyřešit odlévání obráběcích nástrojů, které jsou odlévány z materiálů obsahujících legovací

prvky, obvyklé u rychlořezných ocelí v běžném složení a poměru, přičemž takto vyrobené nástroje by se však měly odlišovat od dosud hotovených nástrojů ze slitin oceli zejména tím, že by měly být houževnatější. Obráběcí nože by měly mít dostatečnou trvanlivost břitu a odolnost proti opotřebení a měly by v tomto ohledu dosahovat parametrů obráběcích nástrojů, vyráběných z rychlořezných ocelí tepelným tvářením, nebo je přesahovat. Přitom v průběhu výrobního postupu musí být zabezpečeno odstraňování hrubé karbidové struktury a na povrchových vrstvách má vznikat jemnější karbidová struktura odpovídajícího složení.

Vynález je založen na následujících poznatcích. Nespornou předností nástrojů z rychlořezných ocelí, vyráběných odléváním, je skutečnost, že výsledný tvar, nehledě na přídavek na broušení, se vytváří v jediné pracovní operaci. Na druhé straně však z toho vyplývá nedostatek spočívající v tom, že homogenita a jemnost karbidové struktury nemůže být při tomto postupu dostatečně ovlivňována. Jestliže se formování provede v jediné výrobní operaci, avšak tato operace se provede s ocelí, mající nízký obsah uhlíku, a potom se v další operaci provede například nauhlíčením zvýšení obsahu uhlíku ve vrstvě, která je nejbližší povrchové ploše, na požadovanou hodnotu, dosahovanou také při známých výrobních postupech, potom bude vrstva, která je činná při obrábění, obsahovat stejné množství uhlíku jako obráběcí nástroje, vyráběné dosud známými postupy. Takto vyrobený nástroj však bude mít podstatně lepší jemnost a homogenitu karbidové struktury, jakož i lepší výkonnost, životnost břitu a větší houževnatost. Vcelku lze říci, že postup podle vynálezu představuje optimální kompromis mezi minimálními výrobními náklady, dosahovanými při výrobě nástrojů odléváním, a jemnější strukturou, dosahovanou při dodatečném tváření, které je však výrobně nákladnější. Větší množství vynaložené práce při provádění způsobu podle vynálezu je v podstatě stejné jako u výroby odléváním, ale přídavné pracovní operace jsou menšího rozsahu než u odlévání a výrazně menšího rozsahu než při výrobě tvářením, kde jsou kladeny velké požadavky na kvalifikované pracovníky a výkonné stroje. Přitom je struktura činné vrstvy v podstatě stejná jako u nástrojů vyrobených tvářením a houževnatost je dokonce lepší než u kovaných nástrojů.

Při provádění způsobu podle vynálezu se tedy obsah uhlíku v oceli udržuje na konci tavicího procesu v rozmezí hmotnostní koncentrace od 0,2 do 0,4 % a pro zjemnění struktury se do taveniny po dokončení tavení nebo v průběhu odlévání přidávají vzácné zeminy, například cer, v množství od 0,1 do 0,8 % a povrchová vrstva nástrojů, odlitých z této oceli se potom obohacuje difúzí uhlíkem, aby konečná hmotnostní koncentra-

ce uhlíku byla vyšší než 0,6 %, zejména vyšší než 0,7 %.

Obráběcí nástroje, vyrobené způsobem podle vynálezu, tedy obsahují legující kovy v množství, odpovídajícím v podstatě normovému množství pro rychlořeznou ocel a jediný rozdíl spočívá v tom, že v oceli jsou jako přísada obsaženy také vzácné zeminy, mezi které patří lanthan a skupina lanthanidů s atomovými čísly 57 až 71.

Novější zkoušky ukazují, že zlepšení kvality slitiny je možno při provádění způsobu podle vynálezu dosáhnout i tehdy, když při zachování podstatných a základních znaků postupu podle vynálezu, to znamená při odlévání oceli s nízkým obsahem uhlíku, přidáváním přísad a pozdějším obohacováním uhlíkem, nejsou jako přísady přidávány vzácné zeminy, ale zirkon nebo niob v hmotnostním množství od 0,1 do 0,8 %. Složení slitiny je potom následující: vedle oceli je ve slitině obsaženo v hmotnostních množstvích 2 až 6 % chromu, 0 až 24 % wolframu, 0 až 10 % molybdenu, 0 až 10 % kobaltu, 0,5 až 8,0 % vanadu a 0,0 až 3,0 % titanu. Ocel obsahuje kromě obvyklých nečistot a příměsí například mangan, křemík nebo síru v malých hmotnostních množstvích.

Základním výsledkem způsobu výroby obráběcích nástrojů podle vynálezu je tedy dosažení nízkého obsahu uhlíku v oceli na konci odlévání, kdy hmotnostní množství uhlíku nepřesahuje 0,2 až 0,4 %.

Podstatou vynálezu je kromě předchozí úpravy obsahu uhlíku v oceli na hmotnostní koncentraci 0,2 až 0,4 % následné přidávání 0,1 až 0,8 % nejméně jednoho prvku ze skupiny vzácných zemin, zejména ceru, popřípadě zirkonu nebo niobu v průběhu odlévání nebo ihned po dokončení tavení, načež se povrchová vrstva odlitého nástroje obohatí uhlíkem pomocí difúze a hmotnostní množství uhlíku v povrchové vrstvě se tak zvýší na nejméně 0,6 %, zejména pak na nejméně 0,7 %.

Přidávané přísady se mohou do slitiny přidávat ve formě směsných kovů, například ferroceru, směsi křemíku a zirkonu nebo ve formě ferroniobu.

Podle posledního význaku způsobu podle vynálezu se dostatečné obohacení povrchové vrstvy uhlíkem provádí difúzí do hloubky nejméně 1 mm, přičemž tímto dostatečně hluboko prováděným obohacením se zvyšuje obsah uhlíku v této vrstvě na nejméně 0,6 %. Difúze uhlíku se může provádět libovolným postupem, výhodné je například běžné nauhličování, prováděné kteroukoliv ze známých termochemických metod, používajících jednak pevných nauhličovacích látek, podobně jako při cementaci, jednak plyných nauhličovacích látek jako při plyném nauhličování, popřípadě kapalných látek, kterých se používá například při nauhličování v solné lázni.

Po obohacení povrchových vrstev vytvoře-

ných nástrojů uhlíkem, které se provádí po vytvoření konečného tvaru nástroje, zvětšeného pouze o nezbytný přídavek na broušení, což se dá dosáhnout jen přesným odléváním, doplněným popřípadě minimálním dodatečným opracováním, se provádějí stejné závěrečné operace týkající se tepelného zpracování, jako při obvyklé výrobě rychlořezných ocelí, to znamená žíhání na měkko a závěrečné tepelné úpravy kalením a popouštěním.

Tímto postupem je možno vyrobit nástroje s téměř ideální strukturou materiálu. V jádrové části nástrojů, která má nižší obsah uhlíku, nejsou obsaženy téměř žádné hrubší karbidy, a proto je jádrová část dostatečně houževnatá. V povrchové vrstvě jsou po difúzi uhlíku přítomny jemné uhlíkové a karbidové částice, jemnější než při jiných známých technologických postupech včetně velmi nákladné práškové metalurgie. Je známo, že jak přítomnost hrubších karbidů v odlitku, tak také obtížnost jejich zjemňování omezují chemické složení rychlořezných nástrojových ocelí. Při využití postupu podle vynálezu je možno tyto mezí hodnoty složení oceli podstatně rozšířit. Jestliže je povrchová vrstva nástroje obohacována uhlíkem teprve dodatečně, odpadá dřívější překážky pro zvýšení podílu složek, tvořících speciální karbidy, to znamená vanadu, molybdenu, wolframu a titanu. Dodatečně difundující uhlík totiž vytváří jemné karbidové částice, které jsou pro způsob podle vynálezu zdrojem mnohem menších obtíží než tomu bylo při přidávání uhlíku v průběhu lití.

Vlastní výrobní náklady při výrobě legovaných obráběcích nástrojů způsobem podle vynálezu jsou podstatně nižší než při tváření těchto nástrojů za tepla, přičemž užitná hodnota nástrojů vyrobených způsobem podle vynálezu nezaostává za hodnotou legovaných obráběcích nástrojů, hotovených tvářením za tepla.

Nástroje vyrobené způsobem podle vynálezu byly podrobeny zkouškám a dosažené výsledky jsou následující:

Při nauhličování pevnými nauhličovacími látkami, tvořenými dřevěným uhlím s octanem sodným, prováděném při teplotě 1200 stupňů Celsia po dobu šesti hodin bylo dosaženo tloušťky nauhličené vrstvy 2 mm při obsahu uhlíku 0,6 %, zatímco původní hmotnostní koncentrace uhlíku byla 0,32 %.

Při nauhličování pevnou nauhličovací látkou, tvořenou dřevěným uhlím s 5 % octanu sodného, 5 % uhličitany vápenatého a 10 centimetrů krychlových vody bylo při nauhličování při teplotě 1200 °C a trvání po dobu šesti hodin dosaženo tloušťky nauhličené vrstvy 3 mm při obsahu uhlíku 0,6 %; tyto nástroje měly zvýšený obráběcí výkon o 5 až 8 %.

Při nauhličování plynými látkami byl použit propan butan ve směsi s kyslíkem v po-

měru 1 : 3, přičemž při teplotě 940 °C a době trvání 2 hodiny bylo dosaženo zvýšení obsahu uhlíku na 0,6 % ve vrstvě tloušťky 1,5 mm. Při nauhličování směsí propan butanu s kyslíkem v poměru 1 : 1, teplotě 940 °C a době trvání 4 hodiny bylo dosaženo zvýšení obsahu uhlíku na 0,6 % a současně zvýšení obráběcího výkonu o 8 až 10 %.

	C	Cr	W	V	Mo	Co
A	0,38 %	4,40 %	6,10 %	1,80 %	5,10 %	—
B	0,33 %	4,00 %	0,80 %	1,40 %	10,20 %	8,00 %

Na konci tavení oceli A, tedy při teplotě 1863 K, byl do pece přidán po odkysličení hliníkem (1,5 kg/t) směsný kov v množství 0,3 procent.

Druhá ocel B byla při teplotě 1858 K stejným způsobem odkysličena, potom bylo přidáno 0,2 % ferroceru v průběhu vypouštění oceli z pece do odlévací pánve.

Obě oceli byly vlévány do forem při teplotě 1813 až 1833 K. Očištěné odlitky nástrojů byly potom v komorové peci žhánuty na měkko, při kterém byly udržovány při teplotě 1133 K po dobu dvou hodin a potom byly pomalu ochlazovány rychlostí 50 K/h. Po očištění odlitků nástrojů byly přední hrany fréz obroušeny na konečný rozměr.

Takto vyrobené frézy se potom jednak pomocí pevných a jednak pomocí plyných nauhličovacích prostředků nauhličovaly. Pev-

Ze dvou různých druhů oceli byla odlita normová tvarová čepová fréza s průměrem 32 mm a délkou 205 mm přesným litím; čepová fréza je opatřena čtyřmi břity, kuželovou stopkou ve tvaru Morseova kuželu a je vytvarována s přídavkem na broušení. Chemické složení obou ocelí v hmotnostních množstvích bylo následující.

ným nauhličovacím prostředkem bylo dřevěné uhlí, ke kterému bylo přimícháno 10 až 15 % uhličitanu barnatého, 3 % uhličitanu vápenatého a 5 % octanu sodného. Velikost zrn se pohybovala od 3 do 6 mm. Frézy byly uloženy společně s nauhličovacím prostředkem do kovové skříně, která byla uzavřena víkem a vložena do pece na dobu šesti hodin, přičemž v peci byla udržována teplota 1473 K.

Po nauhličení byly nástroje obvyklým způsobem kaleny v solné lázni při teplotě 1473 K a v oleji při 55 K po dobu 6 hodin a potom byly popouštěny při 833 K po dobu třikrát jedné hodiny.

Na příčném řezu takto vyrobených nástrojů byla měřena tvrdost a obsah uhlíku v povrchové vrstvě postupně od povrchu směrem k jádru:

Ocel	A		B	
vzdálenost od povrchu v mm	tvrdost MHV 0,1	C %	tvrdost MHV 0,1	C %
0,1	803	1,65	894	1,72
0,25	907	1,40	1064	1,48
0,5	946	1,32	1184	1,36
1,0	974	1,10	1168	1,20
1,5	830	0,96	1187	1,05
2,0	734	0,78	910	0,87
2,5	588	0,63	867	0,72

Podle těchto výsledků byla tloušťka nauhličené vrstvy 2,0 až 2,5 mm.

Při jiném příkladném provedení byl odlitý nástroj nauhličován plyným prostředkem v retortě s vnějším zahříváním. Po dosažení nauhličovací teploty 1213 K byla do retorty přivedena směs propan-butanu s kyslíkem. Pro nauhličování oceli A bylo použito směsi propan-butanu s kyslíkem v poměru 1 :

1,1 a pro nauhličování oceli B v poměru 1 : 1,8. Nauhličování probíhalo po dobu čtyř hodin.

Takto zpracované nástroje byly potom stejně jako v předchozím příkladu provedení kaleny a popouštěny. Zkouškami obou druhů ocelí byly zjištěny následující hodnoty tvrdosti a obsahu uhlíku v jednotlivých vrstvičkách postupně od povrchu k jádru:

Ocel	A		B	
	tvrdost MHV 0,1	C %	tvrdost MHV 0,1	C %
vzdálenost od povrchu v mm				
0,1	1120	1,26	1360	1,22
0,25	1046	1,20	1260	1,16
0,50	968	1,00	1150	1,06
1,0	860	0,80	930	0,88
1,5	710	0,76	760	0,72
2,0	630	0,58	660	0,61

Tloušťka nauhličené vrstvy dosahovala 1,5 milimetrů. Je třeba poznamenat, že tvrdosti nad 1000 až 1100 MHV znamenají u nástrojových ocelí mimořádnou tvrdost, protože u běžných rychlořezných nástrojových ocelí se dosud dosahuje tvrdostí nejvýše 950 až 1000 MHV, takže tato tvrdost společně s velkou houževnatostí jádra s nízkým obsahem uhlíku je velmi výhodná pro řezné nástroje.

Takto vyrobené nástroje byly potom zkou-

šeny, aby se zjistila řezivost nástroje, přičemž při těchto zkouškách byly obráběny oceli C 45, zušlechťené na pevnost 2800 až 3050 MPa, s odebráním třísky při řezné rychlosti 45 m/min, přičemž řezivost byla porovnáвана s řezivostí rychlořezné oceli s normovou materiálovou kvalitou R 6 a R 11.

Chemické složení rychlořezných ocelí R 6 a R 11 odpovídá v podstatě zkoušeným ocelím A a B kromě obsahu uhlíku:

	C	Cr	W	V	Mo	Co
R 6	0,85	4,2	6,5	1,9	5,0	—
R 11	1,10	4,2	1,5	1,2	9,5	8,0

Při zkouškách bylo zjištěno, že nástroje vyrobené způsobem podle vynálezu nemají v žádném ohledu nižší kvalitu jako nástroje

z normových kovaných rychlořezných ocelí, jak je ostatně patrné z následujícího procentového zvýšení řezného výkonu:

zkoušená ocel	srovnávací ocel	nauhličení pevnými látkami	plynné nauhličení
A	R 6	+ 5	+3 až 5
B	R 11	+11	+5 až 8

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Způsob výroby obráběcích nástrojů odléváním slitin oceli, obsahujících v hmotnostních množstvích 2 až 6 % chromu Cr, 0 až 24 procent wolframu W, 0 až 10 % molybdenu Mo, 0,5 až 8,0 % vanadu V, 0 až 10 % kobaltu Co, 0 až 3,0 % titanu Ti a běžné příměsi jako mangan, křemík, fosfor a síru, vyznačující se tím, že bezprostředně před odléváním se hmotnostní koncentrace uhlíku v oceli upraví na 0,2 až 0,4 %, po dokončení tavení nebo v průběhu odlévání se přidá v hmotnostním množství 0,1 až 0,8 %, zejména 0,2 až 0,3 % nejméně jedné vzácné zeminy, zejména ceru, a/nebo zirkonu a/nebo niobu

a potom se povrchová vrstva vytvarovaného nástroje obohatí difúzí uhlíkem, aby se hmotnostní koncentrace uhlíku zvýšila nejméně na 0,6 %, zejména na 0,7 %.

2. Způsob podle bodu 1, vyznačující se tím, že vzácná zemina se přidává do slitiny ve formě směsného kovu.

3. Způsob podle bodu 1, vyznačující se tím, že vzácná zemina se přidává do slitiny ve formě ferroceru.

4. Způsob podle bodů 1 až 3, vyznačující se tím, že povrchová vrstva odlitého nástroje se obohatí uhlíkem do hloubky nejméně 1 mm.