

Přehled vybraných rychlořezných ocelí a jejich charakteristika

Označení			Střední chemické složení ¹⁾							Obvyklý způsob použití
Podle EN ISO 4957	Podle EN 10027-2	Podle ČSN	C	Si	Co	Cr	Mo	W	V	
HS18-0-1	1.3355	19 824	0,78	≤ 0,45	-	4,0	-	18,0	1,10	Soustružnické nože, frézy, výstružníky. Některé nástroje pro tváření za studena (zápustky a razníky)
HS3-3-2	1.3333	19 820	0,99	≤ 0,45	-	4,0	2,70	2,85	2,35	Úsporná rychlořezná ocel pro komunální nářadí a pilové listy ručních pil.
HS6-5-2 (HS6-5-2C)	1.3339 (1.3343)	19 830	0,84 (0,90)	≤ 0,45	-	4,0	4,95	6,30	1,90	Široce používaná ocel pro veškeré druhy obráběcích nástrojů, okružní pily a některé nástroje pro tváření za studena (vločky zápustek, čelisti na válcování závitů).
HS6-5-3	1.3344	-	1,20	≤ 0,45	-	4,0	4,95	6,30	2,95	Obráběcí nástroje se zvýšenou odolností proti opotřebení.
HS6-5-2-5	1.3243	19 852	0,91	≤ 0,45	4,75	4,0	4,95	6,30	1,90	Obráběcí nástroje (frézy, vrtáky, závitofezné nástroje) vyžaduje-li se vyšší odolnost proti popuštění.
HS10-4-3-10	1.3207	19 861	1,28	≤ 0,45	10,0	4,0	3,55	9,50	3,25	Soustružnické nože a frézy pro vysoké výkony.

Uvedeny jsou pouze nejčastěji používané značky ocelí, též dostupné ze skladových zásob. Po konzultaci s našimi technikami lze nabídnout i další varianty pro specifické případy použití.

¹⁾ obsah manganu je u všech značek ≤ 0,45%; obsah P a S je u všech značek max. 0,030%.

Způsob výroby a vliv legujících prvků na vlastnosti

Výroba: výroba hutních polotovarů z rychlořezných ocelí je technologicky náročná. Ocel se převážně vyrábí v elektrických obloukových pecích. Pro menší objemy vyráběné oceli se osvědčily i pece indukční. Jejich nevýhodou je však velmi omezená možnost rafinace oceli v průběhu tavení. Jedná se tedy o přetavení tříděného odpadu s následnou přísadou legur pro docílení požadovaného chemického složení. Tekutá ocel se odlévá do kokil, jejichž tvar je přizpůsoben podmínkám tuhnutí oceli, která má vlivem vysokého obsahu uhlíku a legur, tendenci výrazně segregovat. Výrazné rozdíly ve struktuře utuženého slitku (ingotu), nelze zcela potlačit ani v průběhu ohřevu k tváření, ani v průběhu vlastního tváření za tepla. Pro tváření rychlořeznou ocel je typická řádkovitá struktura. Řádky tvoří komplexní karbidy chromu, wolframu a molybdenu a karbidy vanadu různé velikosti. Rychlořezné oceli jsou hůře tvařitelné za tepla. Primární tváření ingotů válcováním se daří pouze u ocelí s nižším obsahem uhlíku a nižším obsahem legur (HS3-3-2 nebo HS6-5-2). Oceli HS18-0-1, a oceli kobaltové se kovají a pouze již předkované polotovary lze válcovat na polotovary menších průřezů (tyčová ocel popř. drát). Po tváření za tepla, následuje vždy pozvolné chladnutí a následné žhání. Rychlořezné oceli jsou kalitelné na vzduchu a při rychlém ochlazení z dotvářecích teplot mohou vznikat kalící trhliny.

Pro docílení rovnoměrné struktury (potlačení řádkovitosti) se rychlořezné oceli přetavují pod struskou nebo ve vakuu. Nejvýkonnější rychlořezné oceli se vyrábějí pomocí práškové metalurgie. Tato technologie umožňuje vyrábět rychlořezné oceli s velmi homogenní strukturou a dalšími vlastnostmi, které nelze docílit konvenční ocelářskou technologií.

Vliv chemického složení: základními přísadami (legurami) jsou chrom, molybden, wolfram a vanad. Jejich vzájemnou kombinací se docílují pro jednotlivé typy specifické vlastnosti. Některé, zvláště vysoce výkonné rychlořezné oceli obsahují též kobalt. Střední obsah chromu se u všech typů rychlořezných ocelí pohybuje kolem 4 % a zajišťuje těmto ocelím dostatečnou prokalitelnost. Podle obsahu wolframu a molybdenu lze rychlořezné oceli rozdělit do dvou skupin na wolframové a molybdenové. Obě skupiny obsahují vanad. Výkonné rychlořezné oceli obsahují vanad v množství do 2 %. Vysoce výkonné pak v množství nad 3 % vanadu. Vysoce výkonné rychlořezné oceli jsou též legovány kobaltem v množství 5 %, 8 % nebo 10 %. Obsah uhlíku se pohybuje od 0,85 do 1,3 %. Uhlíku ovlivňuje především tvrdost po kalení. Chrom, molybden, wolfram a vanad ovlivňují základní vlastnosti tj. odolnost proti popuštění (pokles tvrdosti silně zahříváním břitů nástroje často až k teplotám 600 °C) a odolnost proti opotřebení.

Tyto vlastnosti jsou podobné jak u wolframových, tak i u molybdenových typů rychlořezných ocelí. Molybdenové typy však mají mírně vyšší houževnatost. Kobalt zvyšuje odolnost proti poklesu tvrdosti při vysokých rychlostech obrábění, kdy se břit nástroje ohřívá až do „červeného žáru“.

Charakteristika vlastností:

Oceli wolframové: z těchto ocelí zůstala v normě EN ISO 4957 pouze rychlořezná ocel HS18-0-1 s 18% wolframu. V 60. a 70. letech 20. století byly hojně používány i další wolframové rychlořezné oceli např. výkonná 19 802 a vysoce výkonná 19 810, vedle 19 855 a 19 856 legované navíc kobaltem. Tyto oceli jsou v současné době ještě normované v USA. V Evropě se postupně přecházelo na oceli molybdenové, kde wolfram je pouze součástí celkové koncepce chemického složení.

Výhodou oceli HS18-0-1 je menší citlivost k přehřátí při tepelném zpracování. Vyžaduje však vyšší teploty kalení. Karbidy wolframu, přítomné ve struktuře této oceli jsou hrubší a nerovnoměrně rozložené. HS18-0-1 je proto méně vhodná pro jemnobřité nástroje. Vlivem v celku dobré houževnatosti dobře snáší obrábění přerušovaným řezem. Používá se na soustružnické nože a frézy pro hrubovací operace, kde se uplatňuje především její vysoká odolnost proti popuštění a proti opotřebení. Prokaluje přibližně do průřezu 75 mm. Vedle nástrojů k obrábění bývá pro její vysokou odolnost proti opotřebení, používána též na zápustky a razníky.

Oceli molybdenové: jsou komplexně legované molybdenem, wolframem a vanadem. Nejběžněji používanou ocelí z této skupiny je ocel HS6-5-2 resp. HS6-5-2C. Ve struktuře této oceli se vyskytují vedle karbidu chromu, komplexní karbidy na bázi molybdenu, wolframu a vanadu. Karbidy molybdenu jsou v porovnání s karbidy wolframu, popisované u wolframových typů rychlořezných ocelí, jemnější a rovnoměrněji rozložené ve struktuře. Tato okolnost způsobuje mírné zvýšení houževnatosti. Ocel HS6-5-2 a také další typy molybdenových rychlořezných ocelí, je citlivější na dodržování předepsaných podmínek tepelného zpracování. Při překročení horní hranice teplotního rozmezí, může dojít k přehřátí, které se v extrémním případě projeví natavením

hranic zrn. V těchto případech dochází vedle poklesu tvrdosti po kalení také k výraznému poklesu houževnatosti. Kalicí teploty jsou oproti oceli HS18-0-1, nižší a pohybují se do 1230°C.

Molybdenové rychlořezné oceli jsou též náchylnější k oduhličení povrchu během ohřevu k tváření nebo tepelnému zpracování.

Ke zvýšení odolnosti proti opotřebení přispívá zvýšení obsahu vanadu a uhlíku. Tuto podmínku splňuje ocel HS6-5-3 resp. HS6-5-3C s obsahem uhlíku nad 1% a obsahem vanadu kolem 3%.

K molybdenovým typům patří též dvě vysoce výkonné oceli legované kobaltem. Ocel HS6-5-2-5 je kobaltovou variantou oceli HS6-5-2 pro případy, kdy se vyžaduje vyšší odolnost proti popuštění. Ocel s HS6-5-2-5 je vhodná pro výrobu fréz a závitorezných nástrojů.

Pro vysoce namáhané obráběcí nástroje lze použít ocel HS10-4-3-10 s obsahem kobaltu 10% a zvýšeným obsahem uhlíku a vanadu.

U těchto nástrojů pro, vysoké řezné rychlosti, se požaduje jak vysoká tvrdost, tak vysoká odolnost proti popuštění. Nutno však počítat s nižší houževnatostí. HS10-4-3-10 se používá na výrobu soustružnických nožů a výkonných fréz.

Molybdenové rychlořezné oceli se vyznačují též velkou prokalitelností.

Úsporně legované rychlořezné oceli se používají pro méně namáhané nástroje k obrábění. Patří k nim různé komunální nářadí a nářadí pro domácí dílny. Do této skupiny se řadí ocel HS3-3-2, která se též s výhodou používá pro některé speciální nástroje, jako jsou např. pilové listy pro ruční pily.

Porovnání vlastností uvedených značek: je provedeno formou lineárního grafu, přičemž základ (100%) představuje nejvyšší kladné hodnocení dané vlastnosti. Hodnocení vlastností je pouze orientační, poněvadž skutečné výsledky závisí do značné míry na druhu nástroje, pracovních podmínkách a dalších okolnostech.

Značka oceli	Tvrdost za tepla	Odolnost proti opotřebení	Houževnatost	Opracovatelnost broušením	Odolnost namáhání tlakem
HS18-0-1	75 %	65 %	85 %	85 %	80 %
HS3-3-2	60 %	60 %	95 %	90 %	65 %
HS6-5-2 (C)	70 %	65 %	100 %	100 %	85 %
HS6-5-3 (C)	70 %	80 %	85 %	75 %	88 %
HS6-5-2-5	80 %	70 %	90 %	85 %	95 %
HS10-4-3-10	100 %	100 %	60 %	55 %	100 %

Porovnání vlastností se vztahuje na stav kalený a popuštěný a na střední hodnotu tvrdosti z rozmezí uvedeného v materiálových listech.