

Spolehlivost dodavatelů ocelí pro práci za tepla na formy pro tlakové lití

Jiří STANISLAV, Bodycote Česká republika
Miroslav KURFIŘT

1. Úvod

Volba jakosti oceli a dodavatele materiálu na formy pro tlakové lití je nejvýznamnějším krokem při výrobě nástrojů tohoto typu. Platí zásada, že chybný výběr oceli v počáteční stadiu přípravy výroby nástroje je krok, který již nelze v celém průběhu výroby napravit.

Jelikož na českém trhu je řada dodavatelů, kteří tyto materiály dodávají, vytkli jsem si za cíl pokusit se ověřit, do jaké míry se tito dodavatelé a jejich oceli vyrovnali s požadavky normy NADCA 207-2003, a jakou lze předpokládat spolehlivost dodávek.

2. Podmínky experimentu

Pro program zkoušek bylo vybráno 5 dodavatelů oceli, od každého dodavatele pak jeden typ materiálu. Čtyři dodavatelé byli ze zahraničí, jeden dodavatel z tuzemska. Vzhledem k tomu, že cílem experimentu bylo ověřit skutečný stav, a ne stav ideální, materiály pro zkoušky byly objednány prostřednictvím výrobců nástrojů bez bližší specifikace. Pouze 2 dodavatelé dodali se vzorkovacím materiálem atest, 3 dodavatelé tento krok vynechali.

Vzhledem k tomu, že metoda výběru a způsob objednání neumožnily zpětnou kontrolu skutečného původu materiálu, neuvádíme jmenovitě jednotlivé dodavatele. Existuje totiž určité procento pravděpodobnosti, že i u našich prostředníků pro nákup materiálu nemusí být zajištěna nezaměnitelnost dodávky.

3. Materiály

Dodavatel	Atest	C	Mn	Si	P	S	Cr	Mo	V
D1	Ano	0,38	0,40	1,10	-	-	5,0	1,30	0,40
D2	Ne	0,35	0,30	0,30	-	<0,003	5,0	1,35	0,45
D3 CZ	Ano	0,36	0,20	0,79	-	-	4,99	1,19	0,26
D4	Ne	0,38	-	1,00	-	-	5,30	1,00	0,40
D5	Ne	0,39	-	1,00	-	-	5,20	1,40	0,90

Skutečné chemické složení oceli bylo sledováno na spektrografu Metorex Arc-MET 900.

4. Experiment

U každého vzorku materiálu byly prováděny následující zkoušky :

- zkoušky dodaného stavu
 - tvrdost žíhané struktury
 - hodnocení čistoty materiálu

- hodnocení textury
- zkoušky stavu po tepelném zpracování
 - rázové zkoušky
 - kontrola mikrostruktury

4.1. Hodnocení žíhané struktury

Vzorek	Průměr HBW
D1	197
D2	171
D4 CZ	183
D4	201
D5	207

Všechny vzorky měly feritickou strukturu s jemně rozloženými sferoidizovanými karbidy. Tvrdost žíhané struktury 237 HBW, požadovaná v bodě I.B nebyla překročena u žádného z dodavatelů. Mikrostruktury u všech dodavatelů odpovídaly hodnocení AS2 dle Nadca 207-2003 při zvětšení 500x. Velikost zrna a primární karbidy nebyly hodnoceny.

4.2. Hodnocení čistoty ocelí

Při vyhodnocení čistoty ocelí byla použita norma ČSN 42 0471 pro metalografické stanovení nekovových nečistot. Metoda hodnocení je založena na porovnání etalonové řady nekovových vměstků uvedených v normě při 100x zvětšení neleptaných povrchů.

Vzorek č. 1	Rovina	Zorné pole	Oxidy řádkovité	Oxidy bodové	Nejvyšší hodnota
	Xz	1	2b	0	2
	Xz	2	0	2a	2
	Yz	1	0	1a	1
	Yz	2	0	2a	2
Střední hodnota			0,5	1,25	1,75

Vzorek č. 2	Rovina	Zorné pole	Oxidy řádkovité	Oxidy bodové	Nejvyšší hodnota
	Xz	1	0	3a	3
	Xz	2	0	2a	2
	Yz	1	0	2a	2
	Yz	2	0	2a	2
Střední hodnota			0	2,5	2,5

Vzorek č. 3	Rovina	Zorné pole	Oxidy řádkovité	Oxidy bodové	Nejvyšší hodnota
	Xz	1	3b	0	3
	Xz	2	0	3a	3
	Yz	1	4b	0	4

	Yz	2	4,5b	0	4,5
Střední hodnota			2,875	0,75	3,625

Vzorek č. 4	Rovina	Zorné pole	Oxidy řádkovité	Oxidy bodové	Nejvyšší hodnota
	xz	1	1b	0	1
	xz	2	0	1a	1
	yz	1	0	2a	2
	yz	2	0	1a	1
Střední hodnota			0,25	1	1,25

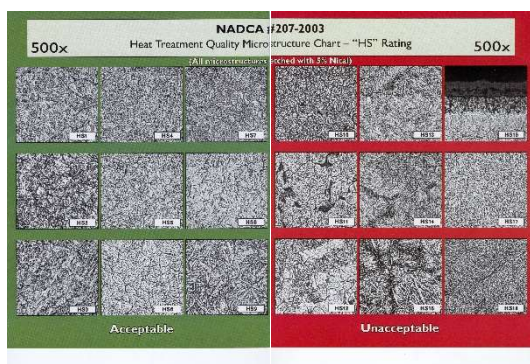
Vzorek č. 5	Rovina	Zorné pole	Oxidy řádkovité	Oxidy bodové	Nejvyšší hodnota
	xz	1	0	2,5a	2,5
	xz	2	0	2,5a	2,5
	yz	1	3b	0	3
	yz	2	0	3a	3
Střední hodnota			0,75	2	2,75

Podle předpisu NADCA 207-2003 hodnota oxidických vměstků nesmí překročit číslo 2 pro jakost „Premium“, resp. 1,5 pro jakost „Superior“. Z tohoto pohledu nevyhověly 2, 3 a 5.

4.3. Tepelné zpracování, struktura po TZ

Bylo provedeno na vzorcích pro rázové zkoušky. Vzorky byly kaleny z teploty 1030 C, a dvakrát popuštěny na výslednou tvrdost 45 ± 1 HRc. Ochlazovací rychlost během procesu ochlazování byla minimálně 30 C/min., resp. 10 bar přetlaku.

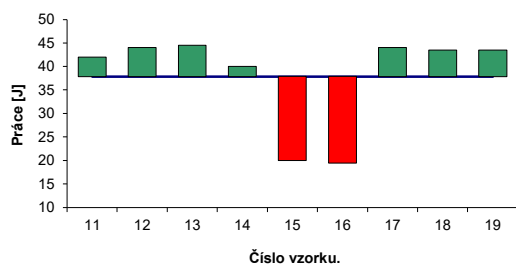
Všechny vzorky měly strukturu popuštěného martenzitu v rozsahu dle Nadca 207-2003 – struktura HS7 .



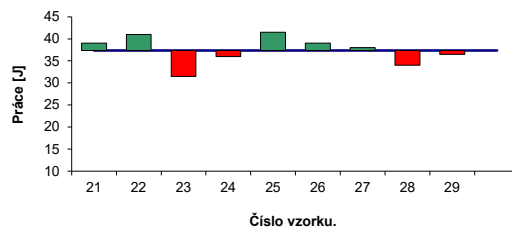
4.4. Rázové zkoušky

Rázové zkoušky pro každou sadu vzorků byly provedeny na Charpyho kladivu Leipzig 1971 na TÚ Liberec.

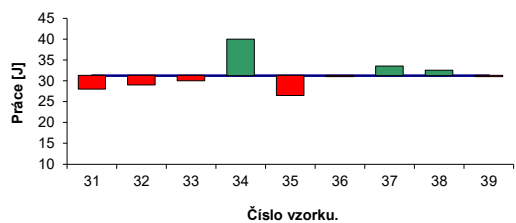
Odchylky K od Kp (materiál č. 1)



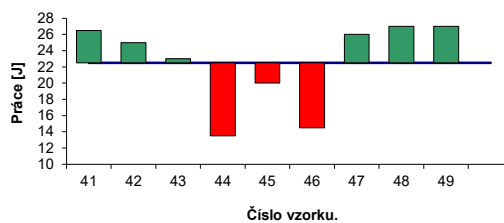
Odchylky K od Kp (materiál č. 2)



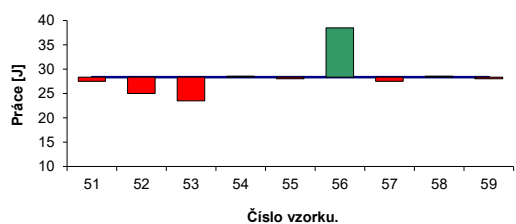
Odchylky K od Kp (materiál č.3)



Odchylky K od Kp (materiál č.4)



Odchylky K od Kp (materiál č.5)



U všech dodavatelů byly naměřeny hodnoty rázové houževnatosti nad normou požadovaných 14 J. U vzorků 1 a 4 byl zjištěn zvýšený rozptyl hodnot. Vzhledem k tomu, že z dodaných desek nebylo možno určit směr vláken, je možné, že některé vzorky, vyjma D5, byly i ze směrů podél vláken.

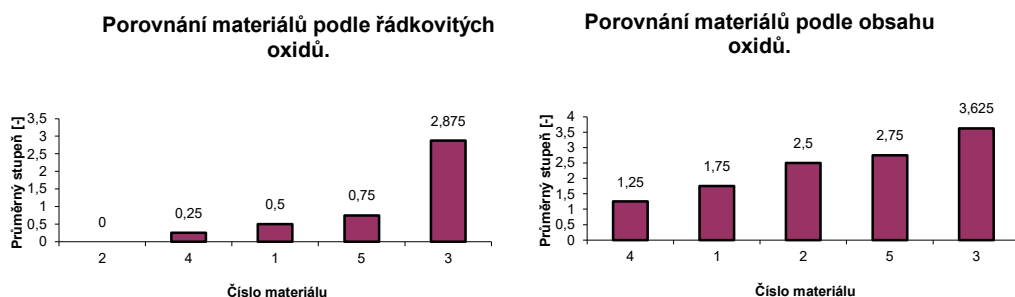
5. Porovnání jednotlivých materiálů

5.1. Chemické složení

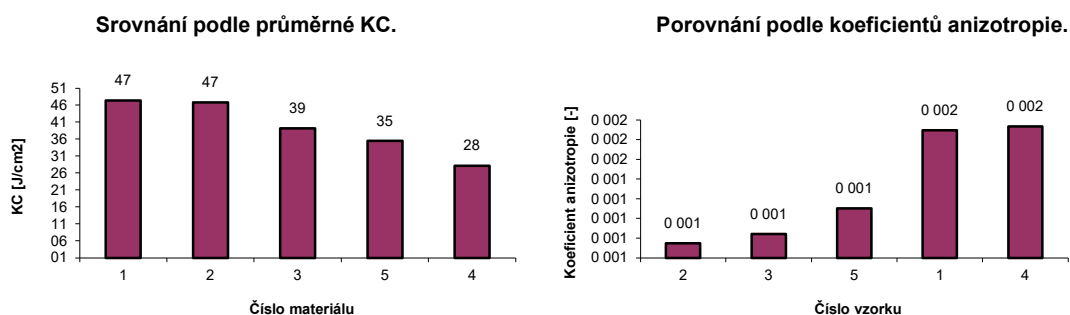
Vzorek č.	Odlišnost naměřených hodnot vzhledem k atestu nebo normě. [%]					
	C	Mn	Si	Cr	Mo	V
D1	-0,01	-0,09	0,09	-0,19	-0,03	-0,08
D2	0,02	v tol.	-0,07	-0,62	v tol.	-0,08
D3 CZ	-0,02	-0,16	-0,18	-0,11	0,03	-0,03
D4	v tol.	v tol.	v tol.	-0,13	v tol.	-0,05
D5	0,02	-0,17	-0,12	-0,4	0	-0,12

Chemické složení u různých dodavatelů vykazuje odchylky jak od normy, tak i od atestu. Vzhledem k omezenému přístupu k analytickým metodám nebyl hodnocen obsah P a S, tedy prvků, které jsou pro stanovení jakosti velice významné.

5.2. Čistota oceli



5.3. Rázové zkoušky



6. Závěr

Z uvedeného hodnocení vyplývá, že rozptyl hodnot je významný především u čistoty ocelí. Více jak polovina dodaných vzorků v tomto parametru nevyhověla. I když výsledky rázových zkoušek dosáhly relativně dobrých hodnot, je nutno si uvědomit, že se jedná o hodnoty průřezové z jednoho místa měření. Tzn, že vliv nečistot se projeví až při vlastní funkci formy, kdy dochází ke komplexnímu zatěžování materiálu cyklickou tepelnou únavou za zvýšených teplot. Defekty, inicializované na nečistotách mohou znamenat nejenom snížení životnosti formy nebo předčasný vznik a šíření trhlin, ale především katastrofické poškození tvarového dílu.

Je zřejmé, že i když není stoprocentní jistota o původu testovaných ocelí, její jakost je velice variabilní záležitostí a bez vstupní kontroly nelze se na dodavatele spolehnout. Základní podmínkou proto, aby materiál splňoval požadavky je to, aby prošel výrobním procesem přetavování pod struskou, nebo ještě lépe vakuovým přetavením. U vzorku č. 3 je vidět, že se pravděpodobně jedná o nepřetavovanou ocel, s vysokým obsahem nečistot, zcela nevhodnou pro tvarové díly na tlakové lití.

Z hodnocení je rovněž vidět, že pouhé hodnocení rázové houževnatosti není jednoznačným kritériem, a že je nutno hodnotit materiál komplexně tak, jak stanovuje norma NADCA 207-2003. Jedině v tomto případě lze docílit významné spolehlivosti výběru a kontroly materiálu na vstupu, a docílit maximální bezpečnost životnosti formy.