

**POROVNANIE VYBRANÝCH VLASTNOSTÍ ZLIEVARENSKÝCH
OSTRÍV CERABEAD 750 A ŠTANDARD A ICH VPLYV
NA KVALITU POVRCHU ODLIATKU**

**COMPARISON OF CASTINGS GRAIN CERABEAD 750 AND
STANDARD AND THEIR INFLUENCE
ON SURFACE QUALITY FOUNDRY**

Zuzana CÍBIKOVÁ, Harold MÄSIAR, Igor BARÉNYI

Autori: Mgr. Zuzana Cibiková,¹ Doc. Ing. Harold Mäsiar,² CSc., Ing. Igor Barényi²
Pracovisko: ¹Detašované pracovisko Materiálovotechnologickej fakulty STU, Dubnica nad Váhom, ²Katedra strojárskych technológií a materiálov, Trenčianska univerzita Alexandra Dubčeka v Trenčíne
Adresa: Partizánska 151/3¹ Dubnica nad Váhom, Študentská 1, 911 50 Trenčín²
Tel: ²032/ 7400 694, 032/ 7400 207
e-mail: zuzana.cibikova@stuba.sk, masiar@tnuni.sk, barenyi@tnuni.sk

Abstract

Príspevok sa zaoberá porovnaním vlastností vybraných zlievarenských ostrív. Popisuje spôsoby skúšania, technologické skúšky a zhodnocuje vplyv vlastností vybraných ostrív na kvalitu povrchu odliatku.

This contribution is dealt comparison selection facilities of castings grains. It interprets oportunities of testing, technological examination and assessing influence of selection facilities grains on surface finish cast stock.

Key words

zlievárenské vlastnosti, povrchová úprava, kremenný piesok, kvalita povrchu odliatku

quality of foundry, surface treatment, silica sand, , surface foundry quality

Úvod

Na povrchovú kvalitu odliatkov má vplyv niekoľko faktorov, ako sú napr. druh použitého ostriva a spojiva, povrchová úprava formy a taktiež chemické zloženie odlievaneho materiálu. Rozhodujúcim faktorom je však ostrivo a jeho technologické schopnosti a fyzikálne vlastnosti. Príspevok porovnáva uvedené charakteristiky dvoch typov ostrív a to prírodného kremenného piesku Štandard, bežne používaného pri vyhodnocovaní vlastností ostriva ako porovnávací etalón a syntetického ostriva Naigai Cerabead 60/750.

Základné vlastnosti zlievarenských ostrív a ich skúšanie

Medzi základné vlastnosti ostriva patrí najmä zrnitosť, charakteristika povrchu zrna a jeho chemická čistota.

Zrnitosť má rozhodujúci vplyv na kvalitu povrchu odliatku. Platí, že čím je jemnejšie ostrivo, tým kvalitnejší je povrch odliatku a teda aj menšia hodnota drsnosti povrchu. Nepriaznivý vplyv má však znížená priedušnosť, ktorá klesá úmerne so zmeňujúcou sa zrnitosťou. Dôležitá je aj pravidelnosť zrnitosti ostriva. S rastúcou nepravidelnosťou zrnitosti ostriva vzrastá ubíjateľnosť a klesá priedušnosť. Ďalšie vlastnosti ostriva ako tvar a povrch zrna a chemická čistota majú skôr vplyv na pevnostné resp. technologické vlastnosti formovacích zmesí.

Zrnitosť a pravidelnosť ostriva je možné určiť z granulometrického rozboru ostriva podľa STN 01 5030 a [7, 8]. Granulometrický rozbor ostriva má nasledujúci postup. Do vibračnej preosievačky typu LP2E sa umiestni sústava sít s priemerom oka od najväčšieho po najmenšie. Na horné sito je vysypaná odvážená vzorka ostriva (50g), ktorá sa po predpísaný čas (asi 15 min) a s určenou frekvenciou vibrovania preosieva cez sítá. Po uplynutí časového limitu sa zväžia podiely (frakcie) zachytené na jednotlivých sítách.

Z percentuálnych podielov jednotlivých frakcií a príslušnej veľkosti oka sita je možné zostrojiť súčtovú krivku zrnitosti (tab. 1 a tab. 2) a (obr. 1, obr. 2), ktorá je podkladom pre vyhodnotenie granulometrického rozboru. Zo súčtovej krivky sa následne odčítajú parametre:

- d_{50} - veľkosť stredného zrna (charakterizuje zrnitosť),
- d_{75} / d_{25} - pravidelnosť zrnitosti ostriva.

GRANULOMETRICKÝ ROZBOR KREMENNÉHO OSTRIVA ŠTANDARD Tabuľka 1

Navážka zmesi [g]:	50		
Vyplaviteľné látky [g]:	0,05		
Sito [mm]	zbytok		súčet [%]
	[g]	[%]	
1,400	0	0	0
1,000	0	0,00	0,00
0,710	0	0,00	0,00
0,500	1,2	2,40	2,40
0,355	8,81	17,58	19,98
0,250	23,46	46,83	66,81
0,180	12,29	24,53	91,34
0,125	2,88	5,75	97,09
0,090	0,72	1,44	98,52
0,063	0,06	0,12	98,64
spolu	50	100	

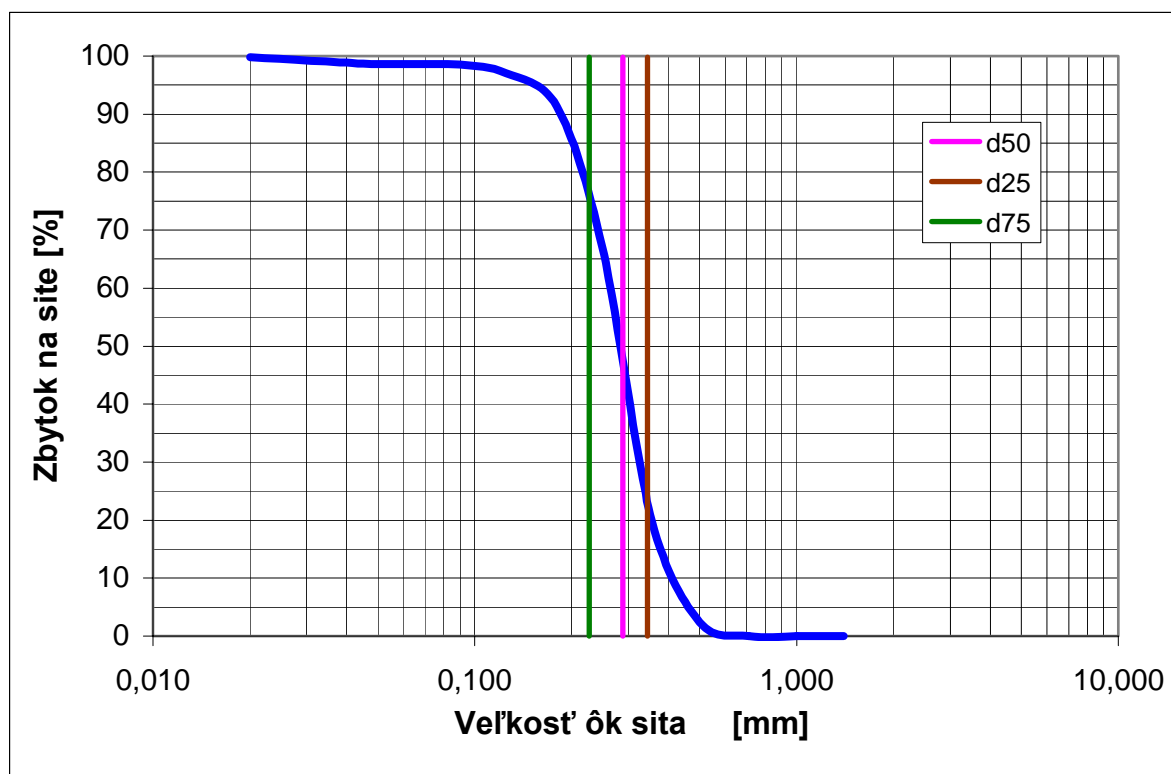
Vyplaviteľné látky [%]	0,2
ρ_s Synná obj. hmotnosť ostriva [g/cm^3]	1,606
S_{th} Teoretický povrch [cm^2/g]:	90,98
MK_{calc} Stredná veľkosť zrn [mm]	0,291
AFS	51,9
d_{50} [mm]:	0,288
d_{75} [mm]:	0,227
d_{25} [mm]:	0,344
Pravidelnosť zrnitosti ostriva $d_{75}/d_{25} * 100$	66,0
log w	60,0
log w %	55,6
Podiely ostriva pod 0,125 mm [%]	2,72
n_{th} Teoretický špecifický počet zrn [ks/g]	357017,6
S_w Špecifický merný povrch [cm^2/g]	99,735
K_h Koeficient hranatosti S_w/S_{th}	1,29

GRANULOMETRICKÝ ROZBOR SYNTETICKÉHO OSTRIVA NAIGAI CERABEAD
60/750

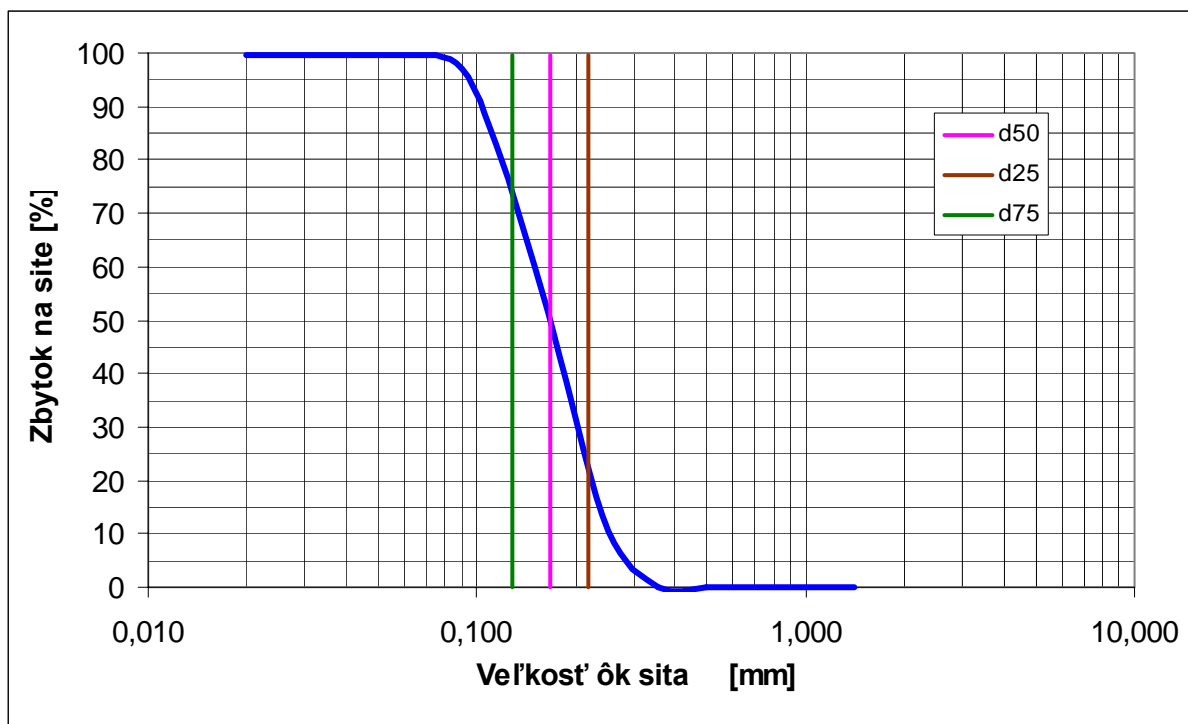
Tabuľka 2

Navážka zmesi [g]:	50		
Vyplaviteľné látky g):	0,22		
Sito [mm]	Zbytok		Súčet
	[g]	[%]	[%]
1,400	0,00	0,0	0,0
1,000	0,00	0,0	0,0
0,710	0,00	0,0	0,0
0,500	0,01	0,0	0,0
0,355	0,03	0,1	0,1
0,250	5,22	10,4	10,5
0,180	16,05	32,0	42,4
0,125	16,87	33,6	76,0
0,020	0,01	0,0	99,1
0,010	0,22	0,9	100,0
spolu	50	100	

Vyplaviteľné látky [%]	0,44
ρ_s Sypná obj. hmotnosť ostriva [g/cm ³]	1,629
S_{th} Teoretický povrch [cm ² /g]:	143,30
MK_{calc} Stredná veľkosť zrn [mm]	0,175
AFS	81,7
d_{50} [mm]:	0,168
d_{75} [mm]:	0,128
d_{25} [mm]:	0,219
Pravidelnosť zrnitosti ostriva $d_{75}/d_{25} * 100$	58,4
log w	60,7
log w %	56,3
Podiely ostriva pod 0,125 mm [%]	23,30
n_{th} Teoretický špecifický počet zrn [ks/g]	235374,4
S_w Špecifický merný povrch [cm ² /g]	154,103
K_h Koefficient hranatosti S_w/S_{th}	1,075406



Obr. 1. Súčtová krivka zrnitosti kremenného ostriva Štandard



Obr. 2. Súčtová krivka zrnitosti syntetického ostriva Naigai Cerabead 60/750

Ďalšie parametre charakterizujúce ostrivo je možné získať analyticky z nameraných údajov (tab. 3) Napr. v angloamerickej literatúre je uvádzané ako kritérium hodnotenia číslo zrnitosti ostriva podľa AFS. Je to teoretický počet ôk sít na štvorcový palec, ktoré by prepustilo celú skúšobnú vzorku v prípade homogénnej veľkosti zrna.

Podľa tab. 1, 2 a lit. [4] možno zhodnotiť vlastnosti skúšobných porovnávaných formovacích zmesí s bentonitom SABENIL 50 o obsahu 7 % -hm. a s ostrivami:

- a) kremenný piesok Štandard,
- b) syntetické ostrivo - $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ Naigai Cerabead 60/750.

Skúšky boli vykonané podľa ČSN 72 1077 [6] a podľa metodiky KERAMOST, a.s.

Technologické skúšky porovnávaných zlievarenských zmesí boli vykonané v akreditovanom laboratóriu KERAMOST, a.s. závod Obrnice. Výsledky sú uvedené v tab. 3. Skúšobná zmes s ostrivom Cerabead 750 v porovnaní so štandardným ostrivom vykazuje zvýšenie nasledujúcich vlastností: ubíjateľnosť (1,11x), pevnosť v tlaku (väznosť za surova) (1,17x), pevnosť v strihu (1,27x), pevnosť v rozštepe (1,38x), pomer pevnosti v rozštepe a väznosti (1,2x), pevnosť v kondenzačnej zóne (1,24x). Naproti tomu zmes s ostrivom Cerabead 750 vykázala podstatne nižšiu priedušnosť o (0,45x), čo je zapríčinené v dôsledku jej vyššej ubíjateľnosti (1,11x), značne vyššieho podielu častíc o veľkosti < 0,125 mm o (8,3x), vyššieho podielu vyplaviteľných látok o (2,2x) a menšej hodnote d_{50} o (0,58x).

VÝSLEDKY SKÚŠOK POROVNÁVANÝCH ZLIEVARENSKÝCH ZMESÍ S OSTRIVAMI CERABEAD 750 A ZLIEVARENSKÉHO PIESKU ŠTANDARD

Tabuľka 3

	Skúšky zlievarenských zmesí	Jednotky	Cerabead 750	Piesok Štandard
1	vlhkosť zmesi	%	2,85	2,95
2	ubíjateľnosť	%	59	53
3	pevnosť v tlaku	kPa	118	101
4	pevnosť v strihu	kPa	33	26
5	pomer v rozštepe	kPa	29	21
6	pomer štep / väznosť		0,24	0,2
7	pevnosť v kondenzačnej zóne	kPa	4,1	3,3
8	hmotnosť skúšobného valčeka	g	153,5	142,7
9	priedušnosť	n.j.p.	107	240

Zhodnotenie vplyvu vlastností ostrív CERABEAD a ŠTANDARD na kvalitu povrchu odliatku

Základnou zložkou kremenného ostriva Štandard je oxid kremičitý SiO_2 . Jeho teplota tavenia je 1700°C . Nevýhodou je, že prechádza polymorfnými premenami, ktoré sa prejavujú nepriaznivými objemovými zmenami a tým poruchami celistvosti formy. Kremenný piesok môže reagovať so zásaditými látkami, pričom spravidla vznikajú nízkotavitelné zlúčeniny napr. $2\text{FeO}\cdot\text{SiO}_2$, $\text{MnO}\cdot\text{SiO}_2$. Sitový rozbor uvedeného piesku je na obr. 1.

Ostrivo Cerabead 750 je sférický, tepelne odolný, umelo vyrobený materiál, ktorý má rovnomernú štruktúru pozostávajúcu z "mulitových" krištáľov ($3\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 2\text{SiO}_2$). Na rozdiel od prírodných materiálov sa dá kontrolovať kvalita a zloženie tohto ostriva. Medzi jeho výhody patrí vysoká tepelná odolnosť (1825°C), malá tepelná rozťažnosť, výborná tekutosť, vysoká odolnosť voči tečeniu a tepelnému šoku. Ostrivo je chemicky neutrálne. Na obr. 2 je sitový rozbor ostriva Cerabead. Podľa údajov výrobcu je Cerabead výhodnejší aj z hľadiska pevnostných charakteristík (pevnosť v tlaku, v strihu, v rozštepe), čo dokazuje aj náš experiment (tab. 3).

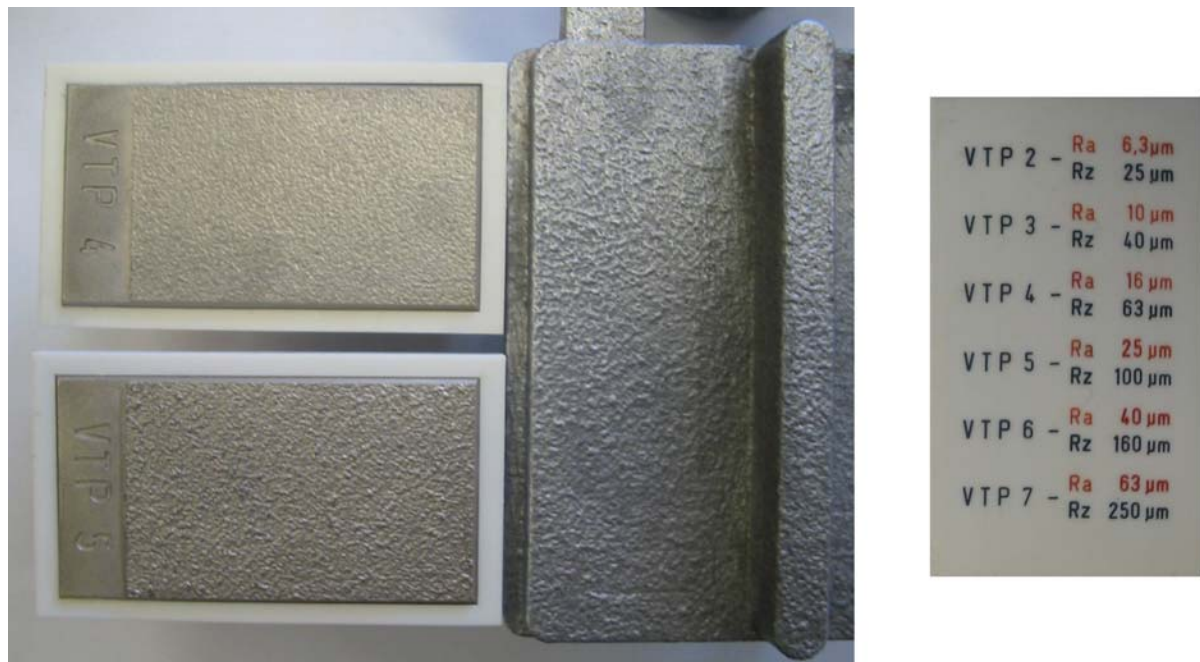
Hodnoty údajov získaných z granulometrického rozboru oboch ostrív sú uvedené v tab. 1 a tab. 2. Z hodnoty stredného zrna d_{50} vyplýva, že jemnejšie zrno má ostrivo Cerabead, ktoré vyniká aj vysokou pravidelnosťou zrnitosti ostriva (nižšia hodnota podielu d_{75}/d_{25}). Naopak hrubšie zrno má piesok Štandard, ktorý má aj vysokú nepravidelnosť zrnitosti ostriva. Uvedenú skutočnosť potvrdzuje aj hodnotenie pomocou čísla zrnitosti podľa AFS. Pre Cerabead je hodnota AFS vyššia, čo značí priaznivejšiu zrnitosť - nižšiu hodnotu zrnitosti. Taktiež podiel častíc pod $0,125\text{ mm}$ je pri piesku Štandard $2,72\%$, čo je podstatne menej ako pri piesku Cerabead ($23,3\%$).

Súčtová krivka zrnitosti piesku Štandard je vzhľadom k súčtovej krivke piesku Cerabead 750 posunutá mierne vpravo, čo je tiež znakom hrubozrnnosti tohto ostriva (väčšia časť frakcií sa zachytávala na sítach s väčším priemerom oka).

Z daných skutočností je možné predpokladať, že lepšiu kvalitu povrchu odliatku bude dávať ostrivo Cerabead. Hlavným dôvodom je jeho nižšia a pravidelnejšia zrnitosť vzhľadom k piesku Štandard.

Na obr. 3 je skúšobný odliatok z hliníkovej zliatiny AlSi7CuMg odliaty do formovacej zmesi vyrobenej metódou Sigmaset 8100/8200 s použitím ostriva Cerabead 950, pričom

forma pre skúšobný odliatok bola vyrobená metódou bezmodelového formovania. Orientačná drsnosť povrchu odliatku bola určená vizuálnym porovnávaním so vzorkovnicou drsnosti povrchu odliatkov na hodnotu $Ra=25 \div 40 \mu\text{m}$.



Obr. 3. Vyhodnotenie kvality povrchu odliatku pomocou vzorkovnice drsnosti povrchu odliatkov (zv. 0,9x)

Nižšiu hodnotu drsnosti a tým aj lepšiu kvalitu povrchu odliatku je možné dosiahnuť použitím vhodného náteru formy. Významný vplyv má aj druh a množstvo použitého spojiva formovacej zmesi, ako aj typ a chemická čistota odlievaného materiálu.

VEĽKOSTNÉ ROZDELENIE ČASTÍ SYNTETICKÉHO OSTRIVA CERABEAD V (%)

Tabuľka 4

Číslo sita USA [Mesh]	36	50	70	100	140	200	280	> 280	Číslo zrnitosti podľa AFS
Veľkosť ôk sita [μm]	425	300	212	150	106	75	53	< 53	
Typ ostriva	Veľkostné rozdelenie častíc ostriva [%]								
1. # 400	16,9	66,4	15,9	0,8					40,1
2. # 500	8,3	35,0	28,8	21,1	6,3	0,6			52,7
3. # 550	5,6	25,8	33,9	26,2	7,8	0,7			56,1
4. # 650		3,3	39,8	42,8	12,7	1,4			65,8
5. # 750		2,3	26,6	36,1	26,8	7,2	0,9		78,3
6. # 850		2,2	26,0	34,4	18,1	13,7	4,8	0,8	85,6
7. # 950		0,9	12,0	16,7	52,6	16,1	1,8		96,7
8. # 1450				3,8	75,3	18,3	2,6		108,7
9. # 1700					1,3	65,1	29,5	4,2	155,5

Záver

S použitím ostriva s lepšími granulometrickými charakteristikami v kombinácii s vhodným spojivom a náterom formy je možné dosiahnuť vysokú kvalitu povrchu odliatku aj pri klasickom odlievaní do pieskovej formy. Pre tento účel sú výhodné umelo vyrobené (syntetické) ostrivá napr. typu Cerabead, ktoré sa dodávajú v deviatich veľkostiach podľa tab. 4. Významný vplyv na výslednú kvalitu povrchu formy a tým následne aj povrchu odliatku má aj technológia výroby danej formy. Medzi nové progresívne metódy patrí aj metóda bezmodelového formovania, pri ktorej sa tvar dutiny formy vytvorí CNC riadenou frézovačkou pomocou obrábacích nástrojov (fréz) priamo do pieskovej disperznej formovacej zmesi. Tento spôsob výroby formy dáva z hľadiska kvality výsledného povrchu odliatku minimálne porovnateľné výsledky ako klasické formovanie na model pri použití rovnakých formovacích zmesí.

Zoznam bibliografických odkazov:

- [1] RUSÍN, K. et al. *Slévarenské formovací materiály*. Praha: STNL, 1991.
- [2] MAKOVNÍK, J. *Nekonvenčné spôsoby výroby odliatkov*. Bratislava: SVŠT, 1984.
- [3] RUSÍN, K., FIALA, A., OMASTA, B. *Měření jakosti formovacích hmot*. Praha: STNL, 1976.
- [4] DUDA, J. Zpráva Keramost, a.s. Most, závod Obrnice, 2004.
- [5] Firemný prospekt: NAIGAI CERABEADS 60, ITOCHU CERATECH CORP. Japan, 2005.
- [6] ČSN 72 1077 *Stanovení hlavních technologických vlastností slévarenských jílových pojiv*
- [7] STN 01 5030 *Stanovenie zrnitosti sitovým rozborom*
- [8] BARÉNYI, I., MÄSIAR, H., LYSÁK, A. Vplyv vlastností vybraných zlievárenských ostrív na kvalitu povrchu odliatku. In *Medzinárodná vedecká konferencia Funkčné povrchy 2005*. Trenčín, 2005, s. 165 - 169. ISBN 80-8075-064-5