

Z. JANJUŠEVIĆ<sup>1</sup>, Z. GULIŠIJA<sup>1</sup>  
 M. MIHAILOVIĆ<sup>1</sup>, A. PATARIĆ<sup>1</sup>  
 Z. KARASTOJKOVIĆ<sup>2</sup>, Z. KOVAČEVIĆ<sup>3</sup>

Originalni naučni rad  
 UDC:621,742.45.043

## Uticaj dodavanja aktivnih komponenti kalupnoj mešavini na površinu odlivaka

*Od vrste i kvaliteta kalupne mešavine odnosno njenog ponašanja u dodiru sa stopljenim metalom u realnim uslovima najviše zavise intenzitet, i uopšte razvoj, pojedinih procesa na graničnoj površini dodira metal-kalup.*

*Značajno mesto u odigravanju procesa međusobnog delovanja livačkih kalupa i tečnog metala pored hemijskog, mineralnog sastava peska, vrste vezivnog sredstva imaju i dodaci kalupnim mešavinama. Ovi dodaci, tj aktivne komponente, uslovljavaju određene promene na povišenim temperaturama u samoj mešavini kao i njeno reagovanje sa površinskim slojem tečnog metala.*

*Cilj ispitivanja je bio da se vidi u kolikoj meri sastav kalupne mešavine sa i bez dodatih-aktivnih komponentata utiče na površinu odlivaka.*

**Ključne reči:** odlivak, površina, livenje, kalup, pesak, dodaci

### UVOD

Zahtevi korisnika odlivaka u pogledu kvaliteta površine istih postaju svakim danom sve oštriji.

Kvalitet površine odlivaka dobijenih livenjem u pesku karakteriše prisustvo nemetaličnih materijala u vidu zapečenosti, zatopljenosti, podkorošenosti i slično (1-7). Navedeni površinski nedostaci produžavaju vreme čišćenja i mašinske obrade odlivaka.

Uopšte kvalitet površine odlivaka zavisi od kvaliteta površine kalupa, sposobnosti metala da reprodukuje ovu površinu i procesa uzajamnog delovanja metala i kalupa(8-12).

Da bi se traženi kvalitet površine odlivaka postigao između ostalog potrebno je sastaviti kalupnu mešavinu koja to omogućuje (1,10,11). Zato je i cilj

rada bio dobiti kvalitetan odlivak tako što će se oslabiti veza odlivaka sa kalupom. Ovo je urađeno oksidacijom žilica metala koji penetrira u kalup, a time i stvaranjem na površini kalupa podeonog među sloj silikata koji poseduje malu adheziju ka odlivku.

### EKSPERIMENTALNI DEO

U cilju proučavanja i sagledavanja uticaja dodatih komponenti kalupnoj mešavini na površinu odlivka, izvršena su određena ispitivanja. Eksperimenti su izvođeni u laboratorijskim i industrijskim uslovima na čeliku iz proizvodnog programa livnice čeličnog liva. Eksperimentalni odlivak je bio oblika cilindra dimenzija 0,038x0,060m, hemijskog sastava datog u tabeli 1.

Tabela 1 – Hemijski sastav liva

Element	C	Mn	Si	Cr	P	S	Al
%	1.28	10.08	0.38	1.56	0.028	0.018	0.054

Temperatura livenja kretala se u intervalu 1580-1605°C, a početna temperatura kalupa i njegove spoljne površine bila je temperatura okoline (~ 20°C).

Eksperimenti su izvedeni u kalupima izrađenim po CO<sub>2</sub> postupku. Kalupna mešavina bila je sastavljena od:

1. kvarcnog peska hemijskog sastava datog u tabeli 2,
2. vodenog stakla modula 2,8 i gustine 1.55 g/cm<sup>3</sup>,
3. natrijum sulfata, i
4. aktivnih komponenti.

Adrese autora: <sup>1</sup>Institut za tehnologiju nuklearnih i drugih mineralnih sirovina, Beograd, Franše d'Eperea 86, <sup>2</sup>Viša tehnička škola, Novi Beograd, Bul. Avnoja 152a, <sup>3</sup>Institut za ispitivanje materijala, Beograd, Bul. vojvode Mišića 43

Rad primljen: 10. 08. 2011.

Granulometrijski sastav kvarcnog peska određen je na sistemu sita otvora: 1,00 do 0,16 mm (DIN 1171) pri količini probe uzete od 100 gr, srednja izmerena veličina zrna je 0,30 mm, a zaobljenost zrna data je u tabeli 3.

Tabela 2 – Hemijski sastav kvarcnog peska

Vrsta peska	Sadržaj u %							Gubitak žarenja %
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	MnO	CaO	
KS - 03	97-98	2-1	0,3-0,2	0,1	0,3-0,02	0,1	trag	0,48

Tabela 3 – Oblik zrna

Oblik	Uglasta	Poluuglasta	Poluzaobljena	Zaobljena	Dobro zaobljena
Procenat	10	5	30	30	25

Kao aktivne komponente korišćeni su oksidi titana i magnezijuma, TiO<sub>2</sub> i MgO. Takođe, korišćen je i natrijum sulfat kao stalno prisutna komponenta u kalupnoj mešavini. Ove dodatne-aktivne komponente binarni sistem Na<sub>2</sub>O- SiO<sub>2</sub>, prevode u ternarni sistem Na<sub>2</sub>O-SiO<sub>2</sub>-M<sub>x</sub>O<sub>y</sub> sa većom viskoznošću i površinskim naponom. Ove aktivne komponente se usled toplotnog dejstva u kalupu za vreme procesa livenja, očvršćavanja i hlađenja odlivka razlažu, oslobađajući gasovite produkte reakcija i vodenu paru iz hemijski vezane vlage, a što dopunski utiče na proces oksidacije žilica metala, a samim tim i na stvaranje novih minerala u kontaktnoj zoni metala i kalupa (7,8).

#### REZULTATI I DISKUSIJA

U cilju utvrđivanja uticaja aktivnih dodataka, dodatih kalupnoj mešavini, na mehaničke karakteristike

kalupa, izvršeno je ispitivanje čvrstoće na pritisak, smicanje, kidanje, cepanje i savijanje. Takođe, izvršena su ispitivanja na gasnu propustljivost i uticaj vlage. Ispitivanja su izvršena na standardnim uzorcima (epruvetama), predviđenim za ovaj vid ispitivanja. Uzorci su prođuvavani sa CO<sub>2</sub> gasom pod pritiskom od 1,013 bara i sa vremenom uduvanja od 45 sekundi. Rezultati ispitivanja su dati kao prosečne vrednosti merenja na tri epruvete od iste mešavine u tabelama 4 i 5.

Dobijeni rezultati prikazani u tabelama 4 i 5 pokazuju da kod kalupa sa dodatkom aktivnih komponentata gasna propustljivost blago raste, a takođe, dolazi i do neznatnih promena posmatranih mehaničkih karakteristika.

Tabela 4 - Ispitivanje uticaja jednodokomponentnih aktivnih dodataka na mehaničke osobine kalupa

		vlaga, %	propust. m <sup>2</sup> /Pa·s	čvr. prit. dN/mm <sup>2</sup>	čvr. smic. dN/mm <sup>2</sup>	čvrstoća na savijanje dN/mm <sup>2</sup>				čvr. kid. dN/mm <sup>2</sup>	cepanje dN/mm <sup>2</sup>	osiplj %
Bez dodat. aktivna Komp.		2,5	280	> 20	6,6	9	10	13	13	8	5,8	0,07
Dodata aktivna komponenta						2 h	4 h	6 h	24 h			
Vrsta	Količina											
TiO <sub>2</sub>	0,05	1,90	290	>20	8,6	8	10	11	14	9,0	8,2	0,025
TiO <sub>2</sub>	0,10	2,30	300	>20	9,2	10	12	13	14	12,0	8,8	0,020
TiO <sub>2</sub>	0,15	1,90	300	>20	9,7	9	12	14	16	12,2	8,8	0,020
TiO <sub>2</sub>	0,20	2,50	310	>20	10,0	8	12	16	16	12,3	8,8	0,030
TiO <sub>2</sub>	0,25	2,05	320	>20	12,0	12	12	16	17	12,6	9,3	0,028
TiO <sub>2</sub>	0,30	2,40	320	>20	14,0	13	13	18	19	12,8	10,0	0,020
TiO <sub>2</sub>	0,50	2,40	380	>20	16,0	<8	14	19	21	12,8	11,0	0,020
MgO	0,05	1,90	310	>20	12,8	<8	8	13	18	12,2	8,3	0,070
MgO	0,10	1,95	320	>20	13,0	<8	11	11	25	13,2	10,2	0,080
MgO	0,15	1,95	320	>20	13,4	<8	9	10	26	13,7	10,8	0,070
MgO	0,20	2,00	320	>20	13,5	8	8	8	26	14,0	11,4	0,050
MgO	0,25	2,10	320	>20	14,0	9	5,5	10	28	14,1	12,7	0,070
MgO	0,30	2,05	320	>20	15,2	10	9	9	30	12,2	13,3	0,090
MgO	0,50	2,00	380	>20	15,8	<8	10	10	31	10,0	12,8	0,080

Tabela 5 - Ispitivanje uticaja dvokomponentnih aktivnih dodataka na mehaničke osobine kalupa

dodate aktivne komponente		vlaga (%)	prop. m <sup>2</sup> /Pas	čvrstoća na dN/mm <sup>2</sup>			čvrstoća savijanja dN/mm <sup>2</sup>				Cepanje dN/mm <sup>2</sup>	Osipljivost %
vrsta	količina %			prit.	smic	kid.	2 h	4 h	6 h	24 h		
TiO <sub>2</sub> + MgO	0,5 + 0,5	2,1	420	>20	7,0	7,0	9,0	9,0	10,0	10,0	5,4	0,04
TiO <sub>2</sub> + MgO	0,5 + 0,05	2,2	350	>20	9,8	8,4	9,0	10,0	10,0	16,5	6,0	0,01
TiO <sub>2</sub> + MgO	0,05 + 0,5	1,6	360	>20	12,0	8,0	9,5	12,0	13,0	16,0	9,4	0,02
TiO <sub>2</sub> + MgO	0,05 + 0,05	2,0	390	>20	15,0	11,9	8,0	8,0	9,0	21,5	10,6	0,01

Kod kalupa izrađenih od kalupne mešavine bez aktivnih komponenata penetracijom tečnog metala u pore kalupa, nakon očvršćavanja, obrazuje se veoma teško odvojiv prigor, zonalna struktura kalupa ne postoji i ne vidi se granica razdvajanja metala i kalupa (slika 1a). Mikroskopska analiza u ovom slučaju upućuje na prisustvo male količine staklaste materije u kori magnetita. Kod kalupa kod kojih su korišćene aktivne komponente vidi se čista površina odlivka bez nalepaka i prigora (slika 1b).



Sl. 1a)



Sl. 1b)

Slika 1 - Izgled površine odlivka

## ZAKLJUČAK

Eksperimentalni rezultati ukazuju da se dodatkom kvarcnom pesku posmatranih aktivnih komponenti:

1. eliminiše pojava zatopljenog i zapečenog peska,
2. nisu primećene greške kao što su nalepci, žile i slično,
3. uvođenjem u sastav kalupnih mešavina dodataka koji potpomažu stvaranje "staklastog" lako odvojivog međupodeonog sloja silikata omogućuje se dobijanje čistih čeličnih odlivaka i bez upotrebe premaza za kalupe.

## LITERATURA

- [1] Z.Janjušević, Z.Gulišija, Processes on Contact Surface Between Metal-Mould in Function of Cast Quality, Monography, ISBN 978-86-82867-22-7, ITNMS, Belgrade, (2009), 144.
- [2] Vasin Ю.Р., Rasulov А.Я., Okisliteli novye protivprigarnye materialy, Южно уральское книжное издательство, Челябинск, (1969), 6 - 61.
- [3] Babuškin I.V., Matveev M.G., Petrosyan P.O., "Termodinamika silikatov", Strojizdat, Moscow, (1986).
- [4] Kočovski B., "Founding Theory", Belgrade Publishing Bureau, Belgrade, (1972).
- [5] SRPS, Steels and Steel Cast, Institute for Standardization, II edition, Belgrade, 2007.
- [6] Kukolev G.V., Hemia kremnia i fizičeskaja Himia silikatov, Moscow, (1966).
- [7] Janjušević Z, Gulišija Z, Radosavljević S., Mihailović M., The Influence of Metal-Mould Interface Phenomena on the Quality of Casting Surface, Science of Sintering, 32, 2, (2000), 81-90.
- [8] Janjušević Z, Gulišija Z, Radosavljević S., Aćimović Z., A Contribution to Study of Processes on the Steel Cast-sand Mould Contact Surface During Casting, Materials Letters, (2000), 235-241.
- [9] Belminkin S.D., Lapin V.V., Toropov A.N., "Fiziko-himičeskie sistemy silikatnoj tehnologii", Metallurgizdat, Moscow, (1974), 146 - 173.
- [10] Janjušević Z, Gulišija Z, Radosavljević S., Kočovski B, Kovačević K, "K voprosu izučenia processa v kontaktnoj zone metal-forma", Litejnoe proizvodstvo, (1997).
- [11] Janjušević Z, Gulišija Z, Pavlović Lj, Aćimović Z, Karastojković Z, Physical-Chemical Processes on Metal-Mould Contact Surface, YUCOMAT 99, Herceg Novi, (1999), 168.
- [12] Pepelicin V.A., "Osnovi tehničkoj minerali i petrografii, Nedra, Moscow, (1987).

**ABSTRACT****INFLUENCE OF ACITIVE COMPONENTS ADDITION TO MOULD MIXTURE ON THE CASTINGS SURFACE**

*The intensity, and overall development of individual process on the metal-mould interface depend on the type and quality of mould mixture or its behaviour in contact with the melted metal in real conditions.*

*Important role in interaction between foundry moulds and liquid metals, in addition to chemical and mineral composition of sand, and a type of binding material, play also additives for mould mixtures. These additives, i.e. active components, provided some changes at elevated temperatures inside the mixture, as well as its reaction with the surface layer of liquid metal.*

*The aim of this investigation was to determine how the composition of the mould mixture with and without active components affect the surface of castings.*

**Key words:** casting, surface, foundry, mould, additives

Paper received: 10. 08. 2011.

Scientific paper