

Primerjava različnih keramičnih peskov: pot (ali poti) do okolju prijazne in stroškovno ugodne livarske rešitve

Comparison of various ceramic sands: a way (or ways) to an environmentally friendly and cost-beneficial foundry solution

Povzetek

Keramični pesek je postal sestavni del livarskih postopkov. Vendar je pomembno vedeti, kako pravilno izbrati in uporabiti keramični pesek za določeno vrsto uporabe. Keramični pesek se glede na vrsto proizvodnje deli v dve glavni skupini, in sicer na sintrani in taljeni. Različne vrste proizvodnje prinašajo različne lastnosti keramičnega peska, s tem pa se razlikujejo tudi možnosti njegove uporabe v livarski industriji. Ker so keramični peski umetno izdelani, je treba posebno pozornost nameniti njihovi kemijski sestavi in vsebnosti nečistoč. Glavne nečistoče v keramičnem pesku so oksidi železa in titana, ki najbolj vplivajo na manjšo ognjevzdržnost, poslabšanje lastnosti in možnost ponovne uporabe v livarskem proizvodnem procesu.

Ena glavnih prednosti keramičnega peska je nedvomno majhen toplotni raztezek, ki je skoraj nič. To obnašanje omogoča uporabo keramičnega peska za izdelavo zelo tankih in dolgih kanalnih jeder, medtem ko večina drugih peščenih jeder počni in ustvari napake, ki jih je težko odpraviti. Jasno je, da ima kremenčev pesek največji toplotni raztezek, ki je povezan z raztezkom kremenca, vendar ima taljeni keramični pesek večjo nagnjenost k deformaciji kot sintrani pesek. Razlog za večjo stabilnost sintranega peska je povezan z manjšo toplotno prevodnostjo in bolj hrapavo površino zrn peska, zato lahko smola dlje časa ohranja odpornost v vročem stanju kot pri taljenem keramičnem pesku, ki ima večjo toplotno prevodnost in steklasto površino in smola hitreje izgore, jedro pa izgubi odpornost v vročem stanju, kar povzroči njegovo deformacijo.

Taljeni keramični pesek je cenjen zaradi majhnih potreb po odmerjanju veziva. Ta lastnost je posledica steklaste površine in oblike zrna, ki je blizu popolne krogle in ima tako najmanjšo možno površino. Zaradi steklaste površine ima taljeni keramični pesek manjšo vpojnost veziva v primerjavi s sintranim keramičnim peskom, katerega površina je hrapava in ima veliko izboklin. Steklasta površina in večja toplotna prevodnost taljenega keramičnega peska pa vplivata na manjšo termostabilnost mešanic iz taljenega keramičnega peska. Taljeni keramični pesek je približno 20 % gostejši od sintranega keramičnega peska in kremenčevega peska, zato pri fiksnem masnem deležu veziva taljeni keramični pesek porabi 20 % več veziva.

Za učinkovito uporabo keramičnega peska si morajo livarne po najboljših močeh prizadevati za regeneracijo materiala zaradi njegove visoke trpežnosti, saj pri uporabi namesto keramičnega kremenčevega peska v livarni zdrži več kot 10-krat dlje. Zamenjava kremenčevega peska s keramičnim peskom pomaga livarnam znatno zmanjšati vsebnost vdihljivega kristalnega silicijevega dioksida, zmanjšati nakup novega peska na najnižjo potrebno količino ter močno zmanjšati odlaganje uporabljenega peska in prahu. Keramični

pesek ima poleg vseh prednosti zaradi večje učinkovitosti, tudi okoljske in celo ekonomske prednosti v primerjavi z običajno uporabo kremenčevega peska, saj omogoča večkratno uporabo.

Ključne besede: keramični pesek, sintrani pesek, taljeni pesek, toplotna razteznost, regeneracija

Abstract

Ceramic sands have become an integral part of foundry processes. However, knowing how to choose and use ceramic sand correctly for a specific application is important. Ceramic sands are divided into two main groups according to the type of production, namely sintered and fused. Different types of production bring different properties of ceramic sands and the possibilities of its use in the foundry industry will also differ. Because ceramic sands are artificially made, concerted attention should be given to their chemical composition and content of impurities. Major impurities in ceramic sands are oxides of iron and titanium which have the biggest impact on lowering refractoriness, deterioration, and the possibility of repeated use in the foundry production process.

One of the main advantages of ceramic sand is undoubtedly the low thermal expansion, almost zero. This behavior allows the use of ceramic sands to produce very thin and long channel cores where most of the other sand cores crack and create defects that are difficult to repair. It's clear that silica sand has the highest thermal expansion connected with quartz expansion, however, fused ceramic sands have a higher inclination to be deformed than sintered sand. The reason sintered sand is more stable is correlated with low thermal conductivity and rougher sand grain surface so the resin can maintain hot strengths longer than fused ceramic sands which have a higher thermal conductivity and with a glassy surface the resin burns out faster reducing the core hot strength which leads to deformation of the core.

Fused ceramic sands are valued due to the low requirement for binder dosage. This property is due to the glassy surface and shape of the grain, which is close to a perfect sphere and thus has the smallest possible surface area. Due to the glassy surface, fused ceramic sands have a lower absorbency of the binder compared to sintered ceramic sands, where the surface is rough and has many protrusions. However, the glassy surface of fused ceramic sands and the higher heat conductivity of these sands lead to lower thermostability of mixtures made by fused ceramic sands. Fused ceramic sands are about 20% denser than sintered ceramic sand and silica sand, so when binder wt % is fixed, fused ceramic sand uses 20% more binder.

To effectively use Ceramic sand, foundries should do their best to recover and reclaim the material due to its high durability, when used in place of silica ceramic sand lasts more than 10 times longer in the foundry. Replacement of silica sand with ceramic sand helps foundries considerably reduce levels of respirable crystalline silica, reduce the purchase of new sand to a minimum, and significantly reduce disposal of used sand and dust. Together with all the performance benefits of ceramic sand, its repeated use is environmentally and even economically beneficial compared to the conventional use of silica sand.

Keywords: Ceramic sand, sintered sand, fused sand, thermal expansion, reclamation

1 Uvod in razlaga umetnih keramičnih peskov

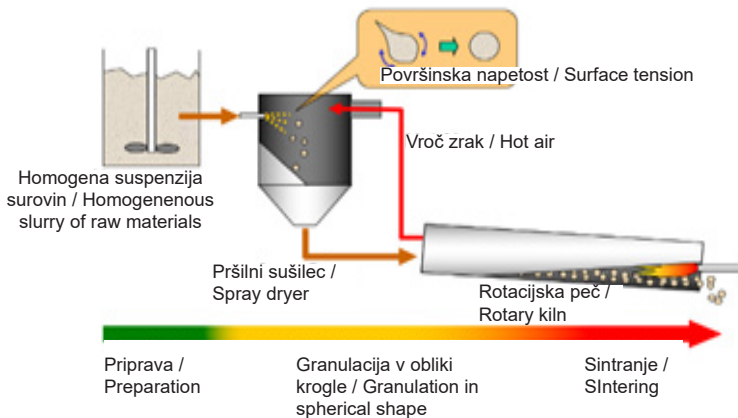
V svetovnem livarstvu se uporablja več vrst umetnih keramičnih peskov, katerih glavna sestavina je aluminijev oksid. Ti keramični peski se razlikujejo glede na surovino in način proizvodnje. Najpogostejša proizvodna postopka sta sintranje in taljenje (Slika 1 in Slika 2).

Pri teh dveh načinih pridobivanja nastajajo popolnoma različne vrste peska, njuna skupna značilnost pa je velika sferičnost zrn. Medtem ko imajo sintrani peski hrapavo površino, kot jo lahko vidimo v keramičnih izdelkih, je za taljene peske značilna gladkost, primerljiva s stekleno površino (Preglednica 1). Taljeni pesek ima stekleno strukturo, ker se talina surovin pred kristalizacijo ohladi in strdi. To pomeni,

1 Introduction and explanation of artificial ceramic sands

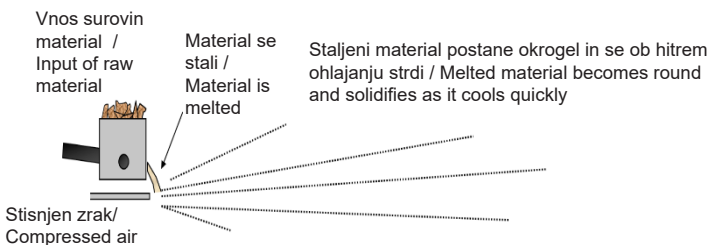
Foundry World uses several types of artificial ceramic sands which have as the main compound alumina oxide. These ceramic sands differ according to the raw material and method of production. The most common production processes are sintering and fusion (Fig. 1 and Fig. 2).

These two production methods produce completely different types of sand, however, they have in common the high sphericity of the grains. While sintered sands have a rough surface as you can see in ceramic handicrafts, fused sands are characterized by a smooth surface comparable to the glass surface (Table 1). Fused sand has a glass structure because its melt of raw material is quenched and solidified before crystallization. This means the properties



Slika 1. Eden od proizvodnih postopkov sintranega keramičnega peska

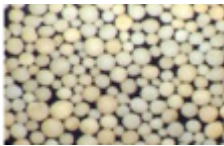


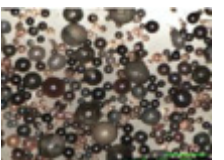


Figure 1. The one of production processes of sintered ceramic sand



Slika 2. Proizvodni postopek peščenega keramičnega peska

Figure 2. The production process of fused sand ceramic sand

Preglednica 1. Proizvodni proces sintranih in taljenih keramičnih peskov**Table 1.** The production process of sintered and fused ceramic sands

Pesek	Surovine	Priprava surovin	Oblikovanje	Sintranje
Sintran keramični pesek / Sintered ceramic sand 	Glina + čisti aluminijev oksid / Clay + Pure Alumina	Mletje in mešanje v tekoči obliki / Grind & blended in liquid form  Nadzorovana kemijska sestava in nečistoče / Controlled chemical composition & impurities	Razpršeno v tekoči obliki / Sprayed in liquid form	Sintrano v rotacijski peči pri temp. 3000 F / Sintered with rotary kiln at 3000 F  Kristali mulita (stabilni) / Mullite crystals (stable)
Taljeni keramični pesek / Fused ceramic sand 	Kateri koli črni skrilavec, glina ali boksit / Any of Aluminous shale, clay, or bauxite (Al: 70–80 %)	Staljeno z elektrodami / Melted with electrodes  Vsebnost nečistoč je odvisna od surovine / Content of impurities depends on raw material	Razpršeno v obliki taline / Sprayed in melt form	Brez procesa sintranja / No sintering process  Ni kristalizirano / Not crystallized

da se lahko lastnosti taljenega peska spremenijo, ko se zaradi toplote kristalizira.

Pri opazovanju ognjevzdržnosti z metodo Segerjevega stožca v številnih primerih sintrani in taljeni pesek v teh specifikacijskih listih kažeta podobne vrednosti. Vendar je treba ognjevzdržnosti peskov oceniti glede na to, kako peski prenašajo taljenje pri visokih temperaturah. Razmerje presejanja v preglednici 2 kaže, da je imel sintrani keramični pesek večjo odpornost proti taljenju.

Po drugi strani pa je zaradi številnih nečistoč, ki jih vsebujejo taljeni peski, njihovo razmerje presejanja kljub višji vsebnosti aluminijevega oksida nižje kot pri sintranih peskih, pri katerih sta kemijska sestava sintranega peska in vsebnost nečistoč nadzorovani. Glavni nečistoči, ki najbolj vplivata na ognjevzdržnost, sta železov oksid in titanov oksid. Ko kristalizacija med vlivanjem napreduje, je vpliv nečistoč večji, kot je razvidno iz preglednice 2. To se ne more zgoditi pri sintranem keramičnem pesku, saj se kristalizacija zaključi med proizvodnim procesom, sintrani keramični pesek pa je sestavljen iz kristalov mulita.

of fused sand can change when it receives heat to crystallize.

Observing refractoriness by the Seger cone method, in many cases, sintered sand, and fused sand show similar values in these specification sheets. However, the refractoriness of sands should be evaluated on how the sands withstand fusing under high temperatures. The sieving ratio in Table 2 indicates how sintered ceramic sand had a higher resistance to fusion.

On the other hand, due to many impurities contained in fused sands, their sieving ratio, despite the higher content of alumina oxide is lower than sintered sands, where the sintered sand's chemical composition and level of impurities are controlled. The main impurities with the highest impact on the refractoriness are iron oxide and titanium oxide. When the crystallization progresses during the pouring of casting, the influence of impurities becomes higher, as you can see in Table 2. This cannot happen to the sintered ceramic sand because crystallization is completed during the production process, and sintered ceramic sand consists of mullite crystals.

Preglednica 2. Kemijska sestava in razmerje sejanja sintranih in taljenih keramičnih peskov.**Table 2.** Chemical composition and sieve ratio of sintered and fused ceramic sands.

		Sintran keramični pesek / Sintered ceramic sand	Taljeni keramični pesek 1 / Fused ceramic sand 1	Taljeni keramični pesek 2 / Fused ceramic sand 2	Taljeni keramični pesek 3 / Fused ceramic sand 3	Taljeni keramični pesek 4 / Fused ceramic sand 4	Taljeni keramični pesek 5 / Fused ceramic sand 5
Kemijska sestava % / Chemical composition %	SiO ₂	36,49	20,35	16,96	19,72	32,88	55,38
	Al ₂ O ₃	60,73	71,02	76,99	73,01	61,29	5,66
	Fe ₂ O ₃	1,14	2,67	1,66	1,82	1,28	7,27
	TiO ₃	0,44	3,11	3,09	2,94	2,59	0,04
	CaO	0,21	0,37	0,25	0,3	0,66	4,85
	MgO	0,08	0,32	0,03	0,08	0,08	21,96
	K ₂ O	0,13	1	0,21	1,11	0,2	0,1
	Na ₂ O	0,23	0,11	Tr.	Tr.	0,1	0,16
	P ₂ O ₅	0,31	0,08	0,07	0,06	0,14	Tr.
	ZrO	—	—	—	—	—	—
Skupaj / Total	99,76	99,03	99,26	99,04	99,22	95,42	
AFS GFN		86,1	74,7	76,7	85,15	80,65	58,83
Razmerje presejanja % 1. 30 minut segrevanja pri 1600 °C (2900 °F) 2. Presejano z mrežo velikosti 6 3. Izmerjen % zrn, ki so prestala Sieving ratio % 1. Heated at 1600 °C (2900 F) for 30 minutes 2. Sieved with 6 mesh 3. Measured % of grains that had passed	Novo (ni segrevano) / New (not heated)						
	Enkrat segrevano / Heated once	98,5	18,7	Popolnoma stalj. / Completely fused	54,5	97	Popolnoma stalj. / Completely fused
	Dvakrat segrevano / Heated twice	97,0 (98,5)	Popolnoma stalj. / Completely fused		47,9 (87,9)	85,3 (87,9)	
	Trikrat segrevano / Heated three times	96,5 (99,5)			46,9 (97,8)	79,6 (93,3)	
	Skupaj / Total % (Vsako sejanje / Each sieving v %)						
	Mikrosk. slika / Microsc. SEM image						

Manjša ognjevdždržnost taljenega peska je razvidna iz diagrama 1, ki prikazuje rezultate večkratnega segrevanja in mirovanja pri temperaturi 1600 °C v treh ciklih. Večina taljenih peskov takoj po prvem ciklu segrevanja začne izgubljati ognjevdždržnost, to poslabšanje pa se nadaljuje v naslednjih ciklih segrevanja. Nasprotno pa je v sintranem pesku ognjevdždržnost stabilna in se ne poslabša.

Lower refractoriness of fused sands is visible in Diagram 1. which shows the results of repeated heating and standing at a temperature of 1600°C for 3 cycles. Most fused sands immediately after the first heating cycle starts losing refractoriness and this deterioration continues in the following heating cycles. In contrast, however, in sintered sand, the refractoriness is stable and does not deteriorate.

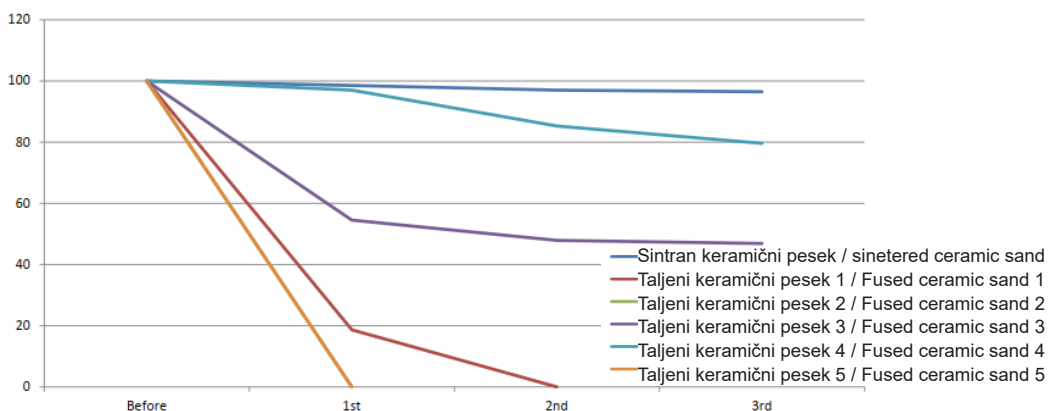


Diagram 1. Razmerje presejanja po več ciklih segrevanja

Diagram 1. Sieve ratio after several heating cycles

2 Načini Uporabe Keramičnih Peskov




V evropskih državah večina livarn uporablja keramične peske za izdelavo notranjih in kompleksnih jeder, medtem ko je zmogljivost drugih naravnih peskov nezadostna. Ena največjih prednosti keramičnih peskov je poleg visoke ognjevdzdržnosti tudi nizka toplotna razteznost, ki je skoraj nič. To obnašanje omogoča uporabo keramičnega peska za izdelavo zelo tankih in dolgih kanalnih jeder, medtem ko večina drugih peščenih jeder počni in ustvari napake, ki jih je težko odpraviti (Slika 3).

Jasno je, da ima kremenčev pesek največji toplotni raztezek, ki je povezan z raztežkom kremenca, vendar ima tudi taljeni pesek večjo nagnjenost k deformaciji kot sintran pesek. Razlog je v korelaciji med manjšo toplotno prevodnostjo sintranega peska in bolj grobo površino zrn peska, zato lahko smola dlje časa ohranja odpornost v vročem stanju kot pri taljenem keramičnem pesku, ki ima steklasto površino in s tem hitrejšo izgorevanje smole.

2 Ways to Use Ceramic Sands

In European countries, most foundries use ceramic sands to produce inner and complex cores whereas performance of other natural sands is not sufficient. One of the biggest benefits of ceramic sands except the high refractoriness is a low thermal expansion which is almost zero. This behavior allows ceramic sands to produce extremely thin and long channel cores whereas most of the other sand cores crack and create defects that are difficult to repair (Fig. 3).

It's clear that silica sand has the highest thermal expansion connected with quartz expansion, however, fused sand is more prone to deformation than sintered sand. The reason why, is due to sintered sand's correlation of lower thermal conductivity and rougher sand grain surfaces so the resin can hold hot strengths longer than fused ceramic sand, which has a glassy surface and faster resin burnout.

Jedro iz / Core made from	Deformacija / Warpage (mm)	Presek / Cross section
Sintran keramični pesek / Sintered ceramic sand	3,5	
Taljeni keramični pesek / Fused ceramic sand	12,9	
Kremenčev pesek / Silica sand	13,0	

Slika 3. Vpliv toplotnega raztezanja na deformacijo jedra

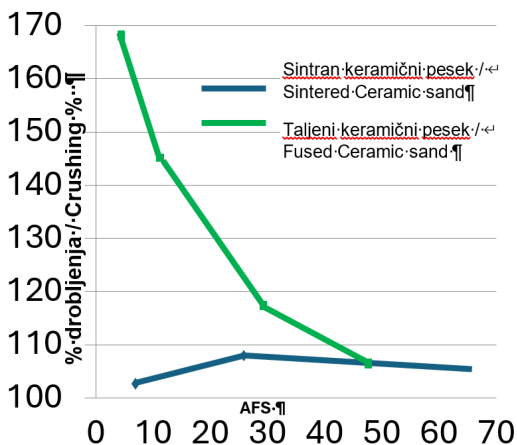
Figure 3. Influence of thermal expansion on deformation of the core

3 Keramični pesek, okolju prijazna in stroškovno ugodna rešitev za livarstvo

Za številne evropske livarne, ki uporabljajo kremenčev pesek je še vedno primerna le preprosta mehanska regeneracija peska, pri katerem se grude peska razbijejo na

3 Ceramic sand, an environmentally friendly and cost-beneficial foundry solution.

For many European foundries using silica sand using only a simple mechanical reclamation is still suitable where sand lumps are broken down to particles and dust removed during this reclamation process as shown in Figure 4 on the left side. This method is possible when the purchasing price of new sand and disposal sand is low and weak regulations from the local government. Sintered ceramic sand is a very durable material, which allows long-lasting usage in the foundry system, usually more than 10 times longer than silica sand. Together with the use of mechanical hard attrition reclamation or thermal reclamation



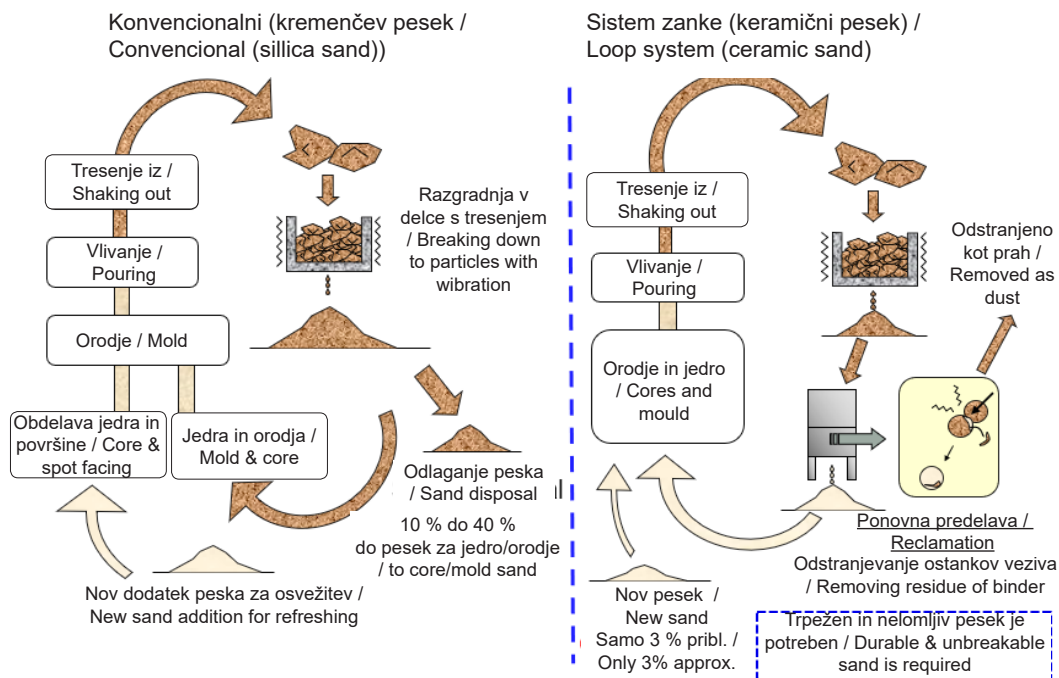
Preglednica 3. Razmerje drobljenja

Table 3. Crushing ratio

delce, prah pa se med procesom odstrani, kot je prikazano na sliki 4 na levi strani. Ta metoda je mogoča, kadar je nabavna cena novega peska in peska za odlaganje nizka in so predpisi lokalnih oblasti šibki. Sintrani keramični pesek je zelo trpežen material, ki omogoča dolgotrajno uporabo v livarskem sistemu, navadno več kot 10-krat daljšo kot kremenčev pesek. Skupaj z uporabo mehanske regeneracije s trdim drobljenjem ali termične regeneracije, ki jo lahko vidite na sliki 4 na desni strani, je lahko stopnja regeneracije med 97 in 99,5 %, če se uporablja postopek z organskim vezivom, v primerjavi s kremenčevim peskom, katerega tipična stopnja regeneracije je med 60 in 90 %. Zaradi visoke trpežnosti zrna sintranega keramičnega peska niso krhka, med ponovnim pridobivanjem pa se površina zrn gladí v primerjavi z zrni

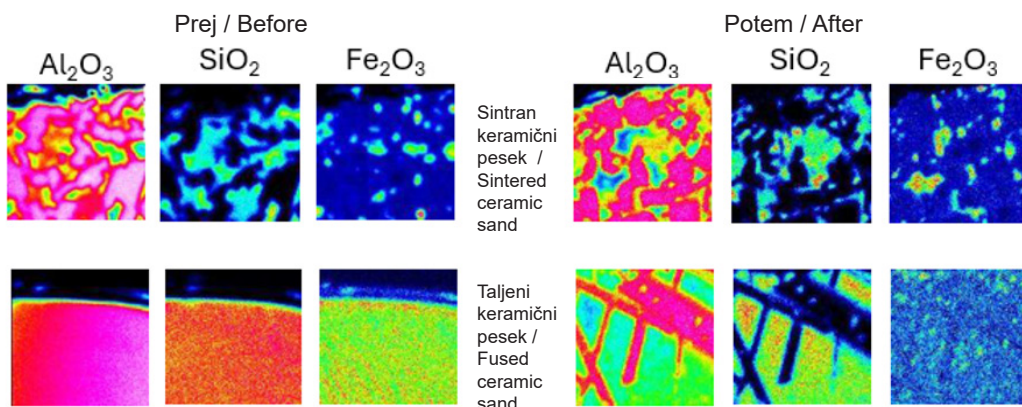
that you can see in Figure 4 on the right side, the reclamation rate could be in the range of 97 - 99,5% when the organic binder process is used compared to silica sand with a typical reclamation rate in the range of 60 - 90%. Due to high durability, sintered ceramic sand grains are not brittle, and during reclamation the surface of the grains is polished compared to fused ceramic sand grains where mainly coarser grains are crushed and go to the dust collector. This behavior is shown in Table 3 where you can see the results of mechanical attrition at the ball mill.

Fused ceramic sand after heat exposure mainly when casting steel parts starts the crystallization of glass on the surface of the sand grains compared to sintered ceramic sands where crystallization was previously done during the production phase (Figure



Slika 4. Shema regeneracije za kremenčev pesek in keramični pesek.

Figure 4. Scheme of reclamation for silica sand and ceramic sand.



Slika 5. Primerjava kristalizacije nečistoč po toplotni izpostavljenosti med sintranim keramičnim peskom in taljenim keramičnim peskom

Figure 5. Comparison of crystallization of impurities after heat exposure between sintered ceramic sand and fused ceramic sand

taljenega keramičnega peska, pri katerih se zdrobijo predvsem bolj groba zrna in gredo v zbiralnik prahu. To obnašanje je prikazano v preglednici 3 skupaj z rezultati mehanskega drobljenja v krogličnem mlinu.

Taljeni keramični pesek po toplotni izpostavljenosti predvsem pri litju jeklenih delov začne steklasta faza kristalizirati na površini peščenih zrn v primerjavi s sintranim keramičnim peskom, kjer je kristalizacija potekala že v fazi proizvodnje (slika 5). Takšno obnašanje taljenega keramičnega peska vodi v postopno slabšanje zmogljivosti, kar vpliva na slabšo kakovost ulitih delov.

Kot je navedeno zgoraj, je čas keramičnega peska v sistemu v primerjavi s kremenčevim peskom več kot 10-krat daljši, zato lahko livarne bistveno zmanjšajo nabavo novega in odlaganje rabljenega peska. Prah kristalnega silicijevega dioksida naj bi povzročal silikozo in pljučnega raka. Keramični pesek pa znatno zmanjša vsebnost vdihljivega kristalnega silicijevega dioksida in tako izboljša delovno okolje.

Evropske države so določile mejne vrednosti za kristalni silicijev dioksid, ki

5). This behavior of fused ceramic sand leads to the gradual degradation of performance, with the effect of lower quality of casted parts.

As written above, compared to silica sand, ceramic sand lasts more than 10 times longer in the system, so foundries can significantly reduce the purchase of new and disposal of used sand. Crystalline silica dust is considered to cause silicosis disease and lung cancer. However, Ceramic sand will significantly reduce the respirable crystalline dust, to improve the working environment. European countries have set limits for respirable crystalline silica in the range of 10-100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Keeping the foundry work environment below those limits while still using silica sand is barely achievable and relates to massive investments in dust extraction with uncertain results. The ceramic sands contain negligibly values of respirable crystalline, as you can see in Table 4 and Table 5, so foundries that adopted ceramic sand have passed the inspection from our experiences, securing a safe working environment for the workers in the foundry and reducing the risk of

Preglednica 4. Koncentracija vdihljivega prahu v livarni samo s sintranim keramičnim peskom (ZDA)**Table 4.** The concentration of respirable dust at the foundry using only sintered ceramic sand (U.S.)

Delovna naloga / Job Task	Skupna koncentracija vdihljivega prahu / Total Respirable Dust Concentration (mg/m ³)	Koncentracija vdihljivega silicijevega dioksida / Respirable Silica Concentration (µg/m ³)	Mejna vrednost silicijevega dioksida, ki ga je mogoče vdihniti / Limit of Respirable silica (µg/m ³)
Pregled kakovosti / Quality inspection	0,2	4,7	50
Vlivanje / Molding	0,26	11	

Preglednica 5. Koncentracija vdihljivega prahu v livarni samo s sintranim keramičnim peskom (Španija)**Table 5.** The concentration of respirable dust at the foundry using only sintered ceramic sand (Spain)

Delovna naloga / Job Task	Skupna koncentracija vdihljivega prahu / Total Respirable Dust Concentration (mg/m ³)	Koncentracija vdihljivega silicijevega dioksida / Respirable Silica Concentration (µg/m ³)	Mejna vrednost silicijevega dioksida, ki ga je mogoče vdihniti / Limit of Respirable silica (µg/m ³)
Območje vlivanja / Molding area	0,003	4	10
Območje stresanja / Shake out area	0,005	4	
Obrat za čiščenje / Cleaning shop	0,011	5	

ga je mogoče vdihniti, v razponu od 10 do 100 µg/m³. Ohranjanje delovnega okolja v livarni pod temi mejnimi vrednostmi ob hkratni uporabi kremenčevega peska je komaj dosegljivo in je povezano z velikimi naložbami v odsesavanje prahu z negotovimi rezultati. Keramični pesek vsebuje zanemarljive vrednosti vdihljive kristalne faze, kot je razvidno iz preglednic 4 in 5, zato so livarne, ki so prevzele uporabo keramičnega peska, po naših izkušnjah uspešno opravile inšpekcijski pregled, kar zagotavlja varno delovno okolje za delavce v livarni ter zmanjšuje tveganje kazni in sodnih postopkov za vodstvo in lastnike livarne.

4 Zaključek

Zaradi skoraj ničelnega toplotnega raztezanja in visoke ognjevzdržnosti

penalties and court cases for foundry management and owners.

4 Conclusion

Sintered ceramic sands can in some cases help to significantly reduce the usage of refractory wash coating due to almost zero thermal expansion and high refractoriness. This behavior together with higher flowability and compactibility improves the thermostability of the cores and molds during casting and reduces metal penetration into the surface layer of sand. Reduction of refractory wash coating has a positive impact on the working environment at the production site and cost beneficially not only by reduction of refractory wash coating itself but also reduction of demand for labor.

lahko sintrani keramični peski v nekaterih primerih pomagajo znatno zmanjšati uporabo ognjevzdržnih livarskih premazov. To obnašanje skupaj z večjo sipkostjo in zgoščenostjo izboljša termostabilnost jeder in form med litjem ter zmanjša prodiranje taline v površinski sloj peska. Zmanjšanje ognjevzdržnega premaza pozitivno vpliva na delovno okolje na proizvodni lokaciji in je stroškovno ugodno ne le zaradi zmanjšanja samega ognjevzdržnega premaza, temveč tudi zaradi zmanjšanja potreb po delovni sili.

Izboljšana kakovost površine ulitkov zmanjša stroške njihove dodelave, kar vključuje peskanje, brušenje in varjenje ulitkov. Ti postopki dodelave porabijo veliko energije in zahtevajo večje stroške dela, zato lahko že majhno zmanjšanje v tem delu proizvodnega cikla izboljša stroškovno shemo celotnega proizvodnega procesa.

Keramični peski z vsemi zgoraj navedenimi lastnostmi izboljšujejo vpliv na okolje pri proizvodnji ulitkov in zdravje ljudi. Ob uporabi ustreznega postopka regeneracije so skupni proizvodni stroški nižji kot pri ulitkih, izdelanih s formami in jedri iz kremenčevega peska. Taljeni keramični pesek ima v primerjavi s sintranim keramičnim peskom nestabilno delovanje v livarni zaradi kristalizacije steklaste faze v zrnih peska in površinske napetosti po toplotni izpostavljenosti, zaradi česar mora livarna povečati količino novega dodanega peska. Sintran keramični pesek ima po več ciklih celo boljše lastnosti kot novi, saj se nekatere izbokline na površini zgladijo in površina se zmanjša, kar pomeni manjšo količino potrebne smole.

Ko se livarna odloči za uporabo umetnih keramičnih peskov, mora najprej razumeti vse ključne parametre teh izdelkov, saj ji lahko pomagajo odpraviti številne težave v proizvodnem procesu.

The improved surface quality of castings reduces the finishing cost of casting which consists of shot blasting, grinding, and welding of castings. These finishing processes consume high energy and labor costs so even a small reduction at this part of the production cycle can improve cost calculation of the total production process.

With all the characteristics mentioned above, ceramic sands improve the environmental impact on the production of castings and human health. With the use of proper reclamation, the total production costs are lower than castings made with silica sand molds and cores. Fused ceramic sand compared to sintered ceramic sand has unstable performance in the foundry due to the crystallization of glass in the sand grains and surface tension after heat exposition which forces the foundry to increase the volume of new replenishing sand. Sintered ceramic sand has after several cycles even better characteristics than new ones because some of the protrusions at the surface are polished and surface area decreases, which leads to a reduction of resin.

When a foundry decides to use any artificial ceramic sands, it should understand all the key parameters of these products in the first place, because they can help the foundry to solve many issues within the production process.

References

- M. Matsubara, JACT Technical report No. 14-27, (2003)
- M. Matsubara, JACT 2001 Autumn Congress, (2001)
<https://www.itc-cera.co.jp/english/prod/index.html>
- Internal results of investigation at Itochu Ceratech Corporation