

REGENEROVANIE BENTONITOVÝCH ZMESÍ

RECLAMATION OF THE BENTONITE MOULDING MIXTURES

Zuzana ADAMEKOVÁ

Autor: **Ing. Zuzana Adameková**
Pracovisko: **Ústav výrobných technológií, Katedra zlievarenstva,
Materiálovotechnologická fakulta STU**
Adresa: **Botanická 49, 917 24 Trnava**
Telefón: : **421/918646036**
E-mail: **zuzana.adamekova@stuba.sk**

Abstract

Príspevok je venovaný problematike regenerovania bentonitových zmesí. Opakované použitie regenerovaných formovacích zmesí pri výrobe ocelových a liatinových odliatkov má nepochybný ekonomický a ekologický význam. Literatúra neuvádza z praxe známu skutočnosť, že akosť povrchu liatinových a ocelových odliatkov vyrábaných z bentonitových zmesí na surovo sa po niekoľkonásobnej regenerácii spočiatku postupne zlepšuje, a následne sa ustáli až ku koncu životnosti zmesi sa postupne sa zhoršuje. V príspevku sú analyzované možné príčiny tohto javu. Zlepšovanie akosti povrchu po prvých cykloch regenerácie sa vysvetľuje kondenzáciou aromatických uhľovodíkov na zrnách ostriva a úplnejším obalením ostriva vlhkým bentonitom spoločne s uhľíkatou zložkou zmesi.

The paper is devoted to the bentonite moulding mixtures reclamation. The repeated use of the reclaimed moulding mixture within the cast iron and steel casts production has its undoubted economic and environmental importance. The related literature lacks any facts from practice, that the surface quality of cast iron and steel casts produced from the bentonite moulding mixtures in the raw way and after multiple reclamation gradually improve in the beginning and consequently stabilize and only in the end of the mixture's viability gradually decrease. The paper also analyzes possible reasons of this effect. The surface quality improvement after the first cycles of reclamation is explained by the condensation of aromatic hydrocarbons on the opening material grains and on themore completed casing of the opening material by the wet bentonite together with the carbon component of the mixture.

Key words

regenerácia, recyklácia, bentonitová zmes

reclamation, recycling, bentonite moulding mixtures

Úvod

Pod regeneráciou rozumieme taký spôsob úpravy použitej zmesi, aby mohla byť opakovane použitá rovnakým spôsobom vo výrobe foriem. Pod recyklovaním zasa rozumieme získanie aspoň jednej zo zložiek použitej formovacej zmesi na výrobu ale nemusí sa použiť na rovnakú výrobu ale napr. recyklované ostrivo z jadier môže byť použité ako ostrivo, do zmesi na výrobu foriem alebo ako ekologicky neškodný neutrálny posypaný prostriedok v zime na oštiepenie povrchu ciest.

Opakované použitie formovacej zmesi pri výrobe odliatkov má nepochybný ekonomický a ekologický význam a preto sa nepochybňuje potreba jej regenerácie alebo aspoň recyklácie niektorej zo zložiek obvykle ostriva. Napriek tomu autori väčšiny prác nezabudnú zdôrazniť, že regenerovaná zmes spravidla nedosahuje úroveň pripravenej z nového ostriva. Ukončenie životnosti cirkulujúcej, spravidla jednotnej zmesi je indikované súčasne zhoršením akosti povrchu a poklesom pevnosti materiálu foriem.

Literatúra tiež neuvádza z praxe známu skutočnosť, že akosť povrchu liatinových a ocelových odliatkov vyrábaných z bentonitových zmesí na surovo sa po niekoľkonásobnej regenerácii spočiatku postupne zlepšuje, až následne sa ustáli a až potom sa postupne zhoršuje [1]. Cieľom predloženého príspevku je analyzovať možné príčiny tohto javu.

Formovacie zmesi I. generácie

Do tejto generácie zaraďuje prírodné piesky a syntetické zmesi na báze kremičitého piesku s ílovým spojivom a pomocnými látkami, ktoré slúžia na úpravu technologických vlastností zmesi. Ich nevyhnutnou zložkou je voda. V priemyselnej praxi sa v súčasnosti používajú prevažne bentonitové zmesi, v ktorých spojivom sú montmorillonitické íly [1].

Stále rastúce požiadavky na povrchovú akosť odliatkov nie je možné splniť pomocou prírodných pieskov, ktorých kvalitné lokality sú už prakticky vyčerpané. V zlievariach sa s nimi dnes preto stretávame len ojedinele.

Formovanie na surovo zo zmesí spojených bentonitom je v súčasnej dobe vo svete najrozšírenejším spôsobom výroby foriem [2]. V posledných rokoch boli vyvinuté nové formovacie postupy k výrobe akostných odliatkov a boli úspešne zavedené do zlievarenskej praxe a preto formovanie do bentonitových zmesí si stále udržuje dominantné postavenie. Odhaduje sa, že v súčasnej dobe do týchto zmesí sa vyrába 65 až 80% odliatkov.

Rozhodujúce výhody používania bentonitových zmesí sú:

- relatívne nízke náklady na zmes,
- malá špecifická spotreba materiálu, vysoký stupeň použiteľnosti pri opakovanom použití,
- používané spojivo - bentonit neohrozuje životné prostredie,
- vysoká produktivita výrobného zariadenia,
- dosiahnutie vysokej a rovnomernej akosti odliatkov pri využití moderných zhusťovacích postupov,
- univerzálne použitie.

Bentonitové zmesi predstavujú úplne jednoduchý trojzložkový, poprípade štvorzložkový systém pozostávajúci z ostriva, spojiva, vody a obsahujú aj uhľikaté látky, ale aj tak sú stále stredobodom záujmu radou výskumných a vývojových pracovísk. Pozornosť je venovaná najmä [1] vlastnému spojivovému systému, kde je študovaná otázka mechanickej aktivácie

(mikromletie), zmiešavaniu bentonitových ílov rôznych lokalít (stabilizácia obsahu montmorillonitov, zvyšovanie tepelnej stability), natrifikácii bentonitu (jednoduchá, viacstupňová, napr. NaOH, Na₂CO₃ a po intenzívnom miešaní Na-soľami kyseliny fosforečnej [3], zmiešavaniu Ca- a Na – bentonitov za účelom znižovania vysušenia a rastu kvality foriem, príprava zmesných bentonitov s rôznymi prísadami, ktoré slúžia ako zdroj pyrolýzneho uhlíka). Nové typy tzv. hybridné bentonity (napr. GEKO Optimim), sú označované ako spojivá novej generácie zlepšujúce povrchovú akosť odliatkov (odstraňujú zálupy, eróziu a explozívnu penetráciu) [4].

Montmorillonitické íly patria v súčasnej zlievarenskej výrobe medzi najdôležitejšie spojivá [5]. Íly, ktoré obsahujú 75 až 80 % montmorillonitu ($Al_2O_3 \cdot 4 SiO_2 \cdot H_2O + nH_2O$), sa označujú ako *bentonity* (podľa náleziska Fort Benton v USA). V porovnaní s ostatnými druhmi ílov sa bentonity vyznačujú vysokou väznosťou pri nízkom obsahu voľnej vody, čím umožňujú odlievanie do foriem v surovom stave - bentonit sa používa na prípravu syntetických zmesí na surovo. V prírode sa vyskytujú vápenaté, horečnaté a zriedka aj sodné bentonity. Optimálnu nabobtnatosť majú prírodné sodné bentonity. Tieto sa kvôli zlepšeniu nasiakavosti a technologických vlastností aktivujú tak, že ióny Ca^{2+} , Mg^{2+} sú nahradené iónmi Na^+ . Tento proces sa nazýva natrifikácia a uskutočňuje sa najčastejšie pomocou uhličitanu sodného. U nás sa vyskytujú vápenato-horečnaté bentonity. Aby sa natrifikácia nemusela robiť v zlievarenskej prevádzke, výrobca dodáva už natrifikované bentonity.

Napríklad v súčasnosti firma KERAMOST, a.s. vyrába bentonity pre zlievarenstvo v troch základných radách pod obchodnými značkami [2]:

- **BENTONITY** sú prírodné Ca-Mg bentonity upravené iba pre homogenizáciu, šetrným sušením a mletím. Sú vhodné pre výrobu odliatkov s krátkou dobou liatia okolo 25-30 sekúnd.
- **SABENILY** sú prírodné Ca-Mg bentonity upravené natrifikáciou na sodnú formu. Vyznačujú sa vysokou pevnosťou v zóne kondenzácie vody. Sú univerzálne vhodné pre modelové zmesi k odlievaniu ocele na odliatky, ľahko rozmiešateľné a pri vytĺkaní odliatkov netvorí hrudky so zhoršenou rozpadavosťou.
- **KERIBENTY** sú zmesi bentonitov s rozličnými vlastnosťami, cielene zameranými na zvýšenie úžitkových vlastností. Vyrábajú sa od roku 1995.

Tieto základné typy bentonitov podľa požiadaviek zákazníka sú upravované ďalšími prísadami zvyšujúcimi pevnosť zmesi v ťahu pri normálnej teplote, znižujúcimi oter hrán formy, zlepšujúcimi zabiehavosť zmesi pri formovaní lesklého uhlíka a pod. Prísada lesklého uhlíka umožňuje znížiť obsah grafítu vo zmesiach a predlžuje životnosť zmesí.

Veľká pozornosť je venovaná príprave zmesi, postupom miešania a regenerácii zmesí. Vo vratnej zmesi po interakcii s kovom treba sledovať jej teplotu, stupeň dehydratácie a tým súvisiacu rýchlosť opätovného nabobtnania aktívneho podielu bentonitu [6]. Regenerácii zahŕňa jednoduché mechanicko-pneumatické postupy a kombinácie s tepelnou, viacstupňovou úpravou.

Príprava formovacej zmesi:

Výroba drobných odliatkov na surovo do jednotných bentonitových zmesí je na jednej strane daná vlastnosťami použitých surovín, predovšetkým bentonitov, prísad pre tvorbu lesklého uhlíka a ďalších prísad a akostí použitých ostrív a na druhej strane mechanickou úpravou a prípravou formovacích zmesí [2]. Dodávatelia bentonitov, kremenných pieskov,

uhlikatých a ostatných prísad dodávajú zlievniarom suroviny požadovanej akosti a dlhodobu v úzkych dohodnutých toleranciách.

Príprava dobrej formovacej zmesi s bentonitovým spojivom sa neobmedzuje len na homogenizáciu jednotlivých zložiek vrátane zmesi, nového piesku, ílového spojiva, prísad pre tvorbu lesklého uhlíka, ďalších prísad a vody k získaniu spracovateľnej zmesi. Je potrebné ešte dispergovať bentonit, a nabalit ho na povrch pieskových zŕn v kolesovom mlyne. Zmes je následne vhodné prevzdušniť a skypriť tesne pred zhutňovaním zmesi vo formovacom zariadení. Takýmito opatreniami sa aktivuje väznosť bentonitu a jeho spehovateľnosť. Pri príprave bentonitových zmesí ide v podstate o využitie potenciálnej schopnosti bentonitov spájať. Táto vlastnosť je daná genetickými a štruktúrnymi vlastnosťami surového bentonitu, spôsobom jeho úpravy a aktiváciou s cieľom zmeny vlastností. Bentonity upravené pre zlievarenské účely sú schopné obaliť zrnká ostriva a navzájom ich spájať len po pridaní vody. Vývoj spojivosti je závislý na:

- príľnavosti bentonitu za spoluúčasti vody (hydratačná energia). Pod „nabalením bentonitu“ rozumieme nasýtenie montmorillonitových doštičiek vodou, ich nabobtnanie a natretie na povrch zŕn ostriva. Ide o pochod časovo náročný a úspech závisí na dostatočnom množstve vody a dobe miešania. Bobtnanie bentonitu vodou prebieha aj bez miešania, a to účinkom tlaku, čo uľahčuje proces dispergovania, ku ktorému dochádza v miešači. Napr. pevnosť 120 kPa môžeme dosiahnuť miešaním zmesi s obsahom vody 3,5% po dobu 10 min v kolesovom mlyne, pričom rovnakú pevnosť môžeme dosiahnuť u zmesi s obsahom vody 2,6%, ale s predĺžením doby miešania na 30 min.
- schopnosti bentonitu dispergovať za účasti vody pri pôsobení tlaku miešacích nástrojov. Dispergovanie je teda mierou pre rozdeľovanie (schopnosť delenia) bentonitových agregátov a pre vytváranie rovnomerných vrstiev doštičkových montmorillonitových vrstiev okolo pieskových zŕn. Táto vlastnosť sa dá priamo len ťažko stanoviť – určuje sa nepriamo podľa vývoja pevnosti formovacích zmesí. Úzka súvislosť medzi akosťou surovín, technológiou prípravy a vybavením a účinnosťou miešača je zreteľná.

Vytĺkanie:

Vytĺkaním, t.j. oddeľovaním stuhnutého odliatku od formy, sa začína proces oživovania zmesi [7]. Pre zlievareň s výkonným formovacím zariadením je výkonné vytĺkacie zariadenie nevyhnutným predpokladom nerušenej produkcie, pretože zlé vytĺkanie spôsobuje nalepovanie veľkého množstva piesku na odliatok, a tým jeho stratu, rastú taktiež náklady na čistenie. Spečené hrudky formovacích zmesí majú vysokú zbytkovú pevnosť, čo spôsobuje problémy pri regenerácii zmesi a vedie k vyšším stratám starého piesku. V súhrne platí, že sa zvyšuje spotreba nového piesku a ekonómia pieskového hospodárstva sa zhoršuje.

Bobtnanie a dispergovanie bentonitových častíc je predpokladom pre plné využitie potenciálnych možností spojiva. Zložky formovacej zmesi ako napr. obsah aktívneho bentonitu, obsah vyplaviteľných látok, a neaktívnych jemných podielov určujú technologické vlastnosti formovacej zmesi a hospodárnosť pre opakované použitie. Vytĺkanie, tepelné opotrebenie a chemická degradácia bentonitov významne ovplyvňujú cirkuláciu. Významnými veličinami sú: zloženie zmesi a druh bentonitu. Relatívne stabilné vlastnosti sa dosahujú po cca 20 obehoch, a to v závislosti od podmienok akými sú tepelné zaťaženie, osviežovanie zmesi. Až potom je možné posúdiť vlastnosti použitého bentonitu, prísad lesklého uhlíka, škrobov a ďalších prísad.

Degradácia zmesí I. generácie

Ku degradácii technologických vlastností bentonitových zmesí dochádza spečením zmesi do kompaktných útvarov, termickým rozpadom na prachové zložky, ale hlavne kontamináciou povrchu ostriva i spojiva aromatickými uhl'ovodíkmi [8]. Aromatické uhl'ovodíky vznikajú reakciou vodných pár s oxidom uhoľnatým alebo grafitom a vytvoria na zrnáchostriva tenkú masťnú vrstvu, ktorá bráni ich zmáčaniu vodou pri procese regenerácie a znižuje pevnosť formovacej zmesi o spevňujúci účinok kapilárnych síl. Situáciu zhoršuje skutočnosť, že po ohriati nad 400°C zrná najčastejšieho ostriva kremenného piesku strácajú polárne viazanú vrstvičku vody a túto nahradí vodou nezmáčateľná fólia aromatických uhl'ovodíkov. Takto znehodnotenú zrná ostriva už nie je možné ekonomicky prijateľným spôsobom regenerovať a úprava formovacej zmesi dodaním väčšieho množstva bentonitu už nedokáže zaistiť dostatočnú pevnosť zmesi po ubití, ale iba zhorší jej priedušnosť. Skúsenosti z praxe ukázali, že na zlepšenie vlastností opotrebovanej zmesi je potrebné pridať určitý podiel novej zmesi, teda bentonitu spolu s ostrivom.

Mechanizmy uplatňujúce sa pri procese regenerovania a ich vplyv na akosť povrchu

Cieľom regenerácie je taká úprava zmesi, aby znova nadobudla prvotné technologické vlastnosti. Pri regenerácii bentonitových zmesí je najdôležitejšia úprava časti zmesi vystavenej teplote [9].

Ílová obálka zrna pri teplotách nad 500 ÷ 600 °C stráca fyzikálne aj chemicky viazanú vodu a mení sa na šamotizovaný ílový tmel (tzv. "mŕtvy" bentonit) - tento proces sa nazýva *oolitizácia* [5].

Produktom regeneračného zariadenia je regenerát, ktorý môžeme použiť pri výrobe foriem a jadier ako plnohodnotnú náhradu za nový piesok. Čo sa týka regenerácie monosystémových vratov, sa dosiahli uspokojivé výsledky. Pri regenerácii vratných zmesí sa však vyskytlo mnoho ťažkostí. Najrušivejším faktorom je bentonit. Pri teplotách vyšších ako 500°C obaluje (oolitizácia) v podobe mŕtveho bentonitu pieskové zrná. Nad 1000 °C vytvára po niekoľkých obehoch šamotizovaný íl, tzv. metakaolinit, ktorý sa už nedá odlúčiť [9]. Pri úprave vratných zmesí v regeneračnom zariadení sa však predpokladá, že sa nie len odstránia spojivové obaly kremenných zrn, ale že sa dosiahne odpovedajúci stupeň regenerácie. (Pod stupňom regenerácie daného zariadenia sa rozumie percentuálne zníženie nežiaducich látok vo vratnej zmesi v porovnaní s počiatočným stavom po jednom cykle úpravy v regeneračnom zariadení.

Regeneračné zariadenia všeobecne

V súčasnej dobe sa ponúkajú tieto regeneračné zariadenia [9]:

- regeneračné zariadenie pre tzv. mokrú regeneráciu
- mechanické regeneračné zariadenia
- tepelné regeneračné zariadenia
- pneumatické regeneračné zariadenia
- kombinácie vyššie menovaných zariadení.

Existuje veľké množstvo variant usporiadania obehu formovacích zmesí s vysokou hospodárnosťou a s minimálnym zaťažením životného prostredia. Základné požiadavky sa však nemenia: menšia spotreba surovín a energie, menej škodlivín, menší odpad.

Aktívne prísady obsiahnuté vo formovacích zmesiach sa musia využívať lepšie ako doteraz. Nemôžeme napríklad tepelné znehodnotenie zmesi dlhodobo riešiť iba neustálym prísunom nového piesku. Stráca sa tak zbytočne veľa nevyužitých aktívnych zložiek, ktorých výroba znamenala vynaloženie nemalých nákladov. Pre postupy výroby foriem a jadier platí a bude platiť aj v budúcnosti rovnaká požiadavka ako v iných priemyselných odvetviach. Je to predbežné triedenie, čistenie, regenerácia alebo recyklovanie. Regenerácii vratných zmesí z ekonomických dôvodov sa nevyhýbame, aj keď veľa zlievarní dáva prednosť pohodlnejšej ceste, a to zhodnoteniu zlievarenských odpadov v iných odvetviach, akým je napr. cestné staviteľstvo. Nedá sa ale v žiadnom prípade povedať, že vývoj postupov regenerácie vratných zmesí je ukončený. Je potrebné si tiež uvedomiť, že aj vývoj súčasných postupov musel prejsť dlhodobým procesom dozrievania.

Formovacia a jadrové zmesi sa riadia prísnyimi zákonitostami, ktoré by sa mali využiť pre perspektívnejší vývoj. Regenerácia bude vždycky niečo stáť, ale môže od nej čakať nielen vyžadované zníženie záťaže životného prostredia, ale aj väčšiu hospodárnosť a zlepšenú akosť odliatkov odlievaných do pieskových foriem.

Zákonitosti a zásady spracovania vratnej zmesi

- ♦ Obaľovaním zrn piesku a zaplňovaním prasklín v zrnách spojivom, čím sa súčasne zamedzí praskaniu zrn piesku.
- ♦ Doporučuje sa používať len tie spojivá na formy a jadrá, ktoré sa vzájomne znášajú.
- ♦ Bentonit sa má pred úpravou zmesi rozomlieť.
- ♦ Vápenatý bentonit sa má len veľmi slabo aktivovať.
- ♦ Formovacia zmes sa má upravovať bez nadmerného hnetenia a vratná zmes sa má pretriediť už pri vytĺkaní.
- ♦ Vrstva vratnej zmesi, ktorá bola v bezprostrednej blízkosti odliatku sa má regenerovať, vzdialenejšie vrstvy len upraviť.
- ♦ Zabrániť, aby po regenerácii nenasledovalo ďalšie tepelné ovplyvnenie ako žihanie, prudké ochladenie.
- ♦ Použiť automatické zariadenie s variabilnou intenzitou oteru.
- ♦ Vyvinúť automatickú kontrolu regenerátu.
- ♦ Znižovať množstvo odpadu opätovným použitím recyklovaného prachu.
- ♦ Dosiahnuť aby odpad nebol pre okolie nebezpečný.

Bentonitové vratné zmesi obsahujú nasledujúce užitočné zložky: kremenný piesok, bentonit a uhoľnú múčku [9]. Získanie uvedených produktov regeneráciou bentonitových zmesí a ich opakované využitie vo výrobnom procese umožňuje znížiť náklady na nákup, dopravu, sušenie a skladovanie nových kremenných pieskov, bentonitu a uhoľnej múčky a prispieť k ochrane životného prostredia.

Základnou výhodou technológie liatia do benonitových zmesí je reverzibilita použitia (95-98%) jednotných bentonitových zmesí v uzavretom kolobehu po úpravách zloženia a doplnení strát z obehu [10]. Medzi komplexné metódy kontroly zmesi patrí tzv. Silica program [11]. V tomto programe sa predovšetkým venuje pozornosť nasledujúcim zložkám zmesi: celkový obsah ílu stanovený metylénovou modrou, nosiča lesklého uhlíka, taviteľná zložka (definovaná ako pasívne jemné častice a oolitický materiál) a obsah základných zložiek zmesi. Silica program pre určovanie oolitického materiálu obsahuje tieto metódy skúšania: mikroskopicky (výbrusy), pyknometricky (zmena mernej hmotnosti) a rozpúšťacia postupy (kyselina orthofosforečná). V obehovom cykle zmesi je zrno kremenného piesku obalené vrstvou spojiva, teda bentonitom. Po zaplnení dutiny formy tekutým kovom, v priebehu tuhnutia a chladnutia

odliatku vo forme, je teplo z odliatku absorbované formovacou zmesou. Táto absorbcia tepla vedie k fyzikálno-chemickým zmenám ostriva, prísad ako aj v spojive zmesi. Pri vyšších teplotách (500-600°C) dochádza k strate viazanej vody (dehydroxylácia), čo je ireverzibilný proces. Dochádza k trvalému znehodnoteniu spojiva a k jeho čiastočnému nataveniu a skompaktovaniu do hrudiek. Takýto proces sa nazýva oolitizácia [12] a je sprevádzaný zmenou hustoty ostriva. Oolitizovaná vrstva býva veľmi porézna a preto má väčší sklon k absorpcii vody. Potom sa musia nutne použiť vyššie koncentrácie vody k dosiahnutiu optimálnej vlhkosti zmesi, ktorá však vedie k niektorým ďalším negatívnym vplyvom (zapečeniny). Oolitizácia má tiež aj niektoré pozitívne vplyvy, napr. ovplyvňuje tepelnú dilatáciu formovacích zmesí. S rastúcim stupňom oolitizácie sa absolútna hodnota dilatácie znižuje, klesá napätie z brzdenej tepelnej dilatácie a so zvyšovaním množstva oolitizovaných zrn rastie čas do vzniku zálupov. Z technologického, ale aj z ekonomického hľadiska je teda potrebné sledovať stupeň oolitizácie.

Overila sa presnosť stanovenia a reprodukovateľnosť dvoch chemických metód (rozpúšťanie v kyseline orthofosforečnej a fluorovodíkovej) a pyknometrickej metódy [10]. Rozpúšťacie metódy na stanovenie stupňa oolitizácie sú časovo veľmi náročné, a je u nich nutné dodržať prísne bezpečnostné predpisy. Taktiež sa porovnal vplyv druhov bentonitov na stupeň oolitizácie. Potvrdil sa predpoklad väčšieho sklonu k oolitizácii pri použití sodného bentonitu. To je preukázateľné u stanovenia za pomoci rozpúšťania v kyseline orthofosforečnej, kde sa dosiahol stupeň oolitizácie 25% u sodného bentonitu, zatiaľ čo pri použití vápenatého bentonitu bol stupeň oolitizácie 17% po 6. obehoch. Pri použití metódy rozpúšťania v kyseline fluorovodíkovej sa takýto predpoklad prejavil len pri nižších počtoch obehov (do 3. obehov).

Pri súhrnom posudzovaní faktorov pozitívne vplyvujúcich na akosť povrchu liatinových a oceľových odliatkov je zrejmé, že rozhodujúci význam má odolnosť materiálu formy voči penetrácii, tým aj metalofóbnosť zmesi a jej odolnosť voči chemickému pôsobeniu taveniny.

Potvrdil sa negatívny vplyv oolitizácie zrn na kvalitu zmesí celého radu technologických vlastností. Popri poklese väznosti (v tlaku, v ťahu, v strihu) sa dokázal aj pokles pevnosti v kondenzačnej zóne. V korelácii s rastom nasiakavosti sa potvrdil aj nárast optimálneho obsahu vody vo zmesi.

Záver

Analytický pohľad na procesy opotrebenia bentonitových zmesí s grafitom dovoľuje pripísať z praxe známe zlepšenie akosti povrchov po určitom počte cyklov regenerácie dvom faktorom, úplnejšiemu obaleniu zrniek ostriva spojivom a kontaminovaním ostriva bentonitovej zmesi aromatickými uhlíkovodíkmi.

Akosť povrchu odliatkov z Fe zliatin najviac ovplyvňuje metalofílnosť a s ňou úzko viazaná náchylnosť na penetráciu, čomu sa u bentonitových zmesí čelí pridaním jemne mletého grafitu alebo organických prísad, ktoré uvoľňujú uhlík v priebehu odlievania.

Pre zaistenie vysokej akosti povrchu je zrejmé, že úloha uhlíkatých prísad ako grafitu, lesklého uhlíka alebo organických uhlíkovodíkových prísad je nenahraditeľná. Podobne pozitívny vplyv je možné očakávať od aromatických uhlíkovodíkov vznikajúcich v systéme SiO_2 – vodná para – grafit, ktoré sa usadzujú na zrnkách ostriva o odchode polárne viazanej vody. Ďalší pozitívny vplyv na akosť povrchu sa dá pripísať opakovanému procesu miešania a mechanického spracovania zmesi v priebehu regenerácie, čím sa zlepšuje pokrytie zrn ostriva vrstvou navlhčeného bentonitu. Naopak na akosť povrchu má jednoznačne negatívny vplyv vysoký stupeň oolitizácie a nízke dosahované hodnoty mechanických vlastností zmesi v kondenzačnej zóne.

Podľa takejto predstavy je akosť povrchu odliatkov daná vlastnosťami povrchu formy pri kontakte s taveninou a vlastnosťami podpovrchovej vrstvy zmesi. Tvorba aromatických uhl'ovodíkov je negatívny znak formovania na surovo, ktorý v konečných dôsledkoch po mnoho cykloch regenerácie vedie ku degenerácii mechanických a technologických vlastností zmesi, kým sa ešte degradačné procesy neuplatňujú sa naopak prejaví pozitívny vplyv prítomnosti skondenzovaných aromatických uhl'ovodíkov.

Zoznam bibliografických odkazov:

- [1] JELÍNEK, P. Forma a jádro – dominantní nástroje výroby odlitků pro třetí tisíciletí. In *Slévarenství*, 1999, č. 11-12, s. 629-632.
- [2] KVAŠA, F.S. a kol. Litejnoje proizvodstvo, 1997, č. 10, s. 17.
- [3] BRUMER, G. Giesserei, 85, 1998, č.12, s. 55-60.
- [4] HOHL, B. Giesserei, 83, 1996, č.23, s.16-22.
- [5] JELÍNEK, P. *Pojivové soustavy slévarenských formovacích směsí*. Ostrava, 2004.
- [6] MURGAŠ, M., POKUSA, A. a kol. *Technológia zlievarenstva*. Bratislava: Vydavateľstvo STU, 2001.
- [7] SIGUT, F. Regenerace slévarérenských vratných směsí. In *Slévarenství*, 1999, č.1 s. 8 -13.
- [8] PRÍBULOVÁ, A. et al. *Základy metalurgie a technológie výroby odliatkov*. Košice: TU, 2004.
- [9] LICHÝ, P., JELÍNEK, P., MIKŠOVSKÝ, F. Oolitizace kremenných zrn a její vliv na kvalitu bentonitových směsí. In *Slévarenství*, 2004, č. 9, s. 372 - 374.
- [10] VASKOVÁ, I., SMOLKOVÁ, M., MALÍK, J. Výroba jadier technológiou Rezol-CO₂. In *Acta Metallurgica Slovaca*, 2007, roč. 13, č. 4, s. 24 - 28.
- [11] VASKOVÁ, I. et al. Testovacie skúšky bentonitov pre zlievarenské účely. In *Acta Metallurgica Slovaca*, 1998, roč. 4, č. 2 special issue, s. 61 - 65. ISSN 1335-1532
- [12] TILCH, W., GREFHORST, C., KLEIMANN, W. (IKO Munerals GmbH, Marl.) Bentonite als Formstoffbinder-eine praxisnahe Bewertung der Eigenschaften. In *Giesserei-Praxis*, 2002, č.2, s. 53 – 62.