

Domače eksotermne mase v jeklo livarni Metode kontrole in izboljšanja izplena

Izboljšanje izplena v jeklo livarni je danes brez dvoma najbolj pereče vprašanje na področju tehnologije napajanja. Eden izmed načinov za izboljšanje je uporaba eksotermnih oblog za napajalnike.

V primerjavi s klasičnim napajalnikom lahko v eksotermnem napajalniku držimo talino dalj časa tekočo; stopnja izkoristka je zato mnogo večja, teža napajalnikov pa manjša.

Pri delu z eksotermnimi napajalniki je važno, da je njihova kalorična vrednost, čas vžiga, temperatura in hitrost izgorevanja prilagojena različnim hitrostim ohlajevanja napajalnikov.

Izboljšanje izplena v jeklolivarni je danes brez dvoma najbolj pereče vprašanje na področju tehnologije napajanja in vlivanja. Ulitek iz jeklene litine potrebuje zaradi sorazmerno visokega volumskega skrčka jekla močno dimenzionirane in težke napajalnike, kar ima za posledico nizke izplene in s tem tudi visoke proizvodne stroške. Stroški vložka, t. j. tekočega jekla, predstavljajo tako v kalkulaciji lastne cene ulitka kar 25—40 % njene celotne vrednosti. To pa je glede na ostale vrste stroškov daleč najvišja postavka.

Za izboljšanje izplena lahko uporabimo več načinov, kot je npr. točnejše dimenzioniranje napajalnikov (optimalne dimenzije), uporaba hladilnikov, čim lažji vlivni sistem, zmanjševanje izmečka, kala itd. Vendar pa vsi ti načini, kljub temu da dajejo pozitivne rezultate, niso dovolj učinkoviti, da bi lahko z njimi dosegli zelene rezultate. Prvi večji napredek na tem področju je bil dosežen šele z uporabo napajalnikov, ki so bili obloženi z različnimi eksotermnimi ali termoizolacijskimi oblogami.

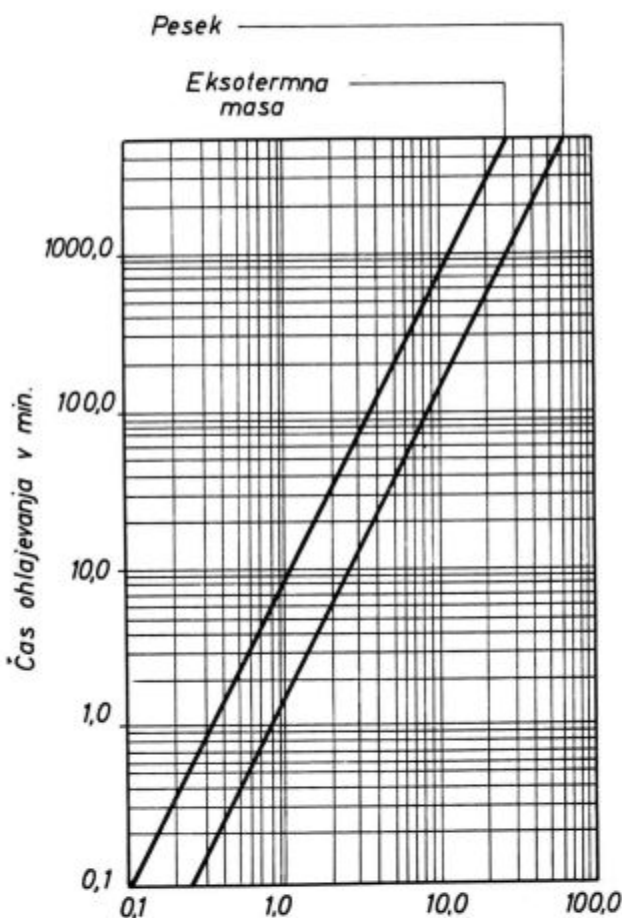
Razlika v delovanju med navadnim (klasičnim) napajalnikom in eksotermnim napajalnikom je naslednja:

Klasični napajalnik za jekleno litino deluje pravilno takrat, kadar se počasneje hladi, kot pa tisti del ulitka, ki ga napaja. Čim večja je razlika med hitrostjo ohlajevanja ulitka in nalitka oz. napajalnika, tem bolj lahko izkoristimo napajalnik in toliko višji je izplen.

Če obložimo klasični napajalnik z eksotermno maso, bo ta s svojim eksotermnim delovanjem

ohlajevanje napajalnika močno zavrla in s tem obdržala napajalnik še dalj časa v tekočem stanju. To pa nam omogoča tudi mnogo večji izkoristek nalitka, kar pomeni, da je eksotermni napajalnik v primerjavi s klasičnim napajalnikom lahko znatno manjši.

Če hočemo ugotoviti dejanske razlike med delovanjem klasičnega in eksotermnega napajalnika, moramo ugotoviti razliko v hitrosti ohlajevanja enega in drugega nalitka.



$$M_{ul} = \frac{V_{ul}}{P_{ul}} \cdot / \text{cm} /$$

Slika 1

Čas ohlajevanja jeklenih ulitkov v odvisnosti od modula ohlajevanja in obložene mase (po Wlodawerju)

Na sliki 1 je prikazana razlika v času ohlajevanja poljubnega jeklenega ulitka glede na to, ali se ta ohlaja obložen z eksotermno maso ali pa s peskom, ter v odvisnosti od njegovega modula ohlajevanja, ki je razmerje med volumnom in površino ulitka.

$$M_{ul} = \frac{V_{ul}}{P_{ul}} \text{ (cm)} \quad (1)$$

Kjer je:

M_{ul} = modul ohlajevanja ulitka

V_{ul} = volumen ulitka

P_{ul} = površina ulitka

Modus ohlajevanja lahko uporabimo tudi za dokončno ugotovitev razlike med obema napajalnikoma, če oba napajata ulitek iste oblike dimenzij in teže oz. ulitek z istim modusom ohlajevanja.

Če želimo napajati ulitek s klasičnim napajalnikom, mora biti razmerje modusov ohlajevanja naslednje:

$$M_n = 1,2 \cdot M_{ul} \quad (2)$$

Kjer je:

M_n = modus ohlajevanja klasičnega napajalnika.

Določenemu modusu napajalnika ustrezata seveda določen volumen in površina, kajti od velikosti in medsebojnega razmerja teh dveh vrednosti je odvisna hitrost ohlajevanja nalitka ali: čim večja je površina pri konstantnem volumnu, tem hitrejša je ohlajevanje.

Če sedaj površino nalitka obložimo z eksotermno maso, bo ohlajevanje približno dvakrat počasnejše, nalitek pa bo dalj časa tekoč. S tem pravzaprav dosežemo povečanje modusa ohlajevanja. Modusovo razmerje med ulitkom in eksotermnim napajalnikom pa dobimo na naslednji način:

$$t_{ex} = 2 \cdot t_p \quad (3)$$

$$M_{ex} = M_p \cdot \sqrt{2} \quad (4)$$

$$M_{ex} = M_p \cdot 1,42 \quad (5)$$

Kjer je:

t_{ex} = čas ohlajevanja pri eksotermni oblogi

t_p = čas ohlajevanja pri peščeni oblogi

M_{ex} = modus ohlajevanja pri eksotermni oblogi

M_p = modus ohlajevanja pri peščeni oblogi.

Na osnovi enačbe 2 in 5 lahko na to postavimo tudi modusovo razmerje med ulitkom in eksotermnim napajalnikom.

$$M_{en} = \frac{1,2 \cdot M_{ul}}{1,42} \quad (6)$$

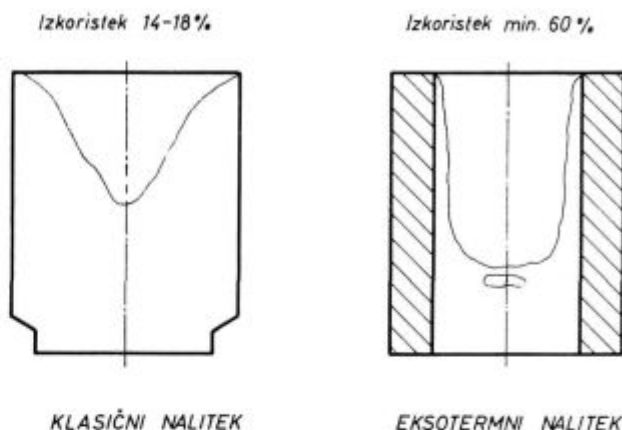
Če je $M_{ul} = 1$:

$$M_{en} = 0,845 \cdot M_{ul} \quad (7)$$

Kjer je:

M_{en} = modul eksotermnega napajalnika.

Na ta način dosežemo s pomočjo eksotermnega učinka napajalnikove obloge nekakšno navidezno zmanjšanje površine ulitka. Torej bo hitrost ohlajevanja klasičnega napajalnika in mnogo manjšega eksotermnega napajalnika enaka. Istočasno pa se izkoristek nalitka znatno poveča.



Slika 2
Izkoristki napajalnikov

Izkoristki znašajo na podlagi dosedanjih empiričnih vrednosti pri klasičnem napajalniku 14 do 18 % in pri eksotermnem napajalniku minimalno 60 % celotnega volumna napajalnika. To je velika razlika v korist eksotermnega napajalnika.

V naslednjem sta podana dva primera iz vsakdanje prakse (glej sliko 3 in 4).

Razlika med klasičnim in eksotermnim nalitkom je zelo očitna in če gornje rezimiramo v obliki tabelarnega pregleda, dobimo naslednje:

	čista teža	surova teža z klas. nap.	surova teža z eksot. nap.	Prihranek tek. jekla na kos.	Prihranek tek. jekla na 1 kg čist. teže
ležaj	184 kg	360 kg	252 kg	108 kg	0,58 kg
zobnik	163 kg	303 kg	226 kg	77 kg	0,47 kg

in primerjava izplenov:

	Izplen pri klas. tehn.	Izplen pri easot. tehn.	Indeks
ležaj	51 %	73 %	141
zobnik	54 %	72 %	133

V praksi imamo poleg ulitkov, ki sta prikazana na gornjih slikah, opravka tudi z drugačnimi ulitki, kot npr. z različnimi ploščami, tankosten-skimi ohišji, masivnimi šabotami itd., zato so tudi možnosti uspešne uporabe eksotermnih mas različne. Učinek eksotermne mase je tem večji, čim bolj masivni in težji so ulitki; pri ulitkih, kot so npr. nosilne konzole za vzmeti in razna druga liti-

Klasični nalitek



Teža vlivnega in napajalnega sistema 176 kg

Eksotermni nalitek

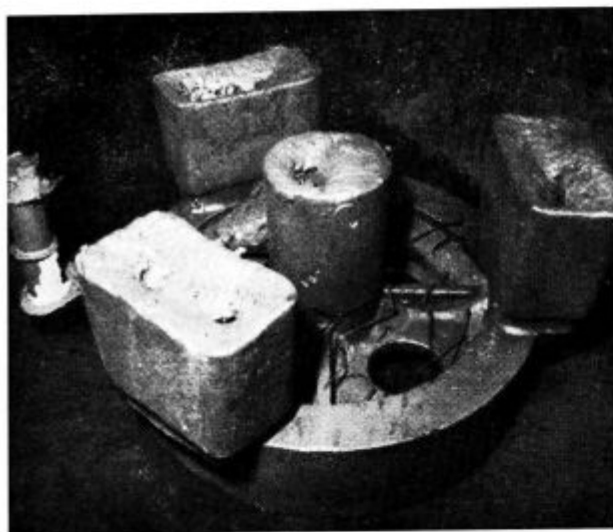


Teža vlivnega in napajalnega sistema 68 kg

Slika 3

Primerjava klasičnih in eksotermnih nalitkov

Klasični nalitek



Teža vlivnega in napajalnega sistema 140 kg

Eksotermni nalitek



Teža vlivnega in napajalnega sistema 63 kg

Slika 4

Primerjava klasičnih in eksotermnih nalitkov

na za avtomobilsko industrijo, kjer prevladujejo debeline sten 5 do 8 mm in kjer teže redko preokračijo 6 kg po kosu, pa eksotermnih mas sploh ne moremo več uporabljati.

Eksotermna masa mora ustrezati celi vrsti raznih zahtev, ki jih postavlja redna proizvodnja litine.

Kot prvo je treba omeniti sposobnost eksotermne mase, da sprosti čim več toplote, in to vsaj 2000 cal/kg. Temperatura zgorevanja naj bi bila po navedbah tujih avtorjev prav tako okoli 2000° C.

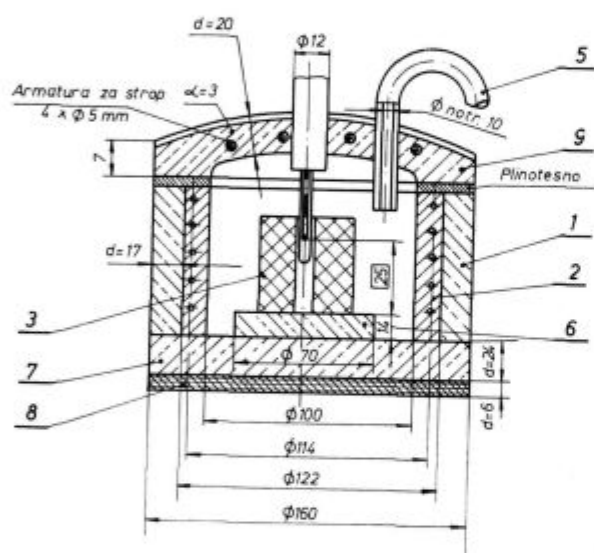
Zelo važna je tudi kemična sestava eksotermne mase. V masi ne smejo biti prisotne snovi, ki povzročajo premočno razvijanje raznih plinov, prav tako ne smejo nastopati reakcije med talino in površino eksotermne obloge, zgorevanje pa mora biti takšno, da obloga tudi po končanem delovanju ohrani svojo obliko t. j. ne sme razpadati.

Kot drugi pogoj za dobro eksotermno maso je treba omeniti še nekatere tehnološke zahteve, kot so: zadostna upogibna trdnost, prepustnost, obli-

kovalnost itd., ter še ena zelo važna lastnost: pravilno tempiran vžig in čas gorenja pri dovolj visoki temperaturi. Slednje je zelo važno zaradi različnih velikosti napajalnikov, ki imajo različne čase ohlajevanja, temu pa je treba prilagoditi vžig in čas gorenja eksotermne obloge.

V praksi se je pokazalo, da nam čas gorenja in temperatura vžiga povesta že zelo veliko o kvaliteti eksotermne mase, zato smo razvili metodo za kontrolo eksotermnih mas, ki nam omogoča, da hitro, enostavno in dokaj zanesljivo ugotovimo kvaliteto eksotermne mase.

Bistvo metode za kontrolo eksotermnih mas pa je sledeče: najprej se izdelata iz eksotermne mase normni skusek $\varnothing 50$ h = 50 na nabijalnem aparatu »GF«, prav tako kot za preizkušanje peskov in peskovnih mešanic. Skusek se nabije s 5-kratnim udarcem, ter se nato v pečici suši ca 1 uro pri 200° C. V tako izdelan skusek se nato izdelata še izvrtina $\varnothing 10$ mm. Sam skusek se postavi v pečico (glej sliko 5). To je tesno zaprta pečica s šamotno



1 Stranska šamotna obloga -- b. = 20 mm

2 Grelna tuljava

3 Skusek

4 Termopar Pt - PtRh

5 Plinska cev

6 Podstavek

7 Dno

8 Azbestno dno d = 6 mm

9 Pokrov d = 20 mm

Šamotna masa SK ročno phano - vlaga 2%, sušiti 4-6 ur nato žariti pri 800° 12 ur

Azbest

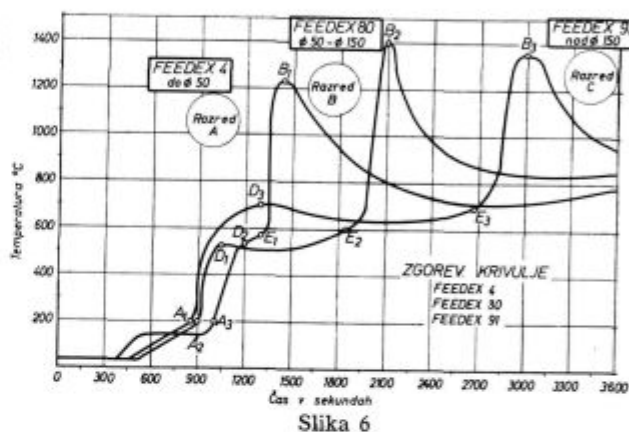
Slika 5

Šema pečice za kontrolo eksotermnih mas

oblogo in električno grelna spiralo. V pokrovu pečice je montirana cev s termoparom, ki ga porinemo v izvrtino skuska. V pokrovu pečice imamo še cev za odvod plinov.

Ce pečico plinotesno zapremo in nato vključimo tok, ki pa mora imeti vedno konstantno jakost in napetost, se prične pečica polagoma segrevati. Ko doseže določeno temperaturo, se eksotermna masa vžge in prične greti. Pri tem pa oddaja toploto in razvija pline. Termopar s pomočjo instrumenta registrira vsako spremembo temperature, pline pa vodimo skozi plinski merilec in na ta način registriramo tudi količino nastalega plina. Če pri vsem tem dogajanju merimo še čas od vklopa pečice do konca zgorevanja in rezultate grafično prikažemo v koordinatnem sistemu, kjer temperaturo nanašamo na ordinato, čas pa na absciso, dobimo krivuljo, iz katere lahko razberemo karakteristike eksotermne mase.

Za prvi poizkus so bile uporabljene eksotermne mase feedex. Na sliki 6 so prikazane krivulje, dobljene pri treh različnih »feedexih«.



Slika 6

Vse tri krivulje se med seboj razlikujejo, imajo pa iste elemente. Ti so na sliki prikazani kot točke A, B, D in E. Vsaka od teh točk pa pomeni spremembo v procesu zgorevanja skuska.

- A — pri tej točki se eksotermna masa vžge in gori zelo intenzivno.
- D — intenzivnost gorenja se zmanjša na minimum in temperatura stagnira.
- E — v tej točki zabeležimo zopet močan vzpon temperature vse do točke B.
- B — pri tej točki doseže temperatura svoj maksimum, gorenje mase pa ponehava, temu sledi nato hiter padec temperature.

Karakteristična razlika med tremi »feedexi« pa je v različnem časovnem intervalu med točkama D in E. Tako vidimo, da je časovni interval — za feedex 4, ki se uporablja za nalitke do $\varnothing 50$ — majhen, — za feedex 80, (ta se uporablja za nalitke nad $\varnothing 50$ in $\varnothing 150$) — srednji, — za feedex 91, ki se uporablja za nalitke nad $\varnothing 150$, pa velik.

Iz tega sledi, da mora imeti vsaka eksotermna masa sledeče tehnološke karakteristike.

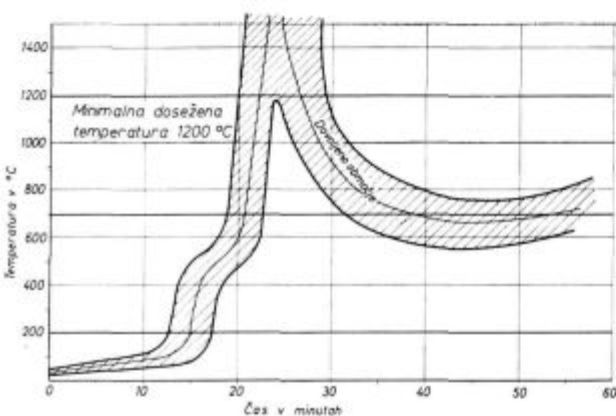
1. točke A, D, E in B morajo biti na pravilni temperaturi,

2. časovni interval D E mora biti prilagojen enemu od treh uporabnostnih razredov, ki so označeni z »A«, »B« in »C«.

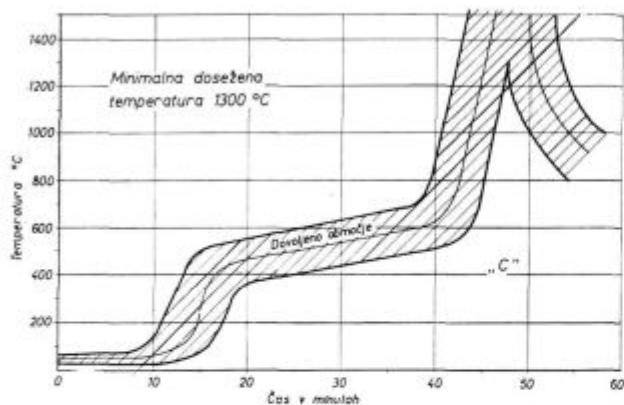
Številni poizkusi v obratu so potrdili gornje predpostavke.

Ce želimo torej ugotoviti, ali je eksotermna masa sposobna za uporabo v proizvodnji, mora glede na uporabnostni razred njena krivulja potekati približno tako, kot je to prikazano na sliki 6.

Povsem jasno je, da moramo pri takem vrednotenju računati tudi na določeno trosenje. Zato so bile testirane velike količine eksotermnih mas feedex; na ta način so bila dobljena takoimenovana »krivuljna območja«, in to za vsak razred posebej. Na slikah 7, 8 in 9 so prikazana krivuljna območja za vse 3 razrede. Vzporedno s temi raziskavami so se vlivali tudi primerjalni ulitki, in to na ta način, da se je za vsako maso ugotovila najprej njena krivulja, nato pa se je ta masa uporabila še na testnem ulitku. Primerjava nastalega lunkeja s krivuljo je povedala vse.

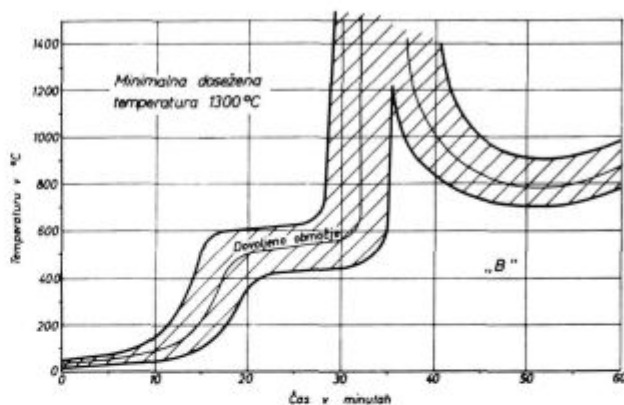


Slika 7

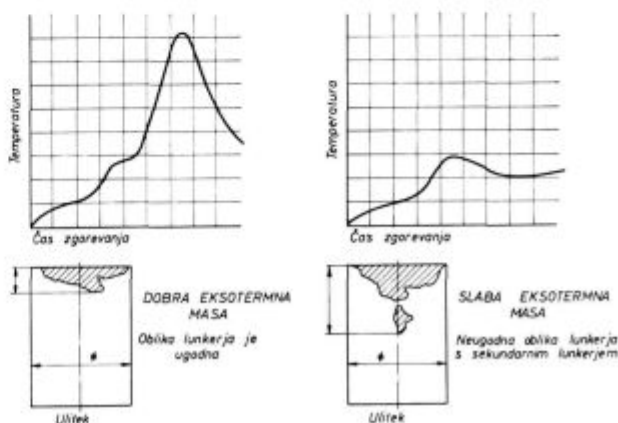


Slika 8

Poleg nekoliko nepomembnih stranskih variant sta se pri tem izkristalizirali predvsem dve skupini eksotermnih mas: ena slaba in neuporabna in druga dobra. Obe s svojimi karakterističnimi oblikami lunkejev in krivulj. Na sliki 10 so prikazane karakteristike obeh mas; razlika je zelo očitna.



Slika 9



Slika 10

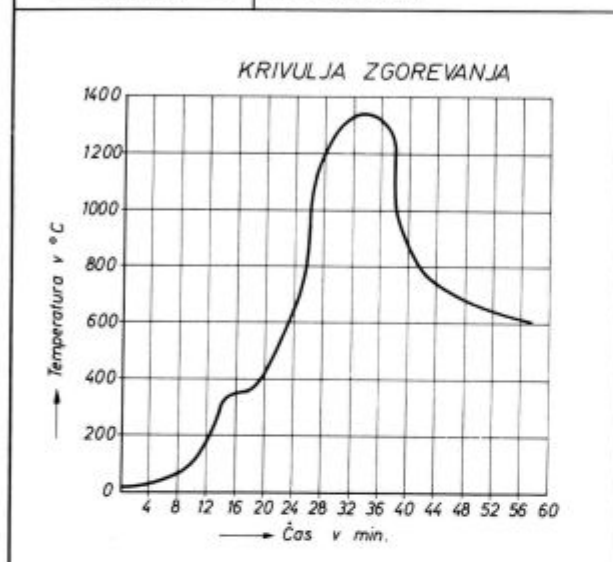
Rezultat teh prizadevanj so tehnični pogoji za prevzem, kontrolo in uporabo eksotermnih mas. To so pravzaprav določbe in normativi za kvalitativni prevzem eksotermnih mas od potrošnika. Proizvajalec pa mora pri tem za vsako šaržo t. j. za vsako mešanico, ki mora imeti garantirano enakomerne lastnosti, izdati atest, s katerim potrjuje, da masa ustreza postavljenim tehničnim pogojem.

Sami tehnični pogoji pa vsebujejo sledeče glavne določbe:

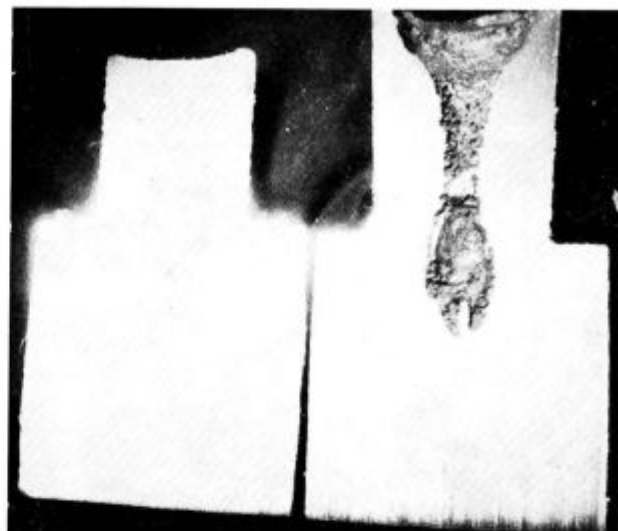
1. splošni del s klasifikacijo eksotermnih mas,
2. krivuljna območja za posamezne razrede,
3. določbe o postopku določevanja krivulje,
4. predpis mehanskih lastnosti eksotermne mase,
5. splošne klavzule o vzorčevanju, izdelavi skuska itd.

Mase, ki so pod takimi pogoji dostavljene kupcu, se nato v laboratoriju kupca kontrolirajo, s tem da se za vsako šaržo, ki jo mora proizvajalec označiti s tekočo številko šarže, ugotovijo krivulje ter ostale mehanske lastnosti. Laboratorij nato preda obratu poročilo o kontroli, ki ga izpiše na posebnem obrazcu — (glej sliko 11). Poročilo vsebuje vse potrebne podatke. Pravilna dobljena krivulja pa se najlažje ugotovi tako, da se na mrežo,

Proizvajalec: _____	Potrošnik: _____
Oznaka mase: _____	Datum kontrole: 6.10.64. Podpis: _____
Razred (tip): A	MEHANSKE LASTNOSTI
Štev. šarže: 0374	V svežem: tlačna trdnost: 700 g/cm
Datum izstavitve alesta: 2.10.64	V suhem: propustnost: 120
Splašna ocena: Uporabna	V suhem: osipljivost: 0,012
Izgled skusa po izgorevanju: Normalen	Hitrost zgorevanja: 2 cm/min



Slika 11



Slika 12

v katero je vrisana krivulja, položi prozorna ploščica iz celuloida ali podobnega materiala, na katero je že vrisano ustrezno krivuljno območje.

Na sliki 12 je za zaključek prikazan še primer, ki ima namen ilustrirati še enkrat razliko med delovanjem klasičnega in eksotermnega napajalnika. Dimenzije ulitkov — kock ter napajalnikov so iste, samo, da je levi napajalnik obložen z eksotermno maso, medtem ko je desni obložen z običajnim formarskim peskom.

Kocka je težka 25 kg, dolžina stranic pa je 160 mm. Ulitek je napajan v obeh primerih z napajalnikom dimenzije $\varnothing 90$ mm h = 150 mm.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Verbesserung des Ausbringens in der Stahlgießerei ist heute ohne Zweifel die am meisten brennende Frage auf dem Gebiet der Technologie des Aufgiessens. Eine der Verbesserungsarten ist die Verwendung von exothermen Belägen für die Aufgüsse.

Im Vergleich mit dem klassischen Aufguss können wir im exothermen Aufguss die Schmelze länger flüssig halten.

der Grad der Ausbringung ist deswegen viel grösser, das Gewicht der Aufgüsse aber kleiner.

Bei der Arbeit mit exothermen Aufgüssen ist es wichtig, dass ihr kalorischer Wert, die Anbrennzeit, Temperatur und Verbrennungsschnelligkeit den verschiedenen Abkühlungsgeschwindigkeiten der Aufgüsse angepasst sind.

SUMMARY

Yield improvement in steel foundry is without any doubt the most acute question of feeding technology. One of the improvement ways is exothermic lining of feed hoppers.

Comparatively to classic feed hoppers in exothermic feed hopper it is possible to keep liquid metal longer,

yield is therefore much higher and weight of feed hoppers smaller.

Working with exothermic feed hoppers it is important that their Btu value, time of ignition, temperature and speed of combustion corresponds to different cooling rates of feeding hoppers.