

Изследвания върху състави, получаване и свойства на керамични филтри за леярски стопилки

Ганка Колчакова, Снежана Корудерлиева
Иван Чомаков, Петко Танев, Богдан Богданов,

Study of composition and properties of ceramic filters for molten metals: Filtering process is the most effective technique to eliminate slags and solids from molten metals. Using kaolin, bentonite, silica and α - Al_2O_3 have been made different samples with dimensions 53x53x12 mm with 314 balls. Sintering temperature was 1280° C. The main phases determined by X-Ray are mullite, kristobalite and corundum. The filters possess good mechanical properties, low shrinkage-up to 4% and thermoshok resistance-up to 16 cycles (1100° C-water).

Key words: filter, ceramic, molten metals

ВЪВЕДЕНИЕ

Филтрирането на течните леярски сплави е най-бързата и ефикасна технология за отстраняване на неразтворимите неметални включения. С прилагането и се подобряват технологичните свойства на сплавите като: ливкост, ефект на модифициране, структура на сплавта и обработваемост на отливките. Значителното намаляване на неметалните включения води до удължаване живота на режещите инструменти, подобряване търговския вид на отливката, увеличаване на рандемана, вследствие премахването от леяковата система на елементите за дроселиране и шлакозадържане.

Филтрите за филтруване на леярски стопилки са керамични и се получават от многокомпонентна формовъчна смес на основата на каолин, глина, пясък и високоогнеупорни оксиди [1,2]. Формуването на изделията най-често се извършва на вакуум-шнек апарат с последващо допресуване на хидравлична преса. Съществуват и други методи за получаване на керамични филтри напр. газов метод [3,4], разпенване, репликиране [5-8] и др., като разликата е в технологията на изготвяне на керамичния филтър.

Процесът на производство на керамични филтри е екологично чист, изделията са безвредни и лесно се рециклират, а в експлоатационни условия не замърсяват стопилката и околната среда.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Целта на настоящото изследване е разработване на шихти за производство на керамични филтри – решетъчен тип, чрез щанцоване; установяване на фазовия състав на получената керамика и охарактеризиране на получените керамични филтри по отношение на по-важните им експлоатационни свойства.

Експеримент

За подготовка на керамичните маси са използвани следните суровини: каолин – Вятово, глина – „Сух кладенец“, маршалит, промит- кварцов пясък и - α - Al_2O_3 „Alcoa“ с едрина на частиците по-малка от 3 μ m. Химичният състав на изходните суровини е представен в Табл.1.

Таблица 1

Химичен състав на суровините, mass %

Суровини	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	TiO ₂	K ₂ O	Na ₂ O	ЗН
Каолин	51,00	33,50	1,00	0,15	0,25	0,30	1,20	0,15	11,90
Глина-"Сух кладенец"	52,91	26,38	4,41	0,65	2,03	0,71	0,97	0,88	10,85
Маршалит	98,80	-	1,15	0,05	-	-	-	-	-
Бентонит	63,02	13,18	1,69	1,78	2,81	0,25	0,64	1,52	15,17
α-Al ₂ O ₃	-	99,80	0,01	-	0,08	0,11	-	-	-

Разработени са два състава за керамични маси с рецептен състав посочен в Табл.2.

Таблица 2

Рецептен състав на масите, mass %

Суровини	Маса I	Маса II
Каолин	58,0	44,6
Маршалит	32,0	24,6
Бентонит	10,0	4,7
Глина-"Сух кладенец"	-	3,0
α-Al ₂ O ₃	-	23,1

Количествата на оксидите, внасяни със съответните изходни суровини за двете керамични маси са дадени в Табл.3 и 4.

Таблица 3

Химичен състав на маса I, mass %

№	Суровини	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	ЗН
1	Каолин	29,60	19,43	0,57	0,17	0,09	0,14	0,09	0,69	6,90
2	Маршалит	31,61	-	0,36	-	0,016	-	-	-	-
3	Бентонит	6,30	1,34	0,17	0,025	0,18	0,28	0,15	0,06	1,50
	Общо съдържание на сурово	67,51	20,77	1,10	0,195	0,286	0,42	0,24	0,75	8,40

Изходните суровини се смилат и хомогенизират в порцеланова топкова мелница при съотношение млилни тела: материал = 2:1 до остатък 10% върху сито 0,63. Така смлените суровинни компоненти се дозират тегловно в съответствие с рецептурните състави и се смесват и хомогенизират с 18-20% вода в хомогенизатор тип MLW. Получената хомогенна пластична формовъчна маса се оставя да отлежи на закрито. Окончателното хомогенизиране и вакуумиране на масите се извършва във вакуумпреса хоризонтален тип при вакуум 0,9bar. Екструдират се заготовки с размери 58x58x700mm. Заготовките

се нарязват на правоъгълни форми (сегменти) с размери 58x58x14mm с помощта на телена резачка. От всяка заготовка се получават по 50 бр. сегменти, от които се формуват филтрите. Формуването на филтрите се извършва по метода на щанцоване в матрица на вертикална хидравлична преса. Матрицата за формуване на филтри се състои от следните елементи: глава с игли, подвижна решетка, долна част на матрицата. Пресуването се извършва при налягане 50 МПа.

Иглите, които са 314 на брой с диаметър 2,8 mm прошиват пластичната заготовка и оформят решетката на филтъра. След изтегляне на главата с иглите, оформеният филтър се изважда от матрицата чрез изтласкване, посредством подвижната решетка. Полученото изделие не трябва да има деформации на изкривяване или сплескване, всички отвори трябва да са открити и с правилна кръгла форма. Суровите керамични филтри се подреждат върху скара с мрежа и се сушат на въздух в продължение на 24 часа. Принудителното сушене се извършва в сушилна с вентилация при температура 70-90 °С в продължение на 12 часа до остатъчна влажност не повече от 3%. Изсушените филтри се ретушират, отворите се продухват с въздух под налягане 3-5 атм. Изделията се изпичат в камерна суперканталова пещ при температури 1280-1300°С по предварително зададен режим на изпичане. Изотермичната задръжка при максималната температура е 4 часа, а охлаждането е свободно.

Таблица 4

Химичен състав на маса II, mass %

№	Суровини	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	TiO ₂	K ₂ O	Na ₂ O	ЗН
1	Каолин	22,76	14,94	0,44	0,13	0,07	0,11	0,07	0,53	5,30
2	Глина- “Сух кладенец”	24,30	-	0,28	-	0,012	-	-	-	-
3	Маршалит	24,30	-	0,28	-	0,012	-	-	-	-
4	Бентонит	2,96	0,63	0,08	0,012	0,084	0,13	0,07	0,03	0,71
5	α-Al ₂ O ₃	-	22,87	0,01	0,04	-	-	-	-	-
Общо съдържание на сурово		51,61	39,23	0,94	0,204	0,356	0,355	0,166	0,589	6,34

Резултати и обсъждане

Данните от рентгенофазовия анализ показват, че при образците от маса I , изпечени при 1280°С, основна кристална фаза е мулитът, регистрирани са още α-Al₂O₃ (корунд) и α- кристобалит. В Табл.5 са представени относителните интензитети (I/I₀, %) и междуплоскостното разстояние (d, nm) за маса I изпечена при 1280°С – 4 часа. Същите кристални фази се откриват и при образци от маса II, изпечени при 1300°С – 4 часа. Тук едновременно с мулита, като основна кристална фаза се явява и корунда. Данните са представени в Табл.6.

Получените филтри са охарактеризирани по отношение на привидна плътност, истинска плътност и линейна свиваемост. Данните са представени в Табл.7.

Термичната устойчивост е определена чрез броя на топосмените на образци нагряти до 1100°С и потопени във вода. Филтрите от състав I издържат без разрушаване 10 цикъла, а тези от състав II – 16 цикъла. По-високата термична устойчивост на състав II се дължи на завишеното съдържание на α-Al₂O₃, явяващ се като високоогнеупорен и термоустойчив материал.Якостта на натиск за образци от състав I е 20 МПа, а за тези от състав II 28,5 МПа. По- високите якости за състав II се дължат на високото съдържание на α-Al₂O₃ и съответно по-високата плътност.

Таблица 5

Характеристика на кристалните фази, състав I

кристални фази	d.10, nm	I/I ₀ , %
мулит	3,45	20
	3,39	30
	3,36	20
	3,32	100
	2,85	20
	2,67	50
	2,54	30
	2,26	30
	2,19	40
корунд	2,11	40
	3,53	20
	2,57	30
α-кристобалит	2,07	50
	4,03	40
	2,84	40

Таблица 6

Характеристики на кристалните фази, състав II

кристални фази	d.10,nm	I/I ₀ , %
мулит	3,32	20
	2,85	30
	2,26	20
	2,19	100
корунд	4,03	80
	3,45	40
	2,68	30
	2,53	40
	2,37	50
	2,08	70
α-кристобалит	4,41	30

Таблица 7

Характеристика на пробни образци филтри

Образец	Линейна свиваемост, %	ρ пр.·10 ³ , kg/m ³	Рист.·10 ³ , kg/m ³
филтър състав I	7,93	1,55	2,5
филтър състав II	4,35	1,93	3,15

Разликата в температурите на изпичане на двата състава (1280⁰С за състав I и 1300⁰С за състав II) е продиктувана от факта,че в състав II съдържанието на Al₂O₃ е

два пъти по-голямо, при което е необходима по-висока температура на изпичане на керамиката. Проведеният РФА показва, че филтрите от двата състава са изградени от еднакви кристални фази – мулит, α - кристобалит и корунд. Тези фази са високоогнеупорни и гарантират висока термична устойчивост на филтрите. За изследваните състави тя е 10-16 цикъла без разрушаване на образците. Постигната линейната огнева свиваемост на образците от състав II 4,35% е много добра, и осигурява добра съвместимост със стандартните леякови системи. Получените резултати за привидна плътност и якост на натиск показват, че синтезираните от двата състава филтри са напълно подходящи като филтруващи елементи в леярството.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Синтезираните керамични филтри от разработените два състава маси притежават ниска огнева свиваемост, добра механична якост и издържат на термичен удар до 16 цикъла. Тези характеристики ги правят приложими при изграждане на леякови системи за филтруване на метални стопилки.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Baier,R.,Schaumkeramik als Ingenieurwerkstoff, Technika,41,2,31-33,1992.
- [2] Brown,D.D. and D.J.Green, J. Am. Ceram. Soc., 77,6,1467-1472,1994.
- [3] Innochentini,M.D.M.,P.Sepulveda, V.P.Salvini, J. Am. Ceram. Soc., 81,12,3349-3352,1998.
- [4] Innochentini,M.D.M., V.P.Salvini, J.Cury, Am. Ceram. Soc. Bull.,79,9,78-84,1999.
- [5] Sagio – Vojansky and S.E.Scot, Am. Ceram. Soc. Bull.,71q11q1675-1682,1992.
- [6] Innochentini,M.D.M.,A.P.F Pardo, V.P.Salvini, V.C. Pandolfelli, Am. Ceram. Soc. Bull.,77,11,64-68,1999.
- [7] Innochentini,M.D.M., V.P.Salvini, J.Cury, V.C. Pandolfelli, J. Am. Ceram. Soc.,82,7,1945-1948,1999.
- [8] Orenstein,R.M.,D.J. Green, Thermal Shock Behavior of Open-Cell Ceramic Foams, J. Am. Ceram. Soc., 75,7,1899-1905,1992.

За контакти:

Доц. д-р инж. Снежана Корудерлиева , Университет "Проф. д-р Асен Златаров"- Бургас 8010, Факултет по Технически науки, катедра "Технология на неорганичните вещества и силикатите", e-mail:sneko@abv.bg

Докладът е рецензиран