

Влияние на добавки върху свойствата и структурата на порест материал

Ганка Колчакова, Иван Чомаков, Снежана Корудерлиева,
Златка Великова

Study of the influence of additives on the structure forming and properties of porous materials from waste products: Using a bottle glass, water-glass, NaF and iron oxide waste (okalina) a porous materials are obtained. The apparent density, porosity and microstructural properties are measured. The influence of the additives on the porosity structure are studied.

Key words: bottle waste, iron oxide waste, porosity, microstructure

ВЪВЕДЕНИЕ

Синтезът на порести неорганични материали е приоритетна изследователска област през последните години, в предвид многоцелевото им приложение /1,2/.

Използването на отпадъчни продукти от промишлеността и бита като изходни суровини при синтеза води до реализиране на икономии и решаване на екологични проблеми/3,4/ .

Настоящото изследване има за цел установяване влиянието на вида и количеството въведена добавка върху формирането на структурата и свойствата на порест материал от отпадъчно стъкло.

СУРОВИНИ И ТЕХНИКА НА ЕКСПЕРИМЕНТА

За провеждане на експеримента като изходни суровини са използвани отпадъчно безцветно бутилково стъкло, желязна окалина, порообразуващи добавки – водно стъкло и NaF.

Отпадъчното бутилково стъкло има състав (mass%) от 71.60%SiO₂, 1.60% Al₂O₃, 9.20%CaO, 2.50MgO, 14.40R₂O, 0.35Fe₂O₃, 0.35SO₃.

От проведения РФА , се установи, че отпадъкът от окалина от „ПРОМЕТ СТИЙЛ” АД -Дебелт, се състои от смес на желязни оксиди: Fe₃ O₄(магнетит), Fe₂ O₃ (хематит) и Fe O (вюестит).

Като добавка се използва NaF – производство на „МАРВИН” ООД – Димитровград, в количество от 1 mass % и окалина, в количество от 45 mass %.

Използваното водно стъкло (Na₂ SiO₃) е с модул 2.85.

ЕКСПЕРИМЕНТ

За провеждане на изследванията са разработени четири състава при следното съотношение между изходните компоненти, посочени в таблица 1.

Стъкленият отпадък се фритова чрез термошок, след което е подложен на смилане в планетарна топкова мелница. Смилането се извършва в продължение на 6 часа.

Формуването на пробни образци, след хомогенизиране на съставите стъклен прах , окалина и добавки, е осъществено в метална матрица с диаметър 30 и 50 mm. Използва се хидравлично пресуване при налягане 50 MPa. Стъклото и окалина са с дисперсност 63 μm. Температурата на термообработка (850°C) е в зависимост от установения интервал на пластичност посредством ДТА. Изотермичната задръжка е 30 min. Скоростта на повишаване на температурата е 50°C/min, а охлаждането се провежда свободно.

Таблица 1
Рецептурни състави, mass, %

| Съств № | Стъкло - отпадно | Водно стъкло | Окалина | NaF |
|---------|---------------------|-----------------|---------|-----|
| I | 90 | 10 | 0 | 0 |
| II | 90 | 9 | 0 | 1 |
| III | 45 | 10 | 45 | 0 |
| IV | 45 | 9 | 45 | 1 |

Получените образци са охарактеризирани по отношение на привидна плътност, порестост и якост на натиск. Определянето на привидната плътност е извършено по метода на хидростатичното теглене, порестостта е изчислена по стандартна методика.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

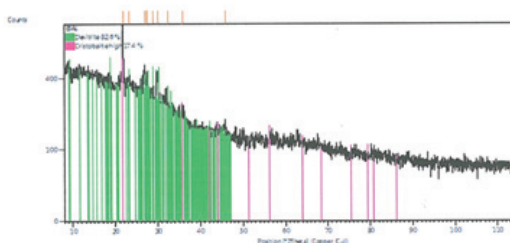
На фиг.1 са показани част от синтезирани порести материали.



Фиг.1. Порести материали

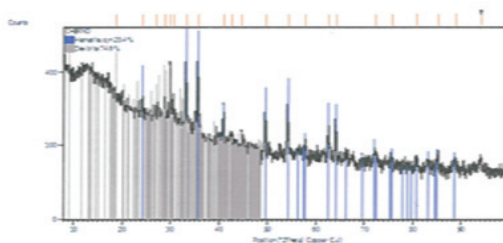
Визуално се установява, че образците се различават по цвят и порестост, като тези от състави I и II се бели и с по-едри пори, а тези от състави с окалина са кафяви на цвят с малки по размер и еднородни пори.

За установяване на фазовия състав на продуктите е проведен РФА (фиг.2 и фиг.3). От дифрактограмите може да се види ,че синтезираните продукти от всички състави са стъклокристални материали.

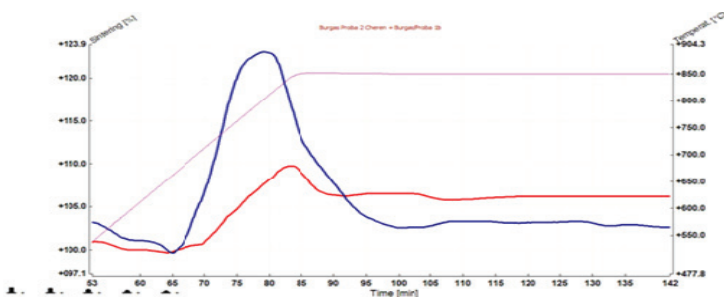


Фиг. 2 Дифрактограма на образец с NaF от състав II

При пробите без окалина (фиг.2) се установи, че аморфната част е 27.4 %, а кристалните фази – кристобалит и девитрит са 82.6 %. При пробите с окалина (фиг.3) се вижда, че аморфна част е 25.4 %, а кристалните фази са девитрит и хематит са 74.6 %.



Фиг. 3. Дифрактограма на образец от състав IV с окалина и добавка NaF



Фиг.4. Зависимост температура – раздуване на образци: състав II –; състав IV –

На фиг.4. са представени резултатите от раздуването на изследваните образци II и IV. Вижда се, че въведената окалина в състав IV понижава ефекта на раздуване на образеца, като отчетеното синтероване в % по ординатата за състав II(без окалина) е 123 % максимум, а за състав IV (с окалина) е 109 %. Времето за протичане на раздуването и при двата състава е 30 минути. От зависимостта на графиката се вижда също, че съществува и разлика в максималната температура на раздуване, която е приблизително 200°C.

Таблица 2

Характеристичните параметри на синтезираните стъклокерамики

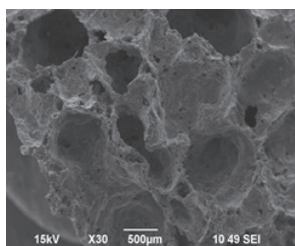
| Състав | Привидна плътност, $\rho_{пр.10}^{-3} \text{ kg/m}^3$ | Обща порестост, % | Привидна закрыта порестост, % | Водонасищане, % |
|--------|---|-------------------|-------------------------------|-----------------|
| I | 0,30 | 89.3 | 20.2 | 69.1 |
| II | 0,28 | 93.7 | 16.4 | 77.3 |
| III | 0,40 | 86 | 22.5 | 63.5 |
| IV | 0,39 | 86.3 | 21.3 | 65,0 |

Окалината, като компонент на шихтата, при термообработка понижава температурния интервал на трансформация, респективно температурата на пластично състояние на стъклото.

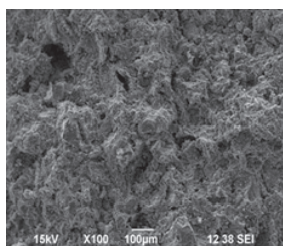
В табл.2 са представени стойностите на характеристикните параметри (привидна плътност, обща порестост, привидна закрыта порестост и водонасищане) на синтезираните образци. От получените резултати, може да се установи, че водното стъкло в четирите проби води до порозиране на материала, а добавката NaF оказва допълнително влияние върху раздуването и върху формирането на микроструктурата. Състав II (с добавка NaF) притежава по-ниска привидна плътност ($0,28 \cdot 10^{-3} \text{ kg/m}^3$) и по-висока порестост (93.7%), в сравнение със състав I ($0,30 \cdot 10^{-3} \text{ kg/m}^3$, 89.3%).

Въвеждането на 45mass% окалина към състави III и IV понижава раздуването на образците. Наблюдава се уплътняване на материала, понижаване на порестостта и формиране на равномерна структура.

На четирите пробни образци от пореста стъклокерамика са проведени електронно-микроскопски изследвания показани на фигури: 5,6, 7 и 8.

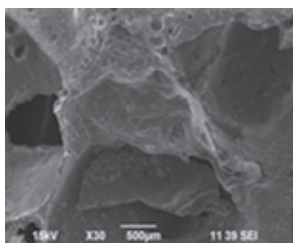


Фиг.5. СЕМ на образец I (без NaF)

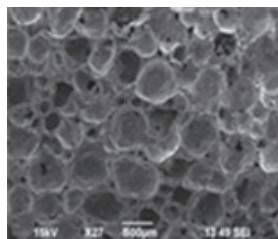


Фиг.6. СЕМ на образец III (без NaF)

В зависимост от стойностите на характеристикните параметри и електронно-микроскопските снимки на образци I и III (без NaF) се установява, че образец I, който е с по-малка привидна плътност има по-голяма порестост от образец III. В двата образца порите са неравномерни, различни по форма и размери.



Фиг.7. СЕМ на образец II (с NaF)



Фиг.8. СЕМ на образец IV (с NaF)

Сравнявайки стойностите на характеристикните параметри и електронно-микроскопските снимки на образци II и IV (с NaF), които са с по-голяма разлика в привидната плътност се установи, че образец IV, който е с по-голяма привидна плътност има по-малка порестост. В сравнение с образец III, порите на образец IV са по-малки, по-равномерно разпределени и с овална форма.

Резултатите от СЕМ на образци I и II (без окалина) показват, че порестият материал се характеризира с едри по размер пори от 500 – 700 μm за образец I и над 1000 μm при образец II, където освен това порестостта е неравномерна и се наблюдават раковини. Образци III и IV (с окалина) се характеризират с равномерна порестост, с размер на зърната при състав III над 100 μm , а при образец IV от 400 до 500 μm .

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Синтезирани са порести стъклокристални материали с използване на отпадъчно бутилково стъкло, окалина и добавки от водно стъкло и NaF, като температурата на термообработка е 850°C със задръжка 30 минути.

Чрез РФА се установи, че състави I и II се характеризират с кристални фази девитрит и кристобалит и стъклофаза – 27,4% , а образците с окалина съдържат кристални фази девитрит и хематит, а остатъчната стъклофаза е 25,4%.

Изследванията със СЕМ показват, че материалите от състави III и IV са с равномерна порестост и максимален размер на порите до 500 μm , а при състав I и II порестостта е неравномерна с размер на порите надхвърлящ 1000 μm и наличие на раковини.

Данните за водонасищане от таблица 2 дават указания за свързване на порите в канали.

Синтезираните порести материали са открито порести и могат да намерят приложение за звукоизолация.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Bernardo E., Micro and macro-cellular sintered glass-ceramic from wastes, Journal of the European Ceramic Society, 2007, p. 27, 2415-2422.

[2] Voccaccini A.R., M.Bucker , P.A. Trusty, M.Romero, Sintering behavior of compacts made from television tube glasses, Glass Technol., 1997, p.38, 128-133.

[3] Brusatin G., Scarinci E., Colombo P., Foam glass from cullet, Glass Mach. Plants Acc., 2002, p.1, 108-110.

[4] Fernandes H.R., D.U.Tulyaganov, Y.M.F.Ferreira, Preparation and characterization of foams from sheet glass and fly ash using carbonates as foaming agents, Ceramic International, 2009, p.35, 229-235.

За контакти:

Доц. д-р Иван Чомаков, Катедра „Технология на материалите и материалознание“, Университет „Проф. д.р Асен Златаров“ – Бургас, тел:056 858 262, e-mail : ivan.tschomakov@abv.bg

Докладът е рецензиран