Разработване на порести материали от пеностъкло на база стъклени микросфери

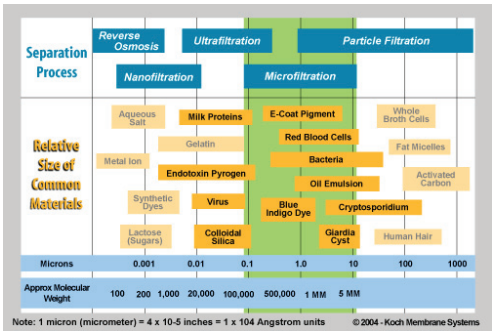
Фила Йовкова, Ирена Марковска, Димитър Георгиев, Любчо Любчев, Светлана Бошнакова

Abstract. *In recent years the interest of using of foam glass produced from glass microspheres in various fields of industry has been increased. In the present work the samples of foam glass were synthesized. As raw materials two types of factory glass microspheres (Sigma-Aldrich) were used, respectively with a diameter of fraction of 212-300 µm (50-70 US sieve) and of 425 to 600 µm (30-40 US sieve). The regime of processing involves firing up to 700 ^{0}C with isothermal soaking from 30 min. The studies carried out showed that the most open pores (24.15%) had the samples from kind 5, respectively they are the highest water absorption.*

Key words*: foam glass, glass microspheres, porosity*

ВЪВЕДЕНИЕ

В последните години се наблюдава повишен интерес към използването на стъклените микросфери в различни области на промишлеността, в това число в лаково-бояджийската промишленост - за производството на светлоотразителни бои и лакове, при получаване на пълнители за органична и неорганична матрица, а така също и за получаване на пеностъкло с предварително зададени свойства. Едно от предизвикателствата, което стои на преден план относно материалите на тяхна база, е да се проучат възможностите за използването им като филтриращи материали при сепариране и филтриране на суспензии и различни замърсени течности. Литературните изследвания показаха, че в ролята на филтриращи материали могат да се използват различни вещества, включително и от пореста керамика и от пеностъкло [1-5]. В зависимост от размерите на частиците намиращи се в разтворите, които се подлагат на сепариране са обособени четири основни процеси на филтрация (фиг.1), подробно изяснени в публикация [6].



Фигура 1. Основни процеси на филтрация

На фигура 1 могат да се видят най- разпространените технологии за пречистване на течности, като: обратна осмоза - това са процеси, при протичането на които се отделят най-малките частици с размери от порядъка на 10 ангстрьома (1 nm) и по-малки. Ултрафилтрация - процес, в хода на който се отделят макромолекули и частици с размери от 1-20 nm. Такива частици имат молекулна

маса в границите 1 000 -100 000 [7,8]. Микрофилтрация- процесът е предназначен за извеждане от разтвора на колоидни частици с размери от 20 nm до 10 μm [9-11]. Макрофилтрация- процес за извеждане от разтвори или суспензии на големи частици. Техният размер като правило надвишава 10 μm.

Изхождайки от актуалността на изследванията върху получаване на порести материали, включително и от пеностъкло, настоящата работа е насочена към проучване на възможността тези материали да се използват като пълнеж на конструиран в Университет „Проф. д-р Асен Златаров" лабораторен реактор за филтриране на емулсии и замърсени течности, съдържащи частици с определен размер, съобразно описанието на фиг.1. За целта беше необходимо да се синтезират серия от порести стъклени материали и да се проучи вида и характера на тяхната пореста структура.

ЕКСПЕРИМЕНТ И РЕЗУЛТАТИ

В настоящата работа бяха синтезирани различни образци от пеностъкло, с оглед изследване на възможността за създаване на порести материали с подходяща за целите на филтрирането открита порестост. В качеството на изходни суровини бяха използвани два вида фабрични стъклени микросфери (Sigma-Aldrich), съответно с диаметър на фракциите 212 – 300 μm (50-70 U.S sieve) и с 425 - 600 μm (30-40 U.S sieve). От двете фракции микросфери бяха подготвени 5 различни образеца, чийто състав е даден в Таблица 1:

Таблица 1.

Състави на образците от пеностъкло

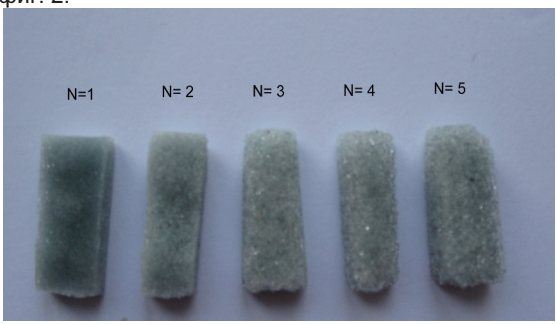
№	Фракция с размери 212 – 300 μm, %	Фракция с размери 425 - 600 μm, %
1	100	0
2	75	25
3	50	50
4	25	75
5	0	100

Режимът на термообработка включваше следните два етапа:

- Поставяне на образците в супеканталова пещ и нагряване до 700 ^{0} C
- провеждане на изотермична задръжка в продължение на 30 мин.

Следва свободно охлаждане на пеща до стайна температура.

Получените образци са от светлосиви до тъмносиви на цвят, видимо с равномерна порестост, като снимки на пробите от пеностъкло от 5 - те състава са показани на фиг. 2.



Фигура 2. Снимки на синтезираните образци, със състави №1÷5

РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЯ

На така синтезираните материали от пеностъкло бяха определени някои основни физико - механични свойства, като плътност, водопоглъщаемост и порестост. Резултатите са представени в таблица 2.

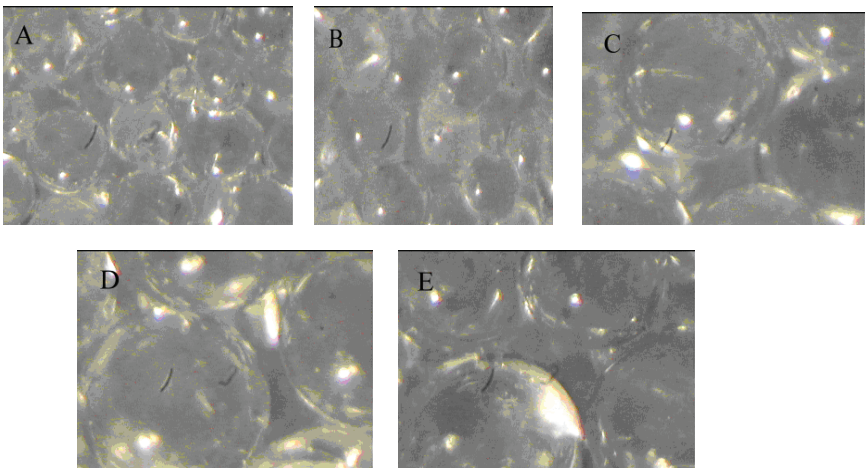
Таблица 2

Основни физико- механични свойства на образците

№ на състава	ВП,%	$П_{пр.}$, %	$\rho_{пр.}$, . 10^{-3} kg/m^3
1	6,50	14,00	2,16
2	10,25	20,43	1,99
3	8,61	16,83	2,06
4	12,14	23,17	1,91
5	13,05	24,15	1,85

При увеличаване на количеството на стъклените микросфери с по – голям размер се наблюдава закономерно намаляване на стойностите за плътността, респ увеличение на водопоглъщаемостта и привидната порестост, като изключение прави състав №3 – при него има известно уплътняване, респ. намаляване на порестостта. По всяка вероятност това равномерно съотношение на изходните компоненти /1:1/, води до най- голямо уплътняване на първоначалните шихти и до най-добро спичане. Резултатите от определението показват (таблица 2), че с най-много открити пори (24,15 %) са пробите от състав 5 – те, респ. са и с най-висока водопоглъщаемост.

Проведени са стереомикроскопски изследвания на синтезираните образци, които имат за цел изследване на размера и структурата на порите в тях. На фиг. 3 са представени стереомикроскопски фотографии на повърхността на образците от пеностъкло. Светлинните микрофотографии са направени в режим на отразена светлина, директно от шлифове или ломове на образците. Последните са снимани на светлинен стерео-микроскоп на фирма “Karl Zeiess Yena”, Германия, в диапазон на увеличения 30-100, позволяващ стерео снимка в 3-D дълбочина на образеца.



Фигура 3. Стереомикроскопски снимки на образците от пеностъкло: a) образец 1; b) образец 2; c) образец 3 ; d) образец 4; e) образец 5 /x 100/

От фиг. 3 може да се види, че размера на порите се променя, както и тяхната форма. Формата на порите при тези състави е разнородна – от сферична до правоъгълна и продълговата. При образеца със състав №1 (съдържащ 120 % от най-дребната фракция микросфери) порите са със среден размер от порядъка на 120 μm. Техния размер не се променя съществено и при образец №2 - до около 150 μm. При състав № 3, където се наблюдава известно уплътняване, се появяват както по- малки пори (около 150 μm), така и по – големи (около 250 μm). Докато при състави №4 и №5 се наблюдава сливане на порите и тяхното удължаване и разширяване. Като цяло те са с удължена неправилна форма и размери до около 350 - 400 μm. Тези данни причисляват синтезираните материали от пеностъкло в последната групата от показаната на фиг. 1 схема – към тези подходящи за частичкова филтрация (particle filtration), или още т.н. макрофилтрация. Т.е. при увеличаване на процента на откритата порестост те биха могли успешно да се използват за филтриране на въглеродни частици, мастни мицели и други. Като цяло обаче, количеството на откритата порестост в синтезираните проби е по – ниска от желаната за използване на тези материали като филтриращи и сепариращи елементи, което е предпоставка за класифициране на материалите, получени при горепосочените условия по –скоро като подходящи материали за топлоизолация.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Синтезирани са материали от пеностъкло чрез използване на два вида стъклени микросфери - с размери 212 – 300 μm (50-70 U.S sieve) и с 425 - 600 μm (30-40 U.S sieve). Определен е оптималния режим на обработка, който включва изпичане до 700 ^{0}C, с изотермична задръжка от 30 мин. Посредством проведените микроскопски изследвания се установи, че размерите на порите са в рамките на 100 – при образец №1 до около 400 μm – при образец № 5. Проведените изследвания показаха, че с най-много открити пори (24,15 %) са пробите от състав 5, респ. те са и с най-висока водопоглъщаемост. Като цяло обаче, количеството на откритата порестост е по – ниско от желаното, което би позволило използване на тези материали като филтриращи елементи, които могат да се използват като пълнеж в изработения реактор за филтриране на замърсени течности и емулсии. А същевременно размерът на порите е по-голям от необходимият за тази цел. Поради тази причина както и поради нерегламентиран размер на порите и голям обем закрита порестост, полученият материал може да намери приложение като пеноогнеупор.

БЛАГОДАРНОСТ

Авторите изказват своята искрена благодарност на фонд „Научни изследвания” към Министерство на образованието, младежта и науката за финансовата подкрепа на настоящата разработка (проект ДДВУ-02-106/2010).

ЛИТЕРАТУРА

[1] Brothers, A.H., Dunand, D.C., Syntactic bulk metallic glass foam, Applied Physics Letters , 84 (7), 2004, p. 1108-1110

[2] Park, B.H., Lee, M.-H., Kim, S.B., Kim, G.S., Jo, Y.M, Preparation and characterization of porous composite filter medium by polytetrafluoroethylene foam coating, Journal of the Air and Waste Management Association, 60 (2), 2010, p. 137-141

[3] Bellanger, G., Laville, C., Lefloch, R. , The filtration of non-alloy steels: Experimental study, Fonderie-Fondeur d'Aujourd'hui, 206, 2001, p. 26-43

[4] Gupta, S., Feke, D.L, Acoustically driven collection of suspended particles within porous media, Ultrasonics, 35 (2), 1997, p.131-139

[5] Acosta G., F.A., Castillejos E., A.H., Ruiz A., E., Mendez N., M., Escobedo B., J.C., Study of the role of fluid velocity and particle size on deep bed filtration behaviour

(Conference Paper), Proceedings of the 1996 125th TMS Annual Meeting;Anaheim, CA, USA; 4 February 1996, p. 823-831

[6] Б. Бонев, И. Марковска, Производство на мембранни филтри и някои ограничения при използване на мембранната филтрация, Science & Technology, 1 (4), 2011, p. 150 – 154.

[7] Richard D. Noble, Membrane separations technology, 1995.

[8] Marcel Mulder, Basic principles of membrane technology,1996.

[9] Keith Scott, Ronald Hughes, Industrial membrane separation technology, 1996.

[10] A. J. Burggraaf, L. Cot, Fundamentals of inorganic membrane science and technology, 1996.

[11] Munir Cheryan, Ultrafiltration and microfiltration handbook, Technomic Pub. Co., 1998.

За контакти:

Докторант Фила Йовкова, университет „Проф. Д-р Асен Златаров”, катедра ТВНВС, ул. К. Якимов №1, Бургас 8010, e-mail: fila_03@abv.bg

Доц. д-р И. Марковска, университет „Проф. Д-р Асен Златаров”, катедра ТВНВС, ул. К. Якимов №1, Бургас 8010, e-mail: imarkovska@btu.bg

Докладът е рецензиран.