
КОМПОЗИЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ

УДК 678.5.06:661.68

Н.Є. Шолух

Піноматеріали на основі неорганічного зв'язуючого

*Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля,
кв. Молодіжний, 20а, м. Луганськ, 91034, Україна*

Отримано піноматеріал на основі неорганічного зв'язуючого – натрій силікату. Запропоновано в якості піноутворювача використовувати алюмінієвий порошок. Крім того, для підвищення кратності спінювання, при збереженні дрібнопористої структури, яка забезпечує достатню міцність під час стискання, до композиції додають натрій гідроксид і поверхнево-активну речовину – каучуковий латекс. Досліджено вплив співвідношення компонентів композиції на властивості піноматеріалу, що утворюється. Запропонована рецептура розробленої композиції, визначені параметри структури пор піноматеріалу, який утворюється, та його фізико-хімічні властивості. Показано, що для отримання піноматеріалу з певною кратністю спінювання (~ 8) необхідно додавати близько 6 % алюмінієвого порошку від маси зв'язуючого, близько 7 % натрій гідроксиду та 0,7-0,8 % поверхнево-активної речовини. При цьому утворюється піноматеріал, який має низку цінних характеристик: поряд з негорючістю і нетоксичністю, широким температурним інтервалом застосування, він має низьку теплопровідність, достатню міцність під час стискання та інші цінні характеристики.

Ключові слова: піноматеріал, натрієве рідке скло, газоутворювач, алюмінієвий порошок, кратність спінювання, натрій гідроксид, поверхнево-активна речовина, каучуковий латекс.

N.Ye. Sholukh

Foam Materials on the basis of an Inorganic Binding Agent

*East Ukraine Volodymyr Dahl National University,
20a, Molodizhny Bl., Luhansk, 91034, Ukraine*

The foam material on the basis of an inorganic binder – sodium silicate v- has been produced. It has been proposed to use aluminium powder as a foaming agent. In addition in order to improve the foaming magnification, keeping a fine porous structure, proving sufficient compressive strength, sodium hydroxide and a surfactant (surface active agent) – a rubber latex – were added to the composition. The influence of the ratio of the composition components on the properties of the foam material produced. The formulation of the composition produced has been proposed, the parameters of the pore structure of the foam material produced and its physical and chemical properties have been defined. It has been shown that in order to produce a foam material with the sufficient foaming magnification (~ 8) one should add some 6% of aluminium powder by weight of the binding agent, some 7% of sodium hydroxide and 0.7-0.8% of a surfactant. As a result the foam material has been produced, which has a number of significant properties: flame retardation and non-toxication. Wide temperature range of application; it has low thermal conductivity, sufficient compressive strength and other valuable characteristics.

Key words: foam, sodium silicate, gasifier, aluminum powder, the rate of expansion, caustic soda, surfactant, latex.

Стаття постуила до редакції 18.06.2013; прийнята до друку 30.09.2013.

Вступ

Виробництво легких газонаповнених пластмас або пінопластів – порівняно молода галузь ви-

робництва. Для виробництва піноматеріалів застосовують різноманітні полімерні суміші. Широко використовуються піноматеріали на основі карбамідоформальдегідних, фенолоформальдегідних смол, знайшли також своє застосування епоксидні,

кремнійорганічні, полістирольні, полівінілхлоридні пінопласти [1].

Виробництво пінопластів розвивається швидкими темпами і має, на даний час, значну технічну базу. Пінопласти мають широкий спектр цінних характеристик. Специфічність властивостей цих матеріалів обумовлена наявністю чарункової структури. Низька уявна щільність та високі теплоізоляційні якості поєднуються в них з порівняно високими механічними показниками, які дозволяють розглядати пінопласти як конструкційні матеріали [2].

Поряд з піноматеріалами на основі полімерних сумішей ведуться розробки композицій на основі неорганічних зв'язуючих [3]. Так, широке застосування мають теплоізоляційні пористі матеріали неорганічного походження – так звані чарункові пенобетони [4]. Вони нетоксичні, негорючі, екологічно чисті, пожежо- та вибухобезпечні, мають широкий діапазон робочих температур. Саме тому розробці піноматеріалів неорганічного походження в останній час приділяється велика увага.

Серед мінеральних поризуємих матеріалів найбільший інтерес має розчин натрій силікату – натрієве рідке скло. Ця сировина є доступною і дешевою, що обумовлює її широке застосування. Крім того, рідке скло має багато цінних властивостей, що дає можливість використовувати композиції на його основі в різних галузях промисловості [5, 6].

I. Експериментальна частина

1. Існує багато різних способів одержання високопористих матеріалів. Основні з них це: газоутворення, піноутворення, високе водозатворення, утворення зернистої пористості (механічна диспергація), отримання механічного каркасу, спучування мінеральної і органічної сировини під час нагрівання, спосіб домішок, які вигоряють. Для отримання піноматеріалів обрано спосіб газоутворення, який оснований на виділенні газу в поризуємому матеріалі під час додавання до основної сировини спеціальних газоутворювачів. В якості газоутворювачів можна використовувати неорганічні та органічні речовини. Можливість застосування того чи того газоутворювача визначається наступними вимогами: газоутворення повинно бути рівномірним, максимально наближеним до теоретично можливого і протікати за оптимальної в'язкості маси, яка спучується; газоутворювачі повинні бути хімічно стійкими, нетоксичними та доступними.

2. Першим етапом роботи був підбір компонентів, що входять до композиції. В якості газоутворювача використано неорганічні речовини – алюмінієвий порошок або цинковий порошок. Ці газоутворювачі широко застосовуються у виробництві піноматеріалів. Під час взаємодії цих газо-

утворювачів з рідким склом утворюється водень, який спінює композицію.

II. Результати та обговорення

1. Органічні газоутворювачі не розглядалися через їх токсичність та високу вартість. У результаті дослідження було встановлено, що кращі результати співвідношення кратності спінювання і кількості газоутворювача дає алюмінієвий порошок (табл. 1).

Таблиця 1

Залежність кратності спінювання піноматеріалу від кількості газоутворювача

Найменування показника	Газоутворювач					
	Алюмінієвий порошок			Цинковий порошок		
	2%	4%	7%	2%	4%	7%
Кратність спінювання	1,3	3	5	1,2	1,5	2,5

2. Виходячи з отриманих даних (табл. 1), бачимо, що кращі показники дає алюмінієвий порошок: так під час введення 7 % алюмінієвого порошку в композицію кратність спінювання складає – 5, тоді як під час введення тієї ж кількості цинкового порошку кратність спінювання не перевищує 2,5. Таким чином, для отримання піноматеріалу обрано як газоутворювач – алюмінієвий порошок.

3. На рис. 1 наведена залежність кратності спінювання від кількості газоутворювача, який вводиться в композицію.

У результаті досліджень було встановлено (рис. 1), що під час введення 2-3 % алюмінієвого порошку кратність спінювання незначна – 1,5-2. Під час введення 6 % газоутворювача йде рівномірний підйом піни (кратність спінювання складає – 5). Під час введення алюмінієвого порошку в кількості 7-8 % маємо інтенсивне газовиділення і різке зростання піни, але при цьому отримуємо крихкий матеріал з великими рваними порами. Введення газоутворювача в кількості, що перевищує 8 %, призводить до зниження кратності спінювання із-за надлишку алюмінієвого порошку в суміші. Оптимальною кількістю газоутворювача для розробленої композиції слід вважати 6 % мас.

Для збільшення кратності спінювання додавали в композицію натрій гідроксид. Збільшення лужності рідкого скла призводить до зростання кратності спінювання за рахунок виділення додаткової кількості водню в результаті реакції алюмінію з натрій гідроксидом.

4. У композицію з алюмінієвим порошком (6 %) додавали натрій гідроксид і спостерігали зростання кратності спінювання. Залежність кратності спінювання від кількості натрій гідроксиду наведена на рис. 2.

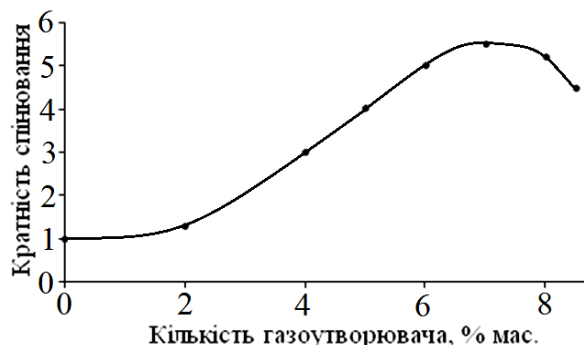


Рис. 1. Залежність кратності спінювання піноматеріалу від кількості газоутворювача.

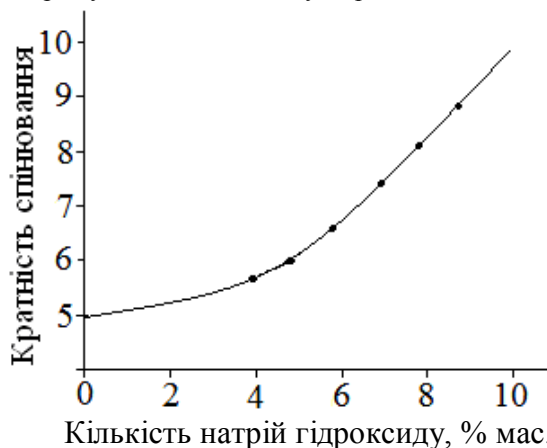


Рис. 2. Залежність кратності спінювання піноматеріалу від кількості натрій гідроксиду.

Як видно з рис. 2, під час введення в композицію натрій гідроксиду в кількості 5 % піноутворення проходить незначно, тоді як під час введення 10 % натрій гідроксиду – кратність спінювання сягає 9,5. Але піноматеріал під час додавання натрій гідроксиду більше 7 % стає крихким з неоднорідними рваними порами. Оптимальною кількістю натрій гідроксиду є 7 %.

5. У композицію також вводили отверджувач та поверхнево-активну речовину (ПАР). Ці речовини додаються до композиції з метою, щоби не допустити зниження кратності спінювання в період додаткового структування піни та її стабілізації. Однією з найважливіших функцій ПАР під час отримання піноматеріалів є стабілізація піни до досягнення системою необхідної в'язкості.

Введення в рецептуру ПАР лише у визначеній кількості підвищує міцність піноматеріалів. При надлишковій кількості ПАР, хоча й забезпечують дрібнопористу структуру піноматеріалів, але знижують їх міцність під час стискання, тому що проявляють пластифікуючу дію. В якості ПАР застосовували каучуковий латекс. Під час введення латексу має місце зниження крихкості матеріалу, зростання міцності та кратності спінювання, утворення дрібних однорідних пор.

6. У результаті експериментальних досліджень була розроблена композиція для отримання піноматеріалу на основі натрієвого рідкого скла густиною 1,44-1,47 г/см³ та силкатним модулем

2,7-3,0. До складу композиції також вводили наповнювачі: діабаз, молотий мармур, крейду, бентонітові глини.

Зразки піноматеріалу виготовляли наступним чином. У змішувач додавали всі вихідні сухі компоненти композиції і перемішували. Окремо в іншому змішувачі розчиняли ПАР і натрій гідроксид в натрієвому рідкому склі. Потім змішували всі компоненти в лабораторних циліндричних формах, у яких відбувається вспінювання та отвердження композиції.

Отримання піноматеріалу можна умовно поділити на наступні стадії:

- 1) індукційний період газоутворення – до 25 хв.;
- 2) спінювання – до 10 хв.;
- 3) індукційний період, протягом якого протікає додаткове структування піни і її стабілізація – до 5 хв.;
- 4) екзотермічний процес, протягом якого піноматеріал нагрівається до 343-353 К і відбувається значне виділення газу – до 5 хв.

По закінченні екзотермічного процесу піноматеріал набуває формостійкості та часткової механічної міцності. Повну механічну міцність піноматеріал набуває через 7-14 діб у залежності від температури навколишнього середовища.

Рецептура композиції для отримання піноматеріалу наведена в табл. 2.

7. Для характеристики структури пор піноматеріалу використовували метод мікроскопії [7]. Отриманий піноматеріал мав однорідну структуру, закриті пори, високі фізико-механічні властивості, широкий діапазон робочих температур. Параметри структури пор розробленого піноматеріалу наведено в табл. 3.

Таблиця 2
Рецептура композиції для отримання піноматеріалу

Найменування компонента	Вміст компонента, % мас.
Натрієве рідке скло	39,0
Газоутворювач	2,3
Натрій гідроксид	2,7
ПАР	0,75
Отверджувач	0,75
Наповнювач	54,5

Таблиця 3
Параметри структури пор розробленого піноматеріалу

Найменування показника	
Кількість пор на 1 см ² у перпендикулярному розрізі, шт	240
Кількість пор на 1 см ² у паралельному розрізі, шт	255
Діаметр чарунок, мкм	70
Коефіцієнт форми чарунок	0,94
Рівень неоднорідності структури, %	98

Фізико-механічні показники розробленого піноматеріалу наведені в табл. 4. Основні характеристики піноматеріалів визначались за стандартними методиками для визначення фізико-механічних властивостей піноматеріалів [7].

Таблиця 4
Фізико-механічні показники розробленого піноматеріалу

Найменування показника	Числові значення
Щільність, кг/м ³	250
Теплопровідність, Вт/(м·К)	0,055
Кратність спінування	8
Міцність під час стискання, МПа	0,4
Водопоглинання, %	13,0
Температура експлуатації, К	233-1073
Зміна лінійних розмірів за температури 393 К, %	0,4
Зміна маси за температури 393 К, %	0,5
Горючість	Не горить

Висновки

1. Отримання піноматеріалів на основі неорганічних зв'язуючих є актуальним, тому що такі піноматеріали відрізняються низкою цінних характеристик (негорючість, нетоксичність тощо), низькою вартістю, а технологія їх виготовлення не потребує великих капітальних витрат.

2. Розроблений піноматеріал на основі неорганічного зв'язуючого – натрієвого рідкого скла. Даний піноматеріал має високі фізико-механічні та теплоізоляційні властивості, міцність під час стискання.

3. Розроблений піноматеріал можна використовувати в якості теплоізоляційного матеріалу для теплових та атомних електростанцій, що дозволить у значній мірі зекономити теплову енергію. Піноматеріал можливо використовувати для ізоляції трубопроводів, у будівництві для ізоляції нафто- і газопроводів.

Література

1. А.А. Берлин, Ф.А. Шутов, Пенополимеры на основе реакционноспособных олигомеров (Химия, Москва, 1978).
2. В.В. Опекунов, Конструкційно-теплоізоляційні будівельні матеріали на основі активованих сировинних компонентів (Видавничий дім "Академперіодика", Київ, 2001).
3. Л.А. Абдрахманова, И.В. Соловьева, Д.А. Солдатов, В.Г. Хозин, VIII Всероссийская конференция "Структура и динамика молекулярных систем" (2002), с. 67.
4. О.Н. Верещагин, Строительная альтернатива, (1), (2002).
5. Р. Айлер, Химия кремнезема (Мир, Москва, 1982).
6. П.Н. Григорьев, М.А. Матвеев, Растворимое стекло (Промстройиздат, Москва, 1956).
7. Ю.П. Горлов, Лабораторный практикум по технологии теплоизоляционных материалов (Высшая школа, Москва, 1982).

Шолух Наталія Євгенівна – кандидат хімічних наук, доцент кафедри технології високомолекулярних сполук Інституту хімічних технологій.