

УДК 666:973.6.

**STUDY OF THE TECHNOLOGICAL MODE OF THE PROCESS OF
PORIZATION OF LIQUID GLASS GRANULAR MATERIALS FOR
THERMAL INSULATION UNDER THE CONDITIONS OF UHF
RADIATION**

**ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО РЕЖИМУ ПРОЦЕСУ ПОРИЗАЦІЇ
РІДИННОСКЛЯНИХ ЗЕРНИСТИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЇ В УМОВАХ
НВЧ ВИПРОМІНЮВАННЯ**

Rymar Tetyana / Римар Т.Е.

доктор технічних наук, доцент

ORCID: 0000-0001-9724-8640

Професор кафедри хімічної інженерії та екології,

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Київ, вул. Іоанна Павла II, 17, 01042

***Анотація.** Дану роботу присвячено визначенню оптимальних параметрів надвисокочастотного випромінювання, які забезпечують високі експлуатаційні властивості зернистих теплоізоляційних матеріалів на основі рідинного скла. Підбором технологічних режимів: потужності (650 Вт, що відповідає температурі 110-120 °С) і тиску НВЧ-установки (100 кПа), домоглися отримання дисперсного зернистого матеріалу з низькою середньою густиною (220-240 кг/м³), тривалість процесу при цьому складає не більше 6-7 хв. Тобто, мікрохвильовий вплив на рідинноскляну композицію дозволяє досягти розігріву і розм'якшення всієї маси за рахунок внутрішніх процесів прискорення руху молекул води, їх тертя і пароутворення, а не за рахунок підводу високих температур ззовні.*

***Ключові слова:** параметри НВЧ випромінювання; модифікація; рідинноскляні композиції; зернисті теплоізоляційні матеріали; експлуатаційні властивості.*

Вступ.

Застосування теплоізоляційних виробів на основі спученого рідинного скла в порівнянні із вживаними нині системами теплоізоляції дає істотний економічний ефект через підвищення довговічності, негорючості, екологічності виробництва і експлуатації. За комплексом критеріїв - технічних, екологічних, економічних теплоізоляція на основі гранульованого рідинного скла та вироби з нього є ефективними, що робить доцільним розвиток їх виробництва. Дослідженням процесів отримання зернистих теплоізоляційних матеріалів та модифікацією їх властивостей займались багато вчених: Горлов Ю.П., Меркін А.П., Устенко А.А., Кудяков А.І., Радіна Т.М., Іванов М.Ю., Лотов В.А. і Кутугін В.А. Заболотська А.В. та ін. [1-5], наукові дослідження яких дозволили підвищити експлуатаційні характеристики даних матеріалів шляхом введення різних наповнювачів та хімічних добавок. Українські вчені:

П.В. Кривенко, К.К. Пушкарьова, М.В. Суханевич, М.А. Саницкий [6], а також закордонні вчені: Bai C.; Colombo P., Zhang Z.; Provis J.L.; Reid A.; Wang H. [7-8] досліджували процеси отримання таких матеріалів шляхом їх модифікації алюмовмісними сполуками, які дозволяють направлено регулювати процеси структуроутворення у рідинноскляній матриці та отримувати теплоізоляційні вироби з покращеними властивостями.

Одним з перспективних методів модифікації матеріалів є їх обробка надвисокочастотним випромінюванням. Переваги використання НВЧ випромінювання в порівнянні із загально прийнятими методами модифікації полягають у перетворенні їх структури без значних змін технологічного процесу і необхідності застосування додаткових компонентів [9-10].

Результати дослідження.

Дану роботу присвячено визначенню оптимальних параметрів надвисокочастотного випромінювання, які забезпечують високі експлуатаційні властивості зернистих теплоізоляційних матеріалів на основі рідинного скла. Результати дослідження наведені в табл. 1.

Таблиця 1 - Параметри процесу поризації і характеристика матеріалів

Потужність НВЧ випромінювання, Вт	Тиск процесу, кПа	Максимальна температура, °С	Час максимальної втрати маси, хв	Втрати маси, %	Середня густина, кг/м ³	Коефіцієнт спучення
300	100	55-60	10	4-5	670-690	1-1,1
500	100	105-110	5	23-24	320-340	2,5-2,6
500	10	105-110	3	22-23	620-640	1,2-1,4
650	10	70-75	5	15-16	440-460	1,8-2
650	100	110-120	4	25-26	220-240	2,4-2,6

Авторство

При спученні зернистого матеріалу при потужності 300 Вт спостерігалось незначне підвищення температури до 55-60 °С, що недостатньо для пароутворення молекулярної води. Процес спучення при потужності 500 Вт та атмосферному тиску тривав ~5 хв, так як після досягнення даного часу температура всередині камери лишалась незмінною (105-110 °С), однак він був ускладнений значною конденсацією пари води на поверхні гранул, що призвело до їх злипання. Тому, наступне дослідження було проведено при тому ж рівні потужності, але з утворенням розрідженого середовища в камері НВЧ-установки. Було визначено, що таке зниження тиску процесу призвело до втрат води шляхом її відкачування, причому потужності не вистачило для інтенсифікації процесу пароутворення. Наступне дослідження проводилося при

потужності 650 Вт, проте значного збільшення коефіцієнту спучення не було досягнуто через низьку температуру, яка обумовлена створенням вакууму в установці. Тому далі процес проводили при атмосферному тиску. Різкий стрибок температури $\sim 100^{\circ}\text{C}$ свідчить про початок пароутворення практично миттєво після включення магнетрону і вже на 4 хв спостерігається пік температури – $110\text{-}120^{\circ}\text{C}$, що зумовило інтенсивне спучення зерен, які характеризуються низькою середньою густиною та задовільним зовнішнім виглядом (сухий розсипчастий матеріал круглої форми). Таким чином, оптимальними параметрами процесу є: вихідна потужність НВЧ-установки - 650 Вт і тиск ~ 100 кПа. Порівнявши результати проведених досліджень з літературними даними, є очевидним висока ефективність отримання зернистого матеріалу під дією НВЧ випромінювання.

Висновки.

Визначений технологічний режим процесу поризації в НВЧ-установці: потужність (650 Вт) і тиск (~ 100 кПа), дозволяє отримати дисперсний зернистий матеріал з низькою середньою густиною ($220\text{-}240$ кг/м³), при цьому тривалість процесу складає не більше 6-7 хв. Так, найвища кількість видаленої з матеріалу води – 25-26 % - спостерігається при потужності 650 Вт, що відповідає температурі $110\text{-}120^{\circ}\text{C}$. Тобто, мікрохвильовий вплив на рідинноскляну композицію дозволяє досягти розігріву і розм'якшення всієї маси за рахунок внутрішніх процесів прискорення руху молекул води, їх тертя і пароутворення, а не за рахунок підводу високих температур ззовні. Даний факт доводить доцільність отримання зернистих рідинноскляних матеріалів під дією НВЧ випромінювання.

Список літератури

1. Горлов Ю.П., Меркин А.П., Устенко А.А. Технология теплоизоляционных материалов. М.: Стройиздат, 1980. 399с.
2. Кудяков А.И., Радина Т.Н., Иванов М.Ю. Зернистый теплоизоляционный материал на основе модифицированного жидкого стекла из микрокремнезема. *Строительные материалы*. 2004. № 11. С.12.
3. Кудяков А.И., Свергунова Н.А., Иванов М.Ю. Зернистый теплоизоляционный материал на основе модифицированной жидкостекольной композиции: монография / под ред. А.И. Кудякова. Томск : Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2010. 204 с.
4. Зарубина Л.П. Теплоизоляция зданий и сооружений. Материалы и технологии: 2-е изд. СПб.: БХВ – Петербург, 2012. 416 с.

5. Лотов В. А., Кутугин В.А. Формирование пористой структуры пеносиликатов на основе жидкостекольных композиций. *Стекло и керамика*. 2008. № 1. С. 6–10.

6. Кривенко П.В., Пушкарева Е.К., Суханевич М.В., Саницкий М.А. Физико-химические основы низкотемпературной технологии получения теплоизоляционных вспучивающихся материалов. *Техника и технология силикатов*. 1999, № 1-2, С.25-28.

7. Bai C.; Colombo P. Processing, properties and applications of highly porous geopolymers: A review. *Ceram. Int.* 2018. Vol. 44. 16103–16118. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2018.05.219>.

8. Zhang Z.; Provis J.L.; Reid A.; Wang H. Mechanical, thermal insulation, thermal resistance and acoustic absorption properties of geopolymer foam concrete. *Cem. Concr. Compos.* 2015. Vol. 62. P. 97–105. URL: <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2015.03.013>.

9. Римар Т.Е. Дослідження впливу НВЧ випромінювання на властивості гранульованих теплоізоляційних матеріалів на основі рідинного скла. *Збірник наукових праць УкрДУЗТ*. Харків. 2021. Вип. 196. С. 6-16.

10. Римар Т.Е. Використання НВЧ випромінювання для спучування рідкоскляних теплоізоляційних матеріалів. *Збірник наукових праць УкрДУЗТ*. Харків. 2020. Вип. 193. С. 15-23.

Стаття надіслана: 20.02.2023

© Римар Т.Е.