

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

РИМАР ТЕТЯНИ ЕРНСТІВНИ

«Розробка наукових основ НВЧ-технології композиційних матеріалів для теплоізоляції на основі рідинного скла», представлену на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.23.05 – будівельні матеріали та вироби.

Актуальність теми. Економія паливно-енергетичних ресурсів, підвищення ефективності теплової ізоляції будівель і споруд промислового устаткування. Впровадження енергоефективних матеріалів і їх технологій є пріоритетними напрямками в розвитку Української і світової будівельної галузі.

Для промислової теплоізоляції в основному використовуються теплоізоляційні матеріали з температурою застосування до 600 °С. До них відносяться і теплоізоляційні матеріали із рідкого скла. Однак, із-за складності технології термообробки конвекцією вироби із рідкоскляних композицій не виробляються, а матеріали виготовляється в основному у вигляді гранул.

Вирішення проблеми виготовлення крупнорозмірних виробів із рідкоскляних композицій автором роботи запропоновано проведення їх теплової обробки в електромагнітному полі з надвисокочастотним випромінюванням. При використанні НВЧ-випромінювання за рахунок процесів прискорення руху молекул води, їх тертя та виділення теплової енергії відбувається нагрівання матеріалу в усьому об'ємі на відміну від нагрівання матеріалу конвекцією.

Введення автором в сировинні суміші теплоізоляційних матеріалів різних сполук дозволяє керувати процесами структуроутворення при виготовленні виробів. Тому актуальними з теоретичної та практичної точки зору є дослідження процесів структуроутворення.

Теоретична концепція обробки сировинної суміші на основі рідкого скла, як для гранульованого матеріалу так і для композиційного, обробленого в електромагнітному полі з надвисокочастотним випромінюванням вирішує проблему створення композиційних теплоізоляційних виробів з покращеними властивостями, що свідчить про актуальність роботи.

Розроблений композиційний матеріал із рідкоскляної композиції може використовуватись як для теплоізоляції промислового обладнання так і конструкцій будівель.

Актуальність роботи також підтверджується тим, що вона виконувалась відповідно до бюджетної програми «Термостійкі теплоізоляційні матеріали на основі неорганічного полімеру - рідкого скла».

Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків та рекомендацій, сформульованих у дисертації.

Основні наукові положення полягають у встановленні закономірностей формування структури і властивостей теплоізоляційних матеріалів в залежності від параметрів надвисокочастотного випромінювання, модифікаторів коагуляційно-конденсаційних процесів, пороутворювачів і піностабілізаторів, крім цього встановлено, що завдяки об'ємному прогріву ступінь перебудови структури в порівнянні з конвективним нагрівом має вдвічі більше значення. При цьому частина енергії електромагнітного випромінювання перетворюється на теплоту, яка сприяє інтенсивній поризації, а інша – направлена на структурні зміни в матеріалі, які призводять до поліпшення його властивостей, що пов'язано з ефектом «нетеплової» дії НВЧ випромінювання.

В якості наукової новизни слід відзначити, що введення у рідино скляну композицію пороутворювача і поверхнево-активну речовину при мікрохвильовій обробці стабілізує спучену масу і дозволяє отримати матеріал з рівномірною пористістю і підвищеною міцністю.

Обґрунтованість основних наукових положень, висновків та рекомендацій базується також на представленому в роботі аналітичному і експериментальному матеріалах.

Основна частина дисертаційної роботи складається зі вступу, п'яти розділів, та загальних висновків. Повний обсяг дисертації становить 362 сторінки і включає 48 таблиць, 100 рисунків, список використаних джерел із 359 найменувань та 4 додатків. Дисертаційна робота за структурою, мовою та стилем викладення відповідає вимогам МОН України.

У першому розділі проведено аналітичний огляд літературних джерел з проблем отримання силікатних теплоізоляційних матеріалів. Дисертант проаналізував стан проблеми і встановив, що утворення з рідкого скла ефективних силікатних композиційних теплоізоляційних матеріалів можливо за рахунок обробки в електромагнітному полі з надвисокочастотним випромінюванням. При цьому вироби з композиційного теплоізоляційного матеріалу можуть бути виготовлені двома способами. Першим способом виготовлення грануляту з композиції рідинного скла, обробленого в електромагнітному полі з надвисокочастотним випромінюванням, потім змішували з рідинноскляною композицією, яка тверділа в природних умовах. Другим способом виготовлення - висушений гранулят (напівфабрикат) змішували з рідинноскляною композицією і суміш піддавали сумісній обробці в електромагнітному полі з надвисокочастотним випромінюванням.

Після обробки в електромагнітному полі з надвисокочастотним випромінюванням завдяки об'ємному нагріву і механізму «нетеплової» дії НВЧ випромінювання на оброблювальні об'єкти значно знижується тривалість їх нагріву, а також поліпшуються експлуатаційні властивості виробів за рахунок модифікації структури рідинного скла.

В другому розділі обґрунтовано вибір компонентів складу рідинно-скляних композицій. Так для управління формуванням коагуляційно-кондесаційною структурою гранул дисертантом в сировинну суміш введені оксидні сполуки заліза, цинку, вуглекислі солі, доломіт, кальцій вуглекислий які взаємодіють з компонентами рідинного скла з утворенням нерозчинних силікатів.

В якості пороутворювача для композиційних теплоізоляційних матеріалів твердіючих в природніх умовах вибрано алюмінієву пудру. В електронному полі з НВЧ випромінюванням - водний розчин H_2O_2 .

Для управління реологічними властивостями і регулюванням пористості системи і зниження можливості об'єднання дрібних пор в процесі спучування сировинної суміші в якості піностабілізатора використовувалась термостійка неіоногенна поверхнево-активна речовина ОП-10.

Третій розділ дисертації присвячено експериментальним дослідженням впливу модифікуючих добавок, параметрів НВЧ випромінювання на технологічні властивості рідинноскляної композиції, при формуванні структури і властивостей гранульованих матеріалів.

В результаті проведених досліджень встановлено, що для забезпечення якісного процесу гранулювання РСК її динамічна в'язкість повинна складати 0,5-0,7 Па·с і найбільш ефективною добавкою для її забезпечення є оксид цинку в кількості 1,5-2%.

Встановлено, що найкращі властивості гранул досягаються при потужності випромінювання 650 Вт, температура 119-120 °С коефіцієнт перебудови структури 0,65.

Растровою мікроскопією виявлено, що гранули отримані під дією НВЧ характеризуються більш закритою пористістю ніж гранули отримані конвективним нагрівом.

Визначено, що показник уявної енергії активації процесу поризації РСК під дією НВЧ випромінювання на першій стадії процесу складає 13,05 кдж/моль і 136,07 кдж/моль на другій стадії, в той час як при конвективному нагріві на першій стадії енергія активації близька до нуля, а на другій – дорівнює 115,72 кдж/моль. Це свідчить про більш високу здатність мікрохвильового випромінювання перетворювати воду навіть в її зв'язаному стані в пар в порівнянні з конвективним нагрівом.

У четвертому розділі приведені результати дослідження властивостей композиційних теплоізоляційних матеріалів при введенні гранульованого заповнювача в рідинноскляне в'язуче. Проведеними дослідженнями властивостей композиційних ТІМ отриманих при температурі

навколишнього середовища, визначена оптимальна рецептура виготовлення даних матеріалів, яка складається: 100 мас. ч. РС, 15-16 мас. ч. портландцементу та 5 – 5,5 мас. ч. напівводного гіпсу, 3-3,2 мас. ч. алюмінієвої пудри, 1-1,2 мас. ч. ОП-10. Запропонований склад РСК дозволив отримати ТІМ з низькою середньою густиною ($240-260 \text{ кг/м}^3$) і теплопровідністю ($0,055-0,06 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$), невисоким водопоглинанням (45-46%). Однорідною дрібнопористою структурою (діаметр пор $0,6 - 0,65 \text{ мм}$, ступінь неоднорідності 9, 5 – 10, 5 %, загальна пористість зразків 82-83% з яких доля закритих пор – 37-38%).

Проведеними дослідженнями властивостей композиційних ТІМ, отриманих під дією НВЧ випромінювання, визначена оптимальна рецептура для виготовлення приведених матеріалів. Рецептура зв'язуючого складається з: 100 мас. ч. РС, 9-10 мас. ч. оксиду цинку, 9-10 мас. ч. пероксиду водню (35 % - розчину), 5-5,5 мас. ч. напівводного гіпсу, 1,8-2 мас. ч. ОП-10.

Запропонований склад РСК дозволив отримати ТІМ з низькою середньою густиною ($220-240 \text{ кг/м}^3$) і теплопровідністю ($0,05-0,055 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$), малим водопоглинанням (30-31%), високими характеристиками міцності ($0,8-0,9 \text{ МПа}$ -на згин $0,6-0,7 \text{ МПа}$ – на стиск).

Дослідженнями структури композиційних матеріалів отриманих під дією НВЧ випромінювання встановлено, що вона є дрібнопористою (діаметр пор $0,5-0,6 \text{ мм}$) і складає 83-84% (доля закритих пор 53-54%) та однорідною (ступінь неоднорідності 8-9%).

Порівняння властивостей ТІМ, отриманих за температури навколишнього середовища та при НВЧ нагріві показали, що виготовлення ТІМ під дією НВЧ випромінювання дозволяє отримати матеріали з кращими експлуатаційними властивостями. Так при майже рівній середній густині цих матеріалів їх міцність на 60% вище, крім того ці матеріали безумовно, оскільки практично не містять вологу. Такі матеріали мають більш однорідну дрібнопористу структуру і більшу долю закритих пор, майже у 1,5 рази навіть при більшій загальній пористості, а отже на стільки менше водопоглинання.

Проведеним термічним аналізом підтверджено ефективність використання НВЧ випромінювання при виробництві композиційних ТІМ на основі РС.

У н'ятому розділі приведені результати дослідження технології гранульованих і композиційних теплоізоляційних матеріалів, представлена блок-схема отримання композиційних теплоізоляційних матеріалів, техніко-економічна оцінка проведених досліджень та НВЧ установка промислового призначення.

З використанням планування експерименту представлені результати оптимізації технологічних параметрів композиційних теплоізоляційних матеріалів (потужність випромінювання, тривалість процесу, тиск).

Згідно отриманих даних, низька щільність і висока міцність матеріалів досягається при наступних оптимальних параметрах технології: потужності

випромінювання – 650 Вт, тривалості процесу 10 хв, та тиску 80 кПа, температура процесу 115-120 °С. При цих технологічних параметрах отримані матеріали з рівномірною пористою структурою та достатньо високими фізико-механічними властивостями. Встановлено, що найбільш доцільним способом виробництва композиційних теплоізоляційних матеріалів зернисто-пористої структури є одночасне спучування формовочної маси, що включає висушений гранулят-сирець і сирцеву рідинноскляну суміш.

Техніко-економічна оцінка результатів досліджень показала, що ціна розробленого в роботі композиційного ТІМ нижча за ціну найпоширенішого ТІМ-піноскла в 1,25 рази.

Практичне значення роботи заключається в розробці рецептури і технології гранульованих та композиційних теплоізоляційних матеріалів на основі рідинного скла в умовах НВЧ випромінювання.

Загальні висновки по роботі висловлені чітко і аргументовані конкретними результатами. Ілюстрації, схеми, таблиці доповнюють текстовий матеріал.

Достовірність і новизна наукових положень, висновків і рекомендацій викладених у дисертаційній роботі Римар Т. Е. не викликає сумніву, оскільки підтверджується достатнім обсягом виконаних теоретичних та експериментальних досліджень, методично правильною їх постановкою, використанням широкого кола методів досліджень та випробувань.

Основні положення дисертації викладені в повній мірі в опублікованих 39 наукових працях, з яких 5 статей у виданні, що індексується НБДМ Scopus, 12 у виданнях, що індексуються у наукометричній базі Index Copernicus, 22 статті у виданнях, що входять до переліку фахових видань України, 9 праць апробаційного характеру, 8 додаткових публікацій.

Ідентичність автореферату основним положенням дисертації

Зміст автореферату є ідентичним до основних наукових положень дисертаційної роботи. Автореферат містить необхідну інформацію, яка дає достатнє уявлення сутності досліджень і отриманих результатів.

Зауваження до дисертаційної роботи

1. Об'єм дисертаційної роботи можна було зменшити без шкоди для її змісту.

2. В роботі часто відзначається (стор. 200, 284, 294), що частина енергії електромагнітного випромінювання перетворюється на теплоту, яка сприяє інтенсивній поризації і нетеплову дію НВЧ випромінювання, яка направлена на структурні зміни в матеріалі модифікацію рідинно скляної матриці. Однак не приводиться пояснення, що розуміється під нетепловою дією і яким чином вона змінює структуру матеріалу.

3. Доцільно було би провести дослідження впливу модифікаторів на формування структури міжпорових перегородок як в гранульованому так і

композиційному теплоізоляційному матеріалах, що дозволило ще більше поліпшити їх властивості.

4. Для композиційних теплоізоляційних матеріалів твердіючих в природних умовах доцільно провести дослідження впливу рецептури суміші та технологічних параметрів обробки на усадку.

5. В п'ятому розділі дисертації приведена технологічна схема виготовлення композиційного матеріалу, проте при цьому не показано яким чином досягається однорідність модифікуючих добавок, які використовуються в малих кількостях у контактних зонах між компонентами матеріалу.

Наведені зауваження не носять принципового характеру і в перспективі можуть бути враховані автором при проведенні подальших досліджень.

Дисертаційна робота Римар Т. Е. «Розробка наукових основ НВЧ-технології композиційних матеріалів для теплоізоляції на основі рідинного скла» за обсягом досліджень, рівнем їх виконання, новизною є завершеною науково-дослідною роботою, яка являється новим перспективним науковим напрямком, в якій одержані нові теоретично обгрунтовані та практично цінні результати, що в комплексі вирішують науково-прикладну проблему теоретичного обгрунтування розробки енергоефективної технології виготовлення композиційних теплоізоляційних матеріалів з раніше заданими властивостями.

В цілому, дисертаційна робота Римар Тетяни Ернстівни за рівнем її наукової новизни і практичного значення відповідає комплексу вимог МОН України та п.п. 9, 11, 12 «Порядку присудження наукових ступенів», які ставляться до робіт на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України №567 від 24.07.2013р. із змінами, внесеними згідно з постановою Кабінету Міністрів України №656 від 18.08.2015 р., а її автор – Римар Т. Е. заслуговує присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.23.05 – Будівельні матеріали та вироби.

Офіційний опонент:

доктор технічних наук,
завідувач кафедри технології будівельних
матеріалів, виробів та конструкцій
ДВНЗ «Придніпровська державна
академія будівництва та архітектури»

 Микола Шпирько

Особистий підпис д.т.н. Шпирько М. В. засвідчую

Вчений секретар



Анастасія Гайдар