

К.П. Костогриз

Інститут газу Національної академії наук України, Київ

УСТАНОВКА ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНОГО ЗАПОВНЮВАЧА У ВИГЛЯДІ ПОРОЖНИСТИХ МІКРОКУЛЬОК



Наведено результати виконання інноваційного проекту зі створення установки для виробництва теплоізоляційного заповнювача для будівництва. Описано проведені дослідження з термічної обробки сирцевого природного алюмосилікатного матеріалу різних родовищ у лабораторній установці з псевдозрідженим шаром. Подано оброблені результати цих досліджень — залежність коефіцієнта спучування матеріалу від температури обробки та початкового розміру часток. Наведено схему технологічної лінії, в яку інтегровано ділянку з установкою для виробництва заповнювача у вигляді порожнистих мікрокульок.

Ключові слова: теплоізоляційний заповнювач, перліт, спучування, псевдозріджений шар.

Протягом останніх років у Інституті газу НАН України проводилися наукові дослідження процесів термічної обробки дисперсних матеріалів у високотемпературному псевдозрідженому шарі з метою підвищення ефективності у виробництві будівельних матеріалів за рахунок енергозбереження та підвищення якості продукції [1]. Нагальна потреба в цих дослідженнях пов'язана з критичною ситуацією у галузі виробництва будівельних матеріалів в Україні, зокрема у виробництві неорганічних теплоізоляційних заповнювачів. Конкуренція з боку високотехнологічної промисловості Євросоюзу та демпінгові ціни на будівельні матеріали, що експортуються з Білорусі, ставлять вітчизняну галузь з її застарілим обладнанням та технологіями і найбільшою в Європі вартістю енергоносіїв на межу існування.

Тема високотемпературної обробки у псевдозрідженому шарі була досить популярна у промисловому виробництві Радянського Союзу у 60–80 рр. минулого століття, але не на-

була широкого розповсюдження у будівельній галузі через технологічні особливості та складність обслуговування. Досвід співробітників Інституту газу з впровадження на виробництвах теплоізоляційних матеріалів агрегатів з псевдозрідженим шаром дає можливість говорити про перспективність використання таких агрегатів з урахуванням їх технологічних особливостей [2]. Так, використання печей з псевдозрідженим шаром для термopідготовки перліту перед спучуванням у шахтних печах конструкторії НДІБМВ (м. Київ) дозволило отримувати спучений перлітовий пісок із заданими властивостями практично з будь-якої сировини [3]. Спучений перліт — ефективний тепло- та звукоізоляційний матеріал, який характеризується хімічною та термічною стійкістю. Але широкому застосуванню у будівельній галузі заважає його велике водопоглинання, яке знижує морозостійкість і термічний опір теплоізоляційних виробів на його основі. Ця особливість пояснюється наявністю відкритої порожнистості частинок спученого перліту. Застосування двостадійної технології та попередньої термообробки [3] частково вирішило цю

проблему, але тільки для відносно великих фракцій сировини — більше 1мм. З дрібнодисперсної сировини з використанням традиційної технології спучування отримати матеріал з закритими порами досить складно, а пиловидні фракції перліту взагалі майже не спучуються. Пов'язано це в першу чергу з застосуванням у традиційних шахтних печах факельного спалювання газу на двопровідних пальниках. Тому частина матеріалу при обробці потрапляє безпосередньо у факел і роздрібнюється за рахунок розтріскування, а частина підхоплюється конвективним потоком і недогрівається до необхідної температури, а тому недоспучується.

Вирішити проблему більш рівномірної обробки можна за рахунок використання апаратів з псевдозрідженим шаром, у яких, як відомо, температура у шарі матеріалу, що оброблюється, має високу рівномірність. Збільшити ККД процесу можна, використовуючи спалювання газу безпосередньо у псевдозрідженому шарі, уникнувши таким чином втрат тепла. Також за рахунок високої інтенсивності теплопідводу до оброблюваних частинок матеріалу у псевдозрідженому шарі можна реалізувати ефект «термоудару» і спучити часточки матеріалу розміром у декілька десятків мікрон. Властивості виробленого продукту (питома вага, міцність) можна регулювати температурою обробки.

Можливість реалізувати такий процес було доведено в ході лабораторних досліджень в рамках виконання бюджетної тематики Інституту газу «Дослідження і розробка енергозберігаючих технологій термообробки, спалювання та знешкодження дисперсних матеріалів». Розроблену технологію запатентовано [4]. Реалізація такого процесу на більш масштабному агрегаті необхідна для підтвердження переваг нової технології, її ефективності та ін. Це істотно розширило б можливості застосування легких дрібнодисперсних неорганічних заповнювачів у будівельній сфері: від легкого заповнювача у стінових конструкціях і засипках до наповнювача у теплозахисні штукатурки та фарби. Для цього в рамках інноваційного про-

екту «Установка виробництва теплоізоляційного заповнювача у вигляді порожнистих мікрокульок» було проведено дослідження процесу виробництва теплоізоляційного заповнювача з наявної на території України сировини — гідратованих природних алюмосилікатів, перлітів — та визначено методами натурального експерименту оптимальні умови їх обробки. З дотриманням цих умов було розроблено рішення для реконструкції існуючого виробництва, конструкції дослідно-промислового агрегату та самої технологічної лінії.

В Україні є родовище перліту «Берегівський кар'єр» (Закарпатська обл., Берегівський р-н, с. Мужієво). Берегівський перліт має високу порівняно з іншими перлітами температуру спучування, що на традиційних шахтних печах призводить до перевитрат палива, а також невисокий коефіцієнт спучування. В апараті з псевдозрідженим шаром розробки Інституту газу НАН України за рахунок того, що підтримування заданої робочої температури здійснюється не розведенням холодним повітрям, а збільшенням витрат вхідного продукту, висока температура спучування практично не спричиняє збільшення витрат палива.

У Грузії є родовище, що належить ТОВ «Параван перліт» (Грузія, м. Тбілісі). Компанія видобуває кілька видів сирцевого перліту, а також продає підготовлений перліт — висушений, дроблений, розділений на фракції та затарений у мішки. Параванський перліт відрізняється низькою температурою спучування та високим коефіцієнтом спучування. Туреччина володіє найбільшим у світі родовищем перліту. Турецький перліт відноситься до «молодого» перліту первинної гідратації і характеризується найвищим коефіцієнтом спучування, однак наявність надлишкової вологи в ньому призводить, як правило, до утворення відкритої і розпушеної поверхні спучених частинок. Температура спучування турецьких перлітів найнижча. На продаж пропонується як сирцевий, так і підготовлений перліт — розділений на фракції і затарений у мішки.

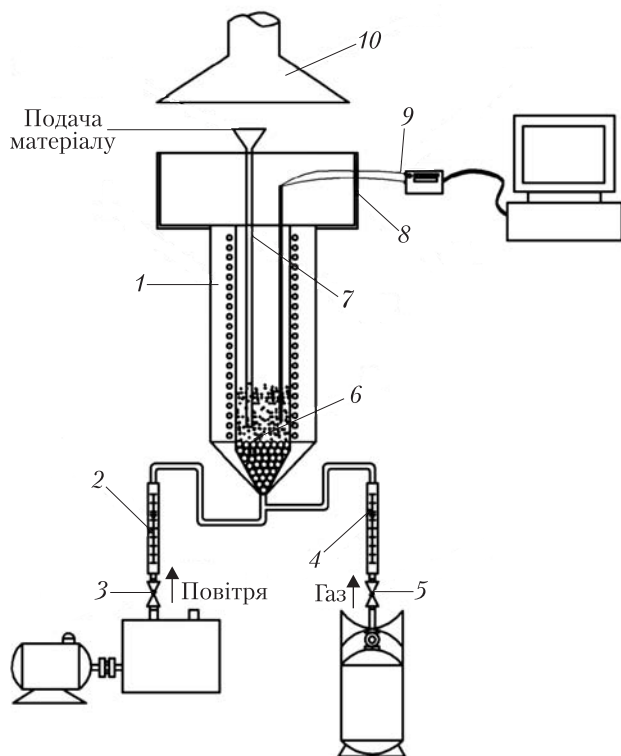


Рис. 1. Схема лабораторної установки з псевдозрідженим шаром: 1 – корпус печі; 2, 4 – ротаметри; 3, 5 – регулюючі крани; 6 – газорозподільна камера; 7 – завантажувальна трубка; 8 – осаджувальна камера; 9 – вимірювальний комплекс; 10 – витяжний зонтик

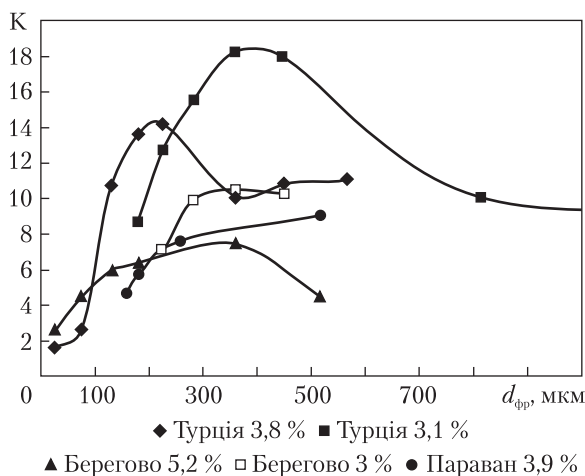


Рис. 2. Залежність коефіцієнта спучування від розміру частинок вихідного матеріалу та вологості

Партнером Інституту газу НАН України по інноваційному проекту стала відома Українська будівельна організація ТОВ «ТММ», котра має устаткування для виробництва спученого перліту. Існуюча лінія в останні роки випускає спучений фільтрувальний перлітовий порошок, але через подорожчання природного газу стала нерентабельною. Проведене спеціалістами Інституту газу обстеження лінії показало можливість експлуатації більшої частини існуючого обладнання в дослідно-промисловому режимі. Так, для сушіння і дроблення сирцевого перліту тимчасово можна використовувати існуюче устаткування на ділянці підготовки сировини. Устаткування ділянки упакування може бути використане після його раціонального розміщення й установки нових газоходів.

Для визначення конструктивних параметрів дослідно-промислового агрегату та характеристик обладнання технологічної лінії необхідно було провести попередні дослідження наявних у організації партнера зразків сировини щодо її спучування.

На лабораторні дослідження від організації партнера були надані зразки висушеного, дробленого перліту з фракцією < 2,5 мм різних родовищ: берегівського родовища, параванського родовища та турецького.

Дослідження проводилися на лабораторній установці Інституту газу (рис. 1) яка складається з печі псевдозрідженого шару, завантажувальної трубки, осаджувальної камери, витяжного зонтика, вимірювального комплексу і системи подачі паливного газу та повітря. Як паливо використовували пропан-бутанову суміш. Витрати повітря та паливного газу контролюються за допомогою ротаметрів. Більш докладно установка описана у роботі [1].

Після розігріву і встановлення необхідної робочої температури у печі завантажували вихідний матеріал. Відповідну фракцію матеріалу через завантажувальну трубку подавали безпосередньо в псевдозріджений шар, у якому проходило спалювання газу. Спучений матеріал виносився газовим потоком і накопичувався в осаджувальній ка-

мері. Для компенсації відходу тепла в навколишнє середовище кварцову трубу обігрівали зовні електронагрівуючим пристроєм.

При контакті частинок із псевдозрідженим шаром відбувався миттєвий їх розігрів і спучування. Утворений легкий продукт підхоплювався газовим потоком і виносився з камери спучування та осаджувався. Діапазон зміни температури псевдозрідженого шару — 900–1000 °С.

На рис. 2 наведені результати експериментів у вигляді графіка залежності коефіцієнта спучування K (відношення об'єму спученої частки до початкового її об'єму) від середнього розміру частинок d_{ϕ} вузької фракції вихідного перліту з різних родовищ.

Різкий ріст функції $K = f(d_{\phi})$ спостерігається до розміру частинок $d_{\phi} = 200\text{--}350$ мкм, потім слідує перегин кривої, зумовлений руйнуванням окремих часток на декілька більш дрібніших, що викликає зниження насипної густини отриманого матеріалу. Залежність коефіцієнта спучування перлітів K різних родовищ від температури обробки T , $K = f(T)$ наведена на рис. 3.

Величина коефіцієнта спучування для берегівського перліту досягає $K = 6,4$, для Параванського — $K = 10$ і для одного з родовищ Туреччини — $K = 12,1$.

Таким чином, питомий об'ємний вихід матеріалу з турецької сировини в два рази перевищує вихід мікросфер з берегівської, що є визначальним при виборі постачальника.

Результати наших експериментів показують, що найбільш легкий продукт за новою технологією можна отримати при обробці частинок матеріалу розміром 200–350 мкм. Спучування більших частинок призводить до зниження коефіцієнта спучування за рахунок руйнування великих частинок і, відповідно, до збільшення насипної густини готового продукту та водопоглинання. Для отримання більш крупного та легкого матеріалу необхідно проводити термопідготовку для зниження залишкової вологості [3].

Фотографії продуктів, отриманих за новою технологією з перліту різних родовищ, наведе-

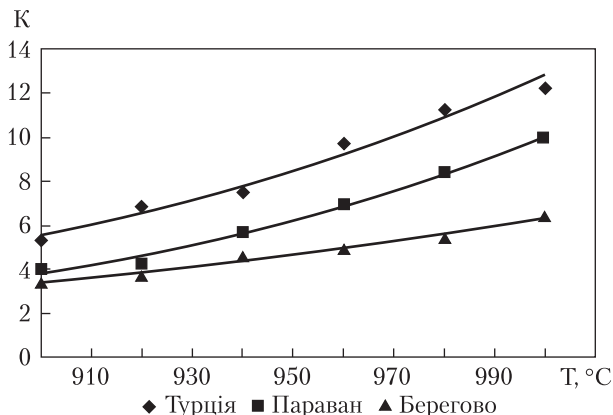


Рис. 3. Залежність коефіцієнта спучування від температури для фракції вихідного перліту 100–160 мкм

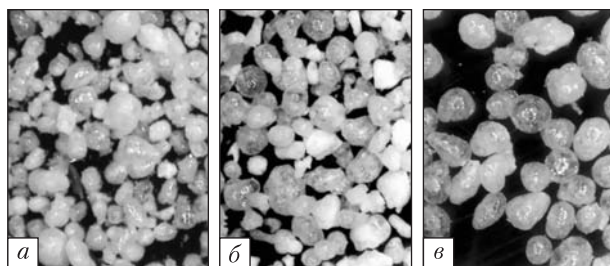


Рис. 4. Мікрофотографії теплоізоляційного заповнювача з перліту різного походження: а – Берегівське родовище; б – Параванське родовище; в – турецький перліт

но на рис. 4. Розмір часток — до 500 мкм. Більшість частинок матеріалу мають оплавлену поверхню і мінімальне, лише поверхнєве водопоглинання.

Наведені результати експериментальних досліджень були взяті за основу при виборі технологічних параметрів лінії з виробництва теплоізоляційного заповнювача при розрахунках і розробці технічного завдання та технічної документації. Схема технологічної лінії наведена на рис. 5.

Вихідна сировина складається насипом у критому приміщенні, а у випадку великих обсягів — під відкритим небом. Сировину в приймальний бункер 1 завантажують ковшовим екскаватором. Подача з приймального бункера здійснюється за допомогою вібратора 2 стрічковим конвеєром 3 безпосередньо в сушиль-

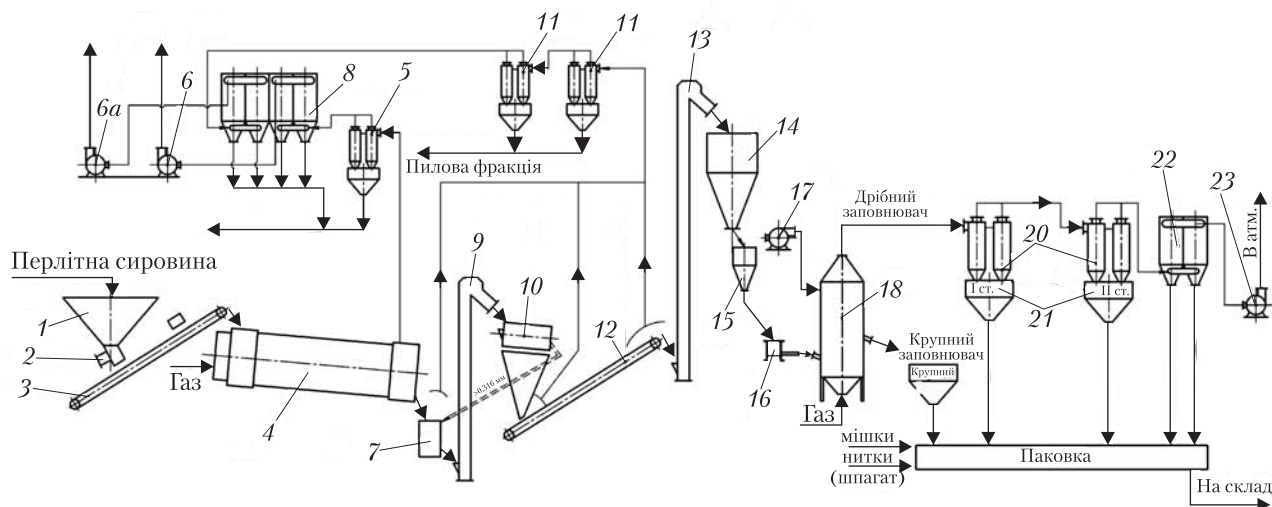


Рис. 5. Схема технологічної лінії з виробництва теплоізоляційного заповнювача у вигляді пористих мікрокульок: 1 – приймальний бункер; 2 – вібратор; 3 – стрічковий конвеєр; 4 – сушильний барабан; 5, 11, 20 – груповий циклон; 6, 6а – димосос; 7 – молоткова дробарка; 8, 22 – рукавні фільтри; 9, 13 – стрічкові елеватори; 10 – барабанне сито; 12 – стрічковий конвеєр; 14 – бункер запасу сухої сировини; 15 – бункер проміжний; 16 – живильник шнековий; 17 – повітродувка; 18 – піч спучування; 19 – бункер крупного заповнювача; 21 – бункер-накопичувач; 23 – димосос

ний барабан 4. Відпрацьовані димові гази з барабана направляються на очищення в груповий циклон 5, після якого проходять санітарне очищення на рукавних фільтрах 8. Розрідження в системі димовидалення створюється димососами 6, 6а. Висушений в обертovому барабані перліт надходить у молоткову дробарку 7, а після неї стрічковим елеватором 9 подається на розсів у барабанне сито 10, де відокремлюється фракція > 0,4 мм, яка повертається назад на дробарку. Фракція < 0,4 мм стрічковим конвеєром 12 подається на стрічковий елеватор 13. Аспірація ділянки забезпечується димососами 6, 6а, а очистка від пилу проходить у циклонах 11 та рукавному фільтрі 8. Стрічковий елеватор 13 подає підготовлений матеріал у бункер запасу сухої сировини 14, звідки він через проміжний бункер 15 за допомогою шнекового живильника 16 подається у піч спучування 18. Повітря для псевдорозрідження у піч спучування подається від повітродувки 17. У печі відбувається спучування частинок підготовленої сировини, які за рахунок швидкого розігріву і виділення зв'язаної вологи перетворюються в моно- або полікуль-

кову скловидну структуру з закритими порами. За рахунок спучування питома вага частинок зменшується, вони виносяться потоком гарячих газів і вловлюються на першій або другій ступені осадження у групових циклонах 20 з бункерами 21. Санітарна очистка здійснюється на рукавному фільтрі 22. Розрідження у лінії забезпечується димососом 23. Опціонально передбачено також спучування крупного матеріалу. В цьому випадку його вивантаження з печі спучування здійснюватиметься через вивантажувальний патрубок у бункер крупного заповнювача 19. Уловлений у бункерах матеріал йде безпосередньо до місця затарування мішків на лінії пакування.

Лінія з виробництва теплоізоляційного заповнювача у вигляді пористих мікрокульок має такі технічні характеристики:

Потужність по сировині	500 кг/год
Потужність по готовому заповнювачу (з $\rho_{\text{нас}} = 120 \text{ кг/м}^3$)	4 м ³ /год
Витрати палива, природного газу	31 м ³ /год
Витрати дуттєвого повітря	400 м ³ /год
Об'єм димових газів	5000 м ³ /год

Встановлена електрична потужність 20 Квт
 Розрахунковий економічний ефект 170 тис. грн.

Слід зазначити, що при розрахунку економічного ефекту було враховано лише економію енергетичних ресурсів при виробництві одиниці продукції.

У відповідності до договору з організацією-партнером було виконано розробку конструкторської документації на нестандартне обладнання лінії і виконується її виготовлення та монтаж.

Отримані в результаті проекту наробітки дають можливість провести модернізацію існуючих та будівництво нових виробництв спученого перліту, в результаті якої можна буде виробляти легкий заповнювач у вигляді пустотілих мікрокульок із закритими порами та мінімальним водопоглинанням з дрібнодисперсної сировини, а також будуть зменшені витрати енергоносіїв на виробництво одиниці продукції.

ВИСНОВКИ

1. Розроблено пропозиції по збільшенню енергетичної ефективності при виробництві неорганічних дрібнодисперсних заповнювачів з вулканічних гідратованих алюмосилікатів, таких, як перліт, за рахунок використання агрегату з псевдозрідженим шаром. Спучування перліту у псевдозрідженому шарі дозволить також виробляти матеріал з оплавленою поверхнею, відсутністю відкритих пор і мінімальним водопоглинанням.

2. Для впровадження нової технології на діючому виробництві організації-партнера ООО «ТММ» виконано дослідження спучування наявних зразків сировини — перлітів Берегівського, Параванського родовищ, турецького перліту — та відпрацьовано технологію виробництва теплоізоляційного заповнювача у вигляді пустотілих мікрокульок.

3. Проведено розрахунки технологічних та конструктивних параметрів обладнання для дослідно-промислової лінії.

4. Розроблено конструкторську документацію на нестандартне обладнання та виконано

технічний проект технологічної лінії, який інтегровано в існуючу виробничу лінію (введення у дослідно-промислову експлуатацію установки планується здійснити в 2013 р.).

Розроблена в результаті виконання інноваційного проекту установка для виробництва теплоізоляційного заповнювача у вигляді пустотілих мікрокульок може бути використана для реконструкції існуючих або будівництва нових виробництв.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Хвастухин Ю.И., Костогряз К.П., Роман С.Н., Цюпяшук А.Н.* Получение мелкозернистого легковесного наполнителя для ячеистых бетонов в псевдоожигенном слое // Наук.-техн. зб-к «Будівельні матеріали, виробы та санітарна техніка». — Вип. 40. — 2011 р. — С. 190—196.
2. *Хвастухин Ю.И., Костогряз К.П., Собченко В.В., Собченко А.А.* Аппараты с псевдоожигенным слоем в производстве теплоизоляционных материалов // Промышленная теплотехника. — 2007, № 7. — С. 179—184.
3. *Костогряз К.П., Хвастухин Ю.И., Алексеева Л.В.* Термоподготовка сырья в псевдоожигенном слое — средство регулирования качества перлитового песка // Строительные материалы и изделия. — 2005. — № 6. — С. 17—21.
4. *Пат. 97065* України, МКИ С03В 19/10; С04В 14/ 14, 20/06. Спосіб виготовлення заповнювача будівельних матеріалів у вигляді мікрокульок / Ю.І. Хвастухін, К.П. Костогряз, С.М. Роман. — № а 201100966 Заявл. 28.01.2011г; Опубл. 26.12.11, Бюл. № 24. — 4 с.

К.П. Костогряз

УСТАНОВКА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОГО ЗАПОЛНИТЕЛЯ В ВИДЕ ПУСТОТЕЛЫХ МИКРОШАРИКОВ

Приведены результаты выполнения инновационного проекта по созданию установки для производства теплоизоляционного заполнителя для строительства. Описаны проведенные исследования по термической обработке сырьевого природного алюмосиликатного материала разных месторождений в лабораторной установке с псевдоожигенным слоем. Представлены обработанные результаты этих исследований — зависимости коэффициента вспучивания материала от температуры обработки и исходного размера частиц. Приведена схема технологической линии, в которую интегрирован участок с установ-

кой для производства заполнителя в виде пустотелых микрошариков.

Ключевые слова: теплоизоляционный заполнитель, перлит, вспучивание, псевдооживленный слой.

K.P. Kostogryz

INSTALLATION FOR MANUFACTURE
OF THE HEAT-INSULATING FILLER
AS HOLLOW MICROPELLETS

The results of the innovation project fulfillments of creation of unit for heat insulating filler manufacture for con-

struction are reduced. The researches on a heat treatment raw natural aluminosilicate material of different deposits in the laboratory-scale fluidized bed unit are carried out. The handling results of these researches — relation of expanding coefficient of material from treatment temperature and initial particle size are introduced. The scheme of the technological line in which integrated the unit for hollow micropellet filler manufacture is reduced.

Key words: heatinsulating filler, perlite, expanding, fluidized bed.

Стаття надійшла до редакції 29.05.13