



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **111330** (13) **C2**
(51) МПК (2016.01)
C03C 1/00
C03C 13/06 (2006.01)
B09B 3/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(21) Номер заявки: а 2012 12843	(72) Винахідник(и): Браун Мартін У. (US)
(22) Дата подання заявки: 07.04.2011	(73) Власник(и): ЮСДЖ ІНТЕРІОРС, ЕЛЕЛСІ, 550 West Adams Street, Chicago, IL 60661-3676, United States of America (US)
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: 25.04.2016	(74) Представник: Кобзарук Костянтин Степанович, реєстр. №282
(31) Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції: 61/323,164	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: DE 19840497 C1, 10.02.2000 EP 0959050 A1, 24.11.1999 EP 0662932 B1, 10.06.1998 WO 2005035895 A1, 21.04.2005 US 5434333 A, 18.07.1995
(32) Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції: 12.04.2010	
(33) Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку: US	
(41) Публікація відомостей про заявку: 25.12.2012, Бюл.№ 24	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.04.2016, Бюл.№ 8	
(86) Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ: РСТ/US2011/031555, 07.04.2011	

(54) МІНЕРАЛЬНА ВАТА З МАТЕРІАЛІВ, ЯКІ ПІДЛЯГАЮТЬ ПОВТОРНОМУ ВИКОРИСТАННЮ

(57) Реферат:

Забезпечується мінеральна вата, яка включає повторно використовуваний матеріал. Мінеральна вата відрізняється модулем кислотності у межах встановленого діапазону. Також забезпечується спосіб виробництва мінеральної вати, який включає вибір використаних або післяпромислових матеріалів, які підлягають повторному використанню. Також забезпечене використання мінеральної вати в продуктах, таких як звукопоглинальні стельові панелі.

UA 111330 C2

Споріднена заявка

Дана заявка заявляє пріоритет згідно 35 U.S.C. 119(e) за попередньою заявкою на патент США із серійним номером № 61/323164, поданою 12 квітня 2010 року.

Передумови

5 Даний винахід стосується, загалом, утворення штучних волокон і зокрема утворення мінеральної вати.

Мінеральна вата представляє собою волокно, виготовлене із природних або штучних мінералів або оксидів металів. Промислові застосування мінеральної вати включають теплоізоляцію, фільтрацію і звукоізоляцію.

10 Процес виробництва мінеральної вати, як правило, включає комбінування ряду інгредієнтів, також названих компонентами або вихідними матеріалами, у печі, такий як вагранка. Традиційні інгредієнти включають доменний шлак, неперероблені мінерали й кокс в якості палива. Одна технологія виробництва включає нагрівання печі до високої температури, наприклад, у діапазоні 1400-2000 °C і переважно до 1600 °C, фазове перетворення або розплавлення інгредієнтів з
15 утворенням рідини й продування потоку повітря або пари через рідину із застосуванням апарата для намотування на колесах, як добре відомо в галузі. Кінцевим продуктом є маса тонких, переплєтених, нетканих волокон.

У традиційній мінеральній ваті компоненти звичайно вибирають і дозують таким шляхом, що підтримують цільовий модуль кислотності (M_k) складових волокон. M_k є ключовим параметром,
20 так як він відображає розчинність волокна або наскільки легко волокна розкладаються у фізичних рідинах, таких як кров і слина. Це є важливою характеристикою із причин, що мають відношення до здоров'я людини, тому що такі матеріали, імовірно, будуть входити в контакт із людьми в результаті їх застосування в будівельних матеріалах.

Прикладами неперероблених мінералів, які традиційно застосовують у якості вихідних матеріалів в одержанні мінеральної вати, є кварцит і граніт. У деяких випадках неперероблені мінерали становлять відносно високу частку вихідних матеріалів за сухою вагою. Застосування таких неперероблених мінералів в одержанні мінеральної вати є в даний час менш бажаним із-
25 за тенденції в будівельній промисловості до збереження ресурсів і повторного використання матеріалів.

30 Короткий опис винаходу

Вищевказані проблеми традиційної мінеральної вати направлені на дану мінеральну вату й пов'язаний спосіб виробництва. Шляхом заміни природних або неперероблених мінералів на матеріали, які підлягають повторному використанню, значимість для навколишнього середовища даної мінеральної вати була значно збільшена в порівнянні із традиційною мінеральною ватою. У даній мінеральній ваті повторно використовувані будівельні матеріали,
35 такі як бетон, цегельна крихта, склобій, доменний шлак і т.п., заміняють неперероблені мінерали, такі як кварцит і граніт. Застосування матеріалів, які підлягають повторному використанню, підтримується радою по екологічному будівництву США, що перебуває у Вашингтоні, округ Колумбія, некомерційним об'єднанням, і його програмою по передовим розробкам в енергозабезпеченні й екології (LEED). Сприяючи більш високій оцінці LEED, дана мінеральна вата підвищує позитивну репутацію цього звичайного будівельного матеріалу. Вироби, виготовлені за допомогою даної покращеної мінеральної вати або волокнистої вати, також мають додаткову цінність із-за здатності виробу покращувати LEED оцінку будівлі.

Більш конкретно, забезпечується мінеральна вата, яка включає повторно використовувані матеріали й має модуль кислотності в межах установленого діапазону. В іншому варіанті здійснення забезпечується спосіб утворення мінеральної вати, який включає вибір матеріалу, який підлягає повторному використанню, об'єднання сукупності вихідних матеріалів, включаючи матеріал, який підлягає повторному використанню, і обробку об'єднаних вихідних матеріалів з утворенням мінеральної вати, що має модуль кислотності у встановленому діапазоні. У загальні етапи виробництва включене нагрівання об'єднаних вихідних матеріалів з утворенням рідини й
45 виводу рідини по мірі її охолодження з утворенням вказаної мінеральної вати.

Вищевказаний процес також відомий як "крутіння" мінеральної вати. Мінеральна вата може також згадуватися як "кручена", "кручена вата" або "кручені волокна".

В іншому варіанті здійснення забезпечується стельова плитка або панель із бажаними шумопоглинальними властивостями. Також відома як підвісна стельова плитка або панель, дана панель виготовлена з даної мінеральної вати.

Докладний опис винаходу

Забезпечується мінеральна вата, яка включає повторно використовуваний матеріал, який заміняє неперероблені мінерали. Із-за включення повторно використовуваного матеріалу або матеріалів дана мінеральна вата оцінена високим балом LEED у зв'язку із забезпеченням
60

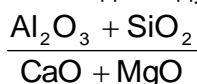
бажаного покращення в порівнянні із традиційною мінеральною ватою. Переважно матеріали, які підлягають повторному використанню, також названі вторинними матеріалами, для виготовлення мінеральної вати з високим LEED включають без обмеження шлак, післяспоживчий бетон, цегельну крихту, склобій, формувальний пісок і комбінації таких матеріалів.

Використання матеріалів, які підлягають повторному використанню, в одержанні мінеральної вати для виробництва даної мінеральної вати є бажаним, оскільки це допомагає зберегти основні матеріальні ресурси, при цьому звичайно витрачається значно менше енергії, ніж при виділенні й обробці неперероблених мінералів або інших природних ресурсів, і це допомагає запобігати виникненню проблеми утилізації або забруднення придатних матеріалів. Матеріали, які підлягають повторному використанню, охоплюють післяпромислові й післяспоживчі матеріали. Зазвичай повторно використовуваний післяпромисловий матеріал вважається менш екологічно корисним, так як він може опосередковано сприяти неефективним виробничим процесам, які виробляють відходи. Загалом, все ж таки застосування матеріалів, які підлягають повторному використанню, екологічно більш бажане, ніж неперероблених мінералів або природних ресурсів.

Можливість застосування матеріалів, які підлягають повторному використанню, для одержання мінеральної вати неочікувана, беручи до уваги складну природу й непорівнянні характеристики різних матеріалів, які підлягають повторному використанню, і їх компонентів. У даній мінеральній ваті й пов'язаному процесі одержання післяпромислові й післяспоживчі матеріали, які підлягають повторному використанню, становлять більшу частину вихідних інгредієнтів. Незначні кількості непереробленого мінералу також можуть бути включені, хоча краще, якщо цей природний ресурс повністю замінений вторинними матеріалами. Отримана в результаті мінеральна вата із високим вмістом повторно використовуваного матеріалу, що робить даний продукт більш бажаним, ніж традиційна мінеральна вата.

У даній заявці "післяпромисловий" стосується матеріалів, які підлягають повторному використанню, отриманих з виробничих відходів. Браковані матеріали, які можуть бути відновлені в межах відповідних їм процесів виробництва, не відносяться до матеріалів, які підлягають повторному використанню. "Післяспоживчі" матеріали, які підлягають повторному використанню, визначені як відходи, вироблені домашніми господарствами або комерційними, промисловими й інституційними установами в ролі кінцевих споживачів продукту, який більше не може бути використаний за своїм призначенням. Післяспоживчі матеріали включають бетон, одержаний при реконструкції доріг або знесенні споруд. LEED сертифікація сприяє практикам проектування й будівництва, які збільшують рентабельність, у той же час зменшуючи негативний вплив на навколишнє середовище споруд і поліпшуючи здоров'я й добробут жителів.

Як зазначалося вище, модуль кислотності є цільовим параметром одержання мінеральної вати. Модуль кислотності (M_k) даної мінеральної вати визначається відношенням оксиду алюмінію й діоксиду кремнію до оксиду кальцію й оксиду магнію:



Дана мінеральна вата розроблена, таким чином, що M_k попадає в певний діапазон. Окремі компоненти аналізують відносно їх хімічних складів, з яких у цілому може бути обчислений хімічний склад вихідних матеріалів. Матеріал, який підлягає повторному використанню, може бути використаний у комбінації з іншим матеріалом, який підлягає повторному використанню, декількома іншими матеріалами, які підлягають повторному використанню, непереробленим мінералом або комбінацією неперероблених мінералів для виготовлення даної мінеральної вати. Бажано, щоб M_k попадав в діапазон від 1,0 до 1,5 і більш бажано від 1,01 до 1,15. Більш бажано, щоб M_k переважно попадав в діапазон від 1,0 до 1,3. Більш бажано, коли M_k знаходиться в межах діапазону від 1,0 до 1,2.

Вміст вологи післяспоживчого бетону, також названий втратою ваги при прожарюванні (LOI), не перешкоджає його використанню в якості інгредієнта мінеральної вати. У деяких випадках бетон має значення LOI до 32 %. Як показано в Таблиці 2, дана LOI на два порядки вище величини інших звичайних вихідних матеріалів. Точна причина такої високої LOI невідома, але це може бути результатом втрати зв'язаної води в бетоні або кальцинування матеріалів у самому бетоні.

Традиційно виробники мінеральної вати уникають застосування композиційних матеріалів, таких як бетон, через їхню очевидну нестійку природу. Дивно, що післяспоживчий бетон, як виявили, був задовільно стабільним і дуже ефективним у якості модифікатора значення LEED

RC. Виробники мінеральної вати також звичайно уникають матеріалів, які включають високі процентні вмісти "тонкоподрібненого продукту" або більш дрібних частинок, які мають схильність закупорювати вагранки й перешкоджати виробництву. Бажано, якщо післяспоживчий бетон у даному продукті й способом включає достатню кількість бетонних частинок, які складають

приблизно 5-10 см (від 2" до 4") у довжину й приблизно 7,5-15 см (від 3" до 6") в ширину, щоб привести у відповідність із вагранками, чутливими до розмірів частинок. Однак варіанти здійснення даної мінеральної вати й спосіб виробництва не обмежені процесами у вагранці. Наприклад, процеси в електропечі або плавильній печі із заглибним горінням також вважаються придатними, і частинки меншого розміру, включаючи тонкоподрібнені продукти, також будуть прийнятними.

Вихідні матеріали факультативно включають один або декілька із доменного шлаку, цегельної крихти, отриманої з післяпромислових та/або післяспоживчих джерел, склобою, формувального піску, неперероблених мінералів і їх комбінацій. Придатні неперероблені мінерали включають кварцит і граніт, одержуваний з геологічних утворень. Неперероблені мінерали також можуть відноситися до материнської породи або слідових мінералів. Передбачається, що окрема композиція даної мінеральної вати не буде включати всі з нижчеперелічених матеріалів. У Таблиці 1 складений список деяких факультативних вихідних матеріалів разом з процентним вмістом за сухою вагою, яку може становити кожний вихідний матеріал.

Таблиця 1

Вихідний матеріал	Процентний вміст за сухою вагою
Післяспоживчий бетон	13-84 %
Доменний шлак	20-90 %
Цегельна крихта (післяспоживча та/або післяпромислова)	5-12 %
Неперероблені мінерали	2-4 %
Склобій	10-30 %
Формувальний пісок	5-22 %

Таблиця 2 показує аналіз оксидів післяспоживчих зразків бетону від компанії Vulcan Materials, розташованої в Лейк Блафф, Іллінойс, і післяспоживчої цегли, що продається під позначенням цегельної крихти "А" екологічної служби Fehog LLC із Чикаго, Іллінойс. Також показаний аналіз оксидів декількох інших вихідних матеріалів, які ймовірно являються допустимими в одержанні даної мінеральної вати, включаючи склобій і формувальний пісок.

Склобій надходить у безлічі форм, кольорів, хімічних складів і марок. Джерела включають будь-яке пов'язане зі склом оброблювальне підприємство, комерційну або промислову утилізацію й муніципальний вивіз відходів. Переважно даний склобій представляє собою післяспоживчий матеріал, який підлягає повторному використанню, оскільки це забезпечує найбільший вклад в обчислення балу LEED RC.

Хімічний склад є основним критерієм для вибору склобою в якості вихідного матеріалу для даної мінеральної вати. Було проаналізовано безбарвне скло з потоку побутового матеріалу, який переробляється і ймовірно є придатним матеріалом. Коричнєве скло також розглядають як вихідний матеріал. Скло пірекс, боросилікатне скло, дзеркала й кристаль уникають із-за їхніх хімічних складів, що включають бор.

Відпрацьований формувальний пісок є відходом процесу лиття чорних і кольорових металів ливарного виробництва. Більшість, до 95 %, цього матеріалу виробляють у результаті процесу лиття із чорних металів. Автомобільна промисловість і її постачальники являються основними виробниками цього матеріалу. Обчислення хімічного складу і M_k були виконані згідно способам, описаним в даному документі, використовуючи подрібнені ливарні форми від Resource Recovery Corporation з Америки, Куперсвілл, Мічиган. Цей матеріал переважно є сумісним з одержанням даної мінеральної вати. Цілі форми бажані для роботи вагранки.

Таблиця 2

Оксидна сполука	Післяпромислова цегельна крихта	Післяспоживча цегельна крихта	Післяспоживчий бетон	Шлак	Склобій	Формувальний пісок	Граніт	Кварцит
SiO ₂	63,14	49,55	21,83	36,8	71,45	91,84	71,52	97,65
Al ₂ O ₃	28,25	44,26	2,79	9,26	2,11	2,74	14,54	1,20
Fe ₂ O ₃	1,95	1,59	1,75	0,25	0,08	1,23	2,41	0,49
MgO	0,69	0,44	12,20	12,0	0,07	0,18	0,37	0,01
CaO	0,19	0,16	27,67	39,2	11,52	0,28	1,72	0,01
Na ₂ O	0,23	0,14	0,35	0,34	13,04	0,35	3,05	0,05
K ₂ O	2,46	1,18	0,55	0,36	0,19	1,01	5,58	0,03
TiO ₂	1,80	2,15	0,16	0,58	0,08	0,06	0,26	0,08
P ₂ O ₅	0,01	0,12	0,05	0,01	0,03	0,01	0,08	0,01
Mn ₂ O ₃	0,01	0,01	0,07	0,52	0,01	0,02	0,03	0,01
Cr ₂ O ₃	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
LOI	0,31 %	0,21 %	32 %	0 %	0,18 %	2,19 %	0,36 %	0,39 %
M _k	103,85	156,35	0,62	0,9	6,3	206	41,18	4942,50

Як показано в Таблиці 2, післяспоживчий бетонний матеріал має M_k менше ніж 1, що подібно шлакам. Щоб використовувати післяспоживчий бетон і залишитися в межах діапазону цільового M_k від 1,00 до 1,20, переважно використовують комбінацію кварциту та/або цегельної крихти, щоб збалансувати отриманий хімічний склад мінеральної вати. Хімічний склад мінеральної вати є терміном, який вказує на модуль кислотності (M_k) крученого волокнистого матеріалу вати. У даному виробничому процесі здійснювали етапи для одержання бажаного модуля кислотності.

M_k цегельної крихти перевищує 100. Таким чином відносно невелика кількість цегельної крихти у вихідних матеріалах підтримує цільовий M_k при використанні великої кількості шлаку, бетону або інших матеріалів з низьким M_k. Даний вихідний матеріал з післяспоживчої цегельної крихти дає можливість знизити кількість післяспоживчого бетону, необхідного для одержання істотних покращень значення LEED повторно використовуваних вкладів мінеральної вати.

Шляхом додавання до вихідних матеріалів і, зокрема, заміни неперероблених мінералів матеріалами, які підлягають повторному використанню, переважно післяспоживчим бетоном, післяспоживчою цегельною крихтою або їх комбінацією, мінеральна вата, отримана даним способом, збільшує LEED RC, властивий кінцевому мінераловатному продукту. LEED бали обчислюють, використовуючи наступну формулу:

$$LEED RC = X + (0,5 \times Y).$$

У цій формулі LEED RC є LEED повторно використовуваного вкладу, загальновідомим як LEED бали, причому X представляє собою процентний вміст післяспоживчого повторно використовуваного вкладу, а Y представляє собою процентний вміст післяпромислового повторно використовуваного вкладу. Бажано використовувати післяспоживчий бетон, що постачається у місцевому масштабі від будівництва й проектів по демонтажу автомобільних доріг, відновлений бетон, підготовлений бетон (тобто, подрібнений, очищений і відсортований) і т.п. "Підготовлений" бетон представляє собою наявне в надлишку/придатне джерело, доступне зазвичай по всій країні (тобто, специфікації IDOT, ASTM D-448-08).

У Таблицях 3-4 перераховані різні співвідношення вихідних матеріалів, які, як передбачається, надають мінераловатний волоконний продукт з належним M_k. Процентні вмісти - на основі сухої ваги. Команду пошуку вирішення в меню – сервіс Add-In® для програми роботи з електронними таблицями Microsoft Excel® використовували для обчислення значень у Таблиці 3 на основі теоретичного набору обмежень відповідно до бажаних M_k й відомих аналізів оксидів. Вихідні матеріали, зазначені в Таблицях 3 і 4, включають післяпромислову цегельну крихту, яка підлягає повторному використанню, післяспоживчий бетон, який підлягає повторному використанню, шлак і неперероблений мінерал кварцит.

Таблиця 3

Рецепт	Післяпромислова цегельна крихта	Післяспоживчий бетон	Шлак	Кварцит	M _к	LEED RC
Поточне	2,2 %	0,0 %	94,0 %	3,8 %	1,020	48,1
Теоретичний максимум	13,2 %	83,0 %	0,0 %	3,8 %	1,090	89,6
80	11,4 %	63,8 %	21,0 %	3,8 %	1,090	80,0
75	10,5 %	53,8 %	31,9 %	3,8 %	1,090	75,0
70	9,6 %	43,8 %	42,8 %	3,8 %	1,090	70,0
65	8,7 %	33,8 %	53,7 %	3,8 %	1,090	65,0
60	7,8 %	23,8 %	64,6 %	3,8 %	1,090	60,0
55	6,8 %	13,8 %	75,6 %	3,8 %	1,090	55,0
50	5,9 %	3,8 %	86,5 %	3,8 %	1,090	50,0

Таблиця 4

Рецепт	Післяпромислова цегельна крихта	Бетон	Шлак	Кварцит
Поточне	2,2 %	0,0 %	94,0 %	3,8 %
Теоретичний максимум	9,5 %	87,8 %	0,0 %	2,7 %
80	8,8 %	72,2 %	16,2 %	2,9 %
75	8,4 %	63,1 %	25,5 %	3,0 %
70	7,9 %	53,4 %	35,5 %	3,2 %
65	7,5 %	42,9 %	46,4 %	3,3 %
60	7,0 %	31,5 %	58,1 %	3,4 %
55	6,4 %	19,1 %	70,9 %	3,6 %
50	5,8 %	5,5 %	84,9 %	3,7 %

На основі аналізів оксидів цих відомих матеріалів була розроблена математична модель для складання сумішей мінерального волокна, які включають післяспоживчий бетон, шлак і цегельну крихту. Ці три матеріали були вибрані, тому що всі три із цих матеріалів за природою являються або післяспоживчими або післяпромисловими. По суті, при використанні цих трьох матеріалів у деяких випадках одержують 100 % мінеральне волокно, що підлягає повторному використанню. Передбачається, що післяспоживчу цегельну крихту бажано замінити післяпромисловою цегельною крихтою, щоб забезпечити покращену оцінку балу LEED для даної мінеральної вати.

Під час випробувань суміші матеріалів були обмежені трьома складовими в зв'язку з налагодженням існуючих операцій по виготовленню мінерального волокна. Оскільки операції мали місце на той період, коли проводили випробування, чотири повні бункерні живильники додавали матеріали у вагранку. Матеріали включали кокс (паливо вагранки), шлак, післяпромислову цегельну крихту і кварцит. Щоб включити післяспоживчий бетон у заводські випробування, один із цих матеріалів мав бути вилучений із системи подачі бункера й замінений вибраним матеріалом, який підлягав повторному використанню, післяспоживчим бетоном. Так як кварцит є непереробленим матеріалом, він був природнім вибором для виключення. Однак, якщо бажаним є тривале використання бетону, рекомендується додавання додаткового накопичувального бункера й живильника з метою призначення для післяспоживчого бетону.

Для утворення математичної моделі рецептури, як відзначалося раніше, застосовували команду пошуку вирішення в меню – сервіс Add-In® для програми роботи з електронними таблицями Microsoft Excel. Використовуючи цей інструмент, була розроблена модель, щоб оптимізувати суміш мінерального волокна стосовно особливої цільової змінної, дотримуючись певних обмежень. Зокрема обмеження були забезпечені для кількостей окремих оксидів, M_к, об'єднаних SiO₂+Al₂O₃ і об'єднаних CaO + MgO. Обмеження, застосовувані в моделі, наведені в Таблиці 5 і були утворені строгими межами, забезпеченими в нормах USG на основі міжнародних стандартів по штучному склоподібному волокну.

Таблиця 5

Обмеження	Нижня межа	Верхня межа
SiO ₂	36,00	44,00
Al ₂ O ₃	8,00	14,00
Fe ₂ O ₃	0,00	3,00
MgO	4,00	13,00
CaO	32,00	44,00
Na ₂ O	0,00	1,50
K ₂ O	0,00	1,50
TiO ₂	0,00	1,50
P ₂ O ₅	0,00	0,50
Mn ₂ O ₃	0,00	0,60
Cr ₂ O ₃	0,00	0,01
M _k	1,00	1,20
SiO ₂ +Al ₂ O ₃	0,00	53,00
CaO+MgO	44,00	100,00

- У Таблицях 6 і 7 перераховані процентні вмісти вихідних матеріалів післяспоживчого бетону, шлаку і граніту, які приводять у результаті до мінераловатного волокна, що має належний M_k.
- 5 Варіанти рецепта Таблиці 6 відповідають варіантам рецепта Таблиці 7.

Таблиця 6

Варіанти рецепта	Післяспоживчий бетон	Шлак	Граніт	M _k	LEED RC
Поточне	0,0 %	92,4 %	7,6 %	1,036	46,2
Теоретичний максимум	81,6 %	0,0 %	18,4 %	1,090	81,6
80	78,0 %	4,0 %	18,0 %	1,090	80,0
75	66,9 %	16,1 %	16,9 %	1,090	75,0
70	55,8 %	28,3 %	15,8 %	1,090	70,0
65	44,8 %	40,5 %	14,8 %	1,090	65,0
60	33,7 %	52,6 %	13,7 %	1,090	60,0
55	22,6 %	64,8 %	12,6 %	1,090	55,0
50	11,5 %	76,9 %	11,5 %	1,090	50,0

Таблиця 7

Варіанти рецепта	Післяспоживчий бетон	Шлак	Граніт
Поточне	0,0 %	92,4 %	7,6 %
Теоретичний максимум	86,7 %	0,0 %	13,3 %
80	83,9 %	2,9 %	13,2 %
75	74,8 %	12,3 %	12,9 %
70	65,0 %	22,4 %	12,5 %
65	54,4 %	33,4 %	12,2 %
60	42,8 %	45,4 %	11,8 %
55	30,0 %	58,6 %	11,4 %
50	16,1 %	73,0 %	10,9 %

- У Таблицях 8 і 9 перераховані співвідношення вихідних матеріалів, які включають післяпромислову цегельну крихту, шлак, неперероблений мінерал і вміст бетону, від низького до помірного, за сухою вагою. Номер рецептури є таким, як і значення LEED RC. У Таблиці 7 показані композиції вихідних матеріалів, які включають післяпромислову цегельну крихту, післяспоживчий бетон, шлак і кварцит. У Таблиці 8 показані композиції дещо різних вихідних матеріалів, які забезпечують такі ж значення LEED RC.

Таблиця 8

Рецепт	Післяпромислова цегельна крихта	Післяспоживчий бетон	Шлак	Кварцит	M _к	LEED RC волокна
50	5,9 %	3,8 %	86,5 %	3,8 %	1,090	50
51	6,1 %	5,8 %	84,3 %	3,8 %	1,090	51
52	6,3 %	7,8 %	82,1 %	3,8 %	1,090	52
53	6,5 %	9,8 %	79,9 %	3,8 %	1,090	53
54	6,7 %	11,8 %	77,7 %	3,8 %	1,090	54
55	6,8 %	13,8 %	75,6 %	3,8 %	1,090	55

Таблиця 9

Формула	Післяпромислова цегельна крихта	Післяспоживчий бетон	Шлак	Кварцит
50	5,8 %	5,5 %	84,9 %	3,7 %
51	6,0 %	8,3 %	82,0 %	3,7 %
52	6,1 %	11,1 %	79,2 %	3,7 %
53	6,2 %	13,8 %	76,4 %	3,6 %
54	6,3 %	16,4 %	73,6 %	3,6 %
55	6,4 %	19,1 %	70,9 %	3,6 %

У Таблиці 10 показані співвідношення вихідних матеріалів, які включають тільки післяпромислову цегельну крихту й післяспоживчий бетон. У цій рецептурі використовують високі концентрації бетону, і це дозволяє виробнику досягти високих значень LEED RC, підтримуючи в той же час цільові M_к. Крім того, замічено, що цегельна крихта може бути заміною для бетону, який підлягає повторному використанню, незважаючи на те, що M_к збільшується.

Таблиця 10

Рецепт	Цегельна крихта	Бетон	M _к
93,0	14,0 %	86,0 %	1,00
91,0	18,0 %	82,0 %	1,14
89,5	21,0 %	79,0 %	1,25
88,5	23,0 %	77,0 %	1,33
88,0	24,0 %	76,0 %	1,49

У Таблиці 11 показані теоретичні співвідношення вихідних матеріалів, які включають післяспоживчий бетон у широкому діапазоні концентрацій. У Таблиці 12 показані теоретичні рецепти шихти Таблиці 11, але беручи до уваги LOI бетону. M_к підтримують у діапазоні 1,0 – 1,5 для обчислення цих теоретичних значень.

Таблиця 11

Рецепт	Післяспоживчий бетон	Шлак	Граніт	M _к	LEED RC
Поточне	0	92,4 %	7,6 %	1,036	46,2
Теоретичний максимум	81,6 %	0,0 %	18,4 %	1,09	81,6
80	78,0 %	4,0 %	18,0 %	1,09	80
75	66,9 %	16,1 %	16,9 %	1,09	75
70	55,8 %	28,3 %	15,8 %	1,09	70
65	44,8 %	40,5 %	14,8 %	1,09	65
60	33,7 %	52,6 %	13,7 %	1,09	60
55	22,6 %	64,8 %	12,6 %	1,09	55
50	11,5 %	76,9 %	11,5 %	1,09	50

Таблиця 12

Рецепт	Бетон післяспоживчий	Шлаки	Граніт
Поточне	0,0 %	92,4 %	7,6 %
Теоретичний максимум	86,7 %	0,0 %	13,3 %
80	83,9 %	2,9 %	13,2 %
75	74,8 %	12,3 %	12,9 %
70	65,0 %	22,4 %	12,5 %
65	54,4 %	33,4 %	12,2 %
60	42,8 %	45,4 %	11,8 %
55	30,0 %	58,6 %	11,4 %
50	16,1 %	73,0 %	10,9 %

В одному варіанті здійснення математична модель розраховувала кількості вихідних матеріалів для цільового M_k ("Модельний M_k "), рівного 1,056, і 5 % післяспоживчого бетону суміші. У Таблиці 13 нижче показані суміші вихідних матеріалів, виражені в термінах "кількості мінералів" і "рецептура шихти, що вводиться". "Кількості мінералів" відповідають отриманим у результаті нормам витрати мінералів після зниження LOI матеріалів, що надходять у вагранку, у той час як "рецептура шихти, що вводиться" відповідає масовій частці матеріалів, що надходять у вагранку перед займанням. Друга суміш вихідних матеріалів включала 10 % післяспоживчого бетону. Дивися Таблицю 13 нижче. Застосовуються ті ж самі визначення термінів "кількості мінералів" і "рецептура шихти, що вводиться".

Таблиця 13

	Післяпромислова цегельна крихта	Післяспоживчий бетон	Шлак	Модельний M_k
Кількості мінералів	9,0 %	5,1 %	85,9 %	1,059
Рецептура шихти, що вводиться	8,8 %	7,3 %	83,9 %	1,05

Таблиця 14

	Післяпромислова цегельна крихта	Післяспоживчий бетон	Шлак	Модельний M_k
Кількості мінералів	9,6 %	10,1 %	80,3 %	1,05
Рецептура шихти, що вводиться	9,2 %	14,2 %	76,6 %	1,05

Були оцінені отримані характеристики волокон. У Таблиці 15 відображені фізичні характеристики випробуваного волокна, а в Таблиці 16 відображений хімічний аналіз волокна, як визначено шляхом XRF по Walworth. У волокна звичайно був дещо більший діаметр волокна (4,5–5,6 мікрон) у порівнянні з контролем (4,6 мікрон). Щодо вмісту твердих включень у випробуваних матеріалів, як було показано, був більш низький загальний вміст твердих включень у порівнянні з контролем. Однак, варто відзначити, що випробування, можливо, проводили повільніше, ніж контроль, що також вплинуло б на загальний вміст твердих включень. Значення мікронеїра було дещо вищим ніж в контролі, що вказує на більш високу пористість на одиницю ваги.

Щодо хімічного аналізу, показаного в Таблиці 14, M_k випробуваних матеріалів був близьким до матеріалу контролю і в межах прийнятного діапазону M_k USG мінерального волокна. Поки M_k був вищим ніж у попередньо обчисленої моделі, це було усе ще відносно близько і в межах допустимого діапазону для використання продукту. Даний матеріал відповідав усім стандартним вимогам стосовно USG мінерального волокна і був успішно використаний у виробництві Sandstone™ без будь-яких встановлених проблем, пов'язаних з виробництвом.

Таблиця 15

Час	Матеріал	% LOI	Діаметр (мікрон)	50 меш	100 меш	200 меш	325 меш	Загальний вміст твердих включень	Мікронеір
10:13	Контроль	2,18	4,6	12,9	19,8	21,4	6	60,1	3,2
11:00	Проміжний матеріал	1,78	4,7	13,5	16,7	8,7	6,2	45,4	3,7
11:35	Бетон 5 %	1,91	4,5	11,5	11,2	8,2	3,5	34,3	4
12:00	Бетон 5 %	1,75	5,3	11,3	17,3	10,5	0,5	39,6	4,1
12:55	10 %	0,72	5,2	17,5	13,5	8,0	2,7	41,7	5,7
1:36	10 %	0,58	5,6	13,7	14,6	9,9	5,0	43,2	4,4

Таблиця 16

Час	Матеріал	Mg	Al	Si	C	K	Ca	Fe	Кислота	Основа	M _к
10:13	Контроль	10,31	9,21	41,43	0,48	0,44	35,49	0,33	50,63	45,80	1,11
11:35	Бетон 5 %	10,20	10,26	40,86	0,44	0,55	34,64	0,42	51,11	44,85	1,14
12:55	Бетон 10 %	10,05	9,86	40,87	0,38	0,63	33,95	0,55	50,73	44,00	1,15
13:37	Бетон 10 %	10,48	9,78	40,76	0,42	0,59	34,63	0,48	50,54	45,11	1,12

- В іншому варіанті здійснення математична модель була настроєна на цільові рецептури з 10 % і 15 % післяспоживчого бетону. Оскільки фактичний M_к першого варіанта здійснення, як було показано, вище значення, попередньо обчисленого моделлю, ціль моделі була знижена при утворенні сумішей для цього варіанта здійснення. Тривалість циклу завантаження в цьому варіанті здійснення також збільшилась у порівнянні з контролем. У Таблиці 17 нижче показані суміші вихідних матеріалів, виражені в термінах "кількості мінералів" і "рецептура шихти, що вводиться", включаючи 15 % післяспоживчого бетону. Друга суміш вихідних матеріалів включала 20 % післяспоживчого бетону. Дивись Таблицю 16 нижче.

Таблиця 17

	Післяпромислова цегельна крихта	Післяспоживчий бетон	Шлак	Моделльний M _к
Кількості мінералів	8,0 %	15,0 %	77,0 %	1,010
Рецептура шихти, що вводиться	7,5 %	20,6 %	71,9 %	1,010

Таблиця 18

	Післяпромислова цегельна крихта	Післяспоживчий бетон	Шлак	Моделльний M _к
Кількості мінералів	8,9 %	20,0 %	71,1 %	1,010
Рецептура шихти, що вводиться	8,2 %	26,9 %	64,9 %	1,010

- Отримані в результаті волокна мінеральної вати мали властивості, як описано в Таблицях 19 і 20. Діаметри волокон були більшими, і загальний вміст твердих включень був, загалом, порівнянний або менший, ніж матеріалів контролю. Вважається, що зменшення вмісту твердих включень пов'язане з більш повільною роботою вагранки у порівнянні зі стандартним виробництвом. Волокно було в межах прийнятного К/О діапазону від 1,00 до 1,20. Фактичний M_к волокон, і в цьому випадку, був більшим ніж в модельному попередньому обчисленні приблизно на 0,11-0,15. Таким чином, передбачається, що майбутні моделі будуть створені з урахуванням цього відхилення.

Таблиця 19

Умова	Час	% LOI	Діаметр волокна	50 меш	100 меш	200 меш	325 меш	Загальний вміст твердих включень	Мікронеір
Попереднє дослідження	9:09	0,21	3,6μ	15,1	23	13,6	5,9	57,5	3,9
Попереднє дослідження	10:09	0,22	3,8	13,3	16,2	10,7	4,0	44,2	4,3
15 % Бетону	12:27	0,28	4,7	14,1	15,1	8,2	7,7	45,1	5,4
20 % Бетону	1:45	0,61	??	8,7	13,9	9,7	8,6	41,2	3,5
20 % Бетону	2:36	0,42	5,2	20,1	15,3	9,7	1,78	46,9	5,2

Таблиця 20

Умова	Час	Fe	Ca	K	S	Si	Al	Mg	K/O
Попереднє дослідження	10:09	0,39	35,378	0,434	0,501	40,734	9,831	10,38	1,105
15 % Бетону	12:27	0,647	34,046	0,616	0,305	40,824	9,652	10,483	1,134
20 % Бетону	13:45	0,653	34,245	0,605	0,312	40,883	9,687	10,612	1,127
20 % Бетону	14:36	0,618	33,705	0,649	0,637	40,901	9,629	10,252	1,15

Незважаючи на те, що спостерігалось скорочення продуктивності виробництва мінерального
5 волокна у варіантах здійснення, описаних вище, LEED RC потенціал даного волокна, як очікують, окупить підвищену вартість виробництва.

У Таблиці 21 показана запропонована суміш мінерального волокна, що включає
післяспоживчу цегельну крихту. Вибір цегли, яка підлягає повторному використанню, що є
післяспоживчою, як очікується, забезпечить значне зменшення використання необхідного
10 післяспоживчого бетону. Волокно з 60 % LEED RC, як очікується, буде отримано зі значним
покращенням продуктивності вагранки для забезпечення мінерального волокна з високим LEED
RC. Застосування такої післяспоживчої цегли, яка підлягає повторному використанню, вимагає
всього 12,6 % мінералів бетону для досягнення волокна з 60 % LEED RC у порівнянні з 20 %
мінералів бетону, необхідних при використанні джерела післяпромислової цегли. Існує
15 ймовірність, що таке використання бетону може не бути настільки ж шкідливим для виробничих
операцій.

Таблиця 21

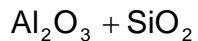
	Післяспоживча цегельна крихта	Бетон	Шлак	Кварцит	М _к
Кількості	7,4 %	12,6 %	80,0 %	0,0 %	1,0

Спосіб утворення даної мінеральної вати включає об'єднання декількох вихідних матеріалів,
20 включаючи бетон, який підлягає повторному використанню, і цегельну крихту, яка підлягає
повторному використанню. Об'єднані вихідні матеріали обробляють для утворення
мінераловатного продукту, що має модуль кислотності у встановленому діапазоні.
Передбачається, що неперероблені мінерали можуть бути повністю виключені, і мінеральна
вата може бути скручена винятково з бетону, який підлягає повторному використанню, і
25 цегельної крихти, яка підлягає повторному використанню. Додатково розглянуто, що скло, яке
підлягає повторному використанню, або формувальний пісок, який підлягає повторному
використанню, можуть бути використані у виробництві мінеральної вати.

В іншому варіанті здійснення спосіб утворення продукту з мінеральної вати включає
об'єднання післяспоживчого бетону, який підлягає повторному використанню, що становить
30 процентний вміст за сухою вагою вихідних матеріалів у діапазоні 12 %-84 %, і слідових
мінералів, які становлять процентний вміст за сухою вагою вихідних матеріалів у діапазоні 2 %-
4 %. Вихідні матеріали змішують, а потім нагрівають для утворення рідини. Рідину видувують з
утворенням мінераловатного продукту, що має модуль кислотності (М_к) у межах діапазону від
1,0 до 1,5, як описано вище.

У ще одному варіанті здійснення способу утворення мінеральної вати включає об'єднання сукупності вихідних матеріалів. Особливість даного способу полягає в тому, що вихідні матеріали включають післяспоживчі матеріали, які підлягають повторному використанню, переважно післяспоживчий бетон, післяспоживчу або післяпромислову цегельну крихту, комбінацію післяспоживчих матеріалів або комбінацію післяспоживчих і післяпромислових матеріалів. Типовим джерелом післяспоживчого бетону являються уламки від реконструкції доріг і проектів знесення споруд. Післяспоживчий бетон є відносно без забруднень, таких як арматурна сітка, арматурні стрижні (арматури) і асфальт. Типовим джерелом післяспоживчої цегельної крихти являються відходи вогнетривкої цегли.

Як тільки вихідні матеріали вибрані, їх обробляють із утворенням мінераловатного продукту із застосуванням загальноприйнятих технологій, таких як ті, що описані в патентах США №№ 2020403; 4270295 і 5709728, усі з яких включені шляхом посилання. Об'єднані інгредієнти мають модуль кислотності (M_k) у визначеному діапазоні. Бажано, коли M_k представляє



собою $CaO + MgO$, і попередньо встановлені модулі кислотності змінюються в діапазоні від 1,0 до 1,5, і більш бажано від 1,0 до 1,2, більш бажано від 1,01 до 1,15.

Після об'єднання інгредієнти переміщують у придатну піч, наприклад вагранку, і нагрівають до температури в діапазоні від 1400 °C до 2000 °C, потім видують за допомогою повітря або пари з утворенням мінераловатного волокна, як відомо в галузі. Даний винахід не обмежений піччю типу вагранки. Інші печі, такі як електропіч або плавильна піч із заглибним горінням, працювали б так само. Матеріал, застосовуваний у вагранці, вимагає певного задавання розмірів продукту для забезпечення належної вентиляції й згоряння потоку повітря. Електропечі або плавильні печі із заглибним горінням уміщують матеріали будь-якого розміру, аж до розміру зерен піску. Типове задавання розмірів вагранки становить 7,5-10 см (3-4 дюйма) / 10-15 см (4-6 дюйма).

Дана мінеральна вата особливо придатна для застосування в продуктах, що включають, наприклад, звукопоглинальні панелі, будівельні панелі, рихлу мінеральну вату й набивки з мінеральної вати. Панелі часто використовують у якості стельових панелей у спорудах, таких як будинки й офіси, де бажаним є поглинання звуку.

Незважаючи на те, що особливі варіанти здійснення даної мінеральної вати, пов'язаного продукту й пов'язаного способу одержання були описані в даному документі, фахівці в даній галузі приймуть до уваги, що зміни й модифікації можуть бути зроблені без відхилення від даного винаходу в його більш широких аспектах і як зазначено в нижченаведеній формулі винаходу.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Мінеральна вата, яка включає повторно використовуваний матеріал, де повторно використовуваний матеріал вибраний із групи, що складається зі шлаку, використаного бетону, використаної цегельної крихти, післяпромислової цегельної крихти, склобою, формувального піску та їх комбінацій, при цьому вказана мінеральна вата має модуль кислотності у межах діапазону від приблизно 1,0 до приблизно 1,5 за масою, причому модуль кислотності визначений як $\frac{Al_2O_3 + SiO_2}{CaO + MgO}$, і причому SiO_2 знаходиться в діапазоні від 36 до 44 % за масою,

Al_2O_3 знаходиться в діапазоні від 8,0 до 14 % за масою, MgO знаходиться в діапазоні від 4 до 13 % за масою, і CaO знаходиться в діапазоні від 32 до 44 % за масою, і при цьому вказана мінеральна вата утворена волокнами з діаметром від 4,5 до 5,6 мікрон.

2. Мінеральна вата за п. 1, яка **відрізняється** тим, що додатково включає неперероблені мінерали, які становлять процентний вміст за сухою вагою в діапазоні 2-4 %.

3. Спосіб утворення мінеральної вати, який включає:

вибір щонайменше одного матеріалу, який підлягає повторному використанню з групи, що складається зі шлаку, використаного бетону, використаної цегельної крихти, післяпромислової цегельної крихти, склобою, формувального піску та їх комбінацій,

об'єднання сукупності вихідних матеріалів, включаючи щонайменше один вказаний матеріал, який підлягає повторному використанню, і

обробку об'єднаних вихідних матеріалів з утворенням мінеральної вати, що має модуль кислотності в діапазоні від приблизно 1,0 до приблизно 1,5 за масою, при цьому модуль

кислотності визначений як $\frac{Al_2O_3 + SiO_2}{CaO + MgO}$, і причому SiO_2 знаходиться в діапазоні від 36 до 44 %

за масою, Al_2O_3 знаходиться в діапазоні від 8,0 до 14 % за масою, MgO знаходиться в діапазоні від 4 до 13 % за масою, і CaO знаходиться в діапазоні від 32 до 44 % за масою,

при цьому вказана обробка включає етапи:

- 5 нагрівання об'єднаних вихідних матеріалів з утворенням розплаву, охолодження розплаву і

видування розплаву по мірі охолодження з утворенням вказаної мінеральної вати волокнами з діаметром від 4,5 до 5,6 мікрон.

4. Спосіб за п. 3, який **відрізняється** тим, що вихідні матеріали додатково включають

- 10 неперероблені мінерали, що становлять процентний вміст за сухою вагою в діапазоні 2-4 %.

5. Продукт, що складається з мінеральної вати за п. 1, при цьому вказаний продукт включає звукопоглинальну стельову панель, пухку мінеральну вату й набивки з мінеральної вати.

Комп'ютерна верстка Г. Паяльніков

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601