



УКРАЇНА

(19) UA (11) 89482 (13) C2

(51) МПК (2009)

C03C 13/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

## (54) МІНЕРАЛЬНА ВАТА ТА ЇЇ ЗАСТОСУВАННЯ

1

- (21) а200605017  
(22) 04.10.2004  
(24) 10.02.2010  
(86) PCT/FR2004/050480, 04.10.2004  
(31) 03292463.1  
(32) 06.10.2003  
(33) EP  
(31) 0400084  
(32) 07.01.2004  
(33) FR  
(46) 10.02.2010, Бюл.№ 3, 2010 р.  
(72) БЕРНАР ЖАН-ЛЮК, FR, БОКЕ ЕРІК, FR  
(73) СЕН-ГОБЕН ІЗОВЕР, FR  
(56) WO 0168546 A, 20.09.2001  
WO 0017117 A, 30.03.2000  
(57) 1. Мінеральна вата, розчинна в фізіологічному середовищі, яка **відрізняється** тим, що містить наступні компоненти, мас. %:  
SiO<sub>2</sub> 39-44, переважно 40-43,  
Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 16-27, переважно 16-26,  
CaO 6-20, переважно 8-18,  
MgO 1-5, переважно 1-4,9,  
Na<sub>2</sub>O щонайбільше 15, переважно 2-12,  
K<sub>2</sub>O щонайбільше 15, переважно 2-12,  
R<sub>2</sub>O (Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O) 10-14,7, переважно 10-13,5,  
P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> щонайбільше 3, зокрема щонайбільше 2,  
Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (загальна кількість заліза) 1,5-15, зокрема 3,2-8,  
B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> щонайбільше 2, переважно найбільше 1,  
TiO<sub>2</sub> щонайбільше 2, переважно 0,4-1.  
2. Мінеральна вата за п.1, яка **відрізняється** тим, що вміст CaO складає від 9,5 до 20мас.%, переважно від 10 до 18 мас.%.  
3. Мінеральна вата за будь-яким з пп.1, 2, яка **відрізняється** тим, що містить від 20 до 25мас. % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

2

4. Мінеральна вата за будь-яким з пп.1-3, яка **відрізняється** тим, що містить щонайменше 2мас. %, зокрема приблизно від 2 до 5мас. % MgO, якщо вміст Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> складає менше 22мас. %, зокрема від 17 до 22мас. %, і тим, що містить від 1 до 4мас. %, переважно від 1 до 2мас. % MgO, якщо вміст Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> складає щонайменше 22мас. %.  
5. Мінеральна вата за будь-яким з пп.1-4, яка **відрізняється** тим, що вміст лужних металів, переважно менше або дорівнює 13,0мас. %, зокрема приблизно від 10 до 12,5мас. %, більш конкретно 12мас. % або менше.  
6. Мінеральна вата за будь-яким з пп.1-5, яка **відрізняється** тим, що молярне відношення R<sub>2</sub>O/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> менше 0,9, більш конкретно не більше 0,8, зокрема не більше 0,75.  
7. Мінеральна вата за будь-яким з пп.1-6, яка **відрізняється** тим, що містить від 2 до 6мас. % оксиду заліза.  
8. Мінеральна вата за будь-яким з пп.1-7, яка **відрізняється** тим, що містить 1мас. % або менше оксиду титану.  
9. Мінеральна вата за будь-яким з пп.1-8, яка **відрізняється** тим, що її в'язкість при температурі 1400°C становить більше 70 пуаз, зокрема близько від 70 до 250 пуаз.  
10. Мінеральна вата за будь-яким з пп.1-9, яка **відрізняється** тим, що її склад при 700°C має усадку менше 40% і при 800°C менше 90%.  
11. Застосування мінеральної вати за будь-яким з пп.1-10 як елемента у вогнетривких конструктивних системах або в ізоляційних матеріалах, що застосовують при високій температурі.

Даний винахід належить до галузі штучної мінеральної вати. Більш конкретно він належить до мінеральної вати, призначеної для виробництва тепло- і/або звукоізоляційних матеріалів.

Більш конкретно, винахід стосується мінеральної вати типу вати з гірських порід, тобто хімічні складу яких пов'язані з високою температурою

ліквідусу і високою текучістю при температурі їх одержання в поєднанні з високою температурою склування.

Традиційно, такий вид мінеральної вати одержують способами центрифугування, які називаються «зовнішніми», наприклад, з використанням каскаду відцентрових коліс, на які за допомогою

(13) C2

(11) 89482

(19) UA

статичного розподільного пристрою подається розплав, як описано, зокрема, в патентах EP-0 465 310 або EP-0 439 385.

Спосіб формування волокон шляхом центрифугування, який називається «внутрішнім», тобто із застосуванням високошвидкісних центрифуг, оснащених отворами, навпаки традиційно використовують для одержання мінеральної вати типу скловати, склад якої звичайно відносно багатий оксидами лужних металів і має низький вміст глинозему, і в'язкість якої при менш високій температурі ліквідусу вища, ніж в'язкість вати з гірських порід або базальтової вати. Цей спосіб описаний, зокрема, в патентах EP-0189354 або EP-0519797.

Технічні рішення, які дозволяють адаптувати спосіб внутрішнього центрифугування до одержання вати з гірських порід шляхом модифікації складу матеріалу, що подається на вату з гірських порід центрифуги, і їх робочих параметрів, відомі, зокрема, з WO-93/02977. Таке застосування дозволяє тепер комбінувати властивості, які раніше були характерні тільки для одного або другого з двох видів вати - вати з гірських порід або скловати. Таким чином, якість вати з гірських порід, одержаної внутрішнім центрифугуванням, порівнянна з якістю скловати, і вміст неволокнистих елементів менший, ніж у вати з гірських порід, одержаної традиційним способом. Однак вона зберігає обидві переваги, пов'язані з її хімічною природою: низьку вартість хімічних речовин і міцність при високій температурі.

Оскільки в останні роки до критеріїв якості, технологічності і економічності додався критерій біорозкладабельного характеру мінеральної вати, а саме здатності останньої швидко розчинятися в фізіологічному середовищі з метою попередження будь-якої потенційної патогенної небезпеки, пов'язаної з можливим накопиченням найбільш тонких волокон в організмі при вдиханні, в WO 00/17117 був запропонований відповідний вигляд вати з гірських порід. Ця композиція, детально наведена нижче, характеризується поєднанням високого вмісту глинозему з великою кількістю лужних металів ( $R_2O$ : діоксид натрію і діоксид калію):

$SiO_2$  39-55%, переважно 40-52%,  
 $Al_2O_3$  16-27%, переважно 16-25%,  
 $CaO$  3-35%, переважно 10-25%,  
 $MgO$  0-15%, переважно 0-10%,  
 $Na_2O$  0-15%, переважно 6-12%,  
 $K_2O$  0-15%, переважно 3-12%,  
 $R_2O(Na_2O+K_2O)$  10-17%, переважно 12-17%,  
 $P_2O_5$  0-3%, переважно 0-2%,  
 $Fe_2O_3$  (загальна кількість заліза) 0-15%,  
 $B_2O_3$  0-8%, переважно 0-4%,  
 $TiO_2$  0-4%,

де  $MgO$  складає від 0 до 5%, якщо  $R_2O \leq 13,0\%$ .

Такий вибір складу, що є переважним щодо здатності до розчинення в фізіологічному середовищі, виражається насправді в зниженні вогнетривкості вати з гірських порід, що може обмежити її властивості при дуже високій температурі.

У варіанті здійснення вміст оксиду заліза в композиціях від 5 до 12%, зокрема від 5 до 8%, дозволяє досягнути вогнетривкості матів з мінера-

льної вати, що є типовою властивістю традиційної вати з гірських порід.

Однак ця властивість не проілюстрована, є тільки відомості про температуру відпалу, показової для температурного діапазону експлуатації матеріалу, але не для вогнетривкості при дуже високій температурі (близько 1000°C).

Задача даного винаходу полягає в створенні області композицій мінеральних ват, типу вати з гірських порід, в якій властивості при високій температурі, більш конкретно вогнетривкість, є максимальними при збереженні біорозкладабельного характеру і можливості виробництва шляхом внутрішнього центрифугування.

Об'єктом винаходу є мінеральна вата, розчинна в фізіологічному середовищі, яка містить наступні компоненти в наступних вагових відсотках:

$SiO_2$  39-44%, переважно 40-43%,  
 $Al_2O_3$  16-27%, переважно 16-26%,  
 $CaO$  6-20%, переважно 8-18%,  
 $MgO$  1-5%, переважно 1-4,9%,  
 $Na_2O$  0-15%, переважно 2-12%,  
 $K_2O$  0-15%, переважно 2-12%,  
 $R_2O(Na_2O+K_2O)$  10-14,7%, переважно 10-13,5%,  
 $P_2O_5$  0-3%, більш конкретно 0-2%,  
 $Fe_2O_3$  (загальна кількість заліза) 1,5-15%, більш конкретно 3,2-8%,  
 $B_2O_3$  0-2%, переважно 0-1%,  
 $TiO_2$  0-2%, переважно 0,4-1%.

Далі в тексті будь-який відсотковий вміст компонентів композиції потрібно розуміти як вагові відсотки.

Склад згідно з винаходом оснований на поєднанні підвищеного вмісту глинозему від 16 до 27%, переважно більше 17% і/або переважно менше 25%, при сумі складаючих компонентів, кремнезему і глинозему, від 57 до 75%, переважно більше 60% і/або переважно менше 72%, при відносно високому, але обмеженому вмісті лужних металів ( $R_2O$ : діоксид натрію і діоксид калію) від 10 до 13,5% і вмісті оксиду магнію в кількості щонайменше рівній 1%.

Незважаючи на те, що вказані склади можуть здатися близькими до складів, відомих з WO-00/17117, вони мають значно поліпшені властивості при високій температурі.

Без зв'язку з будь-якою науковою теорією могло б здатися, що при такому складі може відбуватися зародження центрів кристалізації при низькій температурі, які спричинять появу/ріст кристалів при досить низькій температурі, при якій розм'якшення або спікання матеріалу ще не може бути ефективним. Можна подумати, що, викликаючи кристалізацію більш плавких компонентів, ніж вся склакомпозиція загалом, в'язкість залишкового скла підвищується і поверхневі сили, що беруть участь в спіканні, більше не є достатніми для подолання сил злипання.

Переважно глинозем присутній з розрахунку від 17 до 25,5%, зокрема від 20 до 25%, більш конкретно від 21 до 24,5% мас, переважно близько 22-23 або 24%.

Переважно висока вогнетривкість може бути досягнута шляхом регулювання вмісту магнезії

(оксиду магнію), що складає, зокрема, щонайменше 1,5%, більш конкретно 2%, переважно більше або дорівнює 2,5 або 3%. Високий вміст магnezії сприяє ефекту кристалізації при низькій температурі, що перешкоджає пониженню в'язкості, що звичайно спостерігається при високій температурі і, отже, перешкоджає спіканню матеріалу.

Вибір переважної композиції полягає в тому, щоб необхідна кількість магnezії, яка збільшується із зменшенням кількості глинозему, була мінімальною.

Так, якщо вміст глинозему складає щонайменше 22% мас., кількість магnezії переважно складає щонайменше 1%, переважно приблизно від 1 до 4%, переважно від 1 до 2%, зокрема від 1,2 до 1,6%. Вміст глинозему переважно обмежений 25% для збереження досить низької температури ліквідусу. Якщо глинозем присутній в меншій кількості, наприклад близько 17-22%, кількість магnezії переважно становить щонайменше 2%, зокрема приблизно 2-5%.

Вміст оксиду кальцію переважно складає від 9,5 до 20%, переважно від 10 до 18% і ще більш переважно від 11 до 16%.

Загальна кількість оксиду кальцію і магnezії може переважно складати від 14 до 20%, зокрема від 15 до 19%.

Загальна кількість оксидів лужноземельних металів (оксиду кальцію, магnezії, оксидів барію і стронцію) переважно складає від 10 до 20%, зокрема від 12 до 18%.

Кількість кремнезему переважно становить приблизно 40-43% мас. і більш переважно від 41 до 42%.

Відповідно до варіантів здійснення винаходу вміст лужного металу переважно менший або дорівнює 13,2%, навіть 13,0%, зокрема близько 10-12,5%, більш конкретно від 10,2 до 12% або менше. Вмісти соди також як і поташу можуть складати від 3 до 9% мас.

У вказаному діапазоні вмісту лужних металів виявилось, що переважне співвідношення вмісту лужних металів і глинозему таке, що молярне відношення  $R_2O/Al_2O_3$  менше 1, зокрема становить 0,9, більш конкретно не більше 0,8, зокрема не більше 0,75.

Якщо молярне відношення більше 0,9, переважно щоб вміст магnezії був досить високим для одержання ефекту кристалізації при низькій температурі, наприклад, щонайменше 2% або щонайменше 2,5%, в іншому випадку температури склування будуть дуже низькими, що негативно відіб'ється на робочих характеристиках при дуже високій температурі.

Молярне відношення  $R_2O/Al_2O_3$  нижче 0,9 сприятливо відбивається на вогнетривкості, зокрема при низькій температурі, і, отже, на температурі розм'якшення і температурі спікання.

У цій області складів, проте, зберігається досить велика різниця між температурою, відповідною в'язкості утворення волокон, і температурою ліквідусу фази, яка кристалізується, і, отже, хороші умови для утворення волокон.

Оксид заліза, присутній в композиції, має позитивний вплив на зародкоутворення або ріст за-

родків при низькій температурі, обмежуючи при цьому ліквідус. Однак його кількість переважно обмежена з тим, щоб не погіршувати біорозчинність в кислому середовищі. Відповідно до переважного варіанта здійснення винаходу, вміст оксиду заліза в композиціях складає від 2 до 6%, переважно приблизно від 3 до 6%.

Оксид титану суттєво впливає на зародження шпінелей в склоподібній матриці при високій і низькій температурі. Переважним може бути вміст близько 1% або менше.

Можна використовувати  $P_2O_5$  в кількості від 0 до 3%, зокрема від 0,1 до 1,2%. для підвищення біорозчинності при нейтральному рН.

Склад може містити інші оксиди, такі як BaO, SrO, MnO,  $Cr_2O_3$ ,  $ZrO_2$ , вміст кожного складає приблизно до 2%.

Різниця між температурою, відповідною в'язкості  $10^{2.5}$  пуаз (деципаскаль.секунда), позначений  $T_{log2.5}$ , і ліквідусом фази, яка кристалізується, позначеним  $T_{liq}$ , переважно складає щонайменше  $10^\circ C$ . Ця різниця  $T_{log2.5}-T_{liq}$  визначає «робочу площадку» складів за винаходом, тобто діапазон температур, в якому можна одержувати волокна переважно шляхом внутрішнього центрифугування. Ця різниця складає переважно щонайменше 10, 20 або  $30^\circ C$ , переважно  $40^\circ C$  і навіть більше  $50^\circ C$ , більш конкретно більше  $100^\circ C$ .

Склади добре адаптовані до способу одержання волокон шляхом внутрішнього центрифугування при в'язкості більше 70 пуаз, зокрема близько 75-250 пуаз при температурі  $1400^\circ C$ .

Склади за винаходом мають високу температуру склування, зокрема вищу  $600^\circ C$ , більш конкретно вищу або рівну  $650^\circ C$ . Температура їх відпалу (позначена  $T_{annealing}$ , відома також під назвою «температура відпалу») значно вище  $600^\circ C$ , зокрема приблизно  $670^\circ C$ , часто  $700^\circ C$  або вище.

Вогнетривкість продуктів можна оцінити шляхом вимірювання усадки і/або деформації внаслідок текучості продукту при температурі вище  $700^\circ C$  до  $1000^\circ C$ .

Вона досить добре корелюється з вимірюванням усадки внаслідок спікання спресованого дрібного порошку при високій температурі. Склади згідно з винаходом характеризуються усадкою менше 40%, зокрема близько 20-40% або переважно менше 20% при  $700^\circ C$ . і усадкою менше 90%, зокрема близько 75-90% або переважно менше 75% при  $800^\circ C$ .

Мінеральні вати, такі як вказані вище, мають достатній ступінь біорозчинності, зокрема, при кислому рН. Вони також звичайно мають швидкість розчинення, виміряну, зокрема, на кремнеземі, щонайменше 30, переважно щонайменше 40 або  $50 \text{нг/см}^2$  на годину, виміряній при рН 4,5 методом, подібним до описаного в стандарті NF T 03-410.

Склад такого типу з підвищеним вмістом глинозему і підвищеним вмістом лужних металів можна переважно розплавляти в скловарній полум'яній або електричній печі.

Винахід належить також до застосування описаної вище мінеральної вати у вогнетривких конструктивних системах.

«Вогнетривкими конструктивними системами» називають системи, які звичайно складаються з матеріалів, зокрема мінеральної вати і металевих пластин, здатні ефективно затримувати поширення тепла, а також забезпечувати захист від вогню і гарячих газів і підтримувати механічний опір при пожежі.

Стандартизовані тести визначають ступінь вогнетривкості, виражену, зокрема, часом, необхідним для того, щоб була досягнута задана температура зі сторони, протилежної конструктивній системі, підданій впливу теплового потоку, що виділяється, наприклад, полум'ям пальника або електрорігача.

Вважається, що конструктивна система має достатню вогнетривку здатність, зокрема, якщо вона відповідає вимогам одного з наступних випробувань:

- випробування протипожежних дверей: випробування проводять на плитах з мінеральних волокон відповідно до німецького стандарту DIN 18089-Teil 1 (або еквівалентного стандарту);

- поведінка матеріалу і будівельних елементів при пожежі відповідно до німецького стандарту DIN 4102 (або еквівалентного стандарту). Використовують стандарт DIN 4102-Teil 5, зокрема для випробувань в натуральну величину для визначення класу вогнетривкості, і/або стандарт DIN 4102-Teil 8 для випробувань зразків на невеликому випробувальному стенді;

- випробування відповідно до стандарту OMI A 754 (18) (або еквівалентного стандарту), який описує загальні вимоги до випробувань вогнетривкості при так званому «морському» застосуванні, зокрема перегорожок на судах. Ці випробування проводять за зразками великого розміру в печах 3м\*3м. Як приклад можна навести сталю палубу, необхідний робочий параметр якої у разі займання з боку ізоляції повинен відповідати критерію збереження термоізоляції протягом 60 хвилин.

Інші подробиці і властивості впливають з нижченаведеного опису переважних варіантів здійснення, які не є обмежувальними.

Нижче на таблиці 1 наведені хімічні композиції з прикладів згідно з винаходом, а також наступні характеристики:

- температура ліквідусу ( $T_{liq}$ ) і температури, при яких в'язкість відповідно дорівнює  $10^3$  ( $T_{log3}$ ) і  $10^{2,5}$  пуаз ( $T_{log2,5}$ ), всі три температури виражені в °C;

- в'язкість при 1400°C;

- усадка порошку при 700°C і 800°C;

- температура відпалу («annealing») і температура склування ( $T_G$ ).

Коли сума всіх величин вмісту всіх компонентів трохи нижча або трохи вища 100%, потрібно розуміти, що різниця відносно 100% відповідає домішкам/компонентам в малих кількостях, які не завжди піддають аналізу або які не піддаються аналізу у вигляді слідів, і/або пов'язана тільки з приблизністю, допустимою в області методів аналізу, що використовуються.

Мета випробування порошку на усадку полягає в кількісному аналізі температурної стійкості складу шляхом вимірювання ущільнення цієї речовини, взятої в порошкоподібному стані.

Протокол випробування наступний:

Підрізують 160г складу в кільцевому млині протягом 8 хвилин, потім просівають порошок через сітку з отворами діаметром 80мкм, далі через сітку з отворами діаметром 40мкм протягом 12 хвилин. Частину порошку з гранулометриєю менше 40мкм змішують з 8% мас. води і з одержаної суміші формують таблетку. На штатив преса вміщують корпус таблетувальної машини, діаметром 10мм, покритий карбідом вольфраму і вводять контрпоршень. Зважують і вводять 3,110г суміші порошок/вода в таблетувальну машину, потім встановлюють поршень і між корпусом таблетувальної машини і верхньою частиною поршня вводять прокладки висотою 37мм. Пресують порошок, стежачи за тим, щоб верхня частина поршня спиралася на прокладки. Одержують зразок висотою 28мм і діаметром 10мм. Поміщують зразок в піч на рівну підкладку і доводять температуру в печі до температури тестування в робочому діапазоні від 700 до 1150°C за допомогою пальника, підвищуючи її на 360°C за годину. Температуру тестування підтримують в печі протягом 16 годин і залишають для охолодження. Вимірюють верхній і нижній діаметри, середню висоту охолодженого зразка і обчислюють усадку за об'ємом, виражену в %. Також описують зовнішній вигляд зразка.

Склади відповідно до цих прикладів можна одержати внутрішнім центрифугуванням, зокрема, як розкрито в патенті WO 93/02977, вказаному вище.

Їх робочі площадки, що визначаються різницею  $T_{log2,5}-T_{liq}$ , є позитивними, зокрема вище 50°C, навіть 100°C і навіть вище 150°C.

Температури ліквідусу не дуже високі, зокрема, нижчі або дорівнюють 1200°C і навіть 1150°C.

При температурах, при яких в'язкість становить  $10^{2,5}$  пуаз ( $T_{log2,5}$ ), можна використати високотемпературні пристрої для одержання волокон, зокрема в умовах застосування, описаних в заявці WO 93/02977.

Переважними є композиції, в яких  $T_{log2,5}$  нижче 1350°C, переважно нижче 1300°C.

Таблиця 1

	Склад 1	Склад 2	Пр. 1	Пр. 2	Пр. 3	Пр. 4	Пр. 5	Пр. 6	Пр. 7
SiO <sub>2</sub>	45,7	42,4	42	41,9	43,3	42,2	42	43	43,1
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7,4	4,8	5,4	5	5	5,1	4,73	5	5
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18,75	23,3	23,2	23,4	22,85	22,8	23,2	23	22,8
CaO	12	14,5	14,8	13,2	13,6	12,6	12,3	12,6	11,8
MgO	0,69	0,6	1,18	2,15	2,2	3,07	3,1	3,15	4
Na <sub>2</sub> O	7,8	7,23	6,32	6,18	6,7	5,96	7,04	6,85	6,18

Продовження таблиці 1

K <sub>2</sub> O	5,1	4,84	4,51	5,25	4	5,08	5,3	4	5,54
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0				0			0	0
BaO	0,4	0,35	0,28	0,32	0,33	0,3	0,33	0,34	0,33
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,13	0,14	0,48	0,75	0,13	0,76	0,14	0,13	0,14
TiO <sub>2</sub>	0,46	0,77	0,74	0,88	0,75	0,83	0,86	0,76	0,75
R <sub>2</sub> O=Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O	12,9	12,07	10,83	11,43	10,49	11,04	12,34	10,85	11,72
R <sub>2</sub> O/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (мол.)	0,979	0,735	0,695	0,677	0,661	0,671	0,747	0,678	0,709
T ліквідусу	1147	1167	1140	1167	1170	1154	1204	1134	1174
T <sub>log3</sub>	1209		1178	1204	1196	1197	1189	1195	1197
T <sub>log2,5</sub>	1294		1274	1284	1279	1277	1279	1279	1281
T <sub>log2,5</sub> -T <sub>liq</sub>	147		134	117	109	123	75	145	107
В'язкість 1400°C			82,790	85,038		77,938	82,936	81,283	83,980
Спінання % при 700°C	52	25	16	18	20	19	18	29	20
Спінання % при 800°C	81	91	75	52	65	53	54		
T відпалу	675	692	709	707	697	707	696		
T <sub>G</sub>	635	655	669	659	656	656	653		

Продовження таблиці 1

	Пр. 8	Пр. 9	Пр. 10	Пр. 11	Пр. 12	Пр. 14	Пр. 15	Пр. 16	Пр. 17	Пр. 18
SiO <sub>2</sub>	43,1	43	41,7	41,5	40,5	41,9	41,5	40,9	41,5	42,1
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5	5	4,87	5,18	4,6	4,5	5	4,43	5,3	4,7
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	22,9	23,35	24,5	24,5	24,9	23,9	25,8	24,7	25,25	23,5
CaO	11,75	10	14,3	14,17	13,7	13,25	12,4	12,5	10,17	13,22
MgO	4,2	4,2	1,1	1,65	2,02	2,075	3	3,06	5,15	2,05
Na <sub>2</sub> O	6,8	6,6	5,15	5,15	5,27	5	6,3	4,43	6,35	6,88
K <sub>2</sub> O	4	3,9	5,9	5,16	6	6,35	4	6,84	4,5	5,23
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0	1,5					0		0	
BaO	0,3	0,35	0,34	0,4	0,34	0,32	0,4	0,29	0,35	0,31
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,13	0,13	0,16	0,63	0,76	0,75	0,1	0,75	0,11	0,14
TiO <sub>2</sub>	0,76	0,84	0,93	0,33	0,98	0,73	0,27	0,99	0,27	0,84
R <sub>2</sub> O=Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O	10,8	10,5	11,05	10,31	11,27	11,35	10,3	11,27		12,11
R <sub>2</sub> O/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (мол.)	0,678	0,646	0,607	0,574	0,609	0,632	0,570	0,595		0,723
T ліквідусу	1156	1175	1167	1194	1182		1154	1220		1164
T <sub>log3</sub>	1190	1194	1217	1211	1199		1214			1194
T <sub>log2,5</sub>	1273	1279	1298	1293	1285		1297			1284
T <sub>log2,5</sub> -T <sub>liq</sub>	117	104	131	99	103		143			120
В'язкість 1400°C	77,485	83,590	97,884	91,400	86,480		97,263	89,6		87,190
Спінання % при 700°C	23	21	10	10	14	15	16	11	14	21
Спінання % при 800°C			75	41	39	63		38		56
T відпалу			722	712	710	713		714		698
T <sub>G</sub>			677	675	669	667		671		659

Склади з прикладів 2, 10, 11, а також з порівняльного прикладу 2 використовують для виробництва матів з мінеральної вати технологією внутрішнього центрифугування. Характеристики одержаних волокон і матів наведені нижче в таблиці 2. Із складу у відповідності з порівняльним прикладом 2 були виготовлені два мати різної структури, позначені відповідно "COMP 2" і "COMP 2bis".

Товщина волокон виражена в цій таблиці різними способами. Якщо ця величина виражена в л/хв., мова йде про вимірювання, проведене методом вимірювання товщини мінеральних волокон, описане в заявці WO 03/098209. Інші значення товщини є «мікронними» величинами, вимірюваними по 5 г волокна відповідно до протоколу, описаного в стандарті DIN 53941 або ASTM D 1448.

Зразки таких матів піддаються випробуванню на термічну стійкість при дуже високій температурі шляхом вимірювання усадки зразків відповідно до процедури, визначеної в нормативному документі "Ізоляційні матеріали: термічна стійкість"

(Insulation materials: Thermal stability), запропонованому NORDTEST (NT FIRE XX-NORDTEST REMISS N 1114-93). Зразок ізоляційного матеріалу (зокрема, висотою 25 мм і діаметром 25 мм) поміщують в піч, в якій можна візуально спостерігати усадку зразка в залежності від температури контакту із зразком. Температура в печі підвищується на 5°C за хвилину від кімнатної температури до температури приблизно 1000°C або вище.

«Відносною товщиною» називають залишкову товщину зразка, виміряну при даній температурі, по відношенню до первинної товщини зразка (при кімнатній температурі). «Ступенем усадки» називають значення: 1-«відносна товщина» при даній температурі.

На Фіг. зображена зміна відносної товщини 4 зразків мінеральної вати в залежності від температури. Було зазначено, що зразок з порівняльного прикладу 2 швидко дає усадку при температурі від 720°C до 800°C і що при температурі вище 850°C відносна товщина менше 25%.

Крім того, візуальне спостереження за зразком після випробування показало виражену деформацію в формі усіченого конуса, діаметр верхньої частини якого дорівнює 6мм, а нижньої частини дорівнює 14мм.

Усадка зразків мінеральної вати згідно з винаходом очевидно менше, причому їх форма краще зберігається, і втрати розміру по радіусу скорочуються в порівнянні з початком випробування.

Таблиця 2

	Пр. 2	Пр. 10	Порівн. Пр. 2bis	Пр. 11	Порівн.2
Товщина волокон	12,9л/хв.	12,5л/хв.	13,11л/хв.	3,3/5г	3,1/5г
Щільність (кг/м <sup>3</sup> )	43,3	56,4	52,0	52,2	34,3
T° (°C)	960	980	930	930	920
% усадки	63	60	78	59	75
Діаметр верх. (мм)	15	11	6	16	9
Діаметр нижн. (мм)	21	20	14	22	19

Потрібно зазначити, що мінеральну вату згідно з винаходом застосовують, зокрема, для конструктивних систем, описаних вище, а також її застосовують у всіх відомих видах ізоляційних матеріалів, призначених для ізоляції пристроїв в екстремальних умовах, наприклад промислових трубопроводів з підвищеним нагрівом.

Таким чином, винахід також належить до ізоляційних продуктів, більш конкретно таких, що мають

форму матів, рулонів, панелей, кожухів. Зокрема, об'єктом винаходу є продукт у вигляді кожуха для ізоляції трубопроводів, більш конкретно промислових, що містять мінеральну вату, таку як описана в даній заявці, середній діаметр волокон якої менше або дорівнює 4мм, яка має щільність від 40 до 100 кг/м<sup>3</sup> і вміст зв'язуючого від 4 до 7% мас.

