

Цей винахід відноситься до області штучної мінеральної вати. Зокрема, він відноситься до мінеральної вати, призначеної для виробництва термо- і/або звукоізоляційних матеріалів або субстратів для гідропонних культур.

Більш конкретно, він відноситься до мінеральної вати типу мінеральної силікатної шерсті або базальтової шерсті, тобто речовин, хімічні склади яких припускають високу температуру розплаву і високу текучість при температурі їхнього волокноутворення.

Звичайно цей тип мінеральної вати одержують шляхом перетворення у волокнисту масу за допомогою способів так званого "зовнішнього" центрифугування, наприклад, типу таких, де "використовують каскад центрифугових барабанів, які постачають розплавленим матеріалом за рахунок пристрою статичної подачі, як описано, зокрема, в європейських патентах 0465310 або 0439385.

Спосіб волокноутворення шляхом так званого "внутрішнього" центрифугування, тобто при використанні центрифуг, які обертаються з високою швидкістю і перфорованими, з іншого боку, звичайно, призначений для одержання волокнистої мінеральної вати типу скловати, яка в основному має склад, більш збагачений оксидами лужних металів, більш низьку температуру розплаву і більш високу в'язкість при температурі волокноутворення, ніж мінеральна силікатна шерсть або базальтова шерсть. Цей спосіб, наприклад, описаний в європейських патентах 0189354 або 0519797.

Проте, нещодавно знайдені технічні рішення, які роблять можливим пристосування способу "внутрішнього" центрифугування для одержання шляхом волокноутворення мінеральної і силікатної шерсті або базальтової шерсті, головним чином шляхом модифікації складу матеріалу, центрифугування якого здійснюють, і робочих параметрів способу. Для одержання більш докладних даних щодо цього можна посилатися, зокрема, на міжнародну заявку на патент 93/12977. Виявляється, що це пристосування є особливо корисним тим, що воно дозволяє комбінувати властивості, які до цього не були притаманні жодному з двох типів вати - мінеральної силікатної шерсті або скловати. Таким чином, мінеральна силікатна шерсть, яку одержують шляхом "внутрішнього" центрифугування, близька по якості до скловати, яка має більш низький вміст маси, яка не перетворена у волокно, ніж звичайно одержувана мінеральна силікатна шерсть. Проте, вона зберігає обидва головних аспекти, пов'язаних з її хімічною природою, як-от низька вартість хімікалій і дуже висока вогнестійкість.

Отже, існують два можливих шляхи одержання волокноутворюючої мінеральної силікатної або базальтової шерсті, причому вибір того або іншого з них залежить від деякого числа критеріїв, які включають необхідний рівень якості з урахуванням призначеного застосування й здійсненності цього шляху з промислової і економічної точок зору.

До цих критеріїв в останні роки додався критерій здатності до біоруйнування мінеральної вати, як-от її спроможності швидко розчинятися у фізіологічному середовищі, з метою запобігання будь-якому потенційному патогенному ризику, пов'язаному з можливою акумуляцією найтонших волокон в організмі шляхом вдихання.

Отже, предметом винаходу, є поліпшення хімічного складу мінеральної вати мінерального силікатного або базальтового типу, причому під поліпшенням розуміють головним чином підвищення її здатності до біоруйнування і/або узгодження здатності до біоруйнування зі спроможністю до волокноутворення шляхом "внутрішнього" центрифугування (проте, не виключаючи інших способів волокноутворення).

Предметом цього винаходу є здатна розчинятися у фізіологічному середовищі мінеральна вата, яка містить компоненти, вказані нижче, в такій кількості в масових відсотках:

SiO ₂	38-52%	бажано 40-48%
Al ₂ O ₃	17-23%	
SiO ₂ +Al ₂ O ₃	56-75%	бажано 62-72%
RO (CaO і/або MgO)	9-26%	бажано 12-25%
MgO	4-20%	зокрема 7-16%
MgO/Ca	≥0,8%	бажано ≥1,0% або ≥1,15%
R ₂ O (Na ₂ O і/або K ₂ O)	≥2%	
P ₂ O ₅	0-5%	
Fe ₂ O ₃ (загальне залізо)	>1,7%	бажано >2%
MnO	0-4%	
B ₂ O ₃	0-5%	
TiO ₂	0-3%	

Крім того, мінеральна вата також може бажано включати такі кількості Fe₂O₃ (загальне залізо) і P₂O₅, що:

$1 \leq \text{Fe}_2\text{O}_3$ (загальне залізо)/P₂O₅ ≤ 20, коли P₂O₅ ≥ 0,5% (На всьому протязі решти тексту, під будь-яким відсотковим вмістом компоненту складу слід розуміти вміст в масових відсотках, і склади згідно винаходу можуть містити аж до 2 або 3% сполук, які розглядають як не аналізовані домішки, як відомо у випадку цього типу сімейства складів).

Добір такого складу дозволяє одержувати цілу масу створюваних переваг, особливо за рахунок зміни багатьох складних ролей, які виконує деяка кількість його специфічних компонентів.

Таким чином, припускається, що склад мінеральної вати є типу мінеральної силікатної шерсті, в якій вміст оксидів лужних металів (R₂O), по суті у вигляді Na₂O і/або K₂O, помірно, менше, ніж 12%, або

навіть менше, ніж 10% або навіть 8%. В той ж самий час вміст в ньому оксидів лужних металів (RO), по суті у вигляді CaO і/або MgO, є відносно високим, що складає принаймні 9% і навіть більше, принаймні 12% або навіть 16%. Вміст оксиду заліза (який визначають у вигляді Fe_2O_3 , але який умовно відповідає загальному вмісту заліза) встановлений на відносно високому рівні, який складає принаймні 1,7% і навіть більше, принаймні 5%. Такий вміст, наявний в складі, найвищою мірою особливо виправдує себе, коли склад потрібно перетворювати у волокнисту масу шляхом "внутрішнього" центрифугування, оскільки, що в цьому випадку спостерігається сповільнення швидкості корозії матеріалів, з яких виготовлена центрифуга. Особливо подібну роль може відігравати оксид марганцю MnO - це причина, згідно якої склад може необов'язково містити декілька відсотків MnO.

Крім того, в'язкість при волокноутворенні такого складу може бути достатньо високою для "внутрішнього" центрифугування і його можна називати складом "твердої породи", причому це особливо обумовлено відповідним вмістом діоксиду кремнію і оксиду алюмінію.

Що стосується його здатності до біологічного руйнування, то вже відомо, що, особливо в складах типу мінеральної силікатної шерсті, деякі сполуки, такі, як P_2O_5 , можуть значно підвищувати її, у той час як інші оксиди, навпаки, мають тенденцію зменшувати її, принаймні при нейтральному значенні pH. Наприклад, у цьому відношенні можна посперитись на європейський патент 0459897 і міжнародну заявку 93/22251. Проте, додавання у великій кількості P_2O_5 , відповідно до контексту винаходу, не підтверджує, що це найкращий підхід. Це обумовлено іншими міркуваннями, наприклад, економічними (P_2O_5 видобувають з дорогої сировини) і технічними (зміни в кількостях P_2O_5 і особливо оксиду алюмінію), у складі небажаним або невідомим чином можуть викликати зміну інших його властивостей. Так, P_2O_5 є присутнім не без впливу на в'язкість складу, точно подібно оксиду алюмінію. Проте, особливо у випадку складів типу мінеральної силікатної шерсті, які піддають волокноутворенню за допомогою "внутрішнього" центрифугування, до яких найбільше переважно відноситься винахід, віскозиметричне поведіння складу є дуже важливим і вирішальним критерієм, достатньо контрольованим і регульованим.

Крім того, деякі сполуки можуть бути бажаними для деяких властивостей, але несприятливими для досягнення високого ступеня здатності до біологічного руйнування, мабуть, це випадок із залізом, яке є кращим, як вказано вище, для продовження терміну служби центрифуг, але яке має тенденцію зменшувати здатність до біологічного руйнування мінеральної силікатної шерсті, або випадок з оксидом алюмінію, який корисний для регулювання в'язкості складу, але не може бути дуже сприятливим з точки зору здатності до біологічного руйнування, особливо коли проводять оцінку за допомогою тестів *in vitro* при нейтральному значенні pH.

Отже, відповідно до винаходу встановлюється найбільш прийнятний компроміс між усіма цими даними, особливо в такий спосіб: склад може містити P_2O_5 , але в помірній кількості, не більше 5%, або, краще, не більше 4%. Він також містить оксид заліза, що є корисним, але з інших причин, ніж здатність до біологічного руйнування. Проте, склад досягає високого ступеня здатності до біологічного руйнування без додавання в надлишковій кількості P_2O_5 (або будь-якої іншої спеціальної сполуки, яку розглядають як таку, що сприяє здатності до біологічного руйнування), іншими способами, що полягають, зокрема, в зміні відносної частки MgO відносно CaO. Насправді, склади типу мінеральної силікатної шерсті містять частку вапна CaO, яке більшу, ніж така частка магнезії MgO. Шляхом реверсування цього співвідношення, встановлено, що високого ступеня здатності до біологічного руйнування дотепер можна було досягти тільки за допомогою високого вмісту P_2O_5 , щоб можна було "компенсувати" значні кількості оксиду алюмінію і заліза. Слід зазначити додаткову, але не незначну, перевагу, пов'язану з низьким вмістом P_2O_5 , як-от занадто велика кількість P_2O_5 насправді має тенденцію призводити до підвищення температури розплаву складу, що явно є несприятливим для волокноутворення шляхом "внутрішнього" центрифугування.

Інший характерний аспект винаходу відноситься до сполучення цього особливого співвідношення MgO/CaO переважно з високим вмістом оксиду алюмінію, тому що він становить принаймні 17%. Встановлено, що це сполучення відповідає критеріям здатності до біологічного руйнування, оцінюваної як у тестах *in vitro* при нейтральному значенні pH, так і також у тестах *in vitro* при кислому значенні pH. Знання того, яке значення pH найбільш характерне в *in vivo* фізіологічному середовищі, особливо в області легень, в дійсності остаточно не уточнено. Високий вміст оксиду алюмінію дотепер вважається сприятливим для швидкого розчинення при кислому значенні pH, але слабким/повільним при нейтральному значенні pH.

Винахід дозволяє досягти високого ступеня здатності до біологічного руйнування, оцінюваного принаймні *in vitro*, при будь-якому значенні pH, за рахунок вибору високого вмісту оксиду алюмінію, проте, шляхом адаптації вмісту оксидів лужних металів, щоб зберегти їх корисний ефект при кислому значенні pH, без погіршення його при нейтральному значенні pH.

Варто зауважити, що сума $SiO_2 + Al_2O_3$ дозволяє в значній мірі контролювати віскозиметричне поведіння складів.

Відповідно до одного варіанту винаходу, склади задовольняють співвідношенню: R_2O/Al_2O_3 = від 0,2 до 0,8. Вміст оксидів лужних металів R_2O , тобто по суті Na_2O і/або K_2O , становить переважно принаймні 5% і особливо підтримується в межах біля 12% (або можливо 13%).

Що стосується вмісту оксиду (оксидів) заліза (загальне залізо), як вказано вище, то передбачається переважно вміст принаймні 4%, і навіть принаймні 5%, оксидів заліза, щоб зберігати центрифуги, особливо 5-9%. Крім того, оксиди заліза можуть чинити сприятливий вплив на вогнестійкість отриманої мінеральної вати.

Переважно, склади відповідно до винаходу також задовольняють такому співвідношенню, яке виражається у вигляді відношення в масових відсотках: MgO/CaO = 1% - 3%. Таким чином, вищевказаного корисного ефекту досягають без занадто великого надлишку MgO стосовно CaO, який

робить надмірно складним або дорогим забезпечення цими оксидами в якості вихідних матеріалів.

Склади відповідно до винаходу переважно містять P_2O_5 у кількості, яка складає принаймні 0,5% або принаймні 1% і особливо біля 1,5-4%. Цей помірний вміст чинить дуже корисний вплив на здатність до біологічного руйнування, без занадто великої економічної невідповідності складу або без занадто великого впливу на температуру розплаву.

Відповідно до іншого варіанту, вміст P_2O_5 може бути нижчим, а саме від 0% або, наприклад, від 0,1% до 0,5% або від 0,1% до 1%.

Бажаний вміст CaO в складі відповідно до винаходу становить менше або рівну 15%, особливо принаймні 2% і бажано 5-14%.

Паралельно, бажаний вміст MgO в складі становить менше або дорівнює 20% і бажано принаймні 7%, переважно знаходиться в межах 5-14%.

Варто брати до уваги, окремо від необов'язкового P_2O_5 , що дві сполуки, які чинять величезний вплив на в'язкість у процесі волокноутворення складу, являють собою діоксид кремнію і оксид алюмінію. Таким чином, можна вибирати вміст принаймні 60% ($SiO_2 + Al_2O_3 + P_2O_5$), щоб гарантувати достатньо високу в'язкість для волокноутворення шляхом "внутрішнього" центрифугування, особливо в межах значень від 60% до 70% і, особливо, принаймні 61-62%.

Оксидування складу можна, наприклад, контролювати шляхом додавання оксиду марганцю MnO .

Додавання оксиду бору, який залишається необов'язковим компонентом, може сприяти поліпшенню термоізоляційних властивостей мінеральної вати, особливо за рахунок тенденції знижувати коефіцієнт теплопровідності в її радіаційному компоненті. Необов'язково склад також може містити TiO_2 у якості домішки або такого, що додають цілеспрямовано, наприклад, у кількості аж до 2%.

Відповідно до бажаного, але такого, що не обмежує обсягу охорони винаходу, варіанту, вміст оксиду алюмінію в складах відповідно до винаходу складає принаймні 18%, особливо принаймні 19% або принаймні 20%.

Різниця $T_{log2,5} - T_{liq}$ становить переважно $10^{\circ}C$, бажано принаймні 20 або $30^{\circ}C$. Ця різниця визначає "робочий діапазон" складів відповідно до винаходу, тобто температурні межі, в яких ці склади можуть бути піддані волокноутворенню, найбільш бажано шляхом "внутрішнього" центрифугування. Температура, при якій склади мають в'язкість η (в пуазах), таку, що $\log \eta = 2,5$, позначається як $T_{log2,5}$, а температура ліквідуса позначається як T_{liq} .

Така мінеральна вата, як вказана вище, має задовільний ступінь здатності до біологічного руйнування, незалежно від того, чи включає спосіб оцінки використання нейтрального або злегка лужного значення pH або кислого значення pH.

Таким чином, мінеральна вата відповідно до цього винаходу, звичайно, має швидкість розчинення принаймні 30, і, переважно, принаймні 40 або 50нг/см^2 за годину, яку визначають при $pH=4,5$, і принаймні 30, бажано, принаймні 40 або 50нг/см^2 за годину, яку визначають при $pH=7,5$.

Взагалі, така мінеральна вата має швидкість розчинення принаймні 30 і переважно принаймні 40 або принаймні 50нг/см^2 за годину, яку визначають при $pH=4,5$, і швидкість розчинення принаймні 30 і переважно принаймні 40 або принаймні 50нг/см^2 за годину, яку визначають при $pH=6,9$.

Взагалі, вона також має швидкість розчинення принаймні 60 і особливо принаймні 80нг/см^2 за годину, яку визначають при $pH=4,5$, і/або швидкість розчинення принаймні 40 і особливо принаймні 60нг/см^2 за годину, яку визначають при $pH=6,9$, і/або швидкість розчинення принаймні 40 і особливо принаймні 60нг/см^2 за годину, яку визначають при $pH=7,5$.

Мінеральну вату здебільшого використовують для виробництва термо- і/або звукоізоляційних продуктів або субстратів для гідропонних культур. Предметом винаходу також є будь-який продукт, який включає, принаймні частково, вказану вище мінеральну вату.

Подальші подробиці і корисні характеристики впливають із наведеного нижче опису кращих варіантів, які не обмежують обсягу охорони винаходу.

У наведеній нижче таблиці подані хімічні склади, у вигляді масових відсотків, у семи прикладах.

Якщо сума всіх вмістів усіх сполук трохи менша або трохи більша, ніж 100%, то варто розуміти, що відмінність від 100% відповідає незначним (не аналізованим) домішкам/сполукам і/або воно обумовлене тільки припустимим наближенням в аналітичних методах, які використовують у цій області.

Таблиця

	Приклад 1	Приклад 2	Приклад 3	Приклад 4	Приклад 5	Приклад 6	Приклад 7
SiO_2	42,7	45,8	42,1	44,9	42,4	48,0	42,7
Al_2O_3	0,0	20,3	18,1	20,7	23,8	19,0	20,0
Fe_2O_3	7,5	7,5	7,6	7,7	7,0	7,0	7,5
CaO	10,0	10,5	6,1	5,5	5,0	6,0	10,0
MgO	12,5	11,8	13,7	11,4	7,0	7,0	12,5
Na_2O	5,0	5	11,3	7,1	8,0	8,0	5,0
K_2O	0,5	0,5	0,6	0,9	5,0	5,0	0,5
B_2O_5	0	0	0	0	0	0	0
P_2O_5	0	0	0,02	0,04	0	0	0,6
TiO_2	1,8	0	0,6	1,9	1,8	-	1,2
MnO	0	0	0,02	0,04	0	-	0
Сума	100	100	100,1	100,1	100	100	100
$CaO+MgO(RO)$	22,5	22,3	19,8	16,9	12,0	13,0	22,5

Na ₂ O+K ₂ O(R ₂ O)	5,5	5,5	11,9	8	13,0	13,0	5,5
SiO ₂ +Al ₂ O ₃ +P ₂ O ₅	63	66,1	60,2	65,6	66,2	67,00	63,6
MgO/CaO	1,25	1,12	2,25	2,04	1,40	1,17	1,25
R ₂ O/Al ₂ O ₃	4,09	4,05	1,66	2,11	0,92	1	4,09

Склади згідно до цих прикладів піддають волокноутворенням шляхом "внутрішнього" центрифугування, особливо відповідно до інструкції вказаної вище міжнародної заявки на патент 93/02977.

їхні робочі діапазони, які визначені різницею $T_{\log 2,5} - T_{\text{liq}}$, достатньо позитивні.

Всіклади мають співвідношення MgO/CaO більше, ніж 1, і дуже помірний (менше, ніж 1%) вміст P₂O₅ і вміст оксиду заліза приблизно 7%, який є корисним в обмеженні корозії центрифуг. Вони також мають високий вміст оксиду алюмінію, що становить приблизно 18-20%, фактично з високою сумою (SiO₂+Al₂O₃), і вміст оксиду лужного металу принаймні 5%.

Здатність до біологічного, руйнування, особливо обумовлена при нейтральному або трохи кислому значенні рН (рН=4,9 або 7,5) або кислому значенні рН (4,5), висока.

Склад відповідно до прикладу 7, який містить більш, ніж 0,5% P₂O₅, задовольняє співвідношенню Fe₂O₃/ P₂O₅ від 1 до 20, у цьому випадку дорівнює 12,5, згідно з кращим варіантом винаходу.