



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 87519

(13) C2

(51) МПК (2009)  
C08L 81/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

**(54) ПОЛІМЕРНА СУМІШ, КОМПОЗИЦІЯ НА ЇЇ ОСНОВІ ТА СПОСІБ ВІДТВОРЕННЯ УЩІЛЬНЮВАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ**

1

2

(21) а200703760

(22) 02.09.2005

(24) 27.07.2009

(86) PCT/US2005/031694, 02.09.2005

(31) 10/935,856

(32) 08.09.2004

(33) US

(46) 27.07.2009, Бюл.№ 14, 2009 р.

(72) КОСМАН МАЙКЛ, US/US

(73) ПРК-ДЕСОТО ІНТЕРНЕТНЛ, ІНК., US

(56) WO 99/24491 A, 20.05.1999

WO 01/66642 A, 13.09.2001

US 4 020 033 A, 26.04.1977

(57) 1. Полімерна суміш, яка **відрізняється** тим, що містить:

а) щонайменше один полісульфідний компонент; і  
б) щонайменше один політіоефірний компонент, в якій полісульфідний компонент включає більше ніж один полісульфідний полімер, причому один полісульфідний полімер в полісульфідному компоненті має молекулярну масу 1000 та один полісульфідний полімер в полісульфідному компоненті має молекулярну масу 4000.

2. Полімерна суміш за п. 1, яка **відрізняється** тим, що співвідношення а:б становить від 10:90 до 90:10.

3. Полімерна суміш за п. 2, яка **відрізняється** тим, що співвідношення а:б становить 50:50.

4. Полімерна суміш за п. 1, яка **відрізняється** тим, що політіоефірний компонент має середню молекулярну масу 3000-4000.

5. Полімерна суміш за п. 4, яка **відрізняється** тим, що політіоефірний компонент має середню функціональність від 2,1 до 2,6.

6. Полімерна суміш за п. 1, яка **відрізняється** тим, що значення температури склування T<sub>g</sub> для неї становить -70 °C або менше.

7. Некристалізована композиція, яка **відрізняється** тим, що містить полімерну суміш за п. 1.

8. Композиція, яка **відрізняється** тим, що включає полімерну суміш за п. 1.

9. Композиція за п. 8, яка **відрізняється** тим, що її в'язкість становить 100-400 пуаз.

10. Композиція за п. 8, яка **відрізняється** тим, що її в'язкість становить 6000-18000 пуаз.

11. Композиція за п. 8, яка **відрізняється** тим, що її в'язкість становить 1000-4000 пуаз.

12. Композиція ущільнювального матеріалу, яка **відрізняється** тим, що містить:

а) полімерну суміш за п. 1; та

б) реагент отвердіння.

13. Композиція ущільнювального матеріалу за п. 12, яка **відрізняється** тим, що реагент отвердіння містить окиснювач.

14. Композиція ущільнювального матеріалу за п. 13, яка **відрізняється** тим, що реагент отвердіння містить діоксид марганцю.

15. Композиція ущільнювального матеріалу за п. 12, яка **відрізняється** тим, що додатково містить щонайменше одну добавку, вибрану з числа наповнювачів, промоторів адгезії, пластифікаторів, пігментів, тиксотропних добавок, інгібіторів, каталізаторів та маскувальних агентів.

16. Композиція ущільнювального матеріалу за п. 15, яка **відрізняється** тим, що містить наповнювач.

17. Спосіб відтворення першого ущільнювального матеріалу, який **відрізняється** тим, що включає:

а) нанесення композиції за п. 8 на шар першого ущільнювального матеріалу; і

б) нанесення другого шару ущільнювального матеріалу, причому перший або другий шар ущільнювального матеріалу оснований на використанні хімічних властивостей полісульфіду, та, відповідно, інший шар ущільнювального матеріалу оснований на використанні хімічних властивостей політіоефіру.

18. Багатошарова композиція ущільнювального матеріалу, яка **відрізняється** тим, що містить:

а) перший ущільнювальний матеріал;

б) другий ущільнювальний матеріал; і

с) ущільнювальний матеріал, що містить полімерну суміш, яка включає щонайменше один полісульфідний компонент та щонайменше один політіоефірний компонент, в якому шар ущільнювача, що містить полімерну суміш, розташований між першим ущільнювальним матеріалом та другим ущільнювальним матеріалом, і в якому перший або другий ущільнювальний матеріал оснований на використанні хімічних властивостей полісульфіду, а інший ущільнювальний матеріал оснований на використанні хімічних властивостей політіоефіру.

(13) C2

(11) 87519

(19) UA

19. Суміш, яка **відрізняється** тим, що містить:

а) полімерну суміш за п. 1; і

б) полімер, що має час затвердіння більше восьми годин.

Даний винахід стосується полімерної суміші, яка включає щонайменше один полісульфідний компонент та щонайменше один поліефірний компонент.

Відомо, що сірковмісні полімери добре підходять для використання в аерокосмічних ущільнювальних матеріалах завдяки їх стійкості до палива за рахунок зшивання. Полісульфідні ущільнювальні матеріали володіють високою пружністю, високою границею міцності на розрив, термічною стійкістю та високою стійкістю до ультрафіолетового світла. Такі ущільнювальні матеріали також володіють стійкістю до палива і зберігають свої адгезійні властивості після знаходження в паливі.

Різні сірковмісні полімери, в тому числі, наприклад, сірковмісні полімери з кінцевими тіольними групами та полісульфідні полімери, використовуються у складі комерційно доступних ущільнювальних матеріалів. Часто бажаним є комбінувати різні рецептури ущільнювальних матеріалів для досягнення бажаних властивостей, забезпечених кожним з компонентів. Наприклад, ущільнювальний матеріал, виготовлений з полісульфіду, має добру хімічну стійкість, тоді як ущільнювальний матеріал, виготовлений з полііоєфіру має нижче значення Tg (температура склування) і вищу робочу температуру. Однак, сумісне використання рецептур ущільнювальних матеріалів, які мають різну хімічну природу, часто може створити проблеми сумісності в часі. Даний винахід вирішує вказану проблему.

Даний винахід в цілому спрямований на створення полімерної суміші, яка включає щонайменше один полісульфідний компонент та щонайменше один полііоєфірний компонент. Ущільнювальні матеріали, що включають вказану суміш та додатково включають реагент затвердіння, являють собою об'єкт винаходу.

"Полісульфідний компонент" за даним винаходом включає полісульфідний полімер, який містить численні зв'язки сірка-сірка, тобто,  $[-S-S-]$ , в основі полімеру та/або в кінцевих або бічних положеннях ланцюга полімеру. Як правило, полісульфідні полімери в даному винаході будуть містити два або більш зв'язків сірка-сірка. Придатні полісульфіди комерційно доступні від Akzo Nobel під маркою THIOPLAST. Продукти THIOPLAST доступні в широкому діапазоні молекулярної маси, наприклад, від менше ніж 1100 до більш ніж 8000, де молекулярна маса являє собою середню молекулярну масу, виражену в грамах на моль. Особливо придатною молекулярною масою є середня молекулярна маса 1000-4000. Щільність зшивання вказаних продуктів також варіює в залежності від кількості використаного зшивального агента. Вміст  $-SH$ , тобто вміст меркаптану у вказаних продуктах також може варіювати. Вміст меркаптану і молекулярна маса полісульфіду можуть впливати на

швидкість затвердіння суміші, із збільшенням швидкості затвердіння при збільшенні молекулярної маси.

У деяких конкретних варіантах бажано використовувати комбінацію полісульфідів для досягнення бажаної молекулярної маси та/або щільності зшивання в полімерній суміші. Різні значення молекулярні маси та/або щільності зшивання можуть надавати різних характеристик суміші та композиціям, що включають суміш. Наприклад, суміш, яка відрізняється тим, що полісульфідний компонент включає більше одного полісульфідного полімеру, та один з полісульфідних полімерів має молекулярну масу приблизно 1000, володіє бажаною властивістю - відсутністю схильності до кристалізації.

Другим компонентом в полімерній суміші за даним винаходом є полііоєфір. "Полііоєфірний компонент" за даним винаходом являє собою полімер, що містить щонайменше один полііоєфірний зв'язок, тобто,  $[-CH_2-GH_2-S-CH_2-CH_2-]$ . Типові полііоєфіри містять від 8 до 200 таких зв'язків. Полііоєфіри, придатні для використання в даному винаході, включають полііоєфіри, розкриті в Патенті США №6,372,849. Придатні полііоєфіри звичайно мають середню молекулярну масу 1000-10000, наприклад 2000-5000 або від 3000 до 4000. У деяких конкретних варіантах, полііоєфірний компонент буде містити кінцеві групи з нереакційноздатними групами, такими як алкіл, а в інших конкретних варіантах - буде містити реакційноздатні групи в кінцевих або бічних положеннях. Типові реакційноздатні групи являють собою тіол, гідроксил, аміно, вініл та епоксид. Для полііоєфірного компоненту, який містить реакційноздатні функціональні групи, середня функціональність звичайно становить від 2,05 до 3,0, наприклад, від 2,1 до 2,6. Питома функціональність може бути забезпечена відповідним вибором реакційноздатних компонентів. Приклади придатних полііоєфірів представляються PRC-Desoto International, Inc, під торгівельною назвою PERMAPOL, наприклад, PERMAPOL P-3.1e або PERMAPOL P-3. Як і у випадку полісульфідного компоненту, комбінації полііоєфірів можуть бути використані для одержання полііоєфірного компоненту у відповідності до даного винаходу.

Полімерні суміші за даним винаходом можуть бути одержані у відповідності до будь-яких стандартних способів, відомих з рівня техніки, наприклад, змішуванням полісульфідного компоненту та полііоєфірного компоненту, з перемішуванням в стандартному міксері, наприклад, міксері закритого типу або планетарному міксері. Співвідношення полісульфідного компонента до полііоєфірного компонента в суміші може становити від 10:90 до 90:10. Співвідношення 50:50 є особливо придатним для деяких варіантів, наприклад, при виготовленні ущільнювальних матеріалів класу А. Моле-

кулярна маса даної полімерної суміші звичайно становить від 1000 до 8000, наприклад, 3500-4500, що визначається теоретично або з використанням гель-проникної хроматографії (GPC).  $T_g$  суміші полімеру звичайно дорівнює  $-70^\circ\text{C}$  або нижче, наприклад,  $-60^\circ\text{C}$  або нижче. В'язкість суміші звичайно буде нижчою за в'язкість полісульфіду, що має порівнянну молекулярну масу; це сприяє простоті обробки і використання даної суміші та може мінімізувати, або навіть усувати необхідність в розчинниках для певних ущільнювальних матеріалів.

У деяких варіантах може бути бажаним додатково змішувати полімерну суміш за даним винаходом з іншими полімерами або добавками, з метою керування різноманітними фізичними параметрами експлуатаційних якостей суміші. Наприклад, суміш з відносно швидким затвердінням (тобто швидше, ніж вісім годин), може бути змішана з полімером, який затвердіває відносно повільніше (тобто довше, ніж за вісім годин), для отримання бажаної швидкості затвердіння. У цьому варіанті, відповідний полімер, що повільно затвердіває, являє собою продукт реакції полісульфіду, диметилдисульфиду (DMDS) та аміну. Такий продукт комерційно поставляє PRC-DeSoto International, Inc як PERMAPOL P.5.

Конкретно, придатне застосування суміші за даним винаходом стосується всіх класів ущільнювальних матеріалів. "Ущільнювальний матеріал", як і терміни, що стосуються композицій, стійких до атмосферних умов, наприклад, вологості і температури, та здатні щонайменше частково перешкоджати витоку матеріалів, наприклад, води, палива та інших рідин і газів. Ущільнювальні матеріали також часто володіють адгезією ними властивостями. Ущільнювальні матеріали загалом класифікуються за "класами" на базі їх в'язкості. Ущільнювальні матеріали класу А загалом мають в'язкість 100-400 пуаз. Оскільки вказані ущільнювальні матеріали звичайно наносять пензлем, вони часто згадуються як "покриття пензлем". Ущільнювальні матеріали класу В звичайно мають в'язкість 6000-18000 пуаз, та, як правило, їх застосовують з використанням шприцевого пістолету або шпателью. Вказані ущільнювальні матеріали, як правило, використовують для герметизації тріщин, та звичайно їх використовують як ущільнювальні матеріали для паливного баку. Ущільнювальні матеріали класу С, загалом, мають значення в'язкості між значеннями в'язкості ущільнювальних матеріалів класу А і класу В, наприклад, від 1000 до 4000 пуаз. Ущільнювальні матеріали класу С можуть бути застосовані в різних варіантах, наприклад, з використанням пензлю, ролика або шприцевого пістолету, і типово використовується для "щільного герметика". Часто використовують комбінації ущільнювальних матеріалів різних класів. Якщо в ущільнювальних матеріалах присутні компоненти різної хімічної природи, можуть виникати проблеми сумісності, особливо довгострокової сумісності. Наприклад, комбінація ущільнювального матеріалу, що містить полііоєфір, нанесений на затверділий полісульфідний ущільнювальний матеріал, може вийти з ладу протягом часу. Композиції, що

містять полімерні суміші за даним винаходом, є надзвичайно ефективними з точки зору стимуляції адгезії між полісульфідним ущільнювальним матеріалом та полііоєфірним ущільнювальним матеріалом. Оскільки хімічні властивості полісульфіду та полііоєфіру мають тенденцію до низької сумісності, несподіваним було те, що існуючі полімерні суміші можуть бути виготовлені і потім використані в рецептурі ущільнювального матеріалу. Дійсно, неможливо було одержати суміш, що містить рецептуру полісульфідного ущільнювального матеріалу та рецептуру полііоєфірного ущільнювального матеріалу.

На додаток до здатності підсилювати сумісність або адгезію між двома шарами різних ущільнювальних матеріалів, комбінація хімічних властивостей полісульфіду та полііоєфіру в даному винаході забезпечує бажані властивості кожного з хімічних компонентів, об'єднаних в одній рецептурі. Наприклад, в деяких варіантах суміш має нижчу в'язкість, ніж полісульфід, і велику стабільність при низькій температурі, ніж полісульфід, та вищу хімічну стійкість, ніж полііоєфір. Швидкість затвердіння композицій, що включають полімерну суміш за даним винаходом, також є вищою, ніж композицій, що включають тільки полісульфід або полііоєфір. Особливо бажаним є, щоб аерокосмічні ущільнювальні матеріали мали відносно довгий термін придатності (тобто час, протягом якого ущільнювальний матеріал залишається придатним до вживання) і короткий час затвердіння (тобто час, необхідний для досягнення заданої міцності). Композиції, що містять полімерну суміш за даним винаходом, можуть мати термін придатності близько однієї години і час затвердіння близько шести годин.

Полімерні суміші за даним винаходом, а також композиції, які їх містять, також мають відносно низьку температуру склування (" $T_g$ ") (тобто  $\leq -70^\circ\text{C}$ ). Низьке значення  $T_g$  є бажаними в багатьох аерокосмічних галузях застосування, оскільки вона є хорошим показником гнучкості при низькій температурі. Значення  $T_g$  може бути визначено за відомими методами, наприклад, диференційної сканувальної калориметрії (DSC), динамомеханічного аналізу (DMA) або термомеханічного аналізу (TMA), та за методами, подібними до описаних в ASTM (American Society for Testing and Materials) D 522-88. Крім того, полімери і композиції за даним винаходом мають чудові експлуатаційні якості, а в деяких варіантах демонструють добру адгезію до різних основ.

Крім того, даний винахід спрямований на створення композиції, що містить полімерну суміш за даним винаходом. Особливо придатною композицією є така, яку використовують як ущільнювальний матеріал. Ущільнювальні матеріали у відповідності до даного винаходу, можуть бути виготовлені з різною в'язкістю. Ущільнювальні матеріали класу А, виготовлені з використанням полімерної суміші за даним винаходом, тобто такі, що мають в'язкість приблизно від 100 до 400 пуаз, звичайно потребують меншої кількості розчинника, ніж інші ущільнювальні матеріали класу А, оскільки полімерна суміш має нижчу в'язкість, ніж чистий

полісульфід. Тому ущільнювальні матеріали класу А за даним винаходом мають переваги з екологічної точки зору. Ущільнювальні матеріали класу В, виготовлені з використанням полімерної суміші за даним винаходом, тобто такі, що мають в'язкість від 6000 до 18000, часто мають нижче значення  $T_g$  і вищу температурну стійкість, ніж ущільнювальні матеріали класу В, виготовлені на базі одного тільки полісульфиду, а також вищу хімічну стійкість, ніж ущільнювальні матеріали, виготовлені на базі одного тільки поліітоєфіру. Полімерні суміші за даним винаходом також можуть бути використані для отримання ущільнювальних матеріалів класу С з в'язкістю 1000-4000 пуаз.

Як зазначено вище, певні варіанти полімерних сумішей за даним винаходом, і композиції, що містять вказані суміші, можуть бути не кристалізованими. Термін "не кристалізований" та подібні терміни стосуються полімерів, що при кімнатній температурі являють собою рідкі субстанції, а не напівпрозорі воски, смоли або тверді речовини. Не кристалізований полімер, навіть при охолодженні до досить низької для затвердіння температури, буде являти собою аморфне тіло, яке після підвищення температури до кімнатної повернеться до рідкого стану. Відповідно даний винахід додатково спрямований на розробку не кристалізованої композиції, що містить полімерну суміш, яка включає щонайменше один полісульфідний компонент та щонайменше один поліітоєфірний компонент. В одному конкретному варіанті, молекулярна маса полісульфідного компоненту в композиції, що не кристалізується, є меншою за 1500, наприклад, становить приблизно 1000.

Крім суміші полісульфід/поліітоєфір, описаної вище, композиції за даним винаходом типово додатково містять реагент затвердіння та одну або більше інших добавок. Термін "реагент затвердіння" стосується матеріалу, який може бути доданий до полімерної суміші за даним винаходом для прискорення затвердіння або желеутворення в суміші. "Затвердіння" стосується точки, яка відрізняється тим, що ущільнювальний матеріал досягає твердості 30 одиниць Durometer "A" при вимірюванні відповідно до ASTM D2240. Може бути використаний будь-який придатний реагент затвердіння. У деяких конкретних варіантах реагент затвердіння містить окиснювальні агенти, що окиснюють термінальні меркапто-групи з утворенням дисульфідних зв'язків. Придатні окиснювальні реагенти затвердіння включають, наприклад, діоксид свинцю, діоксид марганцю, діоксид кальцію, моногідрат перборату натрію, пероксид кальцію, пероксид цинку, дихромат та епоксидну смолу. Інші придатні реагенти затвердіння можуть містити реакційноздатні групи, які є активними по відношенню до функціональних груп в полімерній суміші. Приклади включають, не обмежуючись нами, поліітоли, наприклад, поліітоєфіри; поліізоціанати, наприклад, ізофорон, діізоціанат і гексаметилендіізоціанат, в тому числі їх суміші, і включають їх ізоціануратні похідні; а також поліепоксиди. Приклади поліепоксидів включають діепоксид гідантоїну, епоксиди бісфенолу-А, епоксиди бісфенолу-Ф, епоксиди бісфенолу-Ф, епоксиди новолачного ти-

пу, аліфатичні поліепоксиди, а також будь-які з ненасичених епоксидних та фенольних смол. Термін "поліепоксид" стосується матеріалу, що має 1,2 епоксидні еквіваленти, більше одиниць, та включає мономер, олігомер і полімер.

Різні добавки типу наповнювачів, промоторів адгезії та пластифікаторів також можуть бути використані в композиціях за даним винаходом. Наповнювачі, придатні для композицій за даним винаходом, особливо для застосування в аерокосмічній галузі, включають наповнювачі, які звичайно використовують в техніці, наприклад, газову сажу, карбонат кальцію ( $\text{CaCO}_3$ ), кварц, нейлон і т. п. Наповнювачі із сполуками, що мають віддзеркалюючі властивості, включають матеріали з широкою забороненою зоною, наприклад, сульфід цинку та неорганічні сполуки барію. В одному конкретному варіанті композиції включають від приблизно 10 до приблизно 70 % (мас.) вибраного наповнювача або комбінації наповнювачів, наприклад, приблизно 10-50 % (мас.) по відношенню до загальної маси композиції.

Також можуть бути використані один або більш промоторів адгезії. Придатні промотори адгезії включають фенольні сполуки, наприклад, фенольну смолу METHYLON, що поставляється Occidental Chemicals, органосилани, наприклад, силани з епоксид-, меркапто-або аміногрупами, такі як A-187 і A-1100, що поставляються Osi Specialties. Промотор адгезії може бути використаний в кількості від 0,1 до 15 % (мас.) по відношенню до загальної маси композиції.

Пластифікатор може бути використаний в композиціях в кількості від 1 до 8 % (мас.) по відношенню до загальної маси композиції. Придатні пластифікатори включають ефіри фталевої кислоти, хлоровані парафіни та гідровані терфеніли.

Композиції можуть додатково містити один або більше органічних розчинників, наприклад, ізопропілового спирту, в кількості від 0 до 15 % (мас.) по відношенню до загальної маси композиції, наприклад, менше ніж 15 % (мас.) або менше ніж 10 % (мас.).

Композиції за даним винаходом також можуть необов'язково містити інші стандартні добавки, такі як пігменти, тиксотропні добавки, інігіатори, каталізатори та маскувальні агенти.

Придатні пігменти включають такі, які широко використовують в галузі ущільнювальних матеріалів, наприклад, газову сажу та оксиди металів. Пігменти можуть бути присутні в кількості від приблизно 0,1 до приблизно 10 % (мас.) по відношенню до загальної маси композиції.

Тиксотропні добавки, наприклад, біла сажа або газова сажа, можуть бути використані в кількості від приблизно 0,1 до приблизно 5 % (мас.) по відношенню до загальної маси композиції.

Композиції за даним винаходом типово містять 20-70 % (мас), наприклад, 35-50 % (мас.) полімерної суміші; від 1 до 50 % (мас), наприклад 5-25 % (мас.) або приблизно 10 % (мас.) реагенту затвердіння; та 10-50 % (мас), наприклад 5-30 % (мас.) або приблизно 25 % (мас.) інших добавок, по відношенню до загальної маси композиції.

Композиції за даним винаходом звичайно упаковують як двокомпонентні або "2K" системи. Один компонент містить полімерну суміш за даним винаходом і різні добавки, такі як наповнювач(i), розбавлювач(i), промотор(и) адгезії, прискорювач(i) та/або інгібітор(и); другий компонент головним чином включає реагент затвердіння і різні добавки, такі як пластифікатор(и), наповнювач(i), прискорювач(i) та/або інгібітор(и). Вказані два компоненти в подальшому змішують безпосередньо перед застосуванням. Наприклад, два вказаних компоненти можуть бути змішані з використанням спеціально налаштованої системи картридж/шток, наприклад, такої, що комерційно поставляється PRC-DeSoto International, Inc як SEMKIT. Альтернативно, компоненти можуть бути змішані разом, і суміш зберігають при температурі нижче за ту, при якій реагент затвердіння стає реакційноздатним. Термін "реакційноздатний" означає здатність вступати в хімічну реакцію, і включає будь-який ступінь перебігу реакції, від часткового перебігу до завершення реакції за участю реагенту. Звичайно придатною температурою зберігання є температура нижче -40 °C для уповільнення або запобігання реакції між реагентом затвердіння і полісульфідним та/або полііоєфірним компонентами полімерної суміші.

Оскільки композиції за даним винаходом знаходять застосування конкретно завдяки поєднанню хімічних властивостей полісульфіду і полііоєфіру, композиції за даним винаходом при використанні в рецептурі ущільнювальних матеріалів є особливо придатними для цілей ремонту. "Ремонт" звичайно необхідний у разі протікання ущільнювального матеріалу або пошкодження. Наприклад, ущільнювальний матеріал на базі полісульфіду може бути нанесений на основу. Якщо полііоєфірний шар наносити безпосередньо на шар полісульфіду, така комбінація не зможе протягом тривалого часу зберігати сумісність із заздалегідь затверділим шаром полісульфіду. Нанесення ущільнювального матеріалу за даним винаходом на заздалегідь затверділий шар полісульфіду покращує адгезію з нанесеним в подальшому шаром полііоєфіру. Відповідно, даний винахід додатково спрямований на розробку способу відтворення ущільнювального матеріалу, що включає нанесення композиції за даним винаходом на заздалегідь затверділий перший ущільнювальний матеріал, і нанесення другого ущільнювального матеріалу на композицію за даним винаходом; або якщо перший або другий ущільнювальний матеріал використовує хімічні властивості полісульфіду, а інший використовує хімічні властивості полііоєфіру. Другий ущільнювальний матеріал може бути нанесений на композицію за даним винаходом у будь-який час, наприклад, на ще вологу композицію, коли вона зазнала достатнього затвердіння, щоб не містити "клею", або на більш пізніх стадіях затвердіння.

Багатошарова комбінація ущільнювального матеріалу також є об'єктом даного винаходу, в тому числі перший шар ущільнювального матеріалу та другий шар ущільнювального матеріалу, де шар ущільнювального матеріалу за даним вина-

ходом знаходиться між першим і другим шарами ущільнювального матеріалу; причому перший або другий ущільнювальний матеріал використовує хімічні властивості полісульфіду, а інший використовує хімічні властивості полііоєфіру.

Композиції за даним винаходом можуть бути застосовані до численних основ, в тому числі, наприклад, титан, неіржавіюча сталь, алюміній, а також їх ґрунтовані, з органічним покриттям та хромовані форми, епоксидна смола, уретан, графіт, скловолоконний композит, KEVLAR, акрилові полімери та полікарбонати. Композиції за даним винаходом є особливо придатними для застосування в аерокосмічній галузі, наприклад, як аерокосмічні ущільнювальні матеріали та для вирівнювання паливних баків, фюзеляжів і т. п. Аерокосмічний ущільнювальний матеріал у відповідності до даного винаходу може демонструвати такі властивості, як висока термічна стійкість, стійкість до палива та міцність на згин. Наведені в даному описі рецептури також добре підходять для застосування в умовах перепаду температур, хімічно агресивних середовищ та/або механічних коливань.

Полімерна суміш за даним винаходом загалом не є желеподібною, і це означає, що полімерна суміш володіє власною в'язкістю, яка може бути виміряна. Однак, полімерні суміші за даним винаходом, як зазначено вище, здатні до затвердіння при застосуванні придатного реагенту затвердіння. Затверділі композиції за даним винаходом загалом мають добру гнучкість при низькій температурі, що є бажаним при застосуванні в аерокосмічній галузі, оскільки композиції піддаються змінам умов навколишнього середовища, наприклад, температури і тиску, в широких межах, а також змінам фізичних умов, наприклад стиснення і розтягування на стиках, вібрація.

Значення в'язкості, наведені в даному описі, виміряні при температурі приблизно 25 °C і тиску приблизно 760 мм рт. ст. у відповідності до ASTM D-2849, параграфи 79-90, з використанням віскозиметра Брукфелда.

В даному описі, якщо не вказано інше, всі числа, які виражають величини, діапазони, кількості або відсотки, можуть бути прочитані таким чином, ніби числу передує слово "приблизно", навіть якщо термін явно не представлений. Будь-який числовий діапазон, представлений в описі, призначений для включення всіх піддіапазонів категорії. Множинний включає одиничний і навпаки. Крім того, в даному описі термін "полімер" стосується форполімерів, олігомерів та гомополімерів і співполімерів; приставка "полі" стосується двох або більше.

#### Приклад

Наступний приклад наведений з метою ілюстрації винаходу і не повинен розглядатися як обмеження винаходу.

Ущільнювальний матеріал класу А готують змішуванням компонентів, наведених в таблиці 1, у двоштоковому порційному міксері під вакуумом (27 дюймів рт. ст. або вище) до гомогенізації. Компонент В являє собою полімерну суміш за даним винаходом, компонент А являє собою прискорювач. Компоненти В і А були змішані у масовому

співвідношенні 100:12 для отримання кінцевого ущільнювального матеріалу. Ущільнювальний матеріал був перевірений на відповідність вимогам BMS 5-45 Rev. B Class A Grade 1. Наприклад, була перевірена довгострокова сумісність ущільнювального матеріалу. Ущільнювальний матеріал, який містив суміш, наносили на затверділий аерокосмічний полісульфідний ущільнювальний матеріал, який заздалегідь піддавали дії еталонного реакти-

вного палива; ущільнювальний матеріал, що містив суміш, піддавали затвердінню до стану без клею, після чого політіоефірний ущільнювальний матеріал наносили на ущільнювальний матеріал, що містив суміш, піддавали затвердінню протягом 14 днів, занурювали в реактивне паливо при 140 °F на період 42 дні, і далі перевіряли адгезію відповідно до вимог BMS 5-45 Rev. B.

Таблиця 1

## Компонент А

Компонент	%(мас.)
Політіоефір <sup>1</sup>	23,91
Полісульфід <sup>2</sup>	23,91
Фенольна смола <sup>3</sup>	0,71
Сірковмісна фенольна смола	0,47
Сірковмісна фенольна смола	0,30
Кремнезем <sup>4</sup>	0,14
Кремнезем <sup>5</sup>	3,32
Діоксид титану <sup>6</sup>	1,90
Пігментна синя паста <sup>7</sup>	0,95
Поліамід <sup>8</sup>	2,37
Сірка <sup>9</sup>	0,06
Карбонат кальцію <sup>10</sup>	19,00
Стеаринова кислота	0,10
Латекс полісульфіду	0,66
Аміносилан <sup>11</sup>	0,84
Етилацетат	7,12
Толуол	14,24

<sup>1</sup> PERMAPOL P-3.1e від PRC-DeSoto International, Inc

<sup>2</sup> THIOPLAST G-1, LP 2 від Akzo Nobel.

<sup>3</sup> METHYLON 75108. від Occidental Chemical або Durez Corp.

<sup>4</sup> CAB-O-SIL TS-720. від Cabot Corp.

<sup>5</sup> SIPERNAT D13. від Degussa Corp.

<sup>6</sup> TI-PURE R-900, від DuPont.

<sup>7</sup> SUNFAST BLUE від Sun Chemical Corp.

<sup>8</sup> ORGASOL від Atofina.

<sup>9</sup> Сірка, виробники гуми від Reagent Chemical and Research Inc.

<sup>10</sup> SOCAL 31, від Solvay.

<sup>11</sup> SILIQUEST A-1100. від OSI Corp., a Crompton Company.

## Компонент В

Компонент	% (мас.)
MnO <sub>2</sub>	54,0
Пластифікатор <sup>12</sup>	34,0
Стеаринова кислота	0,6
Стеарат натрію	0,7
Порошок молекулярних сит <sup>13</sup>	0,7
Суміш дипентаметилен / тіурам / полісульфід <sup>14</sup>	5,0
Силановий промотор адгезії	5,0

<sup>12</sup> Частково гідрований терфеніл (НВ-40 від Solutia).

<sup>13</sup> Алумосилікат лужного металу 3 Å порошок від UOP.

<sup>14</sup> Akrochem Accelerator DPTT Powder від Akrochtm Corp.

Беручи до уваги, що окремі конкретні варіанти даного винаходу були описані вище з метою ілюстрації, для кваліфікованих фахівців в даній галузі техніки буде зрозуміло, що можливі численні варі-

ації деталей даного винаходу, без виходу за межі винаходу, як визначено в доданій формулі винаходу.