



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **120360** (13) **C2**

(51) МПК (2019.01)

**F27D 1/16** (2006.01)

**F27D 1/00**

**C04B 24/30** (2006.01)

**C04B 28/06** (2006.01)

**C04B 14/30** (2006.01)

**C04B 14/32** (2006.01)

**C04B 18/14** (2006.01)

**C04B 111/28** (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО РОЗВИТКУ  
ЕКОНОМІКИ, ТОРГІВЛІ ТА  
СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА  
УКРАЇНИ

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(21) Номер заявки:	<b>а 2016 09067</b>	(72) Винахідник(и):	<b>Херши Райан (US)</b>
(22) Дата подання заявки:	<b>21.01.2015</b>	(73) Власник(и):	<b>ВЕЗУВІУС ЮЕСЕЙ КОРПОРЕЙШН,</b> 208 South LaSalle Street, Suite 814, Chicago, IL 60604, USA (US)
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід:	<b>25.11.2019</b>	(74) Представник:	<b>Ошарова Ірина Олександрівна, реєстр. №9</b>
(31) Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	<b>61/968,423</b>	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:	US 8563083 B2, 22.10.2013 US 6046252 A, 04.04.2000 JP 2009249193 A, 29.10.2009 EP 0370595 A2, 30.05.1990 US 4939188 A, 29.10.2009 EP 0520413 A2, 30.05.1990 CN 1093069 A, 05.10.1994 JP H10281657 A, 23.10.1998
(32) Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	<b>21.03.2014</b>		
(33) Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку:	<b>US</b>		
(41) Публікація відомостей про заявку:	<b>12.12.2016, Бюл.№ 23</b>		
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	<b>25.11.2019, Бюл.№ 22</b>		
(86) Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ	<b>PCT/US2015/012204, 21.01.2015</b>		

## (54) МАТЕРІАЛ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ВОГНЕТРИВКОЇ ФУТЕРІВКИ

### (57) Реферат:

Композиція, яка містить полімер, смоли та цемент, які змішані з наповнювачем, може бути використана для торкретуючої суміші, яка наноситься на поверхню шляхом пневматичного транспортування у сухій формі до сопла, в яке додається вода. Полімер у торкретуючій суміші дозволяє їй прилипати та зв'язуватися з поверхнею, такою як вугільна цегла, футерівки ємності, яка використовується для утримування розплаву металу. Наприклад, композиція може бути використана для відновлення та захисту футерівок горна доменної печі.

UA 120360 C2



(a) Галузь винаходу.

[0001] Даний винахід належить до відновних матеріалів для використання у ємностях для утримання розплавів металів. Ці матеріали знаходять застосування, наприклад, у відновленні футерівок горну доменних печей та шахт печей.

5 (b) Опис попереднього рівня техніки.

[0002] Доменні печі використовують для перероблення залізної руди у залізо та розливання одержаного продукту з доменної печі у вигляді розплаву. Внутрішня поверхня доменних печей облицьована вогнетривкими матеріалами для утримання розплаву металу. Так як доменні печі є громіздкими, зі складними конструкціями та дуже витратними при ремонтуванні, в 10 максимально можливій мірі економічно вигідним є підвищення терміну служби заданої доменної печі. Підвищений експлуатаційний ресурс призводить до збільшення потреби у проміжних відновленнях вогнетривкої футерівки печі. Збільшення часу і ресурсів, що виділяються на процес відновлення зменшує ефективність доменної печі. Отже, існує необхідність у скороченні потрібного часу, витрати та складності процедури, яку використовують для відновлення 15 футерівки печі.

[0003] На стіні горна доменної печі футерівка має матеріали на основі вуглецю (наприклад, вугільна цегла) або на основі графіту, поєднані з різноманітними видами систем охолодження. Рідкий розчин на основі вуглецю має бути використаний між системою охолодження та стіною. Необхідний високоелектропровідний матеріал, такий як вуглець, для передачі тепла від стінки 20 до системи охолодження. Також футерівка повинна проявляти низьку проникність, високу щільність, високу міцність та високу стійкість до хімічного впливу.

[0004] При використанні футерівка піддається впливу екстремальної температури, та повинна протистояти матеріалам з якими вона входить у контакт. Так як знос футерівки відбувається нерівномірно, деякі частини футерівки можуть потребувати відновлення перш ніж 25 вся футерівка потребує заміни. Відновлення горну доменної печі може зустрічатися у поєднанні з зупинкою для шотокретувального відновлення шахти. Зазвичай це відбувається приблизно в інтервалі від 18 до 24 місяців. Загальний ремонт футерівок є дуже рідкісним у поточній роботі доменної печі, і може відбуватися кожні 20 – 30 років. Матеріал може виступати на рівні матеріалу футерівки на основі вуглецю або графіту внутрішньої частини ємності. Цей сполучний 30 матеріал повинен бути здатний зв'язуватися з матеріалом на основі вуглецю та графіту, та повинен мати хімічно-резистивні та фізично-резистивні властивості аналогічні властивостям матеріалу на основі вуглецю або графіту, на якій він буде спиратися.

[0005] Матеріал футерівки горна повинен протистояти хімічному впливу свинцю, цинку, заліза та шлаку у нижній частині горна, та повинен протистояти фізичному розкладанню, що 35 виникає в результаті екстремальних умов. Температури горна можуть знаходитися у межах від 2500 °F до 3000 °F (1371 – 1648 °C). Матеріал футерівки горна повинен також протистояти механічному впливу. Механічна ерозія генерується шляхом переміщення та рециркуляції розплаву заліза, та шляхом витікання розплаву заліза з печі. Крім того, механічна ерозія збільшується феростатичним тиском за рахунок об'єму ємності та високої щільності заліза над 40 горном.

[0006] Деякі відомі матеріали футерівки горна містять різні види вогнетривких наповнювачів, глиноземистий цемент, та інші матеріали для вироблення шотокретуючого матеріалу. Шотокретуючий матеріал змішують з водою до консистенції, яка може закачуватися через 45 бетононасос, а потім розпилюватися шляхом подачі повітря та прискорюватися через сопло, для утворення монолітної футерівки без необхідності у формах.

[0007] Інша відома композиція для відновлення футерівки горна доменної печі була описана діючою як "штучний гарнісаж" для захисту пошкодженого горну. У процедуру наплавлення включене пневматичне очищення горна, розпилення поверхнево-активної речовини на цегляну 50 стінку горна, та потім шотокретування стінок карбідом кремнію (SiC), який містить шотокретувальна суміш. Шотокретувальна суміш повинна мати розподіл частинок за розмірами, які дозволяють її закачувати за допомогою бетононасосу. Така процедура наплавлення має недоліки, властиві шотокретуванню, такі як необхідність громіздкого та дорогого устаткування, що несе в собі тривалий час встановлення, вимагає додаткової стадії розпилення на поверхнево-активну речовину для того, щоб матеріал зчіплювався з вугільною 55 цеглою, та вимогу, при якій шотокретуюча суміш повинна мати розподіл частинок за розмірами, який дозволяє її закачувати за допомогою бетононасосу.

[0008] Пристрої для сухого пневматичного торкретування, такі як Reed LOVA форсунка Allentown N-1 форсунка, Piccola форсунка, і т.п. можуть бути використані для захисту вогнетривких відновних матеріалів на рівні внутрішніх поверхонь доменної печі. Процедури 60 торкретування, що є раніше відомими, використовують стандартні процедури підстужування, що

супроводжуються для конкретної доменної печі для роботи шахти та відновлення горна. Після чого, бокові стінки печі пневматично очищають та матеріал для відновлення горну торкретують на стінки. Запуск печі може буде виконаний починаючи від приблизно 70 °F (21 °C), потім нагрівання матеріалу до 350 °F (177 °C), та витримування печі при 350 °F (177 °C) протягом 8 годин. Після чого температуру печі піднімають до 600 °F (316 °C) протягом 4 годин. І, нарешті, піч витримують при 600 °F (316 °C) протягом 12 годин. В цей момент піч готова почати роботу знову.

#### КОРОТКИЙ ВИКЛАД СУТІ ВИНАХОДУ

[0009] Цей винахід належить до композиції для використання у відновлюванні футерівок емностей, що використовують для утримання розплавів металів. Наприклад, композиція може бути використана для відновлення та захисту футерівок горну доменної печі. Композиція представляє собою систему, один компонент якої зчіплюється з вугільною цеглиною коли композиція торкретується на поверхню вугільної цеглини, розміщеної у горні доменної печі. Композиція містить вогнетривкий наповнювач, цемент, смолу та полімер. Спосіб нанесення композиції включає очищення, таке як пневматичне очищення, поверхні вугільної цеглини, з якою композиція зчіплюється. Після чого з вугільної цеглини видаляється пил. Потім, розроблена композиція торкретується на вугільну цеглину, в один шар матеріалу. Можуть бути потрібні деякі анкери для великих вертикальних областей за рахунок об'єму та щільності матеріалу.

[0010] На відміну від шоторкретувальних композицій композиції даного винаходу є торкретувальними композиціями. Шоторкретувальним матеріалом є матеріал, який змішують з водою до консистенції, що може бути закачана через бетононасос, та потім розпилена шляхом продування повітря та прискорена через сопло, для утворення монолітної футеровки без необхідності у формах. Торкретуючі (або торкрет) суміші за даним винаходом наносяться шляхом пневматичного транспортування у сухому вигляді до сопла, де додають воду. Торкретуючі суміші мають перевагу перед шоторкретувальними сумішами в тому, що форма не повинна мати розподіл частинок за розміром, який здатний закачуватися бетононасосом. Сухий порошковий прискорювач міститься всередині торкретуючої суміші для отвердження її після нанесення на стіну. Прискорювачі можуть містити рідке скло, алюмінат натрію, гашене вапно та хлорид кальцію, але необмежені ними. У мокрому шоторкретуванні можуть бути використані ті ж самі прискорювачі за винятком їх окремого закачування у сопло та можуть бути сухим порошком або рідкою суспензією.

[0011] Розроблена композиція створює в'язкий, торкретуючий матеріал після його сполучення з водою на соплі. Одержаний матеріал зчіплюється та сполучається з вугільною цеглиною; адгезія допомагає запобігати утворенню тріщин та зрушень розробленої композиції з вугільної цеглини. Це матеріал все в одному і буде зчіплюватися з поверхнею, яка вільна від поверхнево-активної речовини. Окремо взяті варіанти виконання розробленої композиції зчіплюються з вугільною цеглиною коли наносяться при температурі всього лише 45 °F (7,2 °C).

[0012] Полімер, смола та цемент використовуються у сполучній системі для варіантів виконання наповнювача суміші цієї розробленої композиції. Кожен компонент грає роль для того, щоб належним чином зв'язати розроблену композицію з вугільною цеглиною горна доменної печі. Розчинений у воді полімер дозволяє розробленій композиції зчіплюватися з вугільною цеглиною при температурах у початковому діапазоні температур, наприклад, від 59 °F до 77 °F (15 °C – 25 °C). Цемент отверджує матеріал та розвиває його первісну міцність сполучення при початковому діапазоні температур. Потім, смоляний матеріал починає отверджуватися на рівні близько 200 °F (93 °C). Комбінація цієї системи створює ефективний матеріал, який допомагає захистити вугільну цеглу доменної печі.

[0013] Полімери представляють собою хімічні сполуки або суміші сполук, які складаються з безлічі повторювальних структур. Повторювальні структури представляють собою молекули з низькими молекулярними масами, які пов'язані між собою ковалентними хімічними зв'язками. Полімери, що використовують у розробленій композиції, представляють собою водорозчинні полімерів, які мають широкий діапазон функціональних можливостей та переваг при різних застосуваннях. Полімери, що використовують у розробленій композиції є на основі вуглецю, та, таким чином, мають вихід вуглецю, який може бути виміряний у випробуванні на вихід вуглецю (Кондрадсон), таким як ASTM стандартним випробуванням D2416. Полімери, які можуть бути використані у розробленій композиції можуть містити будь-які комерційно доступні водорозчинні полімери, такі як целюлоза, декстрин, Полі(N-вінілПіридин), Полі(акриламід/акрилова кислота), Полі(акрилова кислота), Полі(етилен гліколь), Полі(етилен оксид), Полі(N-вінілпіролідон), Полі(вініловий спирт), Поліакриламід та Поліетиленімін та комбінації цих полімерів. Розроблена композиція представляє собою торкрет, який розпилюють на стіну з водою та стисненим

повітрям; водорозчинний полімер розчинений у композиції здатний хімічно сполучатися з вугільною цеглою. Полімер може міститися від 0,01 мас. % включно до 30 мас. % включно, від 0,05 мас. % включно до 25 мас. % включно, від 0,1 мас. % включно до 20 мас. % включно у процентах від загальної маси композиції, включаючи рідкі та тверді речовини.

5 [0014] Смоли представляють собою термореактивні полімери. Полімер представляє собою хімічну сполуку або суміш сполук, які складаються з безлічі повторювальних структур. Повторювальні структури представляють собою молекули з низькими молекулярними масами, які пов'язані між собою ковалентними хімічними зв'язками. Смоли здатні зв'язуватися та  
10 отверджуватися при підвищеній температурі. Смоли ініціюють поперечний міжмолекулярний зв'язок при приблизно 200 °F (93 °C) і ця властивість забезпечує додаткову міцність розробленої композиції при низькій температурі. Смоли, які можуть бути використані у даному винаході містять такі полімери: новолачні фенолоформальдегідні смоли, резольні фенолоальдегідні смоли, епоксидні смоли, поліефірні смоли, епокси-поліефірні гібридні смоли, поліуретанові смоли, поліефір, акриловий полімер та суміші цих матеріалів, але не обмежені  
15 ними. Смола може міститися від 0,01 мас. % включно до 30 мас. % включно, від 0,03 мас. % включно до 25 мас. % включно, від 0,05 мас. % включно до 20 мас. % включно у процентах від загальної маси композиції, включаючи рідкі та тверді речовини.

[0015] Гідравлічний цемент є іншим компонентом розробленої композиції. Гідравлічний цемент представляє собою тип сполучного, який отверджує шляхом утворення гідратних  
20 сполук, які змішані з водою, і використовується для зв'язування компонентів наповнювача разом. Гідравлічні цементи складаються з різних комбінацій  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  та  $\text{CaO}$ . Деякі приклади містять такі цементи: портландцементи всіх видів, шлакопортландцемент, пило-зольний портландцемент, багатокомпонентний цемент, пуцолановий цемент, високоглиноземистий цемент (глиноземистий цемент), цемент Брунауера, цемент Гренобля та  
25 романцемент, але не обмежені ними. Цемент може міститися від 0,01 мас. % включно до 20 мас. % включно, від 0,05 мас. % включно до 18 мас. % включно, від 0,1 мас. % включно до 15 мас. % включно у процентах від загальної маси композиції, включаючи рідкі та тверді речовини. Цемент може міститися від 0,01 мас. % включно до 15 мас. % включно у сухій композиції, від 0,01 мас. % до 14 мас. % включно у сухій композиції, від 0,01 мас. % до 13 мас. % включно у  
30 сухій композиції, від 0,01 мас. % до 12 мас. % включно у сухій композиції, від 0,01 мас. % до 11 мас. % включно у сухій композиції, або від 0,01 мас. % до 10 мас. % включно у сухій композиції.

[0016] Наповнювач є іншим компонентом розробленої композиції. Тип наповнювача, що використовується, може містити обпалену кремнеземну глину (або шамот), обпалений каолін (такий як Mulcoa® 47), обпалений бокситовий каолін (такий як Mulcoa® 60 або Mulcoa® 70), андалузит, табулярний глинозем, карбід кремнію, нітрид кремнію, обпалений глинозем, реактивний глинозем, гідрат алюмінію, тонкий кремнеземний порошок (також має назву пірогенний кремнезем або мікрокремнезем), білий корунд, коричневий корунд, обпалений боксит, кварцовий пісок, кварц, дистент, шпінель, плавлений кварц, силікат цирконію, діоксид цирконію та їх комбінації, але не обмежений ними. Mulcoa це фірмове найменування для  
40 конкретного процесу обпалення каолінової глини або бокситної каолінової глини, яка видобувається із землі, та для одержаного продукту. Один з прикладів розробленої суміші є використання наповнювача, що містить Mulcoa 60, табулярний глинозем, карбід кремнію, обпалений глинозем, реактивний глинозем та тонкий кремнеземний порошок. В деяких варіантах виконання розробленої композиції, вогнетривкий наповнювач представлений у  
45 вигляді вологої композиції у кількості, що знаходиться в діапазоні від 5 мас. % включно до 90 мас. % включно, від 8 мас. % включно до 85 мас. % включно, від 10 мас. % включно до 80 мас. % включно, від 40 мас. % включно до 90 мас. % включно, від 45 мас. % включно до 90 мас. % включно, від 50 мас. % включно до 90 мас. % та від 55 мас. % включно до 90 мас. % включно.

50 [0017] Що стосується розмірів частинок, то Mulcoa 60 представляє собою US-4+8 меш (4,75 – 2,36 мм), табулярний глинозем представляє собою US-6 to-50 меш (від менше ніж 3,35 мм до менше ніж 0,3 мм), карбід кремнію представляє собою US-100 меш (менше ніж 0,15 мм) та -200 меш (0,075 мм), та всі інші компоненти (водорозчинний полімер, смола, метал, цемент, глинозем та добавки) представляють собою US-200 меш (0,075 мм). Цей вибір дозволяє  
55 розробленій композиції бути придатною до торкретування. Різноманітні розроблені композиції можуть містити фракції, які утримуються на 9,5 мм ситі, на 8 мм ситі, на 6 мм ситі, на 5 мм ситі, на 4 мм ситі, на 3 мм ситі або на 2 мм ситі.

[0018] Розроблена композиція може додатково містити металовмісні речовини. Металовмісні речовини, які можуть бути використані містять алюміній, кремній, феросиліцій,  
60 нітрид феросиліцію, діоксид титану та їх комбінації, але не обмежені ними. У деяких варіантах

виконання винаходу, металева сполука присутня у вологій композиції у кількості, що знаходиться в діапазоні від 0,01 мас. % включно до 10 мас. % включно, від 0,015 мас. % включно до 9 мас. % включно, від 0,02 мас. % включно до 8 мас. % включно.

[0019] Цей винахід може включати диспергуючий агент, який може містити стекла тонкодисперсного поліфосфату натрію (гексаметафосфат натрію), інші фосфати натрію, органічні диспергуючі агенти, такі як солі нафталінового сульфонату, лігносульфонати натрію, але не обмежені ними. У деяких варіантах виконання винаходу, скло поліфосфату натрію присутнє у композиції в кількості, що знаходиться у діапазоні від 0,01 мас. % включно до 5 мас. % включно, від 0,015 мас. % включно до 4,5 мас. % включно та від 0,02 мас. % включно до 4 мас. % включно.

[0020] Розроблена композиція може містити сухий порошковий прискорювач для цементу. Наприклад, таким прискорювачем є гашене вапно ( $\text{Ca(OH)}_2$ ), але можуть також бути використані багато інших відомих сполук для прискорення цементів, такі як оксид магнію ( $\text{MgO}$ ), гідроксид магнію та сполуки літію. У деяких варіантах виконання винаходу, гашене вапно присутнє у композиції в кількості, що знаходиться у діапазоні від 0,01 мас. % включно до 5 мас. % включно, від 0,015 мас. % включно до 4,5 мас. % включно та від 0,02 мас. % включно до 4 мас. % включно.

[0021] Розроблена композиція може містити полімерні волокна, такі як поліолефіни, поліетилен (ПЕ), поліпропілен (ПП), та комбінації ПЕ та ПП. Ці волокна використовують для того, щоб допомогти створити відкриту пористість у суміші протягом циклу сушіння для сприяння у процесі сушіння. В деяких варіантах виконання винаходу, полімерні волокна присутні у вологій композиції в кількості, що знаходиться у діапазоні від 0,01 мас. % включно до 5 мас. % включно, від 0,015 мас. % включно до 4,5 мас. % включно, та від 0,02 мас. % включно до 4 мас. % включно.

[0022] В порівнянні з вологими закаченими шоторкретуючими сумішами, сухі пневматично перенесені торкретуючі суміші пропонують легкий запуск, вимкнення та очищення. Не потрібно очищення торкретуючих сумішей водою. При використанні торкретуючих сумішей сопло може бути до 1000 футів (300 метрів) по горизонталі або 500 футів (150 метрів) по вертикалі від торкрет-гармати. Сухі торкретуючі суміші ідеальні для малих установок, приблизно 10 – 15 тонн (9000 кг – 14000 кг). Устаткування для нанесення сухої торкретуючої суміші є нижче за вартістю та має більш низькі вимоги до обслуговування, ніж шоторкретуючі змішувачі та насоси, та є легко доступними на більшості ринках. Матеріал для шоторкретування транспортується у вологій формі, в той час як сухий торкрет матеріал приводиться в рух повітрям; таким чином, ретельний контроль частинок по розміру та час отвердження є меншим критичним для торкретуючих сумішей, ніж для шоторкретуючих сумішей.

[0023] Вироблені відповідно до розробленої композиції литі або торкрет матеріали можуть мати щільності більше ніж 122 фунтів на кубічний фут (1,95 грам на кубічний сантиметр), 125 фунтів на кубічний фут (2,00 грами на кубічний сантиметр), 130 фунтів на кубічний фут (2,08 грам на кубічний сантиметр), більше ніж 135 фунтів на кубічний фут (2,16 грам на кубічний сантиметр), більше ніж 140 фунтів на кубічний фут (2,24 грам на кубічний сантиметр), або більше ніж 145 фунтів на кубічний фут (2,23 грами на кубічний сантиметр). Вироблені відповідно до розробленої композиції литі або торкрет матеріали можуть мати пористість меншу, ніж 25 об'ємних відсотків, меншу, ніж 22 об'ємні відсотки, меншу, ніж 20 об'ємних відсотків, або менше, ніж 18 об'ємних відсотків.

#### КОРОТКИЙ ОПИС КРЕСЛЕНЬ

[0024] Фігура 1 представляє собою фотографію шару розробленої композиції А на вугільній цеглині після випалу;

[0025] Фігура 2 представляє собою фотографію шару композиції В з попереднього рівня техніки на вугільній цеглині після випалу;

[0026] Фігура 3 представляє собою фотографію поперечного перерізу блоку розробленої композиції А після взяття проби на вплив Zn/Fe;

[0027] Фігура 4 представляє собою фотографію поперечного перерізу блоку композиції В з попереднього рівня техніки після взяття проби на вплив Zn/Fe;

[0028] Фігура 5 представляє собою фотографію поперечного перерізу блоку розробленої композиції А після взяття проби на вплив Pb/Fe;

[0029] Фігура 6 представляє собою фотографію поперечного перерізу блоку композиції В з попереднього рівня техніки після взяття проби на вплив Pb/Fe;

[0030] Фігура 7 представляє собою фотографію поперечного перерізу блоку розробленої композиції А після взятті проби на вплив шлаку доменної печі;

[0031] Фігура 8 представляє собою фотографію поперечного перерізу блоку композиції В з попереднього рівня техніки після взятті проби на вплив шлаку доменної печі;

[0032] Фігура 9 представляє собою вигляд в перспективі елементів випробування на похиле зрушення блоку.

#### 5 ДЕТАЛЬНИЙ ОПИС ВИНАХОДУ

[0033] Ємності призначені для утримання розплаву металів є облицьовані захисним шаром, який містить вогнетривкий наповнювач. Наприклад, такою ємністю є доменна піч, яка представляє собою громіздку ємність, що використовують для перероблення залізної руди у залізо.

10 [0034] Композиція, яка містить вогнетривкий наповнювач, цемент, смолу та полімер може бути змішаною з водою у соплі та може бути нанесена на внутрішню поверхню ємності, наприклад доменної печі, призначеної для утримання розплаву металу. Ця композиція утворює захисний шар у футерівці ємності. Також, ця розроблена композиція може бути використана для відновлення загальнопоширеної футерівки.

15 [0035] Ця композиція, при змішуванні з водою, виробляє торкрет матеріал (або торкрет), який може бути зв'язаний з вугільною цеглою, яка розміщена всередині горна доменної печі (ДП). Цей торкрет буде використовуватися для відновлення або захисту вугільної цегли горна доменної печі. Цей торкрет є ключовим компонентом процесу відновлення горна доменної печі, так як він може бути нанесений у один шар, який торкретується безпосередньо на вугільну цеглу. Також, він містить смолу, яка може привести до термічної усадки при температурі  
20 приблизно 200 °F (93 °C) в залежності від її використання.

[0036] Коли вода розчиняє полімер розробленої композиції, вона створює чітку, високов'язку та липку суміш. Ця липка суміш, при змішуванні з іншими компонентами композиції, забезпечує зчеплення композиції з вугільними цеглинами футерівки ємності для їх захисту. Разом зі  
25 смолою полімер надає елементарний вуглець для того, щоб сформувати ковалентний зв'язок з вугільною цеглою. Хімічний зв'язок забезпечує композицію для захисту вугільної цегли від хімічного та механічного впливу у нижній частині ємності. Цемент присутній у композиції як сполучне, яке отверджує шляхом формування гідратованих сполук при змішуванні з водою, та використовується для зв'язування компонентів наповнювача разом.

30 [0037] Сухі компоненти розробленої композиції можуть бути перемішені у суміші. Сухе змішування може проводитися біля 10 – 20 хвилин у мішалці Сімпсона, та перемішана композиція може бути упакована у 50 фунтові (22,6 кілограмові) мішки. Мішки з перемішаною композицією слід зберігати у сухому, вільному від вологі середовище для запобігання утворення грудок від реакції води з цементом.

35 [0038] Ємності охолоджуються для нанесення розроблених матеріалів у такий самий спосіб, як вони були охолоджені для нанесення попередньо відомих матеріалів. Для нанесення матеріалу для відновлення відповідно до винаходу, ємність охолоджують до приблизно 70 °F (21 °C). Після чого, після розміщення матеріалу ємність нагрівають відповідно до процедур, що використовуються для матеріалу з попереднього рівня техніки. Поступове або ступеневе  
40 підвищення температури забезпечує достатньо часу для вивільнення від води та хімічного очищення води без відколювання матеріалу від вугільної цегли.

#### Приклад 1.

[0039] Для порівняння різниці у властивостях, одержаних з композицій з попереднього рівня техніки та розробленої композиції, два випробувальних матеріали були вироблені з того ж  
45 вогнетривкого наповнювача.

[0040] Розроблена композиція А містить 20,5 мас. % Mulcoa® 60, 38,5 мас. % табулярного глинозему, 12 мас. % карбиду кремнію, 2 мас. % водорозчинного полімеру, 0,5 мас. % новолачної фенолоформальдегідної смоли, 1,2 мас. % діоксиду титану, 10 мас. % глинозему, 10 мас. % глиноземистого цементу, 5 мас. % тонкого кремнеземного порошку та 0,3 мас. добавок.  
50 Після чого до цієї суміші додають 7,25 мас. % води для вироблення її придатною для лиття. Сухі інгредієнти були змішані у звичайному вогнетривкому змішувачі. Одержані зразки литого матеріалу були піддані випробуванням на межу міцності на розрив (ММР), випробуванням на холодну міцність (ХМ), насипну щільність, та відсоток відкритої пористості після сушіння матеріалу до 230 °F (110 °C).

55 [0041] Результати, що представлені в таблиці 1, являють собою середні значення для трьох зразків розробленої композиції А.

Таблиця 1

Розроблена композиція А, висушена при 230 °F (110 °C) протягом 24 годин		
MMP, psi	2264 psi	15600 кПа
ХМ, psi	7759 psi	53500 кПа
Насипна щільність, pcf	153 pcf (фунт/фут <sup>3</sup> )	2,45 г/см <sup>3</sup>
% Відкрита пористість	16,3	

- 5 [0042] Композиція В з попереднього рівня техніки містить 20,5 мас. % Mulcoa® 60, 38 мас. % табулярного глинозему, 12 мас. % карбиду кремнію, 2 мас. % кварцового піску, 2 мас. % дистенту, 15 мас. % глинозему, 5 мас. % глиноземистого цементу, 5 мас. % тонкого кремнеземного порошку, та 0,5 мас. добавок. Після чого до цієї суміші додають 5,8 мас. % води для вироблення її придатною для лиття. Ці інгредієнти були змішані у звичайному вогнетривкому змішувачі. Одержані зразки були піддані випробуванням на межу міцності на розрив (MMP), випробуванням на холодну міцність (ХМ), насипну щільність, та відсоток відкритої пористості після сушіння матеріалу до 230 °F (110 °C). Результати цих випробувань на зразку композиції В з попереднього рівня техніки відображені у Таблиці II.

Таблиця II

Композиція В з попереднього рівня техніки, висушена при 230 °F (110 °C) протягом 24 годин		
MMP, psi	1054 psi	7270 кПа
ХМ, psi	4183 psi	28800 кПа
Насипна щільність, pcf	163 pcf (фунт/фут <sup>3</sup> )	2,61 г/см <sup>3</sup>
% Відкрита пористість	15,1	

#### Приклад II

- 15 [0043] Випробування було проведене на зразках розробленої композиції А та композиції В з попереднього рівня техніки для порівняння їх здатності до зчеплення з вугільною цеглиною. Шари розробленої композиції А та композиції з попереднього рівня техніки товщиною приблизно півтора дюйма (12 мм) були розміщені на верхній частині відповідних шматочків вугільної цеглини. Обидва шматочки вугільної цеглини, що вкриті відповідними композиціями, були
- 20 випалені у відновній атмосфері при 2500 °F (1371 °C). Фігура 1 зображає розроблену композицію А на вугільній цеглині після випалу. Фігура 2 зображає композицію В з попереднього рівня техніки на вугільній цеглині після випалу. Розроблена композиція А зчеплена з цеглиною; композиція В з попереднього рівня техніки незчеплена; композиція В з попереднього рівня техніки може бути витягнута вручну з вугільної цеглини.

#### Приклад III

- 25 [0044] Випробування було проведене на зразках розробленої композиції А та композиції В з попереднього рівня техніки для порівняння їх здатності до протиставлення хімічній ерозії. У доменній печі, хімічний вплив є результатом впливу свинцю/залізу, цинку/залізу та шлаку. Був приготовлений блок з кожного матеріалу, розміром 2 дюйми на 2 дюйми (5 см x 5 см). Був просвердлений отвір в середині кожного блоку для того, щоб утримувати металеві зразки всередині матеріалу.

- 30 [0045] Були взяті проби зі зразків розробленої композиції А та композиції В з попереднього рівня техніки, у яких був розміщений Zn/Fe. Зразки, які містили Zn/Fe були піддані дії відновного середовища при 1400 °F (760 °C) протягом 5 годин. Температура 1400 °F (760 °C) є трохи нижчою за температуру при якій Zn закипає та стає паром. Масове відношення Zn/Fe зразка використовували приблизно 1 Zn: 6 Fe.

- 35 [0046] Фігура 3 зображає частину блоку розробленої композиції після випробування. Фігура 4 зображає частину блоку композиції з попереднього рівня техніки після випробування. Ці картини не показують ніякої різниці у ерозії зразка розробленої композиції та зразка з попереднього рівня техніки після Zn/Fe випробування при впливі атмосферних умов.

#### Приклад IV

40 [0047] Були приготовлені блоки з розробленої композиції А та композиції В з попереднього рівня техніки, кожний розміром 2 дюйми на 2 дюйми (5 см x 5 см). Був просвердлений отвір в середині кожного блоку для того, щоб утримувати металеві зразки всередині матеріалу. Були



взяті проби зі зразків розробленої композиції А та композиції В з попереднього рівня техніки, у яких був розміщений Pb/Fe. Зразки, які містили Pb/Fe були піддані дії відновного середовища при 2500 °F (1400 °C) протягом 5 годин. Температура 2500 °F (1400 °C) є трохи нижчою за температуру при якій Pb закипає та стає паром. Масове відношення Pb/Fe зразка використовували приблизно 1 Pb: 3,5 Fe.

[0048] Фігура 5 зображає частину блоку розробленої композиції після випробування. Фігура 6 зображає частину блоку композиції з попереднього рівня техніки після випробування. Ці картини не показують ніякої різниці у ерозії зразка розробленої композиції та зразка з попереднього рівня техніки після Pb/Fe випробування при впливі атмосферних умов.

#### Приклад V

[0049] Були приготовлені блоки з розробленої композиції А та композиції В з попереднього рівня техніки, кожний розміром 2 дюйми на 2 дюйми (5 см x 5 см). Був просвердлений отвір в середині кожного блоку для того, щоб утримувати металеві зразки всередині матеріалу. Були взяті проби зі зразків розробленої композиції А та композиції В з попереднього рівня техніки, у яких було використано 100 % шлаку С доменної печі. Склад зразків шлаку С доменної печі представлений у Таблиці III. Зразки, що містять шлак були піддані дії відновного середовища при 2800 °F (1540 °C) протягом 5 годин. Шлак знаходиться в розплавленому стані при 2800 °F (1540 °C), та при цій температурі розплав заліза випускається через лютку доменної печі.

Таблиця III

Склад шлаку С доменної печі, Uniquant напівкількісний аналіз

Компонент	2/2007 зразок, мас. %	9/2009 зразок, мас. %	Середній, мас. %
CaO	39,1	33,58	36,34
SiO <sub>2</sub>	35,68	40,33	38,005
MgO	9,87	11,61	10,74
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11,43	11,08	11,255
SO <sub>3</sub> , S	1,51	1,39	1,45
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,24	0,13	0,185
TiO <sub>2</sub>	1,09	0,53	0,81
MnO	0,25	0,3	0,275
K <sub>2</sub> O	0,29	0,38	0,335
BaO	0,08	0,16	0,12
Na <sub>2</sub> O	0,23	0,24	0,235
SrO			
ZrO <sub>2</sub>			
інші (WO <sub>3</sub> , легкі елементи, і т, п.)	0,15	0,09	0,12
Загалом	99,91	99,82	99,865
(CaO+MgO)/SiO <sub>2</sub>	1,37	1,12	1,245
(CaO+MgO)/(Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +SiO <sub>2</sub> )	1,04	0,88	0,96

[0050] Фігура 7 зображає частину блока розробленої композиції після випробування. Фігура 8 зображає частину блока композиція за попереднім рівнем техніки після випробування. Просвердлена частина блоку розробленої композиції утримує шлак доменної печі, в той час як блок композиції за попереднім рівнем техніки демонструє проникнення шлаку, що проходить майже через блок від лунки до зовнішньої поверхні блоку.

#### Приклад VI

[0051] Фізичні властивості блоків, які вилиті з розробленої композиції А були виміряні після дії атмосфери при 1500 °F, 2000 °F, 2500 °F та 2700 °F, з наступним охолодженням. Результати випробувань були представлені у таблиці Table IV.

Таблиця IV

## Фізичні властивості розробленої композиції "А"

Зміни лінійних розмірів, TP-151 (%):		
1500 °F (820 °C)/5 годин	-0,32	
2000 °F (1100 °C)/5 годин	-0,43	
2500 °F (1400 °C)/5 годин	-0,52	
2700 °F (1500 °C)/5 годин	-0,03	
Холодна ММР, TP-57 (psi та кПа)		
230 °F (110 °C)/16+ годин	2264 psi	15600 кПа
1500 °F (820 °C)/5 годин	943 psi	6500 кПа
2000 °F (1100 °C)/5 годин	1080 psi	7450 кПа
2500 °F (1400 °C)/5 годин	1317 psi	9080 кПа
2700 °F (1500 °C)/5 годин	2021 psi	13900 кПа
Холодна міцність, TP-57 (psi and кПа)		
230 °F (110 °C)/16+ годин	7759 psi	53500 кПа
1500 °F (820 °C)/5 годин	3649 psi	25200 кПа
2000 °F (1100 °C)/5 годин	5119 psi	35300 кПа
2500 °F (1400 °C)/5 годин	6319 psi	43600 кПа
2700 °F (1500 °C)/5 годин	6385 psi	44000 кПа
Насипна щільність, TP-56 (фунт/фут <sup>3</sup> та г/см <sup>3</sup> )		
230 °F (110 °C)/16+ годин	153 фунт/фут <sup>3</sup>	2,45 г/см <sup>3</sup>
1500 °F (820 °C)/5 годин	145 фунт/фут <sup>3</sup>	2,32 г/см <sup>3</sup>
2000 °F (1100 °C)/5 годин	146 фунт/фут <sup>3</sup>	2,34 г/см <sup>3</sup>
2500 °F (1400 °C)/5 годин	150 фунт/фут <sup>3</sup>	2,40 г/см <sup>3</sup>
2700 °F (1500 °C)/5 годин	149 фунт/фут <sup>3</sup>	2,39 г/см <sup>3</sup>
Відкрита пористість, TP-56 (%)		
230 °F (110 °C)/16+ годин	16,3	
1500 °F (820 °C)/5 годин	29,2	
2000 °F (1100 °C)/5 годин	28,4	
2500 °F (1400 °C)/5 годин	24,3	
2700 °F (1500 °C)/5 годин	22,6	
Гаряча ММР, ASTM C-583 (psi and кПа)		
@ 1500 °F (820 °C)	1567 psi	10800 кПа
@ 2000 °F (1100 °C)	1564 psi	10800 кПа
@ 2500 °F (1400 °C)	401 psi	2760 кПа
@ 2700 °F (1500 °C)	120 psi	830 кПа

## Приклад VII

- 5 [0052] Взяття проби на луги було проведено на зразках розробленої композиції для визначення стійкості до лугів. Три проби зразків розробленої композиції були розміщені у окислювальній атмосфері, та три зразки розробленої композиції були розміщені у муфельній коксувній ємності, яка має відновну атмосферу. Чотири грами солі були розміщені у кожній чашці. Зразки A2 містять Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, зразки B2 містять K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, та зразки C2 мають суміш з цих двох 50:50.
- 10 Чашки зразків були повільно лінійно нагріті (300 °F (149 °C) / година) до 2500 °F (1371 °C) та витримані при 2500 °F (1371 °C) протягом 5 годин. Таблиця V зображає дані для кубів, розміщених у окислювальному середовищі та таблиця VI зображає дані для кубів, розміщених у відновному середовищі.

Таблиця V:

Взяття проби на луг зразків у окислювальному середовищі

A2	B2	C2
Добре/Прекрасно	Погана оцінка	Задовільна оцінка
Що містить сіль	Без солі	Без солі
Без розтріскування	Велика тріщина	Відкрита тріщина
Без короблення (випинання)	Короблення	Без короблення

Таблиця VI:

Взяття проби на луг зразків у відновному середовищі

A3	B3	C3
Добре	Задовільна оцінка	Добре
Без солі	Без солі	Без солі
Без розтріскування	Відкрита тріщина	Без розтріскування
Без короблення	Без короблення	Без короблення

#### Приклад VIII

- 5 [0053] Випробування на тепловий удар було проведене на блоках, утворених з розробленої торкрет-композиції. Десять кубів вирізали з торкрет-панелей розробленої композиції, які раніше були висушені при 230 °F (110 °C) протягом 24 годин. Після чого 10 кубів були випалені до 2000 °F (1093 °C) протягом 5 годин перед початком випробування на вплив циклічної зміни температури. Зміна циклічної температури проводилась при 2000 °F (1093 °C). Набір з 5 кубів
- 10 при 77 °F (25 °C) був розміщений у печі при 2000 °F (1093 °C) протягом 30 хвилин. Після чого зразки були моментально поміщені у контейнер, заповнений проточною холодною водою для того, щоб ударно впливати на зразки. Вони були залишені у воді протягом 5 хвилин, та потім охолоджені до кімнатної температури на глиноземній полці протягом 30 хвилин з продуванням над нею повітрям вентилятором. Нарешті, кожна з заготовок була перевірена на надломи. Цей процес повторюють протягом 10 циклів. Результати випробування відображені у Таблиці VII. Оцінки для кубів представлені за шкалою від 0 до 5, в якій 0 відображає відсутність тріщин, 1 відображає неглибоке розтріскування, 2 відображає помірне розтріскування, 3 відображає глибоке розтріскування, 4 відображає сильне розтріскування та 5 відображає шматок повністю розірваного куба. Оцінки представлені для стану кубу після 10 циклів (за шкалою від 0 до 5), та
- 20 як сума оцінок після кожного з циклів з 1 по 10 (за шкалою від 0 до 50).

Таблиця VII:

Результати випробувань на тепловий удар для зразків розробленої композиції "А"

	КУБ А4	КУБ В4	КУБ С4	КУБ D4	КУБ Е4	КУБ F4	КУБ G4	КУБ Н4	КУБ J4	КУБ K4
Після 10 циклів	4	4	3	3	4	4	3	3	3	3
Сума 10 циклів	23	25	15	18	26	28	21	21	17	21

#### Приклад IX

- 25 [0054] Випробування на похиле зрушення були проведені на збірних блочних виробках, сформованих з вугільної цеглини (яка представляє собою такий самий вид, що і використовують у горні доменної печі), розробленої композиції та поєднання розробленої торкрет-композиції на вугільній цеглині. Фігура 9 зображає випробувальний збірний блок 10, що має верх 12, низ 14, та верхню частину 20, що контактує з нижньою частиною 22 вздовж контактної площини 24, нахиленої по відношенню до горизонталі. Випробувальний збірний блок має довжину 30,
- 30 ширину 32 та висоту 34. Верхня частина мінімальної номінальної висоти 36 представляє собою мінімальну номінальну відстань на верхній частині 20 між контактною площиною 24 та верхом 12. Нижня частина мінімальної номінальної висоти 28 представляє собою мінімальну

номінальну відстань на нижній частині 22 між контактною площиною 24 та низом 14. Розміри, що використані для випробувального зразку є: 2,5 дюйми або 63,5 мм для довжини 30, 2 дюйми або 50,8 мм для ширини 32, 3 дюйми або 76,2 мм для висоти 34, 0,5 дюйми або 12,7 мм для верхньої частини мінімальної номінальної висоти 36 та 0,5 дюйми або 12,7 мм для нижньої частини мінімальної номінальної висоти 38. Кут нахилу контактної площини 24 з горизонталлю – 39°.

[0055] Наступні процедури були використанні для виконання аналізу:

- Висушування матеріалу вугільної цеглини/розробленої композиції протягом 24 годин при 230 °F (110 °C).

- Вирізання вугільної цеглини, розробленої композиції та вугільної цеглини з розробленою торкрет-композицією у такий спосіб, щоб утворити конструкцію кубу на Фігурі 9.

- Коксування кубів у муфельній коковій ємності при 2000 °F (1093 °C) протягом 5 годин з лінійною швидкістю 300 °F (149 °C) на годину.

- Виконання випробування на холодну міцність на кожному кубі, фотографування кожного кубу та регістрування тиску для розламування.

- Розламування кубів при швидкості взаємодії 7000 фунтів (3200 кг) / хвилину.

[0056] Таблиця VIII включає результати для холодної міцності кожного зразку та середнє значення.

Таблиця VIII:

Данні випробування на похиле зрушення

Вугільна цеглина		
Зразок A5	5762 psi	39700 кПа
Зразок B5	5963 psi	41100 кПа
Зразок C5	5712 psi	39400 кПа
Середнє значення	5812 psi	40100 кПа
Розроблена композиція A		
Зразок A6	2958 psi	20400 кПа
Зразок B6	2976 psi	20500 кПа
Зразок C6	3224 psi	22200 кПа
Середнє значення	3053 psi	21000 кПа
Зрушена суміш (розроблена композиція на вугільній цеглі)		
Зразок A7	2954 psi	20400 кПа
Зразок B7	4268 psi	29400 кПа
Зразок C7	4050 psi	27900 кПа
Середнє значення	3757 psi	25900 кПа

[0057] Фігура 10 зображає зразок C6 зрушеної суміші після її зламання. Вугільна цеглина знаходиться на верху розробленого матеріалу композиції.

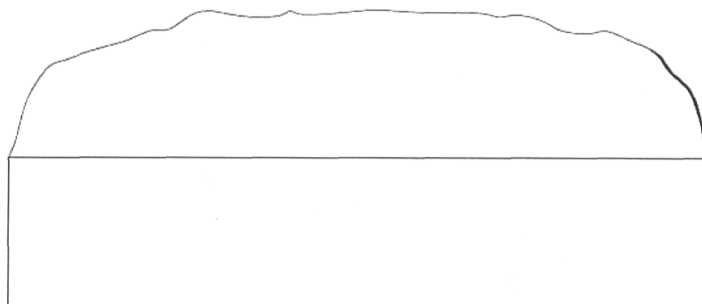
[0058] Можливі чисельні модифікація та варіації даного винаходу. Тому, слід розуміти, що у межах обсягу нижченаведеної формули, винахід може бути здійснено на практиці інакше ніж конкретно описано.

#### ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Суха вогнетривка композиція, яка містить:

5-97 мас. % наповнювача, який містить матеріал, вибраний з групи, яка складається з обпаленої кремнеземної глини, обпаленого каоліну, обпаленого бокситового каоліну, андалузиту, табулярного глинозему, карбіду кремнію, нітриду кремнію, обпаленого глинозему, реактивного глинозему, гідрату алюмінію, тонкого кремнеземного порошку, білого корунду, коричневого корунду, обпаленого бокситу, кремнеземного піску, кремнезему, глини, дистенту, шпінелю, плавленого кремнезему, силікату цирконію, діоксиду цирконію та комбінацій кожного з них; 0,01-32 мас. % водорозчинного полімеру, вибраного з групи, яка складається з целюлози, декстрану, полі(N-вінілпіридину), полі(акриламід/акрилової кислоти), полі(акрилової кислоти),

- полі(етиленгліколю), полі(етиленоксиду), полі(N-вінілпіролідону), полі(вінілового спирту), поліакриламід, поліетиленіміну та комбінацій кожного з них;  
 0,01-32 мас. % смоли, вибраної з групи, що складається з фенольної новолачної смоли, фенольної резольної смоли, епоксидної смоли, поліестерної смоли, поліуретанової смоли, акрилового полімеру та комбінацій кожного з них; та  
 0,01-15 мас. % цементу, який містить матеріал, вибраний з групи, яка складається з діоксиду кремнію, оксиду алюмінію, оксиду заліза (III), оксиду кальцію та комбінацій кожного з них.
2. Вогнетривка композиція за п. 1, в якій наповнювач містить матеріал, вибраний з групи, яка складається з обпаленого бокситового каоліну, андалузиту, табулярного глинозему, карбїду кремнію, нітриду кремнію, обпаленого глинозему, реактивного глинозему, гідрату алюмінію, тонкого кремнеземного порошку, білого корунду, коричневого корунду, обпаленого бокситу та їх комбінацій.
3. Вогнетривка композиція за п. 1, в якій водорозчинний полімер містить полі(N-вінілпіролідон).
4. Вогнетривка композиція за п. 1, в якій цемент містить глиноземистий цемент.
5. Вогнетривка композиція за п. 1, в якій цемент містить матеріал, вибраний з групи, яка складається з портландцементу, шлакопортландцементу, пило-зольного портландцементу, багатокомпонентного цементу, пуцоланового цементу, високоглиноземистого цементу, цементу Брунауера, цементу Гренобля та романцементу та їх комбінацій.
6. Вогнетривка композиція за п. 1, в якій наповнювач присутній у кількості від 40 мас. % включно до 90 мас. % включно від маси сухої вогнетривкої композиції.
7. Вогнетривка композиція за п. 1, в якій цемент присутній у кількості від 0,01 мас. % включно до 15 мас. % включно від маси сухої вогнетривкої композиції.
8. Вогнетривка композиція за п. 1, яка додатково містить диспергуючий агент.
9. Вогнетривка композиція за п. 8, в якій диспергуючий агент вибраний з групи, яка складається з фосфатів натрію, солей нафталінового сульфонату та лігносульфонатів натрію.
10. Вогнетривка композиція за п. 1, яка додатково містить сухий порошок прискорювач.
11. Вогнетривка композиція за п. 10, в якій сухий порошок прискорювач являє собою матеріал, вибраний з групи, яка складається з гашеного вапна, гідроксиду магнію та літійвмісних сполук.
12. Вогнетривка композиція за п. 1, яка додатково містить полімерні волокна.
13. Вогнетривка композиція за п. 12, в якій полімерні волокна містять матеріал, вибраний з групи, яка містить поліолефіни, поліетилен, поліпропілен, комбінацію поліетилену і поліпропілену та комбінації цих матеріалів.
14. Вогнетривка композиція за п. 1, в якій смола вибрана з групи, що складається з фенольної новолачної смоли, фенольної резольної смоли, епоксидної смоли, акрилового полімеру та їх комбінацій.
15. Вогнетривка композиція за п. 14, в якій смола містить новолачну фенолоформальдегідну смолу.
16. Вогнетривка композиція за п. 15, яка додатково містить гашене вапно та фосфат натрію.
17. Вогнетривка композиція за п. 16, яка додатково містить компонент, вибраний з групи, яка складається з алюмінію, кремнію, феросиліцію, нітриду феросиліцію, діоксиду титану та комбінацій кожного з них.



Фіг. 1

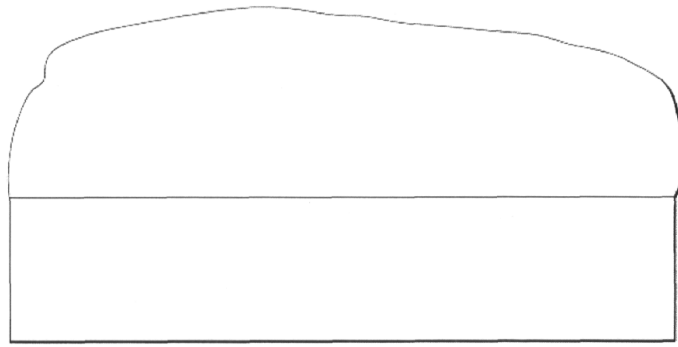


Fig. 2

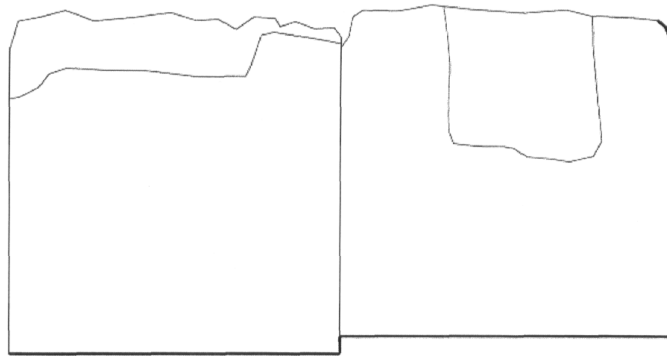


Fig. 3

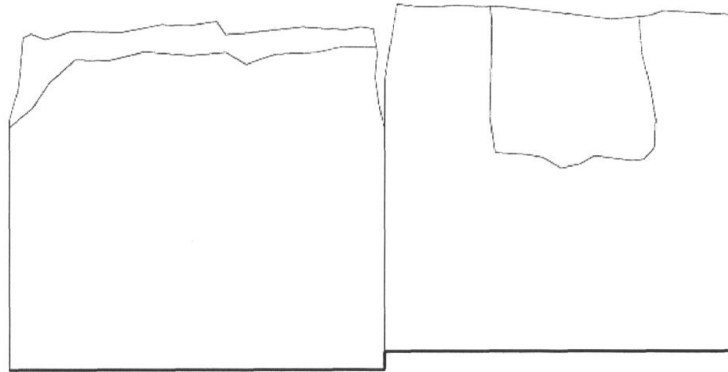


Fig. 4

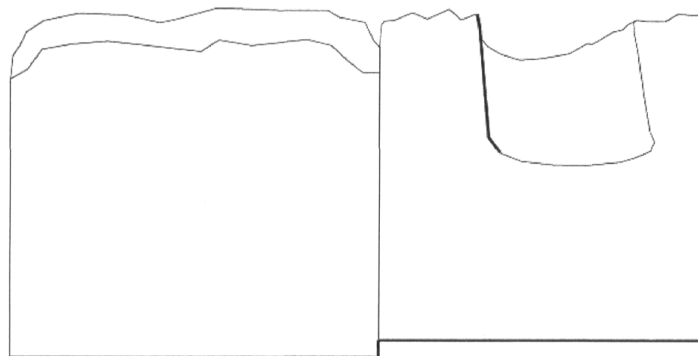


Fig. 5

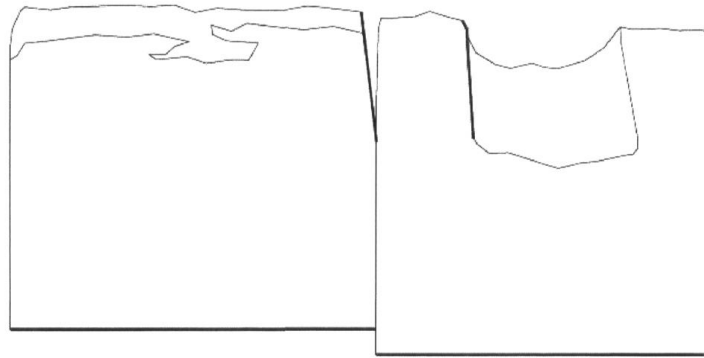


Fig. 6

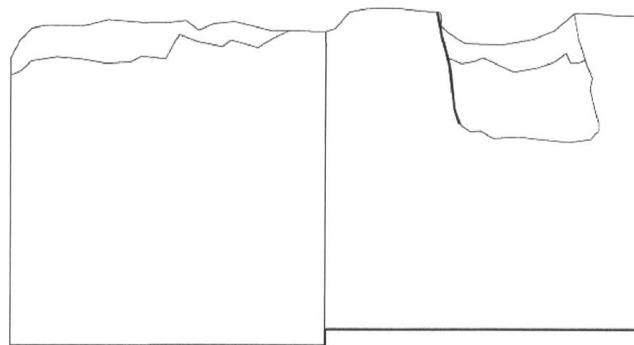


Fig. 7

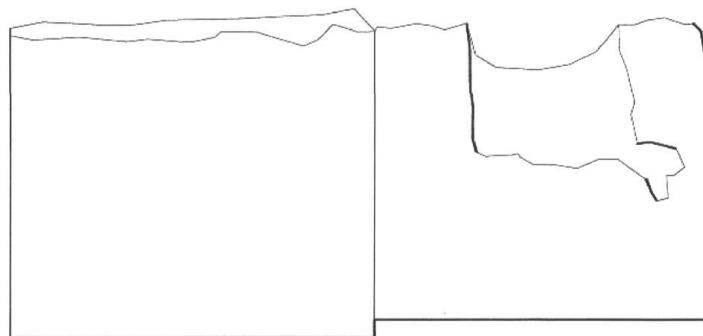


Fig. 8

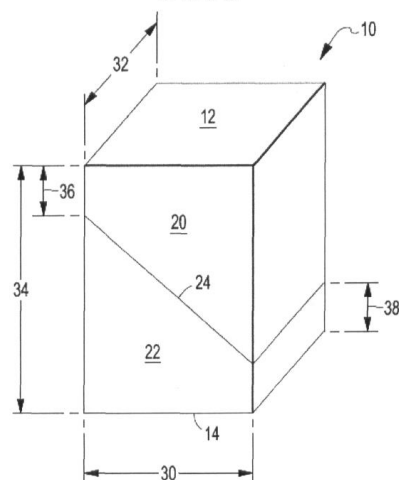
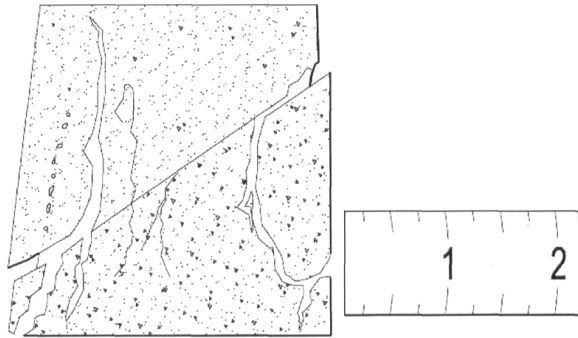


Fig. 9



Фіг. 10

---

Комп'ютерна верстка О. Рябко

---

Міністерство розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України,  
вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

---

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