



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **123866** (13) **C2**  
(51) МПК (2021.01)

**C04B 28/14** (2006.01)

**C04B 28/04** (2006.01)

**C04B 38/10** (2006.01)

**C04B 24/02** (2006.01)

**B01F 17/00**

**C04B 103/48** (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО  
"УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ"

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

<b>(21)</b> Номер заявки:	<b>а 2018 04681</b>	<b>(72)</b> Винахідник(и):	<b>Вілінская Аннамарія (US), Лі Альфред С. (US), Сун Вейсін Д. (CN)</b>
<b>(22)</b> Дата подання заявки:	<b>23.06.2016</b>	<b>(73)</b> Володілець (володільці):	<b>ЮНАЙТЕД СТЕЙТС ДЖИПСУМ КОМПАНІ, 550 West Adams Street, Chicago, Illinois 60661-3676, United States of America (US)</b>
<b>(24)</b> Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності:	<b>17.06.2021</b>	<b>(74)</b> Представник:	<b>Ковіня Наталія Анатоліївна, реєстр. №470</b>
<b>(31)</b> Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	<b>62/235,979, 15/186,320, 15/186,336</b>	<b>(56)</b> Перелік документів, взятих до уваги експертизою:	<b>SU 967996 A1, 23.10.1982 US 5643510 A, 01.07.1997 FR 2963002 A1, 27.01.2012 JP H0350168 A, 04.03.1991 SU 1291585 A1, 23.02.1987 US 2007048490 A1, 01.03.2007</b>
<b>(32)</b> Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	<b>01.10.2015, 17.06.2016, 17.06.2016</b>		
<b>(33)</b> Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку:	<b>US, US, US</b>		
<b>(41)</b> Публікація відомостей про заявку:	<b>11.02.2019, Бюл.№ 3</b>		
<b>(46)</b> Публікація відомостей про державну реєстрацію:	<b>16.06.2021, Бюл.№ 24</b>		
<b>(86)</b> Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ	<b>PCT/US2016/038885, 23.06.2016</b>		

## (54) МОДИФІКАТОРИ ПІНИ ДЛЯ ЦЕМЕНТУЮЧИХ СУСПЕНЗІЙ, СПОСОБИ ТА ВИРОБИ

### (57) Реферат:

Описаний модифікатор піни, наприклад для використання у гіпсових або цементних суспензіях. Модифікатор піни містить жирний спирт, який додають до гіпсової або цементної суспензії, що містить піноутворювач, такий як алкілсульфатна поверхнево-активна речовина. У деяких варіантах реалізації винаходу жирний спирт може являти собою жирний спирт C<sub>6</sub>-C<sub>16</sub>. Такий модифікатор піни може бути використаний, наприклад, для стабілізації піни, зменшення втрат піноутворювача, покращення контролю розмірів порожнин у кінцевому виробі та вдосконалення процесу виробництва гіпсових панелей.

UA 123866 C2



## ПЕРЕХРЕСНІ ПОСИЛАННЯ НА СПОРІДНЕННІ ЗАЯВКИ

[0001] Ця заявка на патент заявляє пріоритет за попередньою заявкою на патент США № 62/235,979, поданою 1 жовтня 2015 р., та заявками на патент США № 15/186,320, поданою 17 червня 2016 р., та № 15/186,336, поданою 17 червня 2016 р., які включені в даний документ у повному обсязі за посиланням.

РІВЕНЬ ТЕХНІКИ [0002] Затверділий гіпс (тобто, дигідрат сульфату кальцію) являє собою відомий матеріал, що використовується у багатьох виробках, в тому числі панелях та інших виробках для будівельних конструкцій та перепланування. Одна така панель (яку часто називають гіпсокартоном) має форму серцевини із затверділого гіпсу, розташованої між двома покривними пластинами (наприклад, з картону з паперовим покриттям) та зазвичай застосовується у конструкціях панелей внутрішніх стін та стель будівель. Один або більше щільних шарів, що часто називають "накривними шарами" можуть бути розташовані з кожного боку серцевини, зазвичай на поверхні розділу паперу та серцевини.

[0003] Під час виготовлення панелі алебастр (тобто, випалений гіпс у формі напівводного сульфату кальцію і/або безводного сульфату кальцію), вода та інші відповідні інгредієнти змішують, як правило, у лопатевому змішувачі (термін використаний у значенні, звичайному в даній області техніки). Утворюється суспензія, яка виходить зі змішувача на конвеєр, що рухається та несе покривну пластину з одним із вже нанесених на неї (часто вище по потоку від змішувача) накривних шарів (якщо такі є). Суспензію розподіляють по паперу (з накривним шаром, за вибором нанесеним на папір). Іншу покривну пластину з накривним шаром або без нього накладають на суспензію, утворюючи багатошарову структуру бажаної товщини, за допомогою, наприклад, формувальної плити або подібного пристрою. Суміш відливають та дають затвердіти з утворенням затверділого (тобто, регідратованого) гіпсу за реакцією випаленого гіпсу з водою з утворенням матриці кристалічного гідратованого гіпсу (тобто, дигідрату сульфату кальцію). Бажаною є така гідратація випаленого гіпсу, що дозволяє утворення взаємопов'язаної матриці кристалів гіпсу, яка таким чином надає міцність гіпсовій структурі у виробі. Для відведення залишкової вільної (тобто, такої, що не прореагувала) води та отримання сухого виробу необхідне тепло (наприклад, у сушильній печі).

[0004] Бажаним є зменшення маси панелі через вищу ефективність монтажу. Наприклад, вимоги щодо підйому значно менші, що дозволяє збільшити тривалість робочого дня та зменшити кількість травм. Панелі меншої маси є також більш "зеленими", оскільки це може дозволити зменшити транспортні витрати та споживання енергії. Для зменшення маси панелі можна ввести в суспензію піноутворювач, що утворює повітряні порожнини в готовому виробі. Проте за своєю природою піноутворювачі є як правило нестабільними, так що пухирці піни схильні легко руйнуватися, зокрема в присутності цементуючого матеріалу, що спричиняє втрати та низьку продуктивність.

[0005] Крім того, заміна маси повітрям у гіпсокартоні зменшує вагу, але ця втрата маси спричиняє також зменшення міцності. Компенсація цієї втрати міцності являє собою значну перешкоду для зусиль зі зменшення маси в даній області.

[0006] Слід розуміти, що цей опис рівня техніки був створений винахідниками для допомоги читачеві, але його не слід сприймати як посилання на відомий рівень техніки або як вказівку на те, що будь-які зазначені проблеми мають першорядне значення в даній області. Хоча описані принципи можуть у деяких відношеннях та варіантах реалізації винаходу пом'якшити проблеми, властиві іншим системам, слід розуміти, що обсяг захищеної інновації визначений формулою винаходу, а не здатністю будь-яких варіантів реалізації винаходу вирішити будь-яку конкретну проблему, зазначену в даному документі.

## КОРОТКИЙ ОПИС СУТНОСТІ ВИНАХОДУ

[0007] В одному аспекті даного винаходу пропонується гіпсокартон, що містить, складається або головним чином складається з серцевини із затверділого гіпсу, розташованої між двома покривними пластинами. Серцевина із затверділого гіпсу містить, складається або головним чином складається з матриці гіпсових кристалів, утвореної з принаймні води, алебастру та піни. Піна утворена з піноутворювача та стабілізатора піни, що містить жирний спирт. Переважно піноутворювач містить, складається або головним чином складається з принаймні одного алкілсульфату, принаймні одного алкілефірсульфату або будь-якої їх комбінації. У деяких варіантах реалізації винаходу піноутворювач по суті виключає олефіновий і / або алкіновий піноутворювач. Не бажаючи бути пов'язаними будь-якою конкретною теорією, вважається, що жирний спирт взаємодіє з піноутворювачем, стабілізуючи піну та дозволяючи краще контролювати повітряні порожнини, що утворюються в кінцевому виробі. У деяких варіантах реалізації винаходу стабілізатор піни містить жирний спирт, але по суті виключає алкіламіди жирних кислот і / або тауриди карбонових кислот. У деяких варіантах реалізації винаходу

панель виявляє посилену міцність у порівнянні з такою ж панеллю, виготовленою без жирного спирту.

[0008] В іншому аспекті даного винаходу пропонується спосіб виготовлення цементованої (наприклад, гіпсової або цементної) панелі. Піна як правило утворюється заздалегідь. Таким чином, спосіб включає, складається або головним чином складається з попереднього утворення піни шляхом введення повітря у суміш піноутворювача та стабілізатора піни на водній основі, що містить жирний спирт. Переважно піноутворювач містить, складається або головним чином складається з принаймні одного алкілсульфату, принаймні одного алкілефірсульфату або будь-якої їх комбінації. Стабільні та нестабільні піноутворювачі можна змішувати. У деяких варіантах реалізації винаходу піноутворювач по суті виключає олефіновий і / або алкіновий піноутворювач. Піну вводять (наприклад, нагнітають) у суспензію.

[0009] Спосіб включає змішування принаймні води, алебастру та піни з утворенням цементуючої суспензії, розташування суспензії між першою покривною пластиною та другою покривною пластиною з утворенням заготовки панелі; розрізання заготовки панелі на панелі та висушування панелі. У переважних варіантах реалізації винаходу жирний спирт може бути поєднаний з піноутворювачем у попередній суміші, а попередня суміш додаватися до алебастру, води та за бажанням інших добавок, наприклад, у змішувачі. Не бажаючи бути пов'язаними теорією, вважається, що жирний спирт в цілому розчиняється у піноутворювачі на водній основі. У деяких варіантах реалізації винаходу стабілізатор піни містить жирний спирт, але по суті виключає гліколи і/або амідні сполуки.

[0010] В іншому аспекті даного винаходу пропонується спосіб утворення спіненої гіпсової суспензії. Спосіб включає, складається або головним чином складається з поєднання піноутворювача з жирним спиртом з утворенням мильної суміші на водній основі; утворення піни з мильної суміші на водній основі; і додавання піни до гіпсової суспензії, що містить алебастр і воду, з утворенням спіненої гіпсової суспензії. Не бажаючи бути пов'язаними будь-якою конкретною теорією, коли піна проникає у гіпсову суспензію, утворюються пухирці піни з оболонкою, що оточує пухирці, яка взаємодіє з суспензією. Крім того, вважається, що присутність жирного спирту забезпечує бажану стабілізацію оболонки на поверхні розділу.

[0011] В іншому аспекті даного винаходу пропонується суспензія, що містить, складається або головним чином складається з води, алебастру, піноутворювача та жирного спирту, причому, коли суспензія відлита та висушена у вигляді панелі, панель має підвищену міцність у порівнянні з такою ж панеллю, виготовленою без жирного спирту.

[0012] В іншому аспекті даного винаходу пропонується спосіб стабілізації спіненої структури в цементуючій суспензії, наприклад, такий, що використовується для виготовлення цементованої (наприклад, гіпсової або цементної) панелі. У цьому способі жирний спирт може бути поєднаний з піноутворювачем. У деяких варіантах реалізації винаходу піноутворювач змішують з жирним спиртом, утворюючи мильну суміш на водній основі. З мильної суміші на водній основі утворюється піна. Піну додають до гіпсової або цементної суспензії, що містить цементуючий матеріал (наприклад, алебастр або цемент) і воду, отримуючи спінену цементуючу суспензію. Не бажаючи бути пов'язаними будь-якою конкретною теорією, вважається, що коли піна проникає у цементуючу суспензію, утворюються пухирці піни з оболонкою, що оточує пухирці, яка взаємодіє з суспензією. Крім того, вважається, що присутність жирного спирту забезпечує бажану стабілізацію оболонки на поверхні розділу.

[0013] Для виготовлення панелі спінену цементуючу суспензію наносять так, щоб вона приклеїлася, на верхню (або лицьову) покривну пластину, утворюючи спінену цементуючу суспензію серцевини, що має першу та другу головні поверхні. Перша головна поверхня спіненої цементуючої суспензії серцевини звернена до верхньої покривної пластини. Нижню (або задню) покривну пластину накладають так, щоб вона приклеїлася, на другу головну поверхню спіненої цементуючої суспензії серцевини, утворюючи вологу зібрану заготовку панелі. Якщо потрібно, накривний шар може бути нанесений між серцевиною та однією або обома з покривних пластин. Заготовку панелі обрізають та висушують, щоб отримати готову панель.

[0014] В іншому аспекті даного винаходу пропонується цементна панель, утворена з серцевинної суміші води та цементного матеріалу (наприклад, портландцементу, глиноземистого цементу, магнезійного цементу, тощо, та сумішей таких матеріалів). Піноутворювач та жирний спирт також додають до суміші. За бажанням легкий заповнювач (наприклад, керамзит, термозит, здутий сланець, перліт, кульки піноскла, полістиролові кульки, тощо) може бути доданий до суміші у деяких варіантах реалізації винаходу. Цементна панель містить цементну серцевину, розташовану між двома покривними пластинами. Цементна серцевина може бути утворена з принаймні води, цементу, піноутворювача та жирного спирту.

[0015] В іншому аспекті даного винаходу пропонується спосіб утворення спіненої цементної суспензії. Спосіб включає, складається або головним чином складається з поєднання піноутворювача з жирним спиртом з утворенням мильної суміші на водній основі; утворення піни з мильної суміші на водній основі; і додавання піни до цементної суспензії, що містить цемент (наприклад, портландцемент, глиноземистий цемент, магнезійний цемент, тощо, або їх комбінації) та воду, з утворенням спіненої цементної суспензії. Коли піна проникає у цементну суспензію, утворюються пухирці піни з оболонкою, що оточує пухирці, яка взаємодіє з суспензією. Не бажаючи бути пов'язаними будь-якою конкретною теорією, присутність жирного спирту забезпечує бажану стабілізацію оболонки на поверхні розділу.

[0016] В іншому аспекті даного винаходу пропонується суспензія, що містить, складається або головним чином складається з води, цементу, піноутворювача та жирного спирту, причому, коли суспензія сформована та висушена у вигляді панелі, панель має підвищену міцність у порівнянні з такою ж панеллю, виготовленою без жирного спирту.

#### КОРОТКИЙ ОПИС ГРАФІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ

[0017] Фіг. 1 являє собою гістограму залежності висоти піни (мм) (вісь Y) від розчинів піноутворювача без жирного спирту (вісь X) як з полікарбоксилатним ефіром, так і без нього, як описано в Прикладі 1 в даному документі.

[0018] Фіг. 2 являє собою гістограму залежності висоти піни (мм) (вісь Y) від розчинів, що містять піноутворювач 1B (вісь X), як описано в Прикладі 1 в даному документі.

[0019] Фіг. 3 являє собою гістограму залежності висоти піни (мм) (вісь Y) від розчинів, що містять піноутворювач 1C (вісь X), як описано в Прикладі 1 в даному документі.

[0020] Фіг. 4 являє собою графік залежності висоти піни (мм) (вісь Y) від часу (вісь X) розчинів, що містять піноутворювач 1B, як описано в Прикладі 1 в даному документі.

[0021] Фіг. 5 являє собою графік залежності висоти піни (мм) (вісь Y) від часу (вісь X) розчинів, що містять піноутворювач 1C, як описано в Прикладі 1 в даному документі.

[0022] Фіг. 6A-6C являють собою зображення оптичного мікроскопа зі збільшенням у 20 разів поперечного перерізу контрольної панелі сухої штукатурки 2A, виготовленої без будь-якого жирного спирту, як описано в Прикладі 2 в даному документі.

[0023] Фіг. 7A-7C являють собою зображення оптичного мікроскопа зі збільшенням у 20 разів поперечного перерізу панелі сухої штукатурки 2B, виготовленої піноутворювачем, змішаним з 1 % додеканола, як описано в Прикладі 2 в даному документі.

[0024] Фіг. 8A-8C являють собою зображення оптичного мікроскопа зі збільшенням у 20 разів поперечного перерізу панелі сухої штукатурки 2C, виготовленої піноутворювачем, змішаним з 1 % деканола, як описано в Прикладі 2 в даному документі.

[0025] Фіг. 9A-9C являють собою зображення оптичного мікроскопа зі збільшенням у 20 разів поперечного перерізу панелі сухої штукатурки 2D, виготовленої піноутворювачем, змішаним з 1 % октанола, як описано в Прикладі 2 в даному документі.

[0026] Фіг. 10 являє собою гістограму залежності об'ємного розподілу (%) (вісь Y) від розміру порожнин у контрольній панелі сухої штукатурки 2A, як описано в Прикладі 2 в даному документі.

[0027] Фіг. 11 являє собою гістограму залежності об'ємного розподілу (%) порожнин (вісь Y) від розміру порожнин (мікрони) (вісь X) у панелі сухої штукатурки 2B, виготовленої з піноутворювачем, модифікованим 1 % додеканола, як описано в Прикладі 2 в даному документі.

[0028] Фіг. 12 являє собою гістограму залежності об'ємного розподілу (%) (вісь Y) від розміру порожнин (мікрони) (вісь X) у панелі сухої штукатурки 2C, виготовленої з піноутворювачем, модифікованим 1 % деканола, як описано в Прикладі 2 в даному документі.

[0029] Фіг. 13 являє собою гістограму залежності об'ємного розподілу (%) (вісь Y) від розміру порожнин (мікрони) (вісь X) у панелі сухої штукатурки 2D, виготовленої з піноутворювачем, модифікованим 1 % октанола, як описано в Прикладі 2 в даному документі.

#### ДОКЛАДНИЙ ОПИС СУТНОСТІ ВІНАХОДУ

[0030] У варіантах реалізації даного винаходу пропонується модифікатор піни для використання у цементуючих суспензіях (наприклад, гіпсових або цементних суспензіях) та у пов'язаних з ними виробках і способах. Модифікатор піни являє собою жирний спирт, дію якого, не бажаючи бути пов'язаними будь-якою конкретною теорією, вважають такою, що полягає у стабілізації піни. Гіпсові та цементні суспензії можуть являти собою складні системи з матеріалами різних типів та кількостей. Інгредиенты суспензії привносять напругу в піну, що примушує руйнуватися пухирці піни, в результаті чого погіршується контроль розподілу розмірів повітряних порожнин. Неочікувано винахідники виявили, що введення жирного спирту з піноутворювачем, наприклад, у готову суміш для приготування піни може спричинити покращення стабільності піни, таким чином дозволяючи краще контролювати розмір і розподіл

(повітряних) порожнин піни. Завдяки формуванню такої стійкої пінної системи, у деяких таких варіантах реалізації винаходу контрольована структура серцевини може призвести до покращення міцності панелі, яке помітне, наприклад, за покращеним опором витягуванню гвіздків (що іноді називають просто "витягування гвіздків"), твердості серцевини, тощо. У деяких

варіантах реалізації винаходу панель має підвищену міцність у порівнянні з такою ж панеллю, виготовленою без жирного спирту. Розподіл розмірів повітряних порожнин структури серцевини можна регулювати індивідуально за бажанням, наприклад, отримуючи середній діаметр порожнин, який може бути більшим або меншим, наприклад, містити більші повітряні порожнини або менші повітряні порожнини, що можна визначити заздалегідь.

[0031] Жирний спирт може бути використаний з піноутворювачем будь-якого відповідного складу, що використовується для утворення піни в гіпсових суспензіях. Відповідні піноутворювачі вибирають так, щоб вони утворювали повітряні порожнини в готовому виробі, що можуть зменшити масу серцевини панелі. у деяких варіантах реалізації винаходу піноутворювач містить стабільне мило, нестабільне мило або комбінацію стабільного та

нестабільного мила. У деяких варіантах реалізації винаходу один компонент піноутворювача являє собою стабільне мило, а інший компонент являє собою комбінацію стабільного мила та нестабільного мила. У деяких варіантах реалізації винаходу піноутворювач містить алкілсульфатну поверхнево-активну речовину.

[0032] У торгівлі наявні багато комерційно відомих піноутворювачів, які можна використовувати відповідно до варіантів реалізації даного винаходу, таких як лінія HYONIC (наприклад, 25AS) мильних продуктів від компанії GEO Specialty Chemicals, Ambler, PA. Інші комерційно доступні мила включають Polystep B25 від Stepan Company, Northfield, Illinois. Піноутворювачі, описані в даному документі, можуть бути використані окремо або в комбінації з іншими піноутворювачами.

[0033] Деякі типи нестабільного мила відповідно до варіантів реалізації даного винаходу являють собою алкілсульфатні поверхнево-активні речовини з різною довжиною ланцюга та різними катіонами. Відповідною довжиною ланцюга може бути, наприклад, C<sub>8</sub>-C<sub>12</sub>, наприклад, C<sub>8</sub>-C<sub>10</sub> або C<sub>10</sub>-C<sub>12</sub>. Відповідні катіони включають, наприклад, натрій, амоній, магній або калій. Приклади нестабільного мила включають, наприклад, додецилсульфат натрію, додецилсульфат магнію, децилсульфат натрію, додецилсульфат амонію, додецилсульфат калію, децилсульфат калію, октилсульфат натрію, децилсульфат магнію, децилсульфат амонію, їх суміші та будь-які їх комбінації.

[0034] Деякі типи стабільного мила відповідно до варіантів реалізації даного винаходу являють собою алкоксильовані (наприклад, етоксильовані) алкілсульфатні поверхнево-активні речовини з різною (як правило, більшою) довжиною ланцюга та різними катіонами. Відповідною довжиною ланцюга може бути, наприклад, C<sub>10</sub>-C<sub>14</sub>, наприклад, C<sub>12</sub>-C<sub>14</sub> або C<sub>10</sub>-C<sub>12</sub>. Відповідні катіони включають, наприклад, натрій, амоній, магній або калій. Приклади стабільного мила включають, наприклад, лауретсульфат натрію, лауретсульфат калію, лауретсульфат магнію, лауретсульфат амонію, їх суміші та будь-які їх комбінації. У деяких варіантах реалізації винаходу можуть бути використані будь-які комбінації стабільного та нестабільного мила з цих переліків.

[0035] Приклади комбінацій піноутворювачів та їх добавок для виготовлення виробів зі спіненого гіпсу описані в патенті США 5,643,510, що включений в даний документ за посиланням. Наприклад, можуть бути поєднані перший піноутворювач, який утворює стабільну піну, та другий піноутворювач, який утворює нестабільну піну. У деяких варіантах реалізації винаходу перший піноутворювач являє собою мило з довжиною алкільного ланцюга 8-12 атомів вуглецю та довжиною ланцюга алкоксильованої (наприклад, етоксильованої) групи 1-4 одиниць. Другий піноутворювач за вибором являє собою неалкоксильоване (наприклад, неетоксильоване) мило з довжиною алкільного ланцюга 6-20 атомів вуглецю, наприклад, 6-18 атомів вуглецю або 6-16 атомів вуглецю. Регулювання відповідних кількостей цих двох типів мила дозволяє контролювати структуру піни панелі до досягнення близько 100 % стабільного мила або близько 100 % нестабільного мила.

[0036] У деяких варіантах реалізації винаходу піноутворювач має форму алкілсульфату і/або алкілефірсульфату. Такі піноутворювачі мають перевагу над олефіновими, такими як олефісульфати, оскільки олефіни містять подвійні зв'язки, як правило перед молекулою, таким чином надаючи їм небажану підвищену реактивність, навіть коли вони мають форму мила. Таким чином, переважно піноутворювач містить алкілсульфат і/або алкілефірсульфат, але по суті вільний від олефінів (наприклад, олефісульфатів) і/або алкінів. По суті, піноутворювач, вільний від олефінів або алкінів, означає, що він містить (i) 0 ваг. % за вагою алебастру або не містить олефінів і/або алкінів або (ii) містить неефективну або (iii) неістотну кількість олефінів

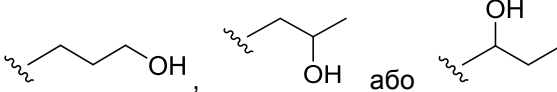
і/або алкінів. Прикладом неефективної кількості є кількість, менша граничної кількості для досягнення передбаченої мети використання олефінового і/або алкінового піноутворювача, що буде зрозуміло спеціалістові в даній області. Неістотна кількість може бути наприклад, менше близько 0,001 % ваг., наприклад, менше близько 0,005 % ваг., менше близько 0,001 % ваг., менше близько 0,0001 % ваг., тощо, на основі ваги алебастру, що буде зрозуміло спеціалістові в даній області.

[0037] Піноутворювач вводять у гіпсову суспензію в будь-якій відповідній кількості. Наприклад, у деяких варіантах реалізації винаходу його вводять у кількості від близько 0,01 % до близько 0,25 % від ваги алебастру, наприклад, від близько 0,01 % до близько 0,1 % від ваги алебастру, від близько 0,01 % до близько 0,03 % від ваги алебастру або від близько 0,07 % до близько 0,1 % від ваги алебастру.

[0038] Жирний спирт може бути будь-яким відповідним аліфатичним жирним спиртом. Слід розуміти, що за визначенням у всьому даному документі "аліфатичний" означає алкіловий, алкеніловий або алкініловий, він може бути заміщеним або незаміщеним, розгалуженим або нерозгалуженим і насиченим або ненасиченим, та стосовно деяких варіантів реалізації винаходу відзначається вуглецевими ланцюгами, зазначеними в даному документі, наприклад,  $C_x-C_y$ , де  $x$  та  $y$  являють собою цілі числа. Таким чином, термін аліфатичний також відноситься до ланцюгів з гетероатомним заміщенням, що зберігає гідрофобність групи. Жирний спирт може являти собою одну сполуку або може являти собою поєднання двох або більше сполук.

[0039] У деяких варіантах реалізації винаходу жирний спирт являє собою жирний спирт  $C_6-C_{20}$ , наприклад, жирний спирт  $C_{10}-C_{20}$  або жирний спирт  $C_6-C_{16}$  (наприклад, аліфатичний жирний спирт  $C_6-C_{14}$ ,  $C_6-C_{12}$ ,  $C_6-C_{10}$ ,  $C_6-C_8$ ,  $C_8-C_{16}$ ,  $C_8-C_{14}$ ,  $C_8-C_{12}$ ,  $C_8-C_{10}$ ,  $C_{10}-C_{16}$ ,  $C_{10}-C_{14}$ ,  $C_{10}-C_{12}$ ,  $C_{12}-C_{16}$ ,  $C_{12}-C_{14}$  або  $C_{14}-C_{16}$ , тощо). Приклади включають октанол, деканол, додеканол, тощо або будь-які їх комбінації.

[0040] Жирний спирт  $C_6-C_{20}$  містить лінійний або розгалужений вуглецевий ланцюг  $C_6-C_{20}$  і принаймні одну гідроксильну групу. Гідроксильна група може бути приєднана у будь-якій відповідній позиції вуглецевого ланцюга, але переважно до кінцевого атома вуглецю або поряд з ним. У деяких варіантах реалізації винаходу гідроксильна група може бути приєднана у позиції  $\alpha$ ,  $\beta$  або  $\gamma$  вуглецевого ланцюга, наприклад, жирний спирт  $C_6-C_{20}$  може містити наступні

структурні одиниці: . Таким чином, прикладами бажаного жирного спирту відповідно до деяких варіантів реалізації даного винаходу є 1-додеканол, 1-ундеканол, 1-деканол, 1-нонанол, 1-октанол або будь-яка їх комбінація.

[0041] У деяких варіантах реалізації винаходу стабілізатор піни містить жирний спирт і є по суті вільним від алкіламідів жирних кислот або таурідів карбонових кислот. У деяких варіантах реалізації винаходу стабілізатор піни є по суті вільним від гліколів, але гліколі можуть бути присутні у деяких варіантах реалізації винаходу, наприклад, щоб дозволити більший вміст поверхнево-активної речовини. По суті, стабілізатор піни, вільний від будь-якого зі згаданих раніше інгредієнтів, означає, що він містить (i) 0 % ваг. за вагою будь-якого з цих інгредієнтів або (ii) містить неефективну або (iii) неістотну кількість будь-якого з цих інгредієнтів. Прикладом неефективної кількості є кількість, менша граничної кількості для досягнення передбаченої мети використання будь-якого з цих інгредієнтів, що буде зрозуміло спеціалістові в даній області. Неістотна кількість може бути наприклад, менше близько 0,0001 % ваг., наприклад, менше близько 0,00005 % ваг., менше близько 0,00001 % ваг., менше близько 0,000001 % ваг., тощо, на основі ваги алебастру, що буде зрозуміло спеціалістові в даній області.

[0042] Жирний спирт може бути присутнім у гіпсовій суспензії у будь-якій відповідній кількості. У деяких варіантах реалізації винаходу жирний спирт присутній у кількості від близько 0,0001 % до близько 0,03 % від ваги алебастру, наприклад, від близько 0,0001 % до близько 0,001 % від ваги алебастру, від близько 0,0002 % до близько 0,0075 % від ваги алебастру, від близько 0,0001 % до близько 0,003 % від ваги алебастру або від близько 0,0005 % до близько 0,001 % від ваги алебастру.

[0043] У переважних варіантах реалізації винаходу для підвищення ефективності піноутворювач, воду піни та жирний спирт поєднують перед додаванням до гіпсової суспензії. Така підготовка дозволяє жирному спирту діяти безпосередньо з піною, забезпечуючи бажаний ефект стабілізації, а не розбавляти його в гіпсовій суспензії, щоб він конкурував з іншими компонентами суспензії у доступі до пухирців піни.

[0044] Жирний спирт може бути доданий до піноутворювача та як правило розчиняється. Оскільки жирні спирти є як правило нерозчинними у воді, їх додають до мила та спочатку розчиняють перед утворенням піни у деяких варіантах реалізації винаходу. Жирний спирт може

бути розчинений у стабільних або нестабільних піноутворювачах відповідно до варіантів реалізації даного винаходу. У деяких варіантах реалізації винаходу перший піноутворювач з розчиненим жирним спиртом потім змішують з іншим піноутворювачем (наприклад, стабільний піноутворювач з розчиненим жирним спиртом змішують з нестабільним піноутворювачем або

5 нестабільний піноутворювач з розчиненим жирним спиртом змішують зі стабільним піноутворювачем).  
 [0045] Будь-яка ефективна вагова пропорція між поверхнево-активною речовиною (піноутворювачем) та жирними спиртами може бути використана у кінцевій суміші піноутворювача та жирного спирту перед додаванням до гіпсової суспензії. Наприклад,

10 піноутворювач може бути присутнім відносно жирного спирту у ваговій пропорції від близько 5000:1 до близько 5:1, наприклад, від близько 5000:1 до близько 1000:1, від близько 500:1 до близько 100:1 або від близько 500:1 до близько 10:1. Для ілюстрації, в одному варіанті реалізації винаходу типова кінцева суміш піноутворювача та жирного спирту має 30 % поверхнево-активних речовин та 1 % жирних спиртів за вагою, а решту суміші складає вода.

15 [0046] Піноутворювач та жирний спирт можна змішувати в контейнері шляхом перемішування (збовтування, струшування). Додатковий піноутворювач можна додавати шляхом нагнітання. Відповідно до переважних варіантів реалізації винаходу піна утворюється заздалегідь і стабілізується заздалегідь перед її введенням у цементуючу суспензію. Не

20 бажаючи бути пов'язаними теорією, вважається, що утворюється тонка плівка поверхнево-активної речовини, модифікована жирним спиртом, перед її змішуванням з цементуючою суспензією. Попереднє утворення піни включає змішування з високою швидкістю стислого повітря з мильним розчином. Ця попередня підготовка піноутворювача має переваги, оскільки вона утворює піну, на відміну від систем, які лише вводять деяку кількість повітря під час перемішування без отримання піни. Ці системи введення повітря лише додають пухирці шляхом

25 простого перемішування суспензії, що містить деяку кількість мила. Піну можна відрізнити від таких змішаних пухирцевих систем, оскільки розмір пухирців утвореної заздалегідь піни є більш рівномірним, і його можна контролювати.

[0047] Після поєднання суміші композиції піноутворювача з жирним спиртом утворюється піна, яку потім додають (наприклад, нагнітають) у суспензію. Способи та пристрої для утворення

30 піни є широко відомими. Дивіться, наприклад, патенти США 4,518,652; 2,080,009 і 2,017,022. Піна може бути утворена заздалегідь з суміші піноутворювача та жирного спирту на водній основі. Наприклад, кінцева композиція поєднання піноутворювача та жирного спирту може бути спрямована через пристрої регулювання дози до обладнання для утворення піни. Один спосіб отримання піни полягає у використанні генератора піни, який перемішує мильний розчин з

35 повітрям. Може бути використаний будь-який спосіб перемішування, що поєднує мило з повітрям, який спричиняє утворення пухирців, в тому числі струшування, турбулентний потік або перемішування. Наприклад, обладнання для утворення піни може включати перемішування стислого повітря та розчину поверхнево-активної речовини для утворення піни. Кількість води та повітря контролюють для утворення піни певної щільності. Регулювання об'єму піни

40 використовують для контролю загальної ваги сухого виробу.

[0048] Якщо бажано, суміш піноутворювачів може бути змішана заздалегідь "в автономному режимі", тобто, окремо від процесу виготовлення виробу зі спіненого гіпсу. Проте, бажано змішувати перший та другий піноутворювачі одночасно та безперервно у вигляді складової "оперативної" частини процесу перемішування. Це можна виконувати, наприклад, шляхом

45 перекачування окремих потоків різних піноутворювачів та поєднання цих потоків у генераторі піни, що застосовується для утворення потоку піни на водній основі, який потім вводять у суспензію випаленого гіпсу та перемішують з нею, або безпосередньо перед ним. Шляхом змішування цим способом можна просто та ефективно регулювати пропорцію першого та другого піноутворювачів у суміші (наприклад, шляхом зміни швидкості одного або обох окремих

50 потоків) для досягнення бажаних характеристик порожнин у виробі зі спіненого затверділого гіпсу. Таке регулювання буде виконуватися у відповідь на перевірку кінцевого виробу для визначення необхідності такого регулювання. Подальший опис такого "оперативного" змішування можна знайти у патентах США 5,643,510 і 5,683,635, включених за посиланням.

[0049] Суспензію та утворену заздалегідь піну можна поєднати, щоб отримати спінену гіпсову композицію. Один спосіб поєднання гіпсової суспензії та утвореної заздалегідь піни полягає у підвищенні тиску піни та її нагнітанні у суспензію. Принаймні один варіант реалізації

55 винаходу використовує пінне кільце для розподілу піни. Пінне кільце являє собою профільований пристрій, що дозволяє суспензії протікати крізь себе. Воно містить одну або більше форсунок або щілин, що випускають піну під тиском у суспензію, коли суспензія проходить крізь кільце. Використання пінного кільця описане в патенті США 6,494,609, що

60



включений в даний документ за посиланням. Інший спосіб поєднання піни та суспензії полягає в додаванні піни безпосередньо в змішувач. В одному варіанті реалізації винаходу пінне кільце або інший пристрій нагнітання піни орієнтований з можливістю нагнітання піни у випускний трубопровід змішувача. Цей процес описаний у патенті США № 5,683,635, що належить тому ж

5 правовласникові, який включений за посиланням. Незалежно від способу утворення або введення піни у суспензію, важлива особливість даного способу полягає в тому, що жирний спирт поєднують або додають у деякий момент отримання або утворення піни до її введення у суспензію. Гіпсову композицію формують, утворюючи гіпсову серцевину.

[0050] Матрицю гіпсових кристалів затверділої гіпсової серцевини, утвореної в режимі з жирним спиртом та піноутворювачем за даним винаходом можна регулювати індивідуально, щоб отримати будь-який бажаний розподіл розміру пор. Використання мила відрізняється від одного виробу до іншого, залежно від бажаного розміру та розподілу порожнин, що буде зрозуміло спеціалістові в даній області. Технології регулювання розмірів порожнин за бажанням добре відомі та будуть зрозумілі спеціалістові в даній області. Дивіться, наприклад,

10 патент 5,643,510 і US 2007/0048490. Наприклад, розподіл розміру порожнин серцевини зі спіненого гіпсу можна точно контролювати шляхом регулювання концентрації мила в мильній суміші на водній основі. Після виготовлення серцевини зі спіненого гіпсу огляд внутрішньої частини гіпсової серцевини виявляє структуру порожнин. Розподіл розмірів порожнин змінюють шляхом зміни концентрації мила у порівнянні з початковою або попередньою концентрацією.

20 Якщо внутрішня частина має надто велику фракцію маленьких порожнин, концентрацію мила у мильній суміші на водній основі можна зменшити. Якщо надто багато дуже великих, видовжених або неправильних порожнин, концентрацію мила можна збільшити. Хоча оптимальний розподіл розмірів порожнин може відрізнятися залежно від виробу, розташування або використаної сировини, цю технологію процесу можна використовувати для наближення до бажаного розподілу розмірів порожнин, незалежно від того, як він визначається. У багатьох варіантах реалізації винаходу бажаним розподілом розмірів порожнин є такий, що дає серцевину високої міцності для гіпсової композиції, що використовується.

[0051] Наприклад, у деяких таких варіантах реалізації винаходу серцевина із затверділого гіпсу містить повітряні порожнини, що мають середній діаметр повітряних порожнин відносно

30 великих повітряних порожнин, наприклад, середній діаметр повітряних порожнин принаймні близько 100 мікрон, середній діаметр повітряних порожнин принаймні близько 150 мікрон, середній діаметр повітряних порожнин принаймні близько 200 мікрон, середній діаметр повітряних порожнин принаймні близько 250 мікрон, середній діаметр повітряних порожнин принаймні близько 300 мікрон або середній діаметр повітряних порожнин принаймні близько

35 350 мікрон, тощо.

[0052] У деяких варіантах реалізації винаходу серцевина із затверділого гіпсу містить повітряні порожнини, що мають середній діаметр повітряних порожнин відносно малих повітряних порожнин, наприклад, середній діаметр повітряних порожнин менше близько 100 мікрон, середній діаметр повітряних порожнин менше близько 90 мікрон, середній діаметр

40 повітряних порожнин менше близько 80 мікрон, середній діаметр повітряних порожнин менше близько 70 мікрон, середній діаметр повітряних порожнин менше близько 60 мікрон або середній діаметр повітряних порожнин менше близько 50 мікрон, тощо.

[0053] У деяких варіантах реалізації винаходу матриця гіпсових кристалів має розподіл розмірів пор, що містять повітряні порожнини, при якому найбільш часто зустрічаються повітряні порожнини розміром близько 100 мікрон або менше у діаметрі, близько 80 мікрон або менше,

45 близько 70 мікрон або менше або близько 50 мікрон або менше. В інших варіантах реалізації винаходу матриця гіпсових кристалів має розподіл розмірів пор, що містять повітряні порожнини, при якому найбільш часто зустрічаються повітряні порожнини розміром принаймні близько 100 мікрон у діаметрі, наприклад, принаймні близько 150 мікрон у діаметрі, принаймні

50 близько 200 мікрон, тощо.

[0054] У деяких варіантах реалізації винаходу для підвищення міцності серцевина із затверділого гіпсу містить значний об'єм порожнин, що займають великі порожнини, тобто, такі, що мають діаметр принаймні близько 100 мікрон. Наприклад, у деяких таких варіантах реалізації винаходу принаймні близько 20 % загального об'єму порожнин серцевини із затверділого гіпсу займають порожнини, що мають діаметр принаймні близько 100 мікрон,

55 наприклад, принаймні близько 30 % загального об'єму порожнин серцевини із затверділого гіпсу, принаймні близько 40 % загального об'єму порожнин серцевини із затверділого гіпсу, принаймні близько 50 % загального об'єму порожнин серцевини із затверділого гіпсу, принаймні близько 60 % загального об'єму порожнин серцевини із затверділого гіпсу, принаймні близько

60 70 % загального об'єму порожнин серцевини із затверділого гіпсу, принаймні близько 80 %

загального об'єму порожнин серцевини із затверділого гіпсу або принаймні близько 90 % загального об'єму порожнин серцевини із затверділого гіпсу. Для посилення зменшення ваги зі збереженням міцності у деяких варіантах реалізації винаходу менші, як правило, розділені повітряні порожнини з високою частотою, тобто, такі, що мають діаметр менше близько 100 мікрон, і/або мають діаметр менше близько 50 мікрон, можуть бути розташовані між великими порожнинами. У деяких варіантах реалізації винаходу повітряні порожнини розміру, що зустрічається найбільш часто, мають діаметр близько 100 мікрон або менше, близько 80 мікрон або менше, близько 70 мікрон або менше або близько 50 мікрон або менше, і у той же час частка об'єму порожнин, що займають повітряні порожнини, які мають діаметр принаймні близько 100 мікрон, може бути будь-якою згідно з будь-яким відсотком об'єму, зазначеним вище. У деяких варіантах реалізації винаходу розподіл повітряних порожнин є відносно вузьким, що може бути охарактеризовано шляхом аналізу мікроскопічних зображень або інших зображень структури серцевини.

[0055] У тому значенні, щ використовується в даному документі, середній розмір повітряних порожнин (що також називається середнім діаметром повітряних порожнин) розраховують за найбільшим діаметром окремих повітряних порожнин у серцевині. Найбільший діаметр є таким же, як діаметр Фере. Найбільший діаметр кожної повітряної порожнини можна отримати із зображення зразка. Зображення можна отримати за допомогою будь-якої відповідної технології, такої як скануюча електронна мікроскопія (СЕМ), що надає двовимірні зображення. На зображенні СЕМ можна виміряти велику кількість розмірів порожнин, так що випадковість поперечних перерізів (пор) порожнин може представити середній діаметр. Отримання результатів вимірювань порожнин на кількох зображеннях, у випадковому порядку розташованих у серцевині зразка, може покращити цей розрахунок. Крім того, побудова тривимірної стереологічної моделі серцевини на основі кількох двовимірних зображень СЕМ може також покращити розрахунок середнього розміру порожнин. Іншою технологією є аналіз сканування рентгенівської комп'ютерної томографії (РКТ), що надає тривимірне зображення. Іншою технологією є оптична мікроскопія, в якій контрастність освітлення може бути використана з метою визначення, наприклад, глибини порожнин. Порожнини можна вимірювати вручну або за допомогою програмного забезпечення аналізу зображень, наприклад, ImageJ, розробленого компанією NIH. Спеціаліст у даній області зрозуміє, що визначення вручну розмірів порожнин та їх розподілу за зображеннями можна виконати шляхом візуального спостереження розмірів кожної порожнини. Зразок можна отримати шляхом розрізання гіпсокартонної панелі.

[0056] Порожнини з водяною парою, що як правило являють собою порожнини близько 5 мкм або менше в діаметрі, також належать до порожнин разом зі згаданими раніше повітряними (пінними) порожнинами. У деяких варіантах реалізації винаходу відношення об'єму порожнин з розміром пор більше близько 5 мікрон до порожнин з розміром пор близько 5 мікрон або менше становить від близько 0,5:1 до близько 9:1, наприклад, від близько 0,7:1 до близько 9:1, від близько 0,8:1 до близько 9:1, від близько 1,4:1 до близько 9:1, від близько 1,8:1 до близько 9:1, від близько 2,3:1 до близько 9:1, від близько 0,7:1 до близько 6:1, від близько 1,4:1 до близько 6:1, від близько 1,8:1 до близько 6:1, від близько 0,7:1 до близько 4:1, від близько 1,4:1 до близько 4:1, від близько 1,8:1 до близько 4:1, від близько 0,5:1 до близько 2,3:1, від близько 0,7:1 до близько 2,3:1, від близько 0,8:1 до близько 2,3:1, від близько 1,4:1 до близько 2,3:1, від близько 1,8:1 до близько 2,3:1, тощо.

[0057] Не бажаючи бути пов'язаними будь-якою конкретною теорією, вважається, що жирний спирт підвищує стабільність пухирців піни, утвореної піноутворювачем, коли піна введена в гіпсову суспензію (що іноді називається алебастровою суспензією). Також вважається, що пухирці піни утворюють зовнішню оболонку на поверхні розділу з оточуючою гіпсовою суспензією. Вважається, що жирний спирт зміцнює та стабілізує цю оболонку на поверхні розділу, таким чином забезпечуючи покращений контроль розподілу та розміру порожнин. На додаток, завдяки підвищеній стабільності, менше пухирців піни руйнується, і таким чином менше піноутворювача необхідно у деяких варіантах реалізації винаходу для досягнення такого ж бажаного зменшення ваги панелі у порівнянні з такою ж панеллю, виготовленою без жирного спирту. Крім того, вважається, що піноутворювач утворює міцели. У цьому відношенні піноутворювачі як правило являють собою поверхнево-активні речовини з гідрофобними хвостами та гідрофільними головами. Жирні спирти можуть включатися в міцели поверхнево-активної речовини так, що гідрофобні області поверхнево-активних речовин і жирних спиртів є суміжними одна до одної, захищаючи пухирці піни шляхом гідрофобної взаємодії між гідрофобними областями.

[0058] Гіпсова суспензія містить воду та алебастр. Алебастр будь-якого відповідного типу може бути використаний у гіпсовій суспензії, в тому числі альфа-напівводяний сульфат кальцію, бета-напівводяний сульфат кальцію, безводний сульфат кальцію. Алебастр може бути волокнистим або неволокнистим. Варіанти реалізації даного винаходу можуть передбачати

5 будь-яке відповідне відношення води та алебастру (ВВА). У деяких таких варіантах реалізації винаходу ВВА становить від близько 0,3 до близько 1,5, наприклад, від близько 0,3 до близько 1,3, від близько 0,3 до близько 1,2, від близько 0,3 до близько 1, від близько 0,3 до близько 0,8, від близько 0,5 до близько 1,5, від близько 0,5 до близько 1,3, від близько 0,5 до близько 1,2, від близько 0,5 до близько 1, від близько 0,5 до близько 0,8, від близько 0,7 до близько 1,5, від

10 близько 0,7 до близько 1,3, від близько 0,7 до близько 1,2, від близько 0,7 до близько 1, від близько 0,8 до близько 1,5, від близько 0,8 до близько 1,3, від близько 0,8 до близько 1,2, від близько 0,8 до близько 1, від близько 0,9 до близько 1,5, від близько 0,9 до близько 1,3, від близько 0,9 до близько 1,2, від близько 1 до близько 1,5, від близько 1 до близько 1,4, від близько 1 до близько 1,2, тощо.

15 [0059] Неочікувано виявилось, що покращена стабільність порожнин піни та пов'язані з нею отримані переваги, описані в даному документі, можуть бути досягнені навіть у присутності різноманітних добавок та кількостей гіпсової суспензії, що використовуються для утворення серцевини панелі. Сама покращена модифікована попередня пінна суміш, що містить піноутворювач та жирний спирт відповідно до варіантів реалізації даного винаходу, може бути

20 використана для виготовлення гіпсових виробів різних типів, в тому числі ультра-легких панелей, стійких до дії плісняви та води панелей і вогнестійких виробів.

[0060] Гіпсова суспензія може містити прискорювачі або сповільнювачі, відомі в даній області техніки, що регулюють швидкість твердіння. Прискорювач може мати різні форми (наприклад, вологий гіпсовий прискорювач, теплостійкий прискорювач і кліматично

25 стабілізований прискорювач). Дивіться, наприклад, патенти 3,573,947 та 6,409,825. У деяких варіантах реалізації винаходу, які містять прискорювач і/або сповільнювач, прискорювач і/або сповільнювач може бути присутній в алебастровій суспензії для формування серцевини панелі в кількості у перерахунку на суху речовину, наприклад, від близько 0 % до близько 10 % від ваги алебастру (наприклад, від близько 0,1 % до близько 10 %), наприклад, від близько 0 % до

30 близько 5 % від ваги алебастру (наприклад, від близько 0,1 % до близько 5 %).

[0061] У гіпсовій суспензії можуть міститися інші добавки, що надають бажані властивості, в тому числі вологу міцність, стійкість до провисання, водостійкість, стійкість до дії плісняви, вогнестійкість, теплові властивості, міцність панелі, тощо. Приклади відповідних добавок включають, наприклад, добавки для міцності, такі як крохмаль диспергатор, поліфосфат,

35 частинки з високим коефіцієнтом розширення, тепловідвідні добавки, волокна, силоксан, оксид магнію, тощо або будь-які їх комбінації. Термін "добавка" в однині використовується в даному документі для зручності, але зрозуміло, що він охоплює також множину, тобто, більше однієї добавки в комбінації, що буде зрозуміло спеціалістові в даній області.

[0062] У деяких варіантах реалізації винаходу гіпсова суспензія містить крохмаль, який є ефективним для збільшення міцності гіпсокартонної панелі відносно міцності панелі без крохмалю (наприклад, за збільшеним опором витягуванню гвіздка). Може бути використаний

40 будь-який крохмаль, що підвищує міцність, в тому числі гідроксиалкильовані крохмалі, такі як гідроксиетилловий або гідроксипропіловий крохмаль або їх поєднання, або пептизовані крохмалі, яким як правило надають перевагу над кислотно-модифікуючими мігруючими крохмалю, які, як правило, забезпечують посилення зв'язку між папером та серцевиною, але не підвищення

45 міцності серцевини. Будь-який відповідний пептизований крохмаль може бути включений у посилюючу добавку, як описано в документах US 2014/0113124 A1 та US 2015/0010767-A1, що включають способи їх виготовлення та бажані діапазони в'язкості, описані в цих документах.

[0063] Якщо він включений, пептизований крохмаль може мати будь-яку відповідну в'язкість.

50 У деяких варіантах реалізації винаходу пептизований крохмаль являє собою крохмаль середнього діапазону в'язкості, що вимірюється за способом VMA, відомим в даній області техніки, описаним у документі US 2014/0113124 A1, спосіб VMA включений у даний документ за посиланням. Бажані пептизовані крохмалі відповідно до деяких варіантів реалізації винаходу можуть мати в'язкість середнього діапазону згідно зі способом VMA, що вимірюється у 15 ваг. %

55 розчині крохмалю у воді, від близько 20 сантипуаз до близько 700 сантипуаз, наприклад, від близько 20 сантипуаз до близько 600 сантипуаз, від близько 20 сантипуаз до близько 500 сантипуаз, від близько 20 сантипуаз до близько 400 сантипуаз, від близько 20 сантипуаз до близько 300 сантипуаз, від близько 20 сантипуаз до близько 200 сантипуаз, від близько 20 сантипуаз до близько 100 сантипуаз, від близько 30 сантипуаз до близько 700

60 сантипуаз, від близько 30 сантипуаз до близько 600 сантипуаз, від близько 30 сантипуаз до

близько 500 сантипуаз, від близько 30 сантипуаз до близько 400 сантипуаз, від близько 30 сантипуаз до близько 300 сантипуаз, від близько 30 сантипуаз до близько 200 сантипуаз, від близько 30 сантипуаз до близько 100 сантипуаз, від близько 50 сантипуаз до близько 700 сантипуаз, від близько 50 сантипуаз до близько 600 сантипуаз, від близько 50 сантипуаз до близько 500 сантипуаз, від близько 50 сантипуаз до близько 400 сантипуаз, від близько 50 сантипуаз до близько 300 сантипуаз, від близько 50 сантипуаз до близько 200 сантипуаз, від близько 50 сантипуаз до близько 100 сантипуаз, від близько 70 сантипуаз до близько 700 сантипуаз, від близько 70 сантипуаз до близько 600 сантипуаз, від близько 70 сантипуаз до близько 500 сантипуаз, від близько 70 сантипуаз до близько 400 сантипуаз, від близько 70 сантипуаз до близько 300 сантипуаз, від близько 70 сантипуаз до близько 200 сантипуаз, від близько 70 сантипуаз до близько 100 сантипуаз, від близько 100 сантипуаз до близько 700 сантипуаз, від близько 100 сантипуаз до близько 600 сантипуаз, від близько 100 сантипуаз до близько 500 сантипуаз, від близько 100 сантипуаз до близько 400 сантипуаз, від близько 100 сантипуаз до близько 300 сантипуаз, від близько 100 сантипуаз до близько 200 сантипуаз, тощо. Відповідно до деяких варіантів реалізації винаходу, пептизований крохмаль може бути виготовлений у вигляді екструдованого крохмалю, наприклад, коли крохмаль готують шляхом пептизації та кислотної модифікації за один етап в екструдері, як описано в документі US 2015/0010767-A1, цей спосіб екструзії включений в даний документ за посиланням.

[0064] Якщо він включений, крохмаль може бути присутнім у будь-якій відповідній кількості. У деяких варіантах реалізації винаходу крохмаль присутній у гіпсовій суспензії в кількості від близько 0 % до близько 20 % від ваги алебастру, наприклад, від близько 0 % до близько 15 % від ваги алебастру, від близько 0 % до близько 10 % від ваги алебастру, від близько 0,1 % до близько 20 % від ваги алебастру, від близько 0,1 % до близько 15 % від ваги алебастру, від близько 0,1 % до близько 10 % від ваги алебастру, від близько 0,1 % до близько 6 % від ваги алебастру, від близько 0,3 % до близько 4 % від ваги алебастру, від близько 0,5 % до близько 4 % від ваги алебастру, від близько 0,5 % до близько 3 % від ваги алебастру, від близько 0,5 % до близько 2 % від ваги алебастру, від близько 1 % до близько 4 % від ваги алебастру, від близько 1 % до близько 3 % від ваги алебастру, від близько 1 % до близько 2 % від ваги алебастру, тощо.

[0065] Гіпсова суспензія може не обов'язково містити принаймні один диспергатор, що підвищує текучість у деяких варіантах реалізації винаходу. Диспергатори можна вводити в алебастрову суспензію в сухій формі з іншими сухими інгредієнтами і/або в рідкій формі з іншими рідкими інгредієнтами. Приклади диспергаторів включають нафталінсульфонати, такі як полінафталінсульфонова кислота та її солі (полінафталінсульфонати) та похідні, які є продуктами конденсації нафталінсульфонової кислоти та формальдегіду; а також полікарбоксилатні диспергатори, такі як ефіри полікарбонової кислоти, наприклад, диспергатори типів PCE211, PCE111, 1641, 1641F або PCE 2641, наприклад, диспергатори MELFLUX 2641F, MELFLUX 2651F, MELFLUX 1641F, MELFLUX 2500L (BASF) та COATEX Ethacryl M, що можна придбати у Coatex, Inc.; і/або лігносульфонати або сульфований лігнін. Нафталінсульфонатні диспергатори можуть бути використані для сприяння утворенню більших пухирців, а значить, більших порожнин у кінцевому виробі, а полікарбоксилати, такі як полікарбоксилатні ефіри можуть бути використані для утворення менших пухирців, а значить менших порожнин у виробі. Якщо зміни структури порожнин у виробі є бажаними під час виготовлення, таке регулювання за допомогою диспергаторів та інші зміни можуть бути внесені в процес, що буде зрозуміло спеціалістові. Лігносульфонати являють собою розчинні у воді аніонні поліелектролітні полімери, супутні продукти виробництва пульпи шляхом сульфітної варки целюлози. Одним прикладом лігніну, що використовується в практиці принципів варіантів реалізації даного винаходу, є Marasperse C-21, що можна придбати у компанії Reed Lignin Inc.

[0066] Як правило, перевага надається диспергаторам з меншою молекулярною масою. Нафталінсульфонатні диспергатори з малою молекулярною масою є кращими, оскільки вони схильні до меншої потреби у воді у порівнянні з диспергаторами високої в'язкості з високою молекулярною масою. Таким чином, перевага надається молекулярній масі від близько 3000 до близько 10000 (наприклад, від близько 8000 до близько 10000). В якості іншої ілюстрації диспергаторів типу PCE211 у деяких варіантах реалізації винаходу молекулярна маса може становити від близько 20000 до близько 60000, що дає менше сповільнення ніж у диспергаторів, що мають молекулярну масу понад 60000.

[0067] Одним прикладом нафталінсульфонату є DILOFLO, що можна придбати у компанії GEO Specialty Chemicals. DILOFLO являє собою 45 % розчин нафталінсульфонату у воді, хоча можна також легко придбати інші водні розчини, наприклад, у діапазоні від близько 35 % до близько 55 % за вагою сухої речовини. Нафталінсульфонати можуть бути використані у формі

сухої речовини або порошку, наприклад, LOMAR D, що можна придбати, наприклад, у компанії GEO Specialty Chemicals. Іншим прикладом нафталінсульфонату є DAXAD, що можна придбати у компанії GEO Specialty Chemicals.

[0068] Якщо він включений, диспергатор може бути представлений у будь-якій відповідній кількості. Наприклад, у деяких варіантах реалізації винаходу, диспергатор присутній у кількості, наприклад, від близько 0 % до близько 0,7 % від ваги алебастру, 0 % до близько 0,4 % від ваги алебастру, від близько 0,05 % до близько 5 % від ваги алебастру, від близько 0,05 % до близько 0,3 % від ваги алебастру або від близько 1 % до близько 5 % від ваги алебастру.

[0069] У деяких варіантах реалізації винаходу гіпсова суспензія може не обов'язково містити одну або більше фосфатовмісних сполук, якщо це бажано. Наприклад, фосфатовмісні компоненти, що використовуються у деяких варіантах реалізації даного винаходу, містять розчинні у воді компоненти та можуть мати форму іону, солі або кислоти, а саме конденсованих фосфорних кислот, кожна з яких містить два або більше елементів фосфорної кислоти; солей або іонів конденсованих фосфатів, кожний з яких містить два або більше фосфатних компонентів; та одноосновних солей або одновалентних іонів ортофосфатів, а також розчинної у воді ациклічної поліфосфатної солі. Дивіться, наприклад, патенти 6,342,284; 6,632,550; 6,815,049; і 6,822,033.

[0070] Фосфатні композиції, якщо вони додаються, у деяких варіантах реалізації винаходу можуть підвищувати вологу міцність, стійкість до постійної деформації (наприклад, прогину), стабільність розмірів, тощо. Можуть бути використані триметафосфатні сполуки, в тому числі, наприклад, триметафосфат натрію, триметафосфат калію, триметафосфат літію та триметафосфат амонію. Перевага надається триметафосфату натрію (ТМФН), хоча можуть бути придатними інші фосфати, в тому числі, наприклад, тетраметафосфат натрію, гексаметафосфат натрію, що мають від близько 6 до близько 27 фосфатних елементів, що повторюються, та мають молекулярну формулу  $\text{Na}_{n+2}\text{P}_n\text{O}_{3n+1}$ , в якій  $n=6-27$ , пірофосфат калію, що має молекулярну формулу  $\text{K}_4\text{P}_2\text{O}_7$ , триполіфосфат тринатрію дикалію, що має молекулярну формулу  $\text{Na}_3\text{K}_2\text{P}_3\text{O}_{10}$ , триполіфосфат натрію, що має молекулярну формулу  $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ , тетрапірофосфат натрію, що має молекулярну формулу  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ , триметафосфат алюмінію, що має молекулярну формулу  $\text{Al}(\text{PO}_3)_3$ , кислий пірофосфат натрію, що має молекулярну формулу  $\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$ , поліфосфат амонію, що має 1000-3000 фосфатних елементів, що повторюються, і має молекулярну формулу  $(\text{NH}_4)_{n+2}\text{P}_n\text{O}_{3n+1}$ , в якій  $n=1000-3000$ , або поліфосфорна кислота, що має два або більше елементів фосфорної кислоти та має молекулярну формулу  $\text{H}_{n+2}\text{P}_n\text{O}_{3n+1}$ , в якій  $n$  дорівнює двом або більше.

[0071] Якщо вона включена, фосфатовмісна сполука може бути присутня у будь-якій відповідній кількості. Для ілюстрації, у деяких варіантах реалізації винаходу фосфатовмісна сполука може бути присутня у кількості, наприклад, від близько 0,1 % до близько 1 %, наприклад, від близько 0,2 % до близько 0,4 % від ваги алебастру.

[0072] Не обов'язково може бути включена добавка, що надає водостійкості або стійкості до дії плісняви, наприклад, силосан. Якщо він включений, у деяких варіантах реалізації винаходу силосан додають переважно у формі емульсії. Потім суспензію формують та висушують в умовах, які сприяють полімеризації силосану з утворенням силіконової смоли з високим ступенем поперечних міжмолекулярних зв'язків. У гіпсову суспензію може бути доданий каталізатор, який сприяє полімеризації силосану з утворенням силіконової смоли з високим ступенем поперечних міжмолекулярних зв'язків. Як описано в патенті США 7,811,685, у деяких варіантах реалізації винаходу може бути включений оксид магнію, який діє в якості каталізатора і/або сприяє стійкості до дії плісняви і/або водостійкості. Якщо він включений, оксид магнію присутній у будь-якій відповідній кількості, наприклад, від близько 0,02 % до близько 0,1 %, наприклад, від близько 0,02 % до близько 0,04 % від ваги алебастру.

[0073] У деяких варіантах реалізації винаходу в якості силосану може бути використаний рідкий метилгідросилосан, що не містить розчинників, який продається під назвою SILRES BS 94 компанією Wacker-Chemie GmbH (Мюнхен, Німеччина). Цей продукт являє собою рідкий силосан, що не містить води або розчинників. Передбачається, що від близько 0,05 % до близько 0,5 %, наприклад, від близько 0,07 % до близько 0,14 % силосану BS 94 від ваги алебастру може бути використано в деяких варіантах реалізації винаходу. Наприклад, у деяких варіантах реалізації винаходу перевага надається використанню від близько 0,05 % до близько 0,2 %, наприклад, від близько 0,09 % до близько 0,12 % силосану від ваги сухого алебастру.

[0074] У деяких варіантах реалізації винаходу гіпсова суспензія може містити будь-яку відповідну вогнестійку добавку. Приклади відповідних вогнестійких добавок включають частинки з високим коефіцієнтом розширення, тепловідвідні добавки високої ефективності, волокна, тощо або будь-які їх комбінації, як описано в патенті США 8,323,785, опис таких добавок якого

включений у даний документ за посиланням. У деяких варіантах реалізації винаходу може бути використаний вермикуліт, тригідрат алюмінію, скловолокно та їх комбінація.

[0075] Наприклад, частинки з високим коефіцієнтом розширення, що використовуються відповідно до деяких варіантів реалізації даного винаходу, можуть проявляти збільшення об'єму після нагрівання впродовж однієї години при близько 1560 °F (близько 850 °C) близько 300 % або більше від їх первинного об'єму. У деяких варіантах реалізації винаходу можуть бути використані вермикуліти з високим коефіцієнтом розширення, які мають збільшення об'єму від близько 300 % до близько 380 % від їх первинного об'єму після перебування впродовж однієї години в камері, що має температуру близько 1560 °F (близько 850 °C). Якщо вони включені, частинки з високим коефіцієнтом розширення, наприклад, вермикуліт, можуть бути присутні у будь-якій відповідній кількості. У деяких варіантах реалізації винаходу вони присутні в кількості від близько 1 % до близько 10 %, наприклад, від близько 3 % до близько 6 % від ваги алебастру.

[0076] Тригідрат алюмінію (ТГА), також відомий як гідроксид алюмінію та гідрат окису алюмінію може збільшувати вогнестійкість завдяки своєму вмісту кристалізованої або зв'язаної води. ТГА являє собою відповідний приклад тепловідвідної добавки високої ефективності. Такі тепловідвідні добавки високої ефективності (ТВДВЕ) мають тепловідвідну здатність, що перевищує тепловідвідну здатність порівняної кількості дигідрату сульфату кальцію в діапазоні температур, що спричиняють дегідратацію та виділення водяної пари з компонента дигідрату сульфату кальцію серцевини панелі. Такі добавки як правило вибирають з композицій, таких як тригідрат алюмінію або гідроксиди інших металів, які розкладаються з виділенням водяної пари у таких же або близьких діапазонах температур, що і дигідрат сульфату кальцію. Хоча можуть бути використані інші добавки ТВДВЕ (або комбінації добавок ТВДВЕ) з підвищеною тепловідвідною здатністю відносно порівняних кількостей дигідрату сульфату кальцію, переважні добавки ТВДВЕ забезпечують достатнє збільшення ефективності відводу тепла відносно дигідрату сульфату кальцію, виключаючи будь-яке збільшення маси або інші небажані властивості добавок ТВДВЕ при використанні у гіпсових панелях, призначених для вогнестійких або інших високотемпературних застосувань. Якщо вона включена, тепловідвідна добавка, така як ТГА, присутня у будь-якій відповідній кількості. У деяких варіантах реалізації винаходу вона включена в кількості від близько 1 % до близько 8 %, наприклад, від близько 2 % до близько 4 % від ваги алебастру.

[0077] Волокна можуть включати мінеральні волокна, вуглецеві і/або скляні волокна та суміші таких волокон, а також інші порівняні волокна, що надають панелі порівняні переваги. У деяких варіантах реалізації винаходу скляні волокна включені у суспензію гіпсової серцевини та отриману кристалічну структуру серцевини. Складні волокна у деяких з таких варіантів реалізації винаходу можуть мати середню довжину від близько 0,5 до близько 0,75 дюймів (13-19 мм) та діаметр від близько 11 до близько 17 мікрон. В інших варіантах реалізації винаходу такі скляні волокна можуть мати середню довжину від близько 0,5 до близько 0,675 дюймів (13-17 мм) та діаметр від близько 13 до близько 16 мікрон. Якщо вони включені, волокна, такі як скляні волокна присутні у будь-якій відповідній кількості, наприклад, від близько 0,1 % до близько 3 %, наприклад, від близько 0,5 % до близько 1 % від ваги алебастру.

[0078] Гіпсокартон згідно з варіантами реалізації даного винаходу має застосування у багатьох різноманітних продуктах, що мають широкий діапазон бажаної щільності, в тому числі, але без обмеження, в панелях сухої штукатурки (що можуть охоплювати використання таких панелей не лише для стін, але і для стель та інших конструкцій, що зрозуміло в даній області), вогнестійких панелях, стійких до дії плісняви панелях, водостійких панелях, тощо. Вага панелі є функцією її товщини. Оскільки панелі зазвичай виготовляють різної товщини, щільність панелі використовується в контексті даного документа в якості міри ваги панелі. Приклади відповідної товщини включають 3/8 дюйма (9,525 мм), 1/2 дюйма (12,7 мм), 5/8 дюйма (15,875 мм), 3/4 дюйма (19,05 мм) або один дюйм (25,4 мм). Переваги гіпсокартону відповідно до варіантів реалізації даного винаходу можна побачити у широкому діапазоні щільності, в тому числі у панелях великої щільності, наприклад, близько 43 фунтів на кубічний фут (688,8 кг/м<sup>3</sup>) або менше, або 40 фунтів на кубічний фут (640,7 кг/м<sup>3</sup>) або менше, наприклад, від близько 17 фунтів на кубічний фут (272,3 кг/м<sup>3</sup>) до близько 43 фунтів на кубічний фут (688,8 кг/м<sup>3</sup>), від близько 20 фунтів на кубічний фут (320,4 кг/м<sup>3</sup>) до близько 43 фунтів на кубічний фут (688,8 кг/м<sup>3</sup>), від близько 24 фунтів на кубічний фут (384,4 кг/м<sup>3</sup>) до близько 43 фунтів на кубічний фут (688,8 кг/м<sup>3</sup>), від близько 27 фунтів на кубічний фут (432,5 кг/м<sup>3</sup>) до близько 43 фунтів на кубічний фут (688,8 кг/м<sup>3</sup>), від близько 20 фунтів на кубічний фут (320,4 кг/м<sup>3</sup>) до близько 40 фунтів на кубічний фут (640,7 кг/м<sup>3</sup>), від близько 24 фунтів на кубічний фут (384,4 кг/м<sup>3</sup>) до близько 40 фунтів на кубічний фут (640,7 кг/м<sup>3</sup>), від близько 27 фунтів на кубічний фут (432,5 кг/м<sup>3</sup>) до

близько 40 фунтів на кубічний фут (640,7 кг/м<sup>3</sup>), від близько 20 фунтів на кубічний фут (320,4 кг/м<sup>3</sup>) до близько 37 фунтів на кубічний фут (592,7 кг/м<sup>3</sup>), від близько 24 фунтів на кубічний фут (384,4 кг/м<sup>3</sup>) до близько 37 фунтів на кубічний фут (592,7 кг/м<sup>3</sup>), від близько 27 фунтів на кубічний фут (432,5 кг/м<sup>3</sup>) до близько 37 фунтів на кубічний фут (592,7 кг/м<sup>3</sup>), від  
 5 близько 20 фунтів на кубічний фут (320,4 кг/м<sup>3</sup>) до близько 35 фунтів на кубічний фут (560,6 кг/м<sup>3</sup>), від близько 24 фунтів на кубічний фут (384,4 кг/м<sup>3</sup>) до близько 35 фунтів на кубічний фут (560,6 кг/м<sup>3</sup>), від близько 27 фунтів на кубічний фут (432,5 кг/м<sup>3</sup>) до близько 35 фунтів на кубічний фут (560,6 кг/м<sup>3</sup>), тощо.

[0079] Як зазначено в даному документі, видалення маси з гіпсокартонної панелі призводить  
 10 до істотних складностей у компенсації супутньої втрати міцності. З урахуванням покращеної стабільності пінних порожнин деякі варіанти реалізації даного винаходу неочікувано дозволяють використовувати панелі меншої ваги з доброю міцністю і / або бажаними вогнестійкими або тепловими властивостями, меншою потребою у воді та ефективним застосуванням добавок, як описано в даному документі. Наприклад, у деяких варіантах реалізації винаходу щільність  
 15 панелі може становити від близько 17 фунтів на кубічний фут (272,3 кг/м<sup>3</sup>) до близько 35 фунтів на кубічний фут (560,6 кг/м<sup>3</sup>), наприклад, від близько 17 фунтів на кубічний фут (272,3 кг/м<sup>3</sup>) до близько 33 фунтів на кубічний фут (528,6 кг/м<sup>3</sup>), 17 фунтів на кубічний фут (272,3 кг/м<sup>3</sup>) до близько 31 фунта на кубічний фут (496,6 кг/м<sup>3</sup>), 17 фунтів на кубічний фут (272,3 кг/м<sup>3</sup>) до  
 20 близько 28 фунтів на кубічний фут (448,5 кг/м<sup>3</sup>), від близько 20 фунтів на кубічний фут (320,4 кг/м<sup>3</sup>) до близько 32 фунтів на кубічний фут (512,6 кг/м<sup>3</sup>), від близько 20 фунтів на кубічний фут (320,4 кг/м<sup>3</sup>) до близько 31 фунта на кубічний фут (496,6 кг/м<sup>3</sup>), від близько 20 фунтів на кубічний фут (320,4 кг/м<sup>3</sup>) до близько 30 фунтів на кубічний фут (480,6 кг/м<sup>3</sup>), від  
 25 близько 20 фунтів на кубічний фут (320,4 кг/м<sup>3</sup>) до близько 30 фунтів на кубічний фут (480,6 кг/м<sup>3</sup>), від близько 20 фунтів на кубічний фут (320,4 кг/м<sup>3</sup>) до близько 29 фунтів на кубічний фут (464,5 кг/м<sup>3</sup>), від близько 20 фунтів на кубічний фут (320,4 кг/м<sup>3</sup>) до близько 28 фунтів на кубічний фут (448,5 кг/м<sup>3</sup>), від близько 21 фунтів на кубічний фут (336,4 кг/м<sup>3</sup>) до  
 30 близько 33 фунтів на кубічний фут (528,6 кг/м<sup>3</sup>), від близько 21 фунтів на кубічний фут (336,4 кг/м<sup>3</sup>) до близько 32 фунтів на кубічний фут (512,6 кг/м<sup>3</sup>), від близько 21 фунтів на кубічний фут (336,4 кг/м<sup>3</sup>) до близько 33 фунтів на кубічний фут (528,6 кг/м<sup>3</sup>), від близько 21 фунтів на кубічний фут (336,4 кг/м<sup>3</sup>) до близько 31 фунта на кубічний фут (496,6 кг/м<sup>3</sup>), від близько 21 фунтів на кубічний фут (336,4 кг/м<sup>3</sup>) до близько 30 фунтів на кубічний фут (480,6 кг/м<sup>3</sup>), від близько 21 фунтів на кубічний фут (336,4 кг/м<sup>3</sup>) до близько 29 фунтів на кубічний фут (464,5 кг/м<sup>3</sup>), від близько 21 фунтів на кубічний фут (336,4 кг/м<sup>3</sup>) до  
 35 близько 28 фунтів на кубічний фут (448,5 кг/м<sup>3</sup>), від близько 21 фунтів на кубічний фут (336,4 кг/м<sup>3</sup>) до близько 29 фунтів на кубічний фут (464,5 кг/м<sup>3</sup>), від близько 24 фунтів на кубічний фут (384,4 кг/м<sup>3</sup>) до близько 33 фунтів на кубічний фут (528,6 кг/м<sup>3</sup>), від близько 24 фунтів на кубічний фут (384,4 кг/м<sup>3</sup>) до близько 32 фунтів на кубічний фут (512,6 кг/м<sup>3</sup>), від  
 40 близько 24 фунтів на кубічний фут (384,4 кг/м<sup>3</sup>) до близько 31 фунта на кубічний фут (496,6 кг/м<sup>3</sup>), від близько 24 фунтів на кубічний фут (384,4 кг/м<sup>3</sup>) до близько 30 фунтів на кубічний фут (480,6 кг/м<sup>3</sup>), від близько 24 фунтів на кубічний фут (384,4 кг/м<sup>3</sup>) до близько 29 фунтів на кубічний фут (464,5 кг/м<sup>3</sup>), від близько 24 фунтів на кубічний фут (384,4 кг/м<sup>3</sup>) до  
 45 близько 28 фунтів на кубічний фут (448,5 кг/м<sup>3</sup>) або від близько 24 фунтів на кубічний фут (384,4 кг/м<sup>3</sup>) до близько 27 фунтів на кубічний фут (432,5 кг/м<sup>3</sup>), тощо.

[0080] Покривні пластини можуть мати будь-яку відповідну форму. Слід розуміти, що  
 50 відносно покривних пластин терміни "передня" та "верхня" в даному документі використовуються взаємозамінно, і терміни "задня" та "нижня" в даному документі аналогічним чином використовуються взаємозамінно. Наприклад, покривні пластини можуть містити целюлозні волокна, скляні волокна, керамічні волокна, мінеральну вату або комбінацію згаданих  
 55 раніше матеріалів. Одна або обидві пластини можуть складатися з окремої пластини або багатьох пластин. У переважних варіантах реалізації ви целюлозні волокна. У якості задньої пластини може бути використана паперова пластина, наприклад, з манільського паперу або крафт-паперу. Використовувані покривні пластини включають Manila 7-шарові та News-Line 3-шарові або 7-шарові, що можна придбати у компанії United States Gypsum Corporation, Чикаго, Ілінойс; Grey-Back 3-шарові та Manila Ivory 3-шарові, що можна придбати у компанії International Paper, Ньюпорт, Індіана; та щільний манільський папір і папір MH Manila HT (високої міцності), що можна придбати у компанії United States Gypsum Corporation, Чикаго, Ілінойс. Прикладом паперу покривних пластин є 5-шаровий NewsLine.

[0081] Крім того, целюлозний папір може містити будь-який інший матеріал або комбінацію  
 60 матеріалів. Наприклад, одна або обидві пластини, зокрема передня (верхня) пластина, може

містити полівініловий спирт, борну кислоту або поліфосфат, описаний в даному документі (наприклад, триметафосфат натрію), що підвищує міцність паперу. У деяких варіантах реалізації винаходу папір можуть вводити в контакт з розчином одного або більше з полівінілового спирту, борної кислоти і/або поліфосфату так, щоб папір був принаймні частково змочений. У деяких варіантах реалізації винаходу папір може бути принаймні частково просочений. У деяких варіантах реалізації винаходу полівініловий спирт, борна кислота і/або борна кислота можуть проникати у волокна паперу. Кількість розчину полівінілового спирту, борної кислоти і / або поліфосфату може бути будь-якою, і його можна наносити будь-яким відповідним способом, відомим в даній області. Наприклад, розчин може бути у формі, що містить від близько 1 % до близько 5 % твердих речовин за вагою у воді кожного наявного інгредієнта між полівініловим спиртом, борною кислотою і / або поліфосфатом, які можна додавати в один розчин або, якщо це бажано, у кілька розчинів.

[0082] У деяких варіантах реалізації винаходу одна або обидві пластини можуть містити скляні волокна, керамічні волокна, мінеральну вату або комбінацію згаданих матеріалів. Одна або обидві пластини відповідно до даного винаходу можуть бути в цілому гідрофільними, тобто, пластина принаймні частково здатна поглинати молекули води на поверхні пластини і/або поглинати молекули води у пластину.

[0083] В інших варіантах реалізації винаходу покривні пластини можуть бути "по суті вільними" від скляних волокон, керамічних волокон, мінеральної вати або їх суміші, тобто, покривні пластини можуть містити (i) 0 ваг. % від ваги пластини або не містити таких скляних волокон, керамічних волокон, мінеральної вати або їх суміші або (ii) неефективну або (iii) неістотну кількість скляних волокон, керамічних волокон, мінеральної вати або їх суміші. Прикладом неефективної кількості є кількість, менша граничної кількості для досягнення передбаченої мети використання скляних волокон, керамічних волокон, мінеральної вати або їх суміші, що буде зрозуміло спеціалістові в даній області. Неістотна кількість може бути наприклад, менше близько 5 % ваг., наприклад, менше близько 2 % ваг., менше близько 1 % ваг., менше близько 0,5 % ваг., менше близько 0,2 % ваг., менше близько 0,1 % ваг. або менше близько 0,01 % ваг. від ваги алебастру, що буде зрозуміло спеціалістові в даній області. Проте, якщо це бажано, в альтернативних варіантах реалізації винаходу такі інгредієнти можуть міститися у покривних пластинах.

[0084] У деяких варіантах реалізації винаходу теплопровідність верхньої і/або нижньої пластини становить менше близько 0,1 Вт/(м\*К). Наприклад, теплопровідність верхньої і/або нижньої пластини становить менше близько 0,05 Вт/(м\*К).

[0085] Якщо це бажано, у деяких варіантах реалізації винаходу одна або обидві покривні пластини можуть не обов'язково містити будь-яку відповідну кількість неорганічної сполуки або суміші неорганічних сполук, що належним чином надає більшу вогнестійкість, коли такі властивості потрібні. Приклади відповідних неорганічних сполук включають тригідрат алюмінію та гідроксид магнію. Наприклад, покривні пластини можуть містити будь-яку неорганічну сполуку або суміш неорганічних сполук з високим вмістом кристалізованої води або будь-яку сполуку, що виділяє воду після нагрівання. У деяких варіантах реалізації винаходу кількість неорганічної сполуки або загальної суміші неорганічних сполук у пластині знаходиться в діапазоні від близько 0,1 % до близько 30 % від ваги пластини. Неорганічна сполука або неорганічні сполуки, використані у пластині, можуть мати будь-який відповідний розмір частинок або відповідний розподіл розмірів частинок.

[0086] У деяких варіантах реалізації винаходу ТГА може бути доданий у кількості від близько 5 % до близько 30 % від загальної ваги пластини. ТГА є дуже стабільним при кімнатній температурі. Вище температур, між близько 180 °C та 205 °C, ТГА як правило піддається ендотермічному розкладу з виділенням водяної пари. Теплота розкладу таких добавок ТГА становить більше близько 1000 Джоулів/грам, і в одному варіанті реалізації винаходу становить близько 1170 Джоулів/грам. Без прив'язки до теорії вважається, що добавка ТГА розкладається з виділенням приблизно 35 % кристалізаційної води у вигляді водяної пари при нагріванні вище 205 °C відповідно до наступного рівняння:  $\text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ .

[0087] Покривна пластина, що містить неорганічні частинки з високим вмістом води, такі як ТГА, можуть підвищити вогнестійкість панелі. У деяких варіантах реалізації винаходу неорганічну сполуку або суміш сполук вводять у пластину. Покривну пластину, наприклад, паперову, що містить ТГА, можна виготовити шляхом спочатку розведення целюлозних волокон водою в консистенції близько 1 %, і потім змішування з частинками ТГА у попередньо визначеному відношенні. Суміш можна залити у форму, дно якої може мати дровову сітку для зливання води. Після зливання волокна та частинки ТГА утримуються на дроті. Вологу пластину



можна перенести на промокальний папір та висушити при температурі близько 200-360 °F (93-182 °C).

[0088] У деяких варіантах реалізації винаходу перевага надається описаним для введення в покривну пластину або алебастрову суспензію частинкам, наприклад, ТГА менше близько 20 мкм, але можна використовувати будь-яке відповідне джерело або сорт ТГА. Наприклад, ТГА можна придбати у комерційних постачальників, таких як компанія Huber під торговими марками SB 432 (10 мкм) або Hydral® 710 (1 мкм).

[0089] У деяких варіантах реалізації винаходу покривна пластина може містити гідроксид магнію. У цих варіантах реалізації винаходу добавка гідроксиду магнію переважно має теплоту розкладу більше близько 1000 Дж/грам, наприклад, 1350 Дж/грам, при температурі від 180 °C до 205 °C або вище. У таких варіантах реалізації винаходу можна використовувати будь-який відповідний гідроксид магнію, наприклад, такий, що можна придбати у комерційних постачальників, в тому числі компанії Akrochem Corp. of Akron, Огайо.

[0090] В інших варіантах реалізації винаходу покривні пластини можуть бути "по суті вільними" від неорганічних сполук, таких як ТГА, гідроксид магнію або їх суміш, тобто, покривні пластини можуть містити (i) 0 % ваг. від ваги пластини або не містити таких неорганічних сполук як ТГА, гідроксид магнію або їх суміш або (ii) неефективну або (iii) неістотну кількість неорганічних сполук, таких як ТГА, гідроксид магнію або їх суміш. Прикладом неефективної кількості є кількість, менша граничної кількості для досягнення передбаченої мети використання неорганічних сполук, таких як ТГА, гідроксид магнію або їх суміш, що буде зрозуміло спеціалістові в даній області. Неістотна кількість може бути наприклад, менше близько 5 % ваг., наприклад, менше близько 2 % ваг., менше близько 1 % ваг., менше близько 0,5 % ваг., менше близько 0,1 % ваг., менше близько 0,05 % ваг. або менше близько 0,01 % ваг., тощо.

[0091] Покривні пластини також можуть мати будь-яку відповідну загальну товщину. У деяких варіантах реалізації винаходу принаймні одна з покривних пластин має відносно велику товщину, наприклад, товщину принаймні близько 0,014 дюймів (0,3556 мм). У деяких варіантах реалізації винаходу перевага надається навіть більшій товщині наприклад, принаймні близько 0,015 дюйма (0,381 мм), принаймні близько 0,016 дюйма (0,4064 мм), принаймні близько 0,017 дюйма (0,4318 мм), принаймні близько 0,018 дюйма (0,4572 мм), принаймні близько 0,019 дюйма (0,4826 мм), принаймні близько 0,020 дюйма (0,508 мм), принаймні близько 0,021 дюйма (0,5334 мм), принаймні близько 0,022 дюйма (0,5588 мм) або принаймні близько 0,023 дюйма (0,5842 мм). Може бути прийнята будь-яка верхня межа цих діапазонів, наприклад, верхня межа діапазону близько 0,030 дюйма (0,762 мм), близько 0,027 дюйма (0,6858 мм), близько 0,025 дюйма (0,635 мм), близько 0,024 дюйма (0,6096 мм), близько 0,023 дюйма (0,5842 мм), близько 0,022 дюйма (0,5588 мм), близько 0,021 дюйма (0,5334 мм), близько 0,020 дюйма (0,508 мм), близько 0,019 дюйма (0,4826 мм), близько 0,018 дюйма (0,4572 мм), тощо. Загальна товщина пластини відноситься до суми товщин кожної пластини, прикріпленої до гіпсової панелі.

[0092] Покривні пластини можуть мати будь-яку відповідну щільність. Наприклад, у деяких варіантах реалізації винаходу принаймні одна або обидві покривні пластини мають щільність принаймні близько 36 фунтів на кубічний фут (576,7 кг/м<sup>3</sup>), наприклад, від близько 36 фунтів на кубічний фут (576,7 кг/м<sup>3</sup>) до близько 46 фунтів на кубічний фут (736,8 кг/м<sup>3</sup>), наприклад, від близько 36 фунтів на кубічний фут (576,7 кг/м<sup>3</sup>) до близько 44 фунтів на кубічний фут (704,8 кг/м<sup>3</sup>), від близько 36 фунтів на кубічний фут (576,7 кг/м<sup>3</sup>) до близько 42 фунтів на кубічний фут (672,8 кг/м<sup>3</sup>), від близько 36 фунтів на кубічний фут (576,7 кг/м<sup>3</sup>) до близько 40 фунтів на кубічний фут (640,7 кг/м<sup>3</sup>), від близько 38 фунтів на кубічний фут (608,7 кг/м<sup>3</sup>) до близько 46 фунтів на кубічний фут (736,8 кг/м<sup>3</sup>), від близько 38 фунтів на кубічний фут (608,7 кг/м<sup>3</sup>) до близько 44 фунтів на кубічний фут (704,8 кг/м<sup>3</sup>), від близько 38 фунтів на кубічний фут (608,7 кг/м<sup>3</sup>) до близько 42 фунтів на кубічний фут (672,8 кг/м<sup>3</sup>), тощо.

[0093] Покривна пластина може мати будь-яку відповідну вагу. Наприклад, у деяких варіантах реалізації винаходу покривні пластини з малою вагою 1 м<sup>2</sup> (наприклад, виконані з паперу) наприклад, принаймні близько 33 фунтів на тисячу квадратних футів (161,12 г/м<sup>2</sup>) (наприклад, від близько 33 фунтів на тисячу квадратних футів (161,12 г/м<sup>2</sup>) до близько 65 фунтів на тисячу квадратних футів (317,36 г/м<sup>2</sup>), від близько 33 фунтів на тисячу квадратних футів (161,12 г/м<sup>2</sup>) до близько 60 фунтів на тисячу квадратних футів (292,95 г/м<sup>2</sup>), 33 фунтів на тисячу квадратних футів (161,12 г/м<sup>2</sup>) до близько 58 фунтів на тисячу квадратних футів (283,18 г/м<sup>2</sup>), від близько 33 фунтів на тисячу квадратних футів (161,12 г/м<sup>2</sup>) до близько 55 фунтів на тисячу квадратних футів (268,53 г/м<sup>2</sup>), від близько 33 фунтів на тисячу квадратних футів (161,12 г/м<sup>2</sup>) до близько 50 фунтів на тисячу квадратних футів (244,12 г/м<sup>2</sup>), від близько 33 фунтів на тисячу квадратних футів (161,12 г/м<sup>2</sup>) до близько 45 фунтів на тисячу квадратних футів (219,71 г/м<sup>2</sup>),

тощо, або менше близько 45 фунтів на тисячу квадратних футів (219,71 г/м<sup>2</sup>)) можуть бути використані у деяких варіантах реалізації винаходу. В інших варіантах реалізації винаходу одна або обидві покривні пластини мають вагу 1 м<sup>2</sup> від близько 38 фунтів на тисячу квадратних футів (185,53 г/м<sup>2</sup>) до близько 65 фунтів на тисячу квадратних футів (317,36 г/м<sup>2</sup>), від близько 38 фунтів на тисячу квадратних футів (185,53 г/м<sup>2</sup>) до близько 60 фунтів на тисячу квадратних футів (292,95 г/м<sup>2</sup>), від близько 38 фунтів на тисячу квадратних футів (185,53 г/м<sup>2</sup>) до близько 58 фунтів на тисячу квадратних футів (283,18 г/м<sup>2</sup>), від близько 38 фунтів на тисячу квадратних футів (185,53 г/м<sup>2</sup>) до близько 55 фунтів на тисячу квадратних футів (268,53 г/м<sup>2</sup>), від близько 38 фунтів на тисячу квадратних футів (185,53 г/м<sup>2</sup>) до близько 50 фунтів на тисячу квадратних футів (244,12 г/м<sup>2</sup>), від близько 38 фунтів на тисячу квадратних футів (185,53 г/м<sup>2</sup>) до близько 45 фунтів на тисячу квадратних футів (219,71 г/м<sup>2</sup>).

[0094] Проте, якщо це бажано, у деяких варіантах реалізації винаходу може бути використана навіть більша вага 1 м<sup>2</sup>, наприклад, для додаткового підвищення опору витягування гвіздка або для покращення зручності, наприклад, для сприяння забезпеченню бажаних "чуттєвих" характеристик для кінцевих користувачів. Таким чином, одна або обидві покривні пластини можуть мати вагу 1 м<sup>2</sup>, наприклад, принаймні близько 45 фунтів на тисячу квадратних футів (219,71 г/м<sup>2</sup>) (наприклад, від близько 45 фунтів на тисячу квадратних футів (219,71 г/м<sup>2</sup>) до близько 65 фунтів на тисячу квадратних футів (317,36 г/м<sup>2</sup>), від близько 45 фунтів на тисячу квадратних футів (219,71 г/м<sup>2</sup>) до близько 60 фунтів на тисячу квадратних футів (292,95 г/м<sup>2</sup>), від близько 45 фунтів на тисячу квадратних футів (219,71 г/м<sup>2</sup>) до близько 55 фунтів на тисячу квадратних футів (268,53 г/м<sup>2</sup>), від близько 50 фунтів на тисячу квадратних футів (244,12 г/м<sup>2</sup>) до близько 65 фунтів на тисячу квадратних футів (317,36 г/м<sup>2</sup>), від близько 50 фунтів на тисячу квадратних футів (244,12 г/м<sup>2</sup>) до близько 60 фунтів на тисячу квадратних футів (292,95 г/м<sup>2</sup>), тощо). Якщо це бажано, у деяких варіантах реалізації винаходу одна покривна пластина (наприклад, "передня" паперова сторона, коли панель встановлена) може мати згадану раніше більшу вагу 1 м<sup>2</sup>, наприклад, для покращення опору витягування гвіздка та зручності, а інша покривна пластина (наприклад, "задня" пластина, коли панель встановлена) може мати дещо меншу вагу 1 м<sup>2</sup>, якщо це бажано (наприклад, вагу 1 м<sup>2</sup> менше близько 60 фунтів на тисячу квадратних футів (292,95 г/м<sup>2</sup>), наприклад, від близько 33 фунтів на тисячу квадратних футів (161,12 г/м<sup>2</sup>) до близько 55 фунтів на тисячу квадратних футів (268,53 г/м<sup>2</sup>), від близько 33 фунтів на тисячу квадратних футів (161,12 г/м<sup>2</sup>) до близько 50 фунтів на тисячу квадратних футів (244,12 г/м<sup>2</sup>), від близько 33 фунтів на тисячу квадратних футів (161,12 г/м<sup>2</sup>) до близько 45 фунтів на тисячу квадратних футів (219,71 г/м<sup>2</sup>) або від близько 33 фунтів на тисячу квадратних футів (161,12 г/м<sup>2</sup>) до близько 40 фунтів на тисячу квадратних футів (195,3 г/м<sup>2</sup>)).

[0095] У деяких варіантах реалізації винаходу гіпсокартонний виріб виявляє вогнестійкість, вищу ніж у звичайних панелей сухої штукатурки. Для досягнення вогнестійкості панель може бути не обов'язково виконана з певними добавками, що підвищують вогнестійкість кінцевого панельного виробу, як описано в даному документі. Деякі вогнестійкі панелі вважаються "пожежобезпечними", якщо панель проходить певні випробування, коли вона встановлена.

[0096] Відповідно до деяких варіантів реалізації винаходу, гіпсокартон виконаний з можливістю виконання або перевищення ступеня пожежної безпеки, передбаченого вимогами до попередження розповсюдження пожежі та структурної цілісності стандартів UL U305, U419, U423 і/або еквівалентних процедур та стандартів пожежних випробувань, наприклад, якщо панель містить вогнестійкі добавки, що обговорюються в даному документі. Таким чином, у даному винаході пропонується гіпсокартон (наприклад, зменшеної ваги та щільності з товщиною 1/2 дюйма (12,7 мм) або 5/8 дюйма (15,875 мм) та способи його виготовлення, що у деяких варіантах реалізації винаходу здатний задовольнити вимоги ступеня пожежної безпеки (наприклад, 17 хв., 20 хв., 30 хв., 3/4 години, одна година, дві години, тощо), передбачені процедурами та стандартами попередження розповсюдження пожежі та структурної цілісності різноманітних стандартів UL, наприклад, таких, що обговорюються в даному документі.

[0097] Гіпсокартон може бути випробуваний, наприклад, у встановленому вигляді згідно специфікаціям Underwriters Laboratories UL U305, U419 і U423 та будь-якій іншій процедурі пожежних випробувань, що є еквівалентною будь-якій одній з цих процедур пожежних випробувань. Слід розуміти, що посилання, наведене в даному документі, на конкретну процедуру пожежних випробувань Underwriters Laboratories, наприклад, таку як UL U305, U419 і U423, також включає процедуру пожежних випробувань, таку, що опублікована будь-якою іншою організацією, що є еквівалентною відповідному конкретному стандарту UL.

[0098] Наприклад, гіпсокартон у деяких варіантах реалізації винаходу є ефективним у перешкоджанні передачі тепла через конструкцію, побудовану відповідно до будь-якого одного з номерів конструкцій UL U305, U419 або U423, що має першу сторону з єдиним шаром гіпсових

панелей та другу сторону з єдиним шаром гіпсових панелей. Поверхні гіпсокартонних панелей на першій стороні конструкції нагрівають відповідно до кривої часу та температури ASTM E119-09a, а поверхні гіпсокартонних панелей на другій стороні конструкції оснащені датчиками температури згідно ASTM E119-09a. У деяких варіантах реалізації вогнестійкої панелі під час нагрівання максимальне одиничне значення датчиків температури є меншим близько 325 °F (163 °C) плюс температура довколишнього середовища після близько 50 хвилин, і/або середнє значення датчиків температури є меншим близько 250 °F (121 °C) плюс температура довколишнього середовища після близько 50 хвилин. У деяких варіантах реалізації винаходу панель має щільність близько 40 фунтів на кубічний фут або менше. Бажано, щоб панель мала добру міцність, як описано в даному документі, наприклад, твердість серцевини принаймні близько 11 фунтів (5 кг), наприклад, принаймні близько 13 фунтів (5,9 кг), або принаймні близько 15 фунтів (6,8 кг).

[0099] У деяких варіантах реалізації винаходу, коли поверхні на першій стороні конструкції з вогнестійкого гіпсокартону з вогнестійкою добавкою в концентрованому шарі нагрівають, максимальне одиничне значення датчиків температури є меншим близько 325 °F (163 °C) плюс температура довколишнього середовища після близько 55 хвилин, і/або середнє значення датчиків температури є меншим близько 250 °F (121 °C) плюс температура довколишнього середовища після близько 55 хвилин. В інших варіантах реалізації винаходу, коли поверхні гіпсокартону на першій стороні конструкції нагрівають, максимальне одиничне значення датчиків температури є меншим близько 325 °F (163 °C) плюс температура довколишнього середовища після близько 60 хвилин, і/або середнє значення датчиків температури є меншим близько 250 °F (121 °C) плюс температура довколишнього середовища після близько 60 хвилин. В інших варіантах реалізації винаходу, коли поверхні гіпсових панелей на першій стороні конструкції нагрівають, максимальне одиничне значення датчиків температури є меншим близько 325 °F (163 °C) плюс температура довколишнього середовища після близько 50 хвилин, і/або середнє значення датчиків температури є меншим близько 250 °F (121 °C) плюс температура довколишнього середовища після близько 50 хвилин. В інших варіантах реалізації винаходу, коли поверхні гіпсових панелей на першій стороні конструкції нагрівають, максимальне одиничне значення датчиків температури є меншим близько 325 °F (163 °C) плюс температура довколишнього середовища після близько 60 хвилин, і/або середнє значення датчиків температури є меншим близько 250 °F (121 °C) плюс температура довколишнього середовища після близько 60 хвилин.

[0100] У деяких варіантах реалізації винаходу вогнестійкий гіпсокартон з вогнестійкою добавкою в концентрованому шарі є ефективним у перешкоджанні передачі тепла через конструкцію, побудовану відповідно до номеру конструкції UL U305 так, що досягається пожежна безпека впродовж однієї години за ASTM E119-09a. У деяких варіантах реалізації винаходу панель є ефективною у перешкоджанні передачі тепла через конструкцію, побудовану відповідно до номеру конструкції UL U419 так, що досягається пожежна безпека впродовж однієї години за ASTM E119-09a. У деяких варіантах реалізації винаходу панель є ефективною у перешкоджанні передачі тепла через конструкцію, побудовану відповідно до номеру конструкції UL U423 так, що досягається пожежна безпека впродовж однієї години за ASTM E119-09a. У деяких варіантах реалізації винаходу панель має показник теплоізоляції (TI) близько 20 хвилин або більше і / або високотемпературну усадку (S) близько 10 %. У деяких варіантах реалізації винаходу панель має відношення високотемпературного збільшення товщини (TE) до S (TE/S) близько 0,2 або більше.

[0101] Крім того у деяких варіантах реалізації винаходу гіпсокартон може мати форму вогнестійкого гіпсокартону зі зменшеною вагою та щільністю з високотемпературною усадкою менше близько 10 % у напрямках x-y (ширина-довжина) та високотемпературне збільшення товщини у напрямку z (товщина) більше близько 20 % при нагріванні до близько 1560 °F (850 °C). В інших варіантах реалізації винаходу такі конструкції, коли вони використовуються в стінах або інших конструкціях, мають показники пожежних випробувань, порівняні з конструкціями, виготовленими з важчими, щільнішими комерційними пожежобезпечними панелями. У деяких варіантах реалізації винаходу високотемпературна усадка панелей як правило становить менше близько 10 % у напрямках x-y (ширина-довжина). У деяких варіантах реалізації винаходу відношення високотемпературного збільшення товщини в напрямку z до

високотемпературної усадки в напрямках х-у становить від принаймні близько 2 до понад близько 17 при 1570 °F (855 °C).

[0102] У деяких варіантах реалізації винаходу вогнестійкий гіпсокартон, виконаний згідно з принципами даного винаходу, та способи його виготовлення можуть надати панель, що проявляє середній опір до усадки близько 85 % або більше при нагріванні до близько 1800 °F (980 °C) впродовж однієї години. В інших варіантах реалізації винаходу гіпсокартон проявляє середній опір до усадки близько 75 % або більше при нагріванні до близько 1800 °F (980 °C) впродовж однієї години.

[0103] Шари гіпсу між покривними пластинами можуть ефективно забезпечувати показник теплоізоляції (TI) близько 20 хвилин або більше. Панель може мати бажану щільність (D), як описано в даному документі. Шари гіпсу між покривними пластинами можуть ефективно забезпечувати відношення TI/D гіпсокартону близько 0,6 хвилин/фунтів на кубічний фут (0,038 хвилин/(кг/м<sup>3</sup>)) або більше.

[0104] У деяких варіантах реалізації винаходу гіпсокартон, виготовлений згідно з даним винаходом, відповідає протоколам випробувань згідно зі стандартом ASTM C473-10. Наприклад, у деяких варіантах реалізації винаходу, коли панель має товщину 1/2 дюйма (12,7 мм), панель має опір витягуванню гвіздка принаймні близько 65 фунт-сил (29,4835 кгс) (ці одиниці іноді називають просто фунтами або кг для зручності тими спеціалістами, які розуміють, що це одиниці виміру сили), що визначається згідно зі стандартом ASTM C473-10 (спосіб B), наприклад, принаймні близько 68 фунт-сил (30,8443 кгс), принаймні близько 70 фунт-сил (31,7515 кгс), принаймні близько 72 фунт-сил (32,6587 кгс), принаймні близько 74 фунт-сил (33,5658 кгс), принаймні близько 75 фунт-сил (34,0194 кгс), принаймні близько 76 фунт-сил (34,473 кгс), принаймні близько 77 фунт-сил (34,9266 кгс), тощо. У різних варіантах реалізації винаходу опір витягуванню гвіздка може становити від близько 65 фунт-сил (29,4835 кгс) до близько 100 фунт-сил (45,3592 кгс), від близько 65 фунт-сил (29,4835 кгс) до близько 95 фунт-сил (43,0913 кгс), від близько 65 фунт-сил (29,4835 кгс) до близько 90 фунт-сил (40,8233 кгс), від близько 65 фунт-сил (29,4835 кгс) до близько 85 фунт-сил (38,5554 кгс), від близько 65 фунт-сил (29,4835 кгс) до близько 80 фунт-сил (36,2874 кгс), від близько 65 фунт-сил (29,4835 кгс) до близько 75 фунт-сил (34,0194 кгс), від близько 68 фунт-сил (30,8443 кгс) до близько 100 фунт-сил (45,3592 кгс), від близько 68 фунт-сил (30,8443 кгс) до близько 95 фунт-сил (43,0913 кгс), від близько 68 фунт-сил (30,8443 кгс) до близько 90 фунт-сил (40,8233 кгс), від близько 68 фунт-сил (30,8443 кгс) до близько 85 фунт-сил (38,5554 кгс), від близько 68 фунт-сил (30,8443 кгс) до близько 80 фунт-сил (36,2874 кгс), від близько 70 фунт-сил (31,7515 кгс) до близько 100 фунт-сил (45,3592 кгс), від близько 70 фунт-сил (31,7515 кгс) до близько 95 фунт-сил (43,0913 кгс), від близько 70 фунт-сил (31,7515 кгс) до близько 90 фунт-сил (40,8233 кгс), від близько 70 фунт-сил (31,7515 кгс) до близько 85 фунт-сил (38,5554 кгс), від близько 70 фунт-сил (31,7515 кгс) до близько 80 фунт-сил (36,2874 кгс), від близько 72 фунт-сил (32,6587 кгс) до близько 100 фунт-сил (45,3592 кгс), від близько 72 фунт-сил (32,6587 кгс) до близько 95 фунт-сил (43,0913 кгс), від близько 72 фунт-сил (32,6587 кгс) до близько 90 фунт-сил (40,8233 кгс), від близько 72 фунт-сил (32,6587 кгс) до близько 85 фунт-сил (38,5554 кгс), від близько 72 фунт-сил (32,6587 кгс) до близько 80 фунт-сил (36,2874 кгс), від близько 72 фунт-сил (32,6587 кгс) до близько 77 фунт-сил (34,9266 кгс), від близько 72 фунт-сил (32,6587 кгс) до близько 75 фунт-сил (34,0194 кгс), від близько 75 фунт-сил (34,0194 кгс) до близько 100 фунт-сил (45,3592 кгс), від близько 75 фунт-сил (34,0194 кгс) до близько 95 фунт-сил (43,0913 кгс), від близько 75 фунт-сил (34,0194 кгс) до близько 90 фунт-сил (40,8233 кгс), від близько 75 фунт-сил (34,0194 кгс) до близько 85 фунт-сил (38,5554 кгс), від близько 75 фунт-сил (34,0194 кгс) до близько 80 фунт-сил (36,2874 кгс), від близько 75 фунт-сил (34,0194 кгс) до близько 77 фунт-сил (34,9266 кгс), від близько 77 фунт-сил (34,9266 кгс) до близько 100 фунт-сил (45,3592 кгс), від близько 77 фунт-сил (34,9266 кгс) до близько 95 фунт-сил (43,0913 кгс), від близько 77 фунт-сил (34,9266 кгс) до близько 90 фунт-сил (40,8233 кгс), від близько 77 фунт-сил (34,9266 кгс) до близько 85 фунт-сил (38,5554 кгс) або від близько 77 фунт-сил (34,9266 кгс) до близько 80 фунт-сил (36,2874 кгс).

[0105] Щодо міцності на вигин, у деяких варіантах реалізації винаходу панель товщиною пів дюйма має міцність на вигин принаймні близько 36 фунт-сил (16,3293 кгс) у напрямку машини (наприклад, принаймні близько 38 фунт-сил (17,2365 кгс), принаймні близько 40 фунт-сил (18,1437 кгс), тощо) і/або принаймні близько 107 фунт-сил (48,5344 кгс) (наприклад, принаймні близько 110 фунт-сил (49,8952 кгс), принаймні близько 112 фунт-сил (50,8023 кгс), тощо) у напрямку поперек машини, що визначається згідно зі стандартом ASTM C473-10, спосіб B. У різних варіантах реалізації винаходу панель може мати міцність на вигин у напрямку машини від близько 36 фунт-сил (16,3293 кгс) до близько 60 фунт-сил (27,2155 кгс), наприклад, від близько 36 фунт-сил (16,3293 кгс) до близько 55 фунт-сил (24,9476 кгс), від близько 36 фунт-сил

[illegible]

(11,3398 кгс), від близько 14 фунт-сил (6,35029 кгс) до близько 22 фунт-сил (9,97903 кгс), від близько 14 фунт-сил (6,35029 кгс) до близько 21 фунт-сил (9,52544 кгс), від близько 14 фунт-сил (6,35029 кгс) до близько 20 фунт-сил (9,07185 кгс), від близько 14 фунт-сил (6,35029 кгс) до близько 19 фунт-сил (8,61826 кгс), від близько 14 фунт-сил (6,35029 кгс) до близько 18 фунт-сил (8,16466 кгс), від близько 14 фунт-сил (6,35029 кгс) до близько 17 фунт-сил (7,71107 кгс), від близько 14 фунт-сил (6,35029 кгс) до близько 16 фунт-сил (7,25748 кгс), від близько 14 фунт-сил (6,35029 кгс) до близько 15 фунт-сил (6,80389 кгс), від близько 15 фунт-сил (6,80389 кгс) до близько 25 фунт-сил (11,3398 кгс), від близько 15 фунт-сил (6,80389 кгс) до близько 22 фунт-сил (9,97903 кгс), від близько 15 фунт-сил (6,80389 кгс) до близько 21 фунт-сил (9,52544 кгс), від близько 15 фунт-сил (6,80389 кгс) до близько 20 фунт-сил (9,07185 кгс), від близько 15 фунт-сил (6,80389 кгс) до близько 19 фунт-сил (8,61826 кгс), від близько 15 фунт-сил (6,80389 кгс) до близько 18 фунт-сил (8,16466 кгс), від близько 15 фунт-сил (6,80389 кгс) до близько 17 фунт-сил (7,71107 кгс), від близько 15 фунт-сил (6,80389 кгс) до близько 16 фунт-сил (7,25748 кгс), від близько 16 фунт-сил (7,25748 кгс) до близько 25 фунт-сил (11,3398 кгс), від близько 16 фунт-сил (7,25748 кгс) до близько 22 фунт-сил (9,97903 кгс), від близько 16 фунт-сил (7,25748 кгс) до близько 21 фунт-сил (9,52544 кгс), від близько 16 фунт-сил (7,25748 кгс) до близько 20 фунт-сил (9,07185 кгс), від близько 16 фунт-сил (7,25748 кгс) до близько 19 фунт-сил (8,61826 кгс), від близько 16 фунт-сил (7,25748 кгс) до близько 18 фунт-сил (8,16466 кгс), від близько 16 фунт-сил (7,25748 кгс) до близько 17 фунт-сил (7,71107 кгс), від близько 17 фунт-сил (7,71107 кгс) до близько 25 фунт-сил (11,3398 кгс), від близько 17 фунт-сил (7,71107 кгс) до близько 22 фунт-сил (9,97903 кгс), від близько 17 фунт-сил (7,71107 кгс) до близько 21 фунт-сил (9,52544 кгс), від близько 17 фунт-сил (7,71107 кгс) до близько 20 фунт-сил (9,07185 кгс), від близько 17 фунт-сил (7,71107 кгс) до близько 19 фунт-сил (8,61826 кгс), від близько 17 фунт-сил (7,71107 кгс) до близько 18 фунт-сил (8,16466 кгс), від близько 18 фунт-сил (8,16466 кгс) до близько 25 фунт-сил (11,3398 кгс), від близько 18 фунт-сил (8,16466 кгс) до близько 22 фунт-сил (9,97903 кгс), від близько 18 фунт-сил (8,16466 кгс) до близько 21 фунт-сил (9,52544 кгс), від близько 18 фунт-сил (8,16466 кгс) до близько 20 фунт-сил (9,07185 кгс), від близько 18 фунт-сил (8,16466 кгс) до близько 19 фунт-сил (8,61826 кгс), від близько 19 фунт-сил (8,61826 кгс) до близько 25 фунт-сил (11,3398 кгс), від близько 19 фунт-сил (8,61826 кгс) до близько 22 фунт-сил (9,97903 кгс), від близько 19 фунт-сил (8,61826 кгс) до близько 21 фунт-сил (9,52544 кгс), від близько 19 фунт-сил (8,61826 кгс) до близько 20 фунт-сил (9,07185 кгс), від близько 21 фунт-сил (9,52544 кгс) до близько 25 фунт-сил (11,3398 кгс), від близько 21 фунт-сил (9,52544 кгс) до близько 22 фунт-сил (9,97903 кгс), або від близько 22 фунт-сил (9,97903 кгс) до близько 25 фунт-сил (11,3398 кгс).

[0107] Виріб згідно з варіантами реалізації даного винаходу може бути виготовлений на звичайних виробничих лініях. Наприклад, технології виготовлення панелей описані, наприклад, у патенті США 7,364,676 і в опублікованій патентній заявці США 2010/0247937. Стисло кажучи, у випадку гіпсокартону процес як правило включає подачу покривної пластини на конвеєр, що рухається. Оскільки гіпсокартон зазвичай формують "лицем вниз", в таких варіантах реалізації винаходу ця покривна пластина являє собою "лицьову" покривну пластину.

[0108] Сухі і/або вологі компоненти гіпсової суспензії подають у змішувач (наприклад, у лопатевий або безлопатевий змішувач), де їх перемішують, утворюючи гіпсову суспензію. Змішувач містить головний корпус та випускний трубопровід (наприклад, конструкції із затвором, контейнером та лотком, відомої в даній області техніки, або конструкції, описаної в патентах США 6,494,609 і 6,874,930). У деяких варіантах реалізації винаходу випускний трубопровід може містити розподільник суспензії з єдиним впуском подачі або кількома впусками подачі, наприклад, такий як описаний в опублікованій патентній заявці США 2012/0168527 A1 та опублікованій патентній заявці США 2012/0170403 A1. В таких варіантах реалізації винаходу, що використовують розподільник суспензії з кількома впусками подачі, випускний трубопровід може містити відповідний дільник потоку, такий як описаний в опублікованій патентній заявці США 2012/0170403 A1. Піноутворювач може додаватися у випускний трубопровід або змішувач (наприклад, у затвор, наприклад, як описано в патентах 5,683,635 і 6,494,609) або в головний корпус, якщо це бажано. Суспензія, що виходить з випускного трубопроводу після додавання усіх інгредієнтів, у тому числі піноутворювача, являє собою основну гіпсову суспензію та утворює серцевину панелі. Цю суспензію серцевини панелі випускають на лицьову покривну пластину, що рухається.

[0109] Лицьова покривна пластина може містити тонкий накривний шар у формі відносно щільного шару суспензії. Можуть бути утворені також тверді кромки, як відомо в даній області техніки, наприклад, з того ж потоку суспензії, що утворює лицьовий накривний шар. У варіантах реалізації винаходу, в яких піну вводять у випускний трубопровід, потік допоміжної гіпсової суспензії може виводитися з корпусу змішувача для утворення щільної суспензії накривного

шара, яка потім буде використана для формування лицьового накривного шара та твердих кромки, як відомо в даній області техніки. Якщо вони включені, зазвичай лицьовий накривний шар та тверді кромки відкладають на лицьову покривну пластину перед відкладанням суспензії серцевини, зазвичай вище за потоком від змішувача. Після випуску з випускного трубопроводу суспензію серцевини розподіляють як необхідно по лицьовій покривній пластині (що не обов'язково несе накривний шар) та накривають другою покривною пластиною (як правило, "задньою" покривною пластиною), утворюючи вологу конструкцію у формі багатшарової структури, яка являє собою заготовку панелі кінцевого виробу. Друга покривна пластина може не обов'язково мати другий накривний шар, який може бути утворений з тієї ж або іншої допоміжної (щільної) гіпсової суспензії, що використовують для лицьового накривного шара, якщо він присутній. Покривні пластини можуть бути виконані з паперу, волокнистої плити або матеріалу іншого типу (наприклад, плівки, пластика, скляного мата, нетканого матеріалу, такого як суміш целюлозного та неорганічного наповнювача, тощо).

[0110] Отриману таким чином вологу конструкцію подають на формувальну станцію, де виробу надають бажану товщину (наприклад, за допомогою формувальної плити), та на один або більше різальних ділянок, де її розрізають за бажаною довжиною. Вологій конструкції дають застигнути з утворенням взаємопов'язаної кристалічної матриці затверділого гіпсу, а надлишкову воду видаляють за допомогою процесу висушування (наприклад, шляхом транспортування конструкції через сушильну піч). Неочікувано виявилось, що панель, виготовлена згідно з варіантами реалізації даного винаходу, з пептизованим, частково гідролізованим крохмалем, виготовленим згідно з варіантами реалізації даного винаходу, потребує значно менше часу в процесі висушування завдяки характеристиці малої потреби у воді крохмалю. Це має переваги, оскільки зменшує витрати енергії.

[0111] У деяких варіантах реалізації винаходу жирний спирт за даним винаходом може бути використаний для стабілізації піноутворювача серцевини панелі у композитній панелі, що має концентрований шар, як описано в заявках США 62/184,060, 62/290,361, та 15/186,176 (поданих одночасно), що включені в даний документ за посиланням. Наприклад, жирний спирт і піноутворювач можуть бути використані для виготовлення серцевини панелі малої щільності з більшою концентрацією добавок у концентрованому шарі з використанням інгредієнтів, кількостей, розмірів панелі та способів виготовлення, описаних у заявці США 62/184,060.

[0112] У деяких варіантах реалізації винаходу жирний спирт може бути використаний у виготовленні цементних панелей. Цемент може бути утворений з серцевинної суміші води та цементного матеріалу (наприклад, портландцементу, глиноземистого цементу, магнезійного цементу, тощо, та сумішей таких матеріалів). Піноутворювач та жирний спирт також вводять у суміш. За бажанням легкий заповнювач (наприклад, керамзит, термозит, здутий сланець, перліт, кульки піноскла, полістиролові кульки, тощо) може бути доданий до суміші у деяких варіантах реалізації винаходу. Інші добавки, які можуть бути використані у виготовленні цементної панелі, включають, наприклад, диспергатор, волокна (наприклад, скляні, целюлозні, ПВХ, тощо), прискорювач, сповільнювач, пуцолановий матеріал, напівгідрат сульфату кальцію (наприклад, альфа-напівгідрат сульфату кальцію), наповнювач, тощо або їх комбінації.

[0113] Жирний спирт може бути використаний у способі отримання спіненої цементної суспензії. Спосіб включає, складається або головним чином складається з поєднання піноутворювача з жирним спиртом з утворенням мильної суміші на водній основі; утворення піни з мильної суміші на водній основі; і додавання піни до цементної суспензії, що містить цемент (наприклад, портландцемент, глиноземистий цемент, магнезійний цемент, тощо, або їх комбінації) та воду, з утворенням спіненої цементної суспензії. Коли піна проникає у цементну суспензію, утворюються пухирці піни з оболонкою, що оточує пухирці, яка взаємодіє з суспензією. Не бажаючи бути пов'язаними будь-якою конкретною теорією, вважається, що присутність жирного спирту забезпечує бажану стабілізацію оболонки на поверхні розділу. Інші добавки також можуть бути використані у виготовленні цементної суспензії, наприклад, диспергатор, волокна (наприклад, скляні, целюлозні, ПВХ, тощо), прискорювач, сповільнювач, пуцолановий матеріал, напівгідрат сульфату кальцію (наприклад, альфа-напівгідрат сульфату кальцію), наповнювач, тощо або їх комбінації. Способи виготовлення цементних панелей (та добавки, що містяться в них) описані, наприклад, у патентах США № 4,203,788; 4,488,909; 4,504,335; 4,916,004; 6,869,474; та 8,070,878.

[0114] Цементна суспензія, що містить, складається або головним чином складається з води, цементу, піноутворювача та жирного спирту, коли суспензія сформована та висушена у вигляді панелі, може мати підвищену міцність у порівнянні з такою ж панеллю, виготовленою без жирного спирту.

[0115] Наступні приклади додатково ілюструють даний винахід, але зрозуміло, що їх не можна тлумачити як такі, що якимось чином обмежують його обсяг.

#### ПРИКЛАД 1

5 [0116] Цей приклад демонструє ефект жирних спиртів на властивості утворення піни піноутворювачів з присутністю полікарбоксилатних диспергаторів та без неї.

[0117] Зокрема, на розчинах піноутворювачів були проведені експерименти з утворення піни, поверхневого натягу та стабільності. Були випробувані три типи піноутворювачів (мила). Піноутворювач 1А являв собою стабільне мило у формі CS230, що є сумішшю лаурилефірсульфатів, що можна придбати у компанії Stepan (Нортфілд, Іллінойс). Крім того, 10 були випробувані два нестабільних мила, ідентифікованих як піноутворювач 1В та піноутворювач 1С. Піноутворювач 1В являв собою Polystep B25, який є сумішшю алкілсульфатів, що можна придбати у компанії Stepan, а піноутворювач 1С являв собою Hyonic 25AS, який є сумішшю алкілсульфатів, що можна придбати у компанії Geo Specialty Chemicals (Амблер, Пенсильванія). Кожний піноутворювач діє як поверхнево-активна речовина, а значить 15 утворює поверхнево-активний розчин, для чого необхідна вода.

[0118] Були виконані модифікації розчину поверхнево-активної речовини шляхом додавання жирного спирту в деякі зразки, як показано на Фігурах 2-5 і в Таблиці 1. Жирні спирти, які були випробувані, являли собою 1-октанол, 1-деканол та 1-додеканол. Кожний розчин містив 30 % ваг. поверхнево-активної речовини та 1 % ваг. жирного спирту (якщо він був присутній). Деякі 20 розчини були додатково модифіковані шляхом додавання 0,1 % ваг. (1000 ppm) диспергатора полікарбоксилатного ефіру (ПКЕ) у формі Ethacryl MTM, що можна придбати у компанії Coatex Group, Жене, Франція. ПКЕ був введений для оцінки дії модифікаторів мила на системи з поверхнево-активним полімерним диспергатором, що використовується у гіпсових продуктах. Решта кожного розчину була водою. Дослідження утворення піни були проведені шляхом 25 струшування (вручну) 10 мл поверхнево-активної речовини у флаконі впродовж 60 секунд і запису висоти піни в мм.

[0119] ФІГ. 1-3 являють собою гістограми, що ілюструють результати утворення піни. На ФІГ. 1 зображені результати для піни, утвореної зі стабільного мила та нестабільного мила, як 30 одного, так і в присутності 1000 ppm диспергатора полікарбоксилатного ефіру у формі Ethacryl MTM (Coatex). На ФІГ. 1 проілюстровано, що полікарбоксилати мають сильний вплив на утворення піни в обох нестабільних милах.

[0120] ФІГ. 2 і 3 ілюструють піну, утворену модифікованими 1 % ваг. жирним спиртом розчинами нестабільних поверхнево-активних речовин (піноутворювачі 1В та 1С, відповідно), 35 одних або з 1000 ppm диспергатора полікарбоксилатного ефіру у формі Ethacryl MTM (Coatex). ФІГ. 2-3 демонструють, що модифікація мила 1 % ваг. жирного спирту змінювала властивості утворення піни нестабільного мила. Зокрема, більш стійка структура піни утворювалася в присутності жирних спиртів, що демонстрували зменшення жирними спиртами відносної дії полікарбоксилату на утворення піни. Менша висота піни була бажаною, оскільки вона 40 показувала зменшення відносної поверхневої активності полікарбоксилатів. У випадку деканолу утворення піни було навіть зменшеним з ПКЕ у розчині. Деканол давав меншу висоту піни, оскільки комплекс поверхнево-активної речовини та жирного спирту мав більшу спорідненість до поверхні розділу повітря та води ніж полікарбоксилат.

[0121] Крім того, були проведені випробування поверхневого натягу способом змочування пластини. У способі змочування пластини випробування проводили шляхом занурення 45 платинової пластини у розчин, щоб визначити натяг рідин на поверхні розділу повітря та рідини. Для визначення змін поверхневого натягу випробуваних рідин використовували тензометр Kruss K12 (Kruss GmbH, Гамбург, Німеччина). Це дозволило краще зрозуміти зміни, що відбуваються на поверхні розділу повітря та рідини та структуру поверхнево-активної речовини.

[0122] Як видно у Таблиці 1, були проведені випробування поверхневого натягу для розчинів 50 піноутворювача 1В, тобто, Stepan Polystep B25. Випробування проводилися з додатковою модифікацією розчину 1 % ваг. додеканолу та без неї. Розчини містили різні концентрації (1000 ppm та 5000 ppm, відповідно) піноутворювача 1В, тобто, Stepan Polystep B25. Крім того, випробування були проведені з модифікацією розчину диспергатором полікарбоксилатним ефіром у формі Ethacryl MTM (Coatex) у кількості 0,1 % ваг. (1000 ppm) та без неї. Значення 55 поверхневого натягу представлені у міліньютонх на метр (мН/м).



Таблиця 1

Поверхневий натяг, мН/м		
Інгредієнт	Піноутворювач 1В модифікований 1% додеканолам	Піноутворювач 1В без жирного спирту
1000 ppm піноутворювача 1В	23,11	57,00
1000 ppm піноутворювача 1В з ПКЕ (1000 ppm)	23,39	48,34
5000 ppm піноутворювача 1В	22,58	32,22
5000 ppm піноутворювача 1В з ПКЕ (1000 ppm)	22,54	31,47

[0123] Результати Таблиці 1 показують, що присутність жирного спирту у формі додеканолу надавала переваги в утворенні більш стійкої (наприклад, міцної) піни, ніж без додеканолу. Також можна побачити, що був відсутній будь-який шкідливий ефект на поверхневий натяг, спричинений використанням полікарбоксилатного диспергатора, коли жирний спирт використовували з піноутворювачем, що показує стабільність (наприклад, міцність) піни. Поверхневий натяг розчинів поверхнево-активної речовини, модифікованих додеканолам, зменшувався у порівнянні з немодифікованою поверхнево-активною речовиною. Менший поверхневий натяг в цілому показує вищу поверхневу активність і може дозволити зменшення використання поверхнево-активної речовини для досягнення однакових властивостей утворення піни.

[0124] Крім того, був оцінений розпад піни, утвореної з нестабільних піноутворювачів 1А та 1В. Піноутворювачі розглядалися окремо та коли розчин поверхнево-активної речовини був модифікований жирним спиртом, як показано на ФІГ. 4 та 5. Розпад визначали шляхом вимірювання висоти піни в мм з часом старіння.

[0125] Як видно на ФІГ. 4 та 5, модифікація розчинів поверхнево-активної речовини жирними спиртами також впливала на розпад. На ФІГ. 5 "1к" відноситься до 1000 ppm піноутворювача у розчині. Висота піни була більшою для всіх модифікованих мильних розчинів, і результати показують, що модифіковане мило розпадається з меншою швидкістю ніж звичайні піноутворювачі. Швидке зменшення висоти піни показує нестабільність пухирців та значний відтік рідини з піни. В усіх випадках мильні розчини, модифіковані жирним спиртом, трималися довше та не розпадалися так швидко, як звичайне немодифіковане мило.

#### ПРИКЛАД 2

[0126] Цей приклад демонструє ефект жирних спиртів на властивості утворення піни піноутворювачів у виготовленні панелей сухої штукатурки.

[0127] Панель сухої штукатурки виготовляли на комерційній виробничій лінії. Кожна панель була виготовлена з композиції, представленої в Таблиці 2. Кожна панель була виготовлена з піноутворювачем у формі алкілефірсульфату та алкілсульфату у відношенні 40:60, шляхом змішування мила з водою та наступного утворення піни та змішування піни з гіпсовою суспензією. Алкілефірсульфат мав форму Geo Hyonic PFM 33, а алкілсульфат мав форму Geo Hyonic 25 AS (обидва можна придбати у компанії Geo Specialty Chemicals).

[0128] БМА являв собою прискорювач, подрібнений у кульовому млині, що містить гіпс та виготовлений шляхом сухого подрібнення з декстрозою. Диспергатор являв собою полікарбоксилат у формі BASF Melflux 541, що можна придбати у компанії BASF, Німеччина. Сповільнювач являв собою 1 % розчин водного розчину пентанатрієвої солі диетилентріамінпентаоцтової кислоти (Versenex™ 80, що можна придбати у компанії DOW Chemical Company, Мідленд, Мічиган) та був виготовлений шляхом змішування 1 частини (за вагою) Versenex™ 80 з 99 частинами (за вагою) води.

[0129] Сухі та вологі інгредієнти вводили у змішувач окремо, щоб утворити алебастрову суспензію (що іноді називають гіпсовою суспензією). Суспензію випускали на паперову покривну пластину, що рухалася, переміщуючись на конвеєрі, так щоб суспензія розподілялася з утворенням серцевини на папері. Щільний накривний шар наносили на паперову покривну

пластину за допомогою валика. Щільна суспензія переміщувалася навколо кромки валика, утворюючи кромки панелі. Другу покривну пластину накладали на серцевину, утворюючи багатшарову структуру заготовки панелі у формі довгої безперервної стрічки. Стрічці давали затвердіти та розрізали, висушували у сушильній печі та обробляли, утворюючи кінцевий виріб у вигляді панелі.

Таблиця 2

	Вага (фунтів на тисячу квадратних футів)	Вагові % (від ваги алебастру)
Алебастр	1880	----
Вода	1223	65,05%
Дисператор (BASF 541)	3,2	0,17%
Загальне мило	0,6	0,03%
БМА	6	0,32%
Крохмаль (модифікований кислотою)	6,5	0,35%
Сповільнювач (Versenex)	0,2	0,01%
Скловолокно	6	0,32%
Вага панелі	2240	---

[0130] Панелі чотирьох типів були виготовлені з композиції за Таблицею 2 з різницею стосовно присутності спирту з довгим ланцюгом та піноутворювача. Панель 2A була контрольною та не включала якихось модифікацій піноутворювача жирним спиртом. Панель 2B була виготовлена з піноутворювачем, що містив 1 % 1-додеканола, доданого до піноутворювача. Панель 2C була виготовлена з піноутворювачем, що містив 1 % 1-деканолу. Панель 2D була виготовлена з піноутворювачем, що містив 1 % 1-октанолу. Піноутворювачі готували за допомогою пристрою утворення піни шляхом змішування з високою напругою зсуву мильного розчину зі стислим повітрям та вводили у суспензію за межами головного змішувача перед випуском суспензії.

[0131] Зображення, отримані з оптичного мікроскопа з 20 X збільшенням, були отримані з серцевини панелі кожного типу. Зображення оптичного мікроскопа загальною кількістю дев'ять були отримані для кожної з панелей 2A-2D. Дев'ять зображень для кожної панелі були отримані з дев'яти різних точок серцевини однієї панелі, та три з них були випадково вибрані для кожної панелі та представлені у вигляді прикладів серцевини на ФІГ. з 6A по 9C. ФІГ. 6A-6C являють собою зображення з контрольною панелі 2A. ФІГ. 7A-7C являють собою зображення з панелі 2B. ФІГ. 8A-8C являють собою зображення з панелі 2C. ФІГ. 9A-9C являють собою зображення з панелі 2D. Як видно на цих Фігурах, структура серцевини зазнала впливу після введення модифікаторів мила. Як показано на ФІГ. 6A-6C, структура серцевини контрольною панелі 2A має значну кількість великих порожнин, а панель 2B (ФІГ. 7A-7C) та панель 2D (ФІГ. 9A-9C) показали зменшення розміру великих порожнин та зменшення розміру порожнин в цілому, в той час як панель 2C (ФІГ. 8A-8C) показала збільшення розміру порожнин.

[0132] Були проаналізовані шість зображень для кожного стану. Зображення, вибрані у випадковому порядку для кожного експериментального стану для аналізу порожнин (тобто, ФІГ. 6A-6C, 7A-7C, 8A-8C, 9A-9C) були проаналізовані за допомогою програми Clemex Vision PE, що можна придбати у компанії Clemex Technologies, Inc., Лонгьой, Квебек. Для кожного зображення розмір діаметру кожної порожнини (пухирця) вимірювали вручну. Розподіл був наданий програмним забезпеченням. Підсумок результатів представлений у Таблиці 3.

Таблиця 3

	Розмір порожнин (мкм)	
	Середнє арифметичне	Середнє значення по об'єму
Панель 2А (контрольна) (звичайна мильна суміш)	234	819
Панель 2В (мильна суміш, модифікована 1% 1- додеканолу)	168	627
Панель 2С (мильна суміш, модифікована 1% 1- деканолу)	245	1092
Панель 2D (мильна суміш, модифікована 1% 1- октанолу)	188	739

[0133] Середнє арифметичне визначали за допомогою програмного забезпечення, воно показує середнє арифметичне діаметру всіх порожнин всередині панелі (у мікрометрах). Середнє значення по об'єму визначали за діаграмами розподілу, створеними програмним забезпеченням, воно показує середні розміри порожнин, зважені за об'ємом.

[0134] Крім того, ФІГ. 10-13 являють собою гістограми, що ілюструють об'ємний розподіл кожної з панелей 2А (ФІГ. 10), 2В (ФІГ. 11), 2С (ФІГ. 12) і 2D (ФІГ. 13). Гістограми показують об'ємну частоту порожнин у вигляді функції розміру порожнин у мікрометрах.

[0135] Як видно з Таблиці 3 та ФІГ. 10-13, порожнини в контрольній панелі 2А були в цілому більшими та більш розсіяними, а порожнини панелей 2В і 2D були меншими та більш вузько розподіленими. Порожнини контрольної панелі були більшими та більш рівномірно розподіленими. Розподіл порожнин у контрольній панелі 2А був бімодальним, а розподіл у панелях 2В та 2D був мономодальним і гауссовим.

[0136] Ці результати демонструють, що модифікація поверхнево-активної речовини (мила) в піноутворювачі є достатньою для спричинення змін розподілу розмірів порожнин у панелі сухої штукатурки без інших змін композиції або дози поверхнево-активної речовини. Ці результати додатково показують, що більш сприятливого розподілу (вужчого або ширшого) можна легко досягнути без потреби у новій суміші поверхнево-активної речовини.

#### ПРИКЛАД 3

[0137] Цей приклад ілюструє, що модифікації мила можуть зменшити поверхневий натяг сумішей піноутворювачів. Зокрема, випробування поверхневого натягу були проведені за допомогою способом змочування пластини, як описано в Прикладі 1, за допомогою тензометра Kruss K12.

[0138] Випробування поверхневого натягу були проведені для розчинів піноутворювача 3А, тобто, Stepan B25, і піноутворювача 3В, тобто, Hyonic 25AS. Випробування для кожного піноутворювача були проведені без додаткової модифікації розчину (контроль), а також з додатковою модифікацією розчину 1 % ваг. додеканолу, 1 % ваг. деканолу та 1 % ваг. октанолу. Розчини містили різні концентрації (2000 ppm, 1000 ppm та 500 ppm, відповідно) піноутворювачів. Результати показані в Таблиці 4.

Таблиця 4

	Поверхневий натяг, мН/м		
	500 ppm	1000 ppm	2000 ppm
Піноутворювач 3А (Polystep B25)	64	54	45
Піноутворювач 3А з 1- додеканолом	28	25	23
Піноутворювач 3А з 1- деканолом	41	36	27
Піноутворювач 3А з 1- октанолом	53	46	38
Піноутворювач 3В (Hyonic 25AS)	60	51	41
Піноутворювач 3В з 1- додеканолом	23,1	23,8	22,5
Піноутворювач 3В з 1- деканолом	50,4	41,5	31,0
Піноутворювач 3В з 1- октанолом	57,9	50,1	39,6

[0139] Результати Таблиці 4 показують, що присутність жирного спирту надавала переваги в утворенні мильної суміші з більшою поверхневою активністю. Наприклад, можна побачити, що поверхневий натяг модифікованого мила зменшився, що показує, що стабільність (наприклад, міцність) піни була покращена. Поверхневий натяг розчинів поверхнево-активної речовини, модифікованих спиртом, зменшувався у порівнянні з немодифікованою поверхнево-активною речовиною. Менший поверхневий натяг в цілому показує вищу поверхневу активність і може дозволити зменшення використання поверхнево-активної речовини для досягнення однакових властивостей утворення піни.

[0140] Усі посилання, в тому числі публікації, заявки на патент і патенти, цитовані в даному документі, включені в даний документ в повному обсязі за допомогою посилання в такій же мірі, якби кожне посилання було б зазначене індивідуально та окремо, як включене за посиланням і було б викладене повною мірою в даному документі.

[0141] Використання термінів в однині в контексті опису даного винаходу (особливо в контексті наступної формули винаходу) слід розглядати як таке, що охоплює як однину, так і множину, якщо інше не зазначено в даному документі або не суперечить явно контексту. Використання терміну "принаймні один", за яким слідує перелік одного або більшої кількості елементів (наприклад, "принаймні один з А та В"), має тлумачитися як таке, що означає один елемент, вибраний із перелічених елементів (А або В) або будь-яку комбінацію з двох або більше перелічених елементів (А і В), якщо інше не вказано в цьому документі або чітко не суперечить контексту. В контексті даного документа слід розуміти, що термін "зі зв'язком" не обов'язково означає, що два шари знаходяться у безпосередньому контакті. Терміни "містить", "має", "включає" та "в тому числі" повинні тлумачитися як терміни відкритого типу (тобто такі, що означають "включно, але без обмеження"), якщо не зазначено інше. Також, скрізь, де використовується термін "містить" (або його еквівалент), вважається, що він охоплює "складається по суті з" "складається з". Таким чином, варіант реалізації винаходу, що "містить" елементи, підтримує варіанти реалізації винаходу, що "складаються по суті з" та "складаються з" вказаних елементів. Скрізь, де використовується термін "складається по суті з", вважається, що "складається з". Таким чином, варіант реалізації винаходу, що "складається по суті з" елементів, підтримує варіанти реалізації винаходу, що "складаються з" вказаних елементів.

Зазначення діапазонів значень в даному документі служить лише для короткого звернення до кожного окремого значення, що міститься в діапазоні, якщо інше не зазначено в даному документі, та кожне окреме значення включається в специфікацію так, якби воно було окремо зазначене в даному документі. Усі способи, описані в даному документі, можуть бути виконані у  
 5 будь-якому відповідному порядку, якщо інше не зазначено в даному документі або іншим чином не суперечить явно контексту. Використання будь-яких та всіх прикладів або типових виразів (наприклад, "такі як"), представлених в даному документі, призначене лише для кращого висвітлення винаходу та не накладає обмеження на обсяг даного винаходу, якщо інше не зазначено у формулі винаходу. Жодний вираз у специфікації не слід розглядати як такий, що  
 10 вказує важливість будь-якого елемента, не зазначеного у формулі винаходу, для практичного втілення винаходу.

[0142] Переважні варіанти реалізації даного винаходу описані в даному документі, в тому числі найкращий спосіб виконання винаходу, відомий винахідникам. Варіації таких переважних варіантів реалізації винаходу можуть стати очевидними спеціалістами в даній області після  
 15 читання попереднього опису. Винахідники очікують, що спеціалісти застосовуватимуть такі варіації належним чином, і винахідники передбачають, що винахід буде втілений на практиці іншим чином, ніж це конкретно описано в даному документі. Відповідно, даний винахід включає всі модифікації та еквіваленти об'єкта винаходу, зазначеного у формулі винаходу, прикладений до даного документу, як це дозволено чиним законодавством. Крім того, будь-яка комбінація  
 20 описаних вище елементів у будь-яких можливих їх варіантах охоплюється даним винаходом, якщо інше не зазначено в даному документі або іншим чином не суперечить явно контексту.

#### ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Гіпсова панель, що містить:

(a) серцевину із затверділого гіпсу, розташовану між двома покривними пластинами;

(b) серцевину із затверділого гіпсу, яка містить матрицю гіпсових кристалів, утворену з  
 25 принаймні води, алебастру та піни, причому:

піна утворена шляхом введення повітря у суміш на водній основі піноутворювача, який містить  
 30 принаймні один алкілсульфат, принаймні один алкілефірсульфат, жирний спирт та воду.

2. Гіпсова панель за п. 1, яка **відрізняється** тим, що жирний спирт являє собою жирний спирт  $C_6-C_{20}$ .

3. Гіпсова панель за п. 1 або 2, яка **відрізняється** тим, що жирний спирт являє собою жирний спирт  $C_8-C_{12}$ .

4. Гіпсова панель за будь-яким з пп. 1-3, яка **відрізняється** тим, що жирний спирт являє собою октанол, деканол, додеканол або будь-яку їх комбінацію.

5. Гіпсова панель за будь-яким з пп. 1-4, яка **відрізняється** тим, що серцевина із затверділого гіпсу додатково утворена з немігруючого крохмалю, який збільшує міцність панелі порівняно з такою ж панеллю, виготовленою без крохмалю.

6. Гіпсова панель за будь-яким з пп. 1-5, яка **відрізняється** тим, що серцевина із затверділого гіпсу додатково утворена з поліфосфату.

7. Гіпсова панель за будь-яким з пп. 1-6, яка **відрізняється** тим, що панель має щільність від близько 17 фунтів на кубічний фут ( $272,3 \text{ кг/м}^3$ ) до близько 31 фунта на кубічний фут ( $496,6 \text{ кг/м}^3$ ).

8. Спосіб виготовлення гіпсової панелі, що включає наступні етапи:

(a) заздалегідь утворюють піну шляхом введення повітря у суміш на водній основі піноутворювача, який містить принаймні один алкілсульфат, принаймні один алкілефірсульфат, жирний спирт та воду;

(b) змішують принаймні воду, алебастр та піну, утворюючи суспензію;

50 (c) розташовують суспензію між першою покривною пластиною та другою покривною пластиною, утворюючи заготовку панелі;

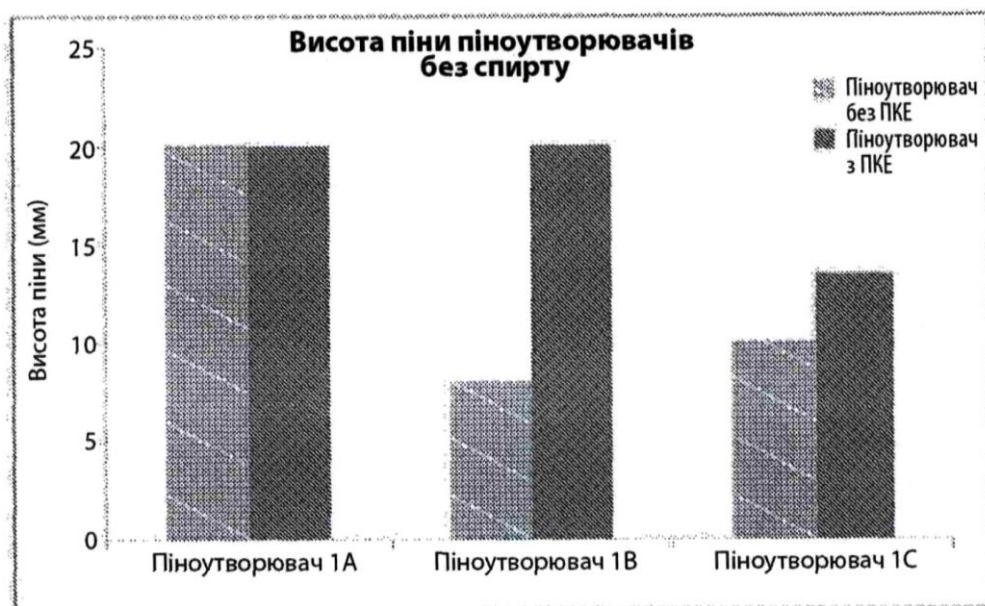
(d) розрізають заготовку панелі на панель; і

(e) висушують панель.

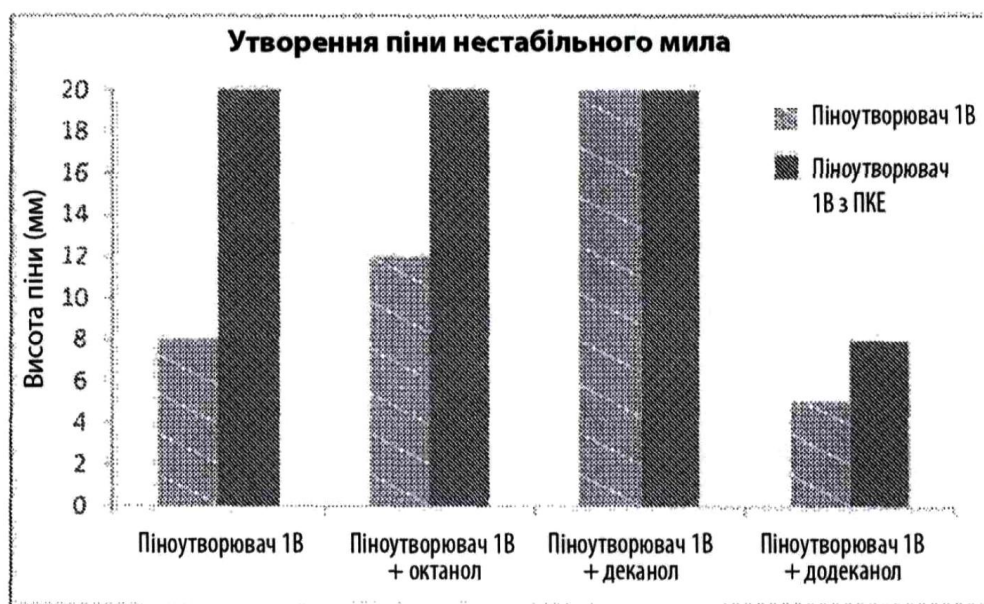
9. Спосіб за п. 8, який **відрізняється** тим, що жирний спирт являє собою жирний спирт  $C_6-C_{20}$ .

55 10. Спосіб за п. 8 або 9, який **відрізняється** тим, що жирний спирт являє собою октанол, деканол, додеканол або будь-яку їх комбінацію.

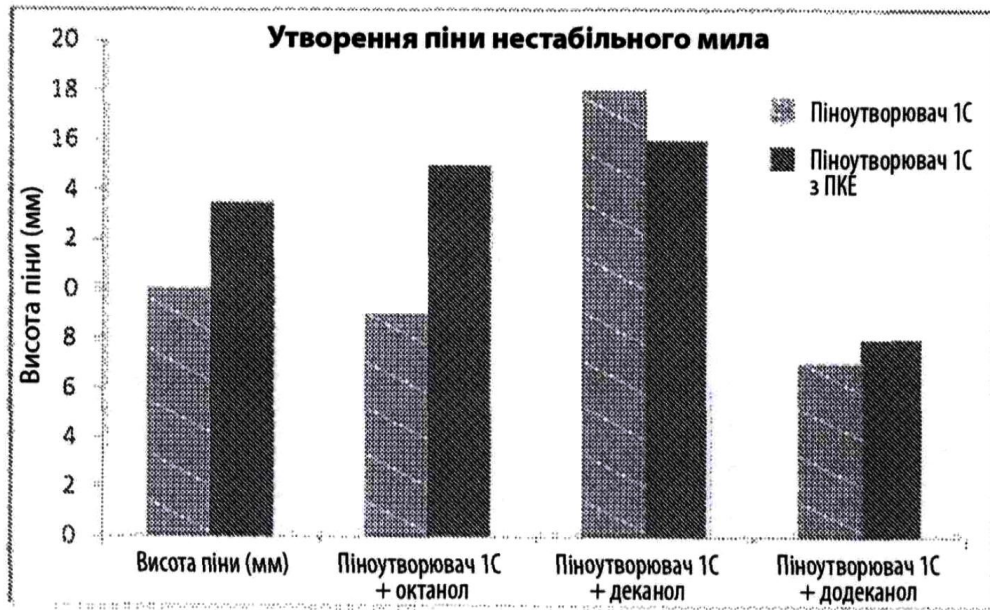




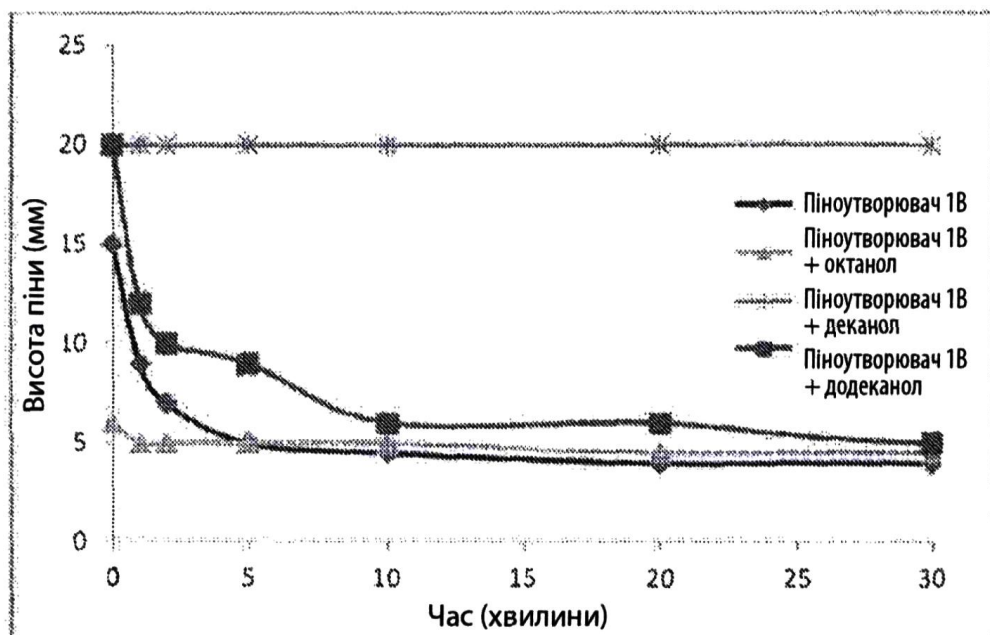
Фіг. 1



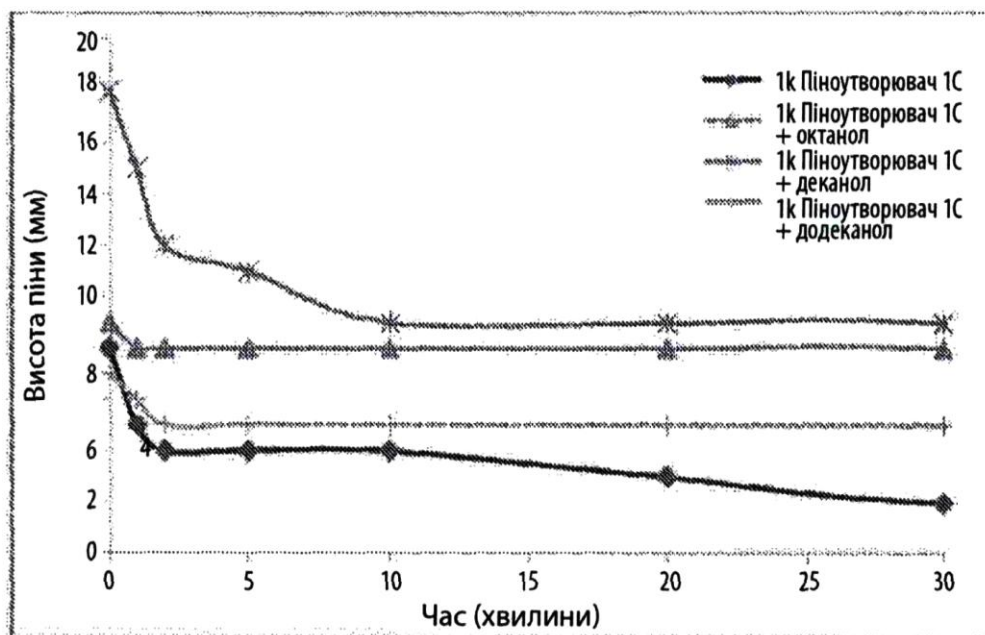
Фіг. 2



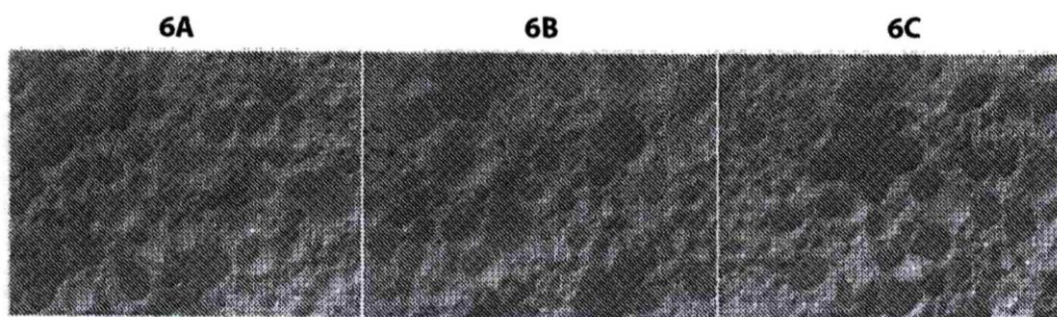
Фіг. 3



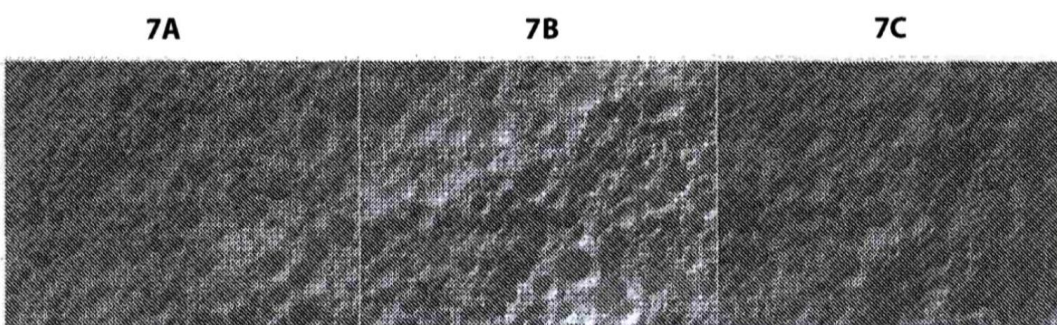
Фіг. 4



Фіг. 5

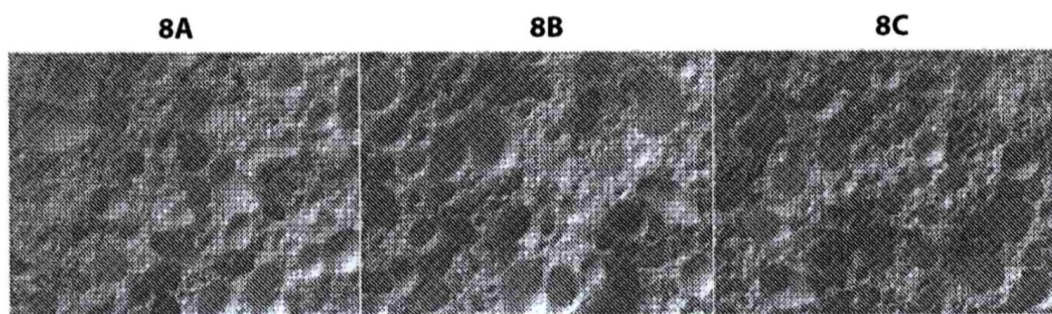


Фіг. 6A-C

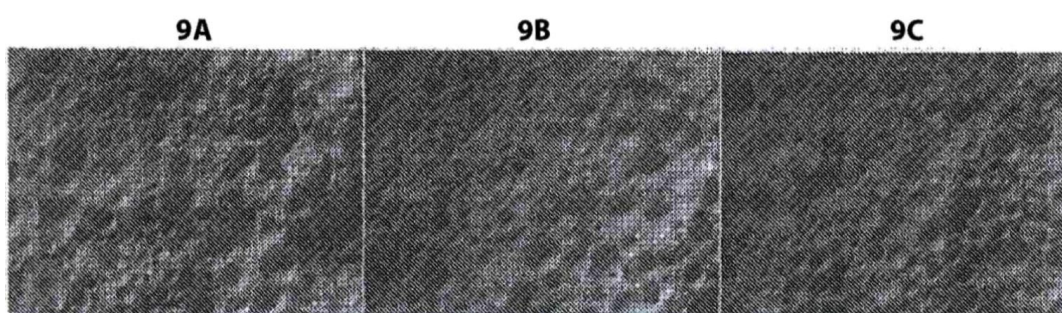


Фіг. 7A-C

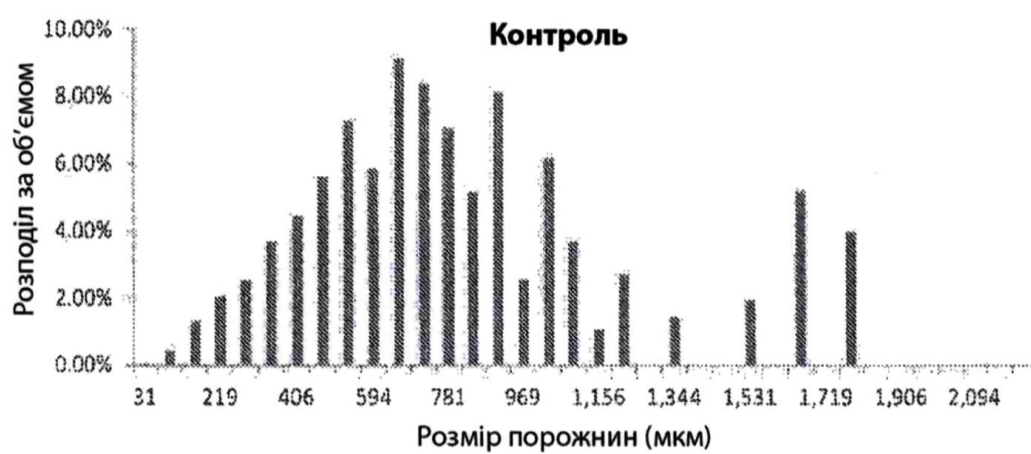




Фіг. 8A-C

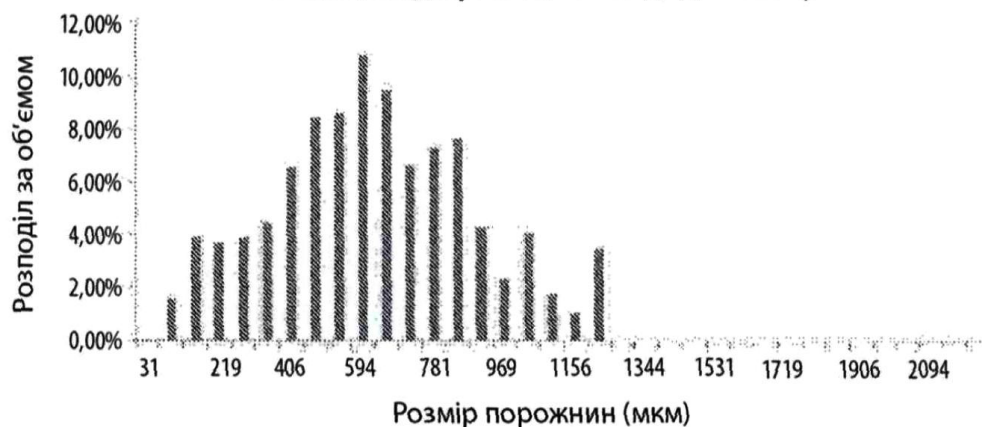


Фіг. 9A-C



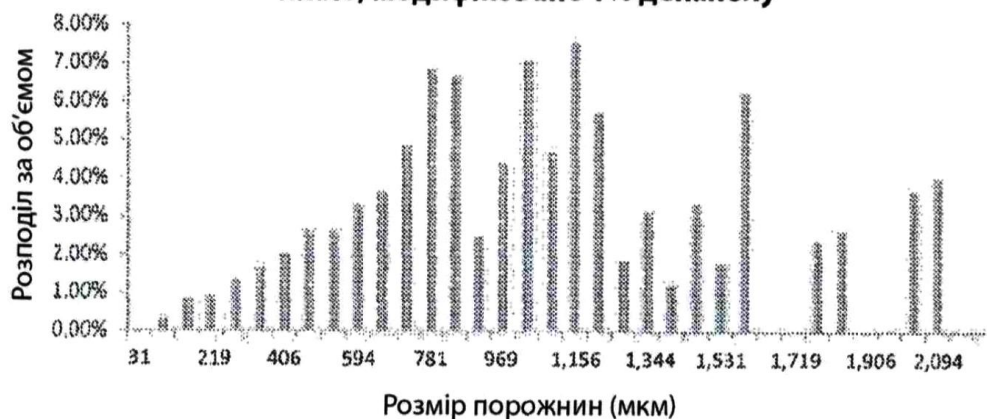
Фіг. 10

**Мило, модифіковане 1% додеканолю**



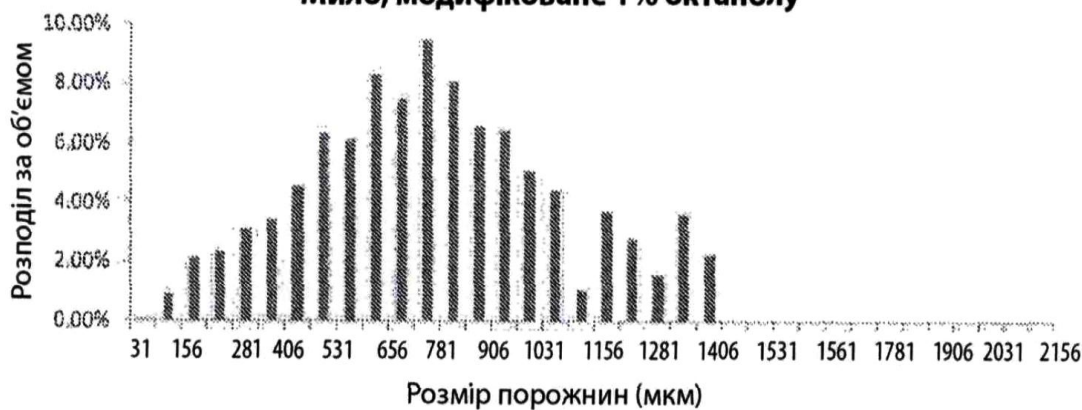
Фіг. 11

**Мило, модифіковане 1% деканолю**



Фіг. 12

**Мило, модифіковане 1% октанолю**



Фіг. 13