



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **91012** (13) **U**
(51) МПК (2014.01)
F41H 1/00

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2013 09055	(72) Винахідник(и): Астанін Вячеслав Валентинович (UA), Олефір Олексій Ігорович (UA), Щегель Ганна Олексіївна (UA), Олефір Андрій Олексійович (UA)
(22) Дата подання заявки: 19.07.2013	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 25.06.2014	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.06.2014, Бюл.№ 12	(73) Власник(и): НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, пр. Комарова, 1, м. Київ, 03680 (UA)

(54) ГНУЧКИЙ ЕЛАСТИЧНИЙ ВОЛОКОННОЗМІЦНЕНИЙ УДАРОМІЦНИЙ МАТЕРІАЛ

(57) Реферат:

Гнучкий еластичний волоконнозміцнений удароміцний матеріал містить матрицю та волоконне зміцнення. Волоконне зміцнення виконане у вигляді тканого, в'язаного чи трикотажного полотна із високодеформівним завдяки хвилястості укладення волокон плетенням з модулем пружності першого роду на розтяг вказаного полотна не вищим за модуль пружності першого роду на розтяг застосовуваної матриці у першій фазі деформування протягом поступового випрямлення вказаної хвилястості волоконного плетення до досягнення відносною деформацією значення повного випрямлення вказаної хвилястості і з модулем пружності першого роду на розтяг вказаного полотна у наступній фазі деформування вищим за модуль пружності першого роду на розтяг застосовуваної матриці при подальшому зростанні деформації понад вказане значення після випрямлення хвилястості волоконного плетення, причому вказане значення відносної деформації при повному випрямленні хвилястості плетення полотна нижче за значення відносної деформації руйнування на розтяг матеріалу матриці композиту.

UA 91012 U

Корисна модель належить до галузі захисних матеріалів та конструктивних елементів із них і засобів оборони, в т.ч. композиційних захисних удароміцних матеріалів на основі волоконного зміцнення чи сформованого у вигляді текстильного полотна волоконного зміцнення, що також носить назву текстильного зміцнення чи армування, які можуть застосовуватися, зокрема, для виготовлення конструктивних елементів захисного спорядження, форми одягу, щитів, елементів рятувального і захисного обладнання, транспортних засобів протипожежного, якщо пожежа супроводжується ймовірними вибухами чи розлітанням уламків, антивандального для використання міліцією, рятувальними командами, що працюють у вибухонебезпечних умовах чи при природних катаклізмах, таких як град та ін. призначення, для виготовлення демпфуючих, звукопоглинаючих, теплоізолюючих, електроізолюючих гнучких чи високодеформівних елементів конструкції наземних та повітряних транспортних засобів та ін., що мають підвищений опір пошкодженню і руйнуванню після досягнення деформаціями певного необхідного рівня та підвищеною ударною міцністю при збереженні гнучкості і деформівності для виконання функціональних задач, зокрема для таких конструкцій, як елементи підводного спорядження, деформівні еластичні прокладки, шини, газові камери, газові балони, в т.ч. для човнів на повітряній подушці.

Область використання гнучкого еластичного волоконнозміцненого удароміцного матеріалу та конструктивних деталей із нього визначається сферами, де постає потреба у створенні захисних еластичних систем, що задовольняють наступним вимогам: гнучкість матеріалу; деформівність матеріалу (еластичність); відсутність значного опору розтягу до досягнення певного рівня деформації, але високий опір деформуванню та міцність після досягнення вказаного рівня деформації (опір подальшому розриву), зокрема, при ударному навантаженні.

Відомі гнучкі волоконнозміцнені удароміцні матеріали, описані, зокрема, у [1-3]. Так, гнучкий удароміцний композиційний матеріал у аналогах [1-2] включає шар жорстких удароміцних рухомоз'єднаних елементів, закріплених на шарі із гнучкого матеріалу, що не має удароміцні властивості і може сам бути багатошаровим, який відрізняється тим, що даний гнучкий матеріал має високий опір локальним деформаціям. Недоліком аналогів та інших подібних матеріалів є те, що при виконанні умови гнучкості матеріалу чи конструкції не задовольняється умова деформівності (еластичності) та умова створення підвищеного опору руйнуванню лише після досягнення деформаціями певної границі, в межах якої потреба у вільному деформуванні визначається функціональним призначенням матеріалу та конструктивного елемента.

Також відомий вибраний за прототип волоконний композиційний матеріал, що містить еластичний полімер із модулем пружності першого роду не вище 1000 МПа і відносною деформацією руйнування на розтяг не нижче 300 % як фази матриці та армуючі волокна вмістом не нижче 25 % за об'ємом композиту як фази волоконного зміцнення [3]. Особливостями такого матеріалу є способи розташування волокон фази волоконного зміцнення за рахунок шаруватості чи плетіння, що забезпечують різні міцнісні характеристики за напрямками анізотропії композиту, проте недоліком у всіх випадках є те, що навіть у випадку збереження гнучкості матеріалу чи конструкції застосування волоконного зміцнення у матеріалі прототипу та інших аналогічних йому матеріалах втрачається здатність результуючого композиту бути еластичним, а тим паче забезпечувати еластичність до певного необхідного рівня деформацій із наступним створенням підвищеного опору подальшому деформуванню, пошкодженню і руйнуванню.

В основу корисної моделі поставлено задачу підвищення функціональності, розширення сфери і умов застосування гнучкого еластичного волоконнозміцненого удароміцного матеріалу, покращення його захисних функцій при забезпеченні гнучкості та високої еластичності в межах, необхідних для виконання функцій матеріалу чи виконаної із нього деталі.

Дана задача вирішується за рахунок того, що гнучкий еластичний волоконнозміцнений удароміцний матеріал, що містить матрицю та волокноне зміцнення, згідно з корисною моделлю містить волокноне зміцнення, виконане у вигляді тканого, в'язаного чи трикотажного полотна із високодеформівним завдяки хвилястості укладення волокон плетінням з модулем пружності першого роду на розтяг вказаного полотна не вищим за модуль пружності першого роду на розтяг застосовуваної матриці у першій фазі деформування протягом поступового випрямлення вказаної хвилястості волоконного плетіння до досягнення відносною деформацією значення повного випрямлення вказаної хвилястості і з модулем пружності першого роду на розтяг вказаного полотна у наступній фазі деформування вищим за модуль пружності першого роду на розтяг застосовуваної матриці при подальшому зростанні деформації понад вказане значення після випрямлення хвилястості волоконного плетіння, причому вказане значення відносною деформації при повному випрямленні хвилястості плетіння полотна нижче за значення відносною деформації руйнування на розтяг матеріалу матриці композиту. Конструктивні

пластинчаті чи оболонкові деталі, виконані із застосуванням вказаного матеріалу, мають відповідні притаманні вказаному матеріалу суттєві властивості гнучкості і еластичності та ударної міцності у відповідних межах деформації.

Встановлено, що саме співвідношення модулів пружності першого роду на розтяг полотна і матриці до і після досягнення значення відносної деформації, за якої досягається випрямлення хвилястості волоконного плетіння фази волоконного зміцнення, та значення вказаної відносної деформації і відносної деформації руйнування матеріалу матриці дозволяє досягти необхідного корисного ефекту, що забезпечує виконання функціонального призначення гнучких еластичних удароміцних матеріалів та деталей із них.

Також встановлено, що даний ефект проявляється при створенні композитів шляхом застосування гібридоволоконного полотна або полімерних плівок і армуючого волоконного полотна. Таким чином, поставлена задача вирішується згідно з корисною моделлю виконанням волоконнозміцненої структури гнучкого еластичного волоконнозміцненого удароміцного матеріалу із вказаними вдосконаленнями шляхом застосування гібридоволоконного полотна на основі волокон матеріалу матриці та армуючих волокон із формуванням матриці результирующего композиту в процесі фізичної чи хімічної обробки даного полотна, а також виконанням волоконнозміцненої структури гнучкого еластичного волоконнозміцненого удароміцного матеріалу із вказаними вдосконаленнями шляхом застосування термопластичних полімерних плівок і волоконного полотна із армуючими волокнами із наступним формуванням фази матриці та фази волоконного зміцнення на основі вказаних компонентів.

Встановлено, крім того, що для матеріалу описаного типу застосування системи тонких шарів, розділених проміжними шарами матриці чи іншого матеріалу у порівнянні із застосуванням одного шару грубого плетіння (на основі товстих пучків волокон) при незмінному типі плетіння та об'ємному вмісті армуючої фази має своїм наслідком підвищення ударної міцності матеріалу та деталей із нього. Таким чином, поставлена задача вирішується згідно з корисною моделлю виконанням гнучкого еластичного волоконнозміцненого удароміцного матеріалу із вказаними вдосконаленнями із забезпеченням наявності тонких шарів фази матриці та фази волоконного зміцнення після затвердіння чи консолідації матриці, причому серединні поверхні шарів волоконного зміцнення розділені утвореними шарами фази матриці товщиною більше половини товщини шару волоконного зміцнення, визначеної усередненою відстанню між поверхнями, паралельними серединним поверхням шарів волоконного зміцнення і обмежувачами рельєфу волоконного плетіння по більш ніж 90 % поверхні шару волоконного зміцнення по обидві сторони від серединної поверхні шару волоконного зміцнення у ненапруженому і нездеформованому вихідному стані матеріалу. Поставлена задача вирішується згідно з корисною моделлю також виконанням гнучкого еластичного волоконнозміцненого удароміцного матеріалу із вказаними вдосконаленнями із включенням між окремими шарами даного матеріалу шарів із відмінного від матеріалів фази матриці та фази волоконного зміцнення зміцненого чи незміцненого волокнами матеріалу.

Запропоноване рішення дозволяє забезпечити відсутність значного опору розтягу до досягнення певного рівня деформації, але високий опір деформуванню та міцність після досягнення вказаного рівня деформації (опір подальшому розриву), зокрема при ударному навантаженні, композиційного матеріалу при збереженні його еластичності та гнучкості, які визначаються властивостями матриці, до досягнення деформацією вказаного рівня, що забезпечує виконання матеріалом та деталлю їх безпосередніх функціональних задач при забезпеченні високої ударної міцності гнучкого еластичного волоконнозміцненого матеріалу.

Приклади реалізації.

Для виготовлення композиційного матеріалу були використані самовулканізований клей холодного затвердіння "СВ-1-5", резинова суміш "ІРП 1265", силікон "Viksel U" виробництва НДІ "Еластик", силікон марки "452 СН", клей на основі дисперсії полівінілацетату та поліетилен як матриця, а також скляні, базальтові і вуглецеві волокна як армуюча фаза, гібридоволоконні полотна на основі скловолокон та поліпропіленових волокон, як додаткові проміжні шари та формуючі матрицю плівок були застосовані шари на основі поліетилену.

Сформовані композиційні препреги на основі гумової суміші піддавалися нагріванню до температури 160 °С протягом 20 хвилин під пресом під тиском 50 атм, після чого проходили повітряну вулканізацію при температурі 200 °С протягом 5 годин.

Тестування ударної міцності здійснювалося за допомогою установки "aSTanin" ("Acceleration System for Testing of Antidamage Innovations") при швидкостях до 315 м/с із застосуванням сталевго ударника зі сферичною носовою частиною діаметром $4,5 \cdot 10^{-3}$ м масою $0,3 \cdot 10^{-3}$ кг та $0,4 \cdot 10^{-3}$ кг, що імітували пошкоджуючі уламки. Застосування волоконного зміцнення виконаного у вигляді тканого, в'язаного чи трикотажного полотна із високодеформівним завдяки хвилястості

укладення волокон плетенням з модулем пружності першого роду на розтяг вказаного полотна не вищим за модуль пружності першого роду на розтяг застосовуваної матриці у першій фазі деформування протягом поступового випрямлення вказаної хвилястості волоконного плетення до досягнення відносною деформацією значення повного випрямлення вказаної хвилястості і з визначеним властивостями застосовуваних волокон у нормальному розпрямленому вигляді модулем пружності першого роду на розтяг вказаного полотна у наступній фазі деформування вищим за модуль пружності першого роду на розтяг застосовуваної матриці при подальшому зростанні деформації понад вказане значення завдяки випрямленню хвилястості волоконного плетення, якщо вказане значення відносної деформації при повному випрямленні хвилястості плетення полотна нижче за значення відносної деформації руйнування на розтяг матеріалу матриці композиту, дозволяло забезпечити підвищення енергопоглинання зразків матеріалу та пластинчатих деталей із нього з 45 % до 68 % від енергії удару. Застосування системи тонких шарів із проміжними шарами дозволило досягти значень енергопоглинання до 85 % від енергії удару.

Джерела інформації:

1. Патент US 6807891 B2. Flexible impact-resistant materials. St. E. Fisher - Онубл. 26.10.2004.

- аналог

2. Патент US 6500507 B1. Flexible, impact-resistant materials. St. E. Fisher - Онубл. 31.12.2002.

- аналог

3. Патент US 2010/0040816 A1. Silk fibre composites. I. Verpoest, A.W. Van Vuure, N.E. Asmar, J. Vanderbeke - Онубл. 18.02.2010. - прототип

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

1. Гнучкий еластичний волоконнозміцнений удароміцний матеріал, що містить матрицю та волоконне зміцнення, який **відрізняється** тим, що волоконне зміцнення виконане у вигляді тканого, в'язаного чи трикотажного полотна із високодеформівним завдяки хвилястості укладення волокон плетенням з модулем пружності першого роду на розтяг вказаного полотна не вищим за модуль пружності першого роду на розтяг застосовуваної матриці у першій фазі деформування протягом поступового випрямлення вказаної хвилястості волоконного плетення до досягнення відносною деформацією значення повного випрямлення вказаної хвилястості і з модулем пружності першого роду на розтяг вказаного полотна у наступній фазі деформування вищим за модуль пружності першого роду на розтяг застосовуваної матриці при подальшому зростанні деформації понад вказане значення після випрямлення хвилястості волоконного плетення, причому вказане значення відносної деформації при повному випрямленні хвилястості плетення полотна нижче за значення відносної деформації руйнування на розтяг матеріалу матриці композиту.

2. Гнучкий еластичний волоконнозміцнений удароміцний матеріал за п. 1, який **відрізняється** тим, що матриця та волоконне зміцнення матеріалу виконані із застосуванням гібридоволоконного полотна на основі волокон матеріалу матриці та армуючих волокон із формуванням матриці результуючого композиту в процесі фізичної чи хімічної обробки даного полотна.

3. Гнучкий еластичний волоконнозміцнений удароміцний матеріал за п. 1, який **відрізняється** тим, що матриця та волоконне зміцнення матеріалу виконані із застосуванням термопластичних полімерних плівок і волоконного полотна із армуючими волокнами із наступним формуванням фази матриці та фази волоконного зміцнення на основі вказаних компонентів.

4. Гнучкий еластичний волоконнозміцнений удароміцний матеріал за п. 1, який **відрізняється** тим, що матриця та волоконне зміцнення матеріалу виконані із забезпеченням наявності тонких шарів фази матриці та фази волоконного зміцнення після затвердіння чи консолідації матриці, причому серединні поверхні шарів волоконного зміцнення розділені утвореними шарами фази матриці товщиною більше половини товщини шару волоконного зміцнення, визначеної усередненою відстанню між поверхнями, паралельними серединним поверхням шарів волоконного зміцнення і обмежувочими рельєф волоконного плетення по більш ніж 90 % поверхні шару волоконного зміцнення по обидві сторони від серединної поверхні шару волоконного зміцнення у ненапруженому і недеформованому вихідному стані матеріалу.

5. Гнучкий еластичний волоконнозміцнений удароміцний матеріал за п. 1, який **відрізняється** тим, що матриця та волоконне зміцнення матеріалу виконані із включенням між окремими шарами даного матеріалу шарів із відмінного від матеріалів фази матриці та фази волоконного зміцнення зміцненого чи незміцненого волокнами матеріалу.

Комп'ютерна верстка М. Ломалова

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

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