



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 92800

(13) C2

(51) МПК (2009)

D03D 25/00

D03D 11/00

D03D 13/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

**(54) ВОЛОКОННА АРМУВАЛЬНА СТРУКТУРА СКЛАДНОГО АТЛАСНОГО ТКАННЯ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ З КОМПОЗИТНОГО МАТЕРІАЛУ**

1

(21) а200814657  
(22) 20.06.2007  
(24) 10.12.2010  
(86) PCT/FR2007/051477, 20.06.2007  
(31) 0652573  
(32) 21.06.2006  
(33) FR  
(46) 10.12.2010, Бюл.№ 23, 2010 р.  
(72) КУПЕ ДОМІНІК, FR, ШАРЛЬО ФРАНСУА, FR, РІШАР ЖАН-ФІЛІПП, FR  
(73) СНЕКМА ПРОПУЛЬСЬОН СОЛІД, FR  
(56) US 4848414, 18.07.1989  
US 5899241, 04.05.1999  
US 5102725, 07.04.1992  
(57) 1. Волоконна армувальна структура для деталі з композитного матеріалу, утворена щонайменше частково за допомогою тривимірного багат шарового ткання з переплетенням атласного типу або складного атласного ткання, яка містить: щонайменше перший, другий і третій сусідні шари ниток утоку, причому нитки утоку першого, другого і третього шарів розташовані в колонках, кожна з яких містить нитку утоку кожного з вказаних шарів, перший комплект ниток основи, в якому кожна нитка основи по черзі захоплює одну нитку утоку з числа  $n$  ниток першого шару ниток утоку і одну нитку з числа  $n$  ниток другого шару ниток утоку, сусіднього з першим, і другий комплект ниток основи, в якому кожна нитка основи по черзі захоплює одну нитку утоку з числа  $n$  ниток другого шару ниток утоку і одну нитку з числа  $n$  ниток третього шару ниток утоку, сусіднього з другим, при цьому обидва комплекти ниток основи проходять по схожих шляхах, але із зміщенням один відносно іншого по напрямку основи, так що в одній і тій же площині переплетення нитки другого шару ниток утоку, захоплені ниткою основи першого комплекту і ниткою основи другого комплекту, різні, а число  $n$  є цілим числом, яке щонайменше дорівнює 3.  
2. Волоконна структура за п. 1, в якій утримувані однією і тією ж ниткою основи нитки утоку в двох з

2

вказаних шарів ниток утоку розташовані не в сусідніх колонках ниток утоку.

3. Волоконна структура за п. 2, в якій число  $n$  щонайменше дорівнює 5.

4. Волоконна структура за п. 1, яка містить внутрішню частину або серцевину і зовнішню частину або оболонку, прилеглу до зовнішньої поверхні волоконної структури, в якій серцевина щонайменше частково утворена складним атласним тканням.

5. Волоконна структура за п. 4, в якій оболонка виконана за допомогою двовимірного ткання.

6. Волоконна структура за п. 5, в якій ткання в оболонці виконане з переплетенням атласного типу.

7. Волоконна структура за п. 6, в якій крок атласного переплетення в оболонці дорівнює кроку атласного переплетення в частині серцевини, прилеглої до оболонки.

8. Волоконна структура за п. 4, в якій серцевина містить щонайменше першу і другу частини, утворені за допомогою складного атласного ткання з різними відповідно першим і другим кроком атласного ткання.

9. Волоконна структура за п. 4, в якій серцевина виткана щонайменше частково з ниток, утворених волокнами обмеженої довжини, а оболонка виткана з ниток, утворених волокнами необмеженої довжини.

10. Волоконна структура за п. 1, в якій щонайменше одна з густин переплетення в основі і в утоку варіюється по товщині волоконної структури.

11. Волоконна структура за п. 10, в якій густина переплетення варіюється у бік зменшення густини від серцевини до оболонки.

12. Волоконна структура за будь-яким з пп. 1-11, в якій різні частини волоконної структури виконані з ниток різної хімічної природи.

13. Волоконна структура за п. 1, в якій використувані для ткання нитки мають номер, що варіюється всередині волоконної структури.

14. Деталь з композитного матеріалу, яка містить волоконну структуру за будь-яким з пп. 1-13, ущільнену матрицею.

(13) C2

(11) 92800

(19) UA

15. Деталь за п. 14 з термоструктурного композитного матеріалу, яка містить матрицю, щонайменше

частково утворену способом хімічного осадження з газової фази.

#### Область техніки

Даний винахід стосується виготовлення деталей з композитного матеріалу, зокрема, виготовлення волоконних армувальних конструкцій (структур) для таких деталей.

Галуззю застосування винаходу є виготовлення конструктивних деталей з композитного матеріалу з волоконною армувальною структурою або каркасом і полімерною матрицею. Такі деталі використовуються в дуже багатьох галузях, і, зокрема, в галузі авіації. Ущільнення волоконної армувальної структури полімерною матрицею проводиться будь-якими відомими засобами, наприклад, за допомогою технології RTM (від Англійського терміну "Resin Transfer Molding", яка в російськомовній літературі називається методом трансферного формування полімерів, методом інжекційного просочення полімером або методом просочення полімером під тиском або вакуумом).

Іншою галуззю застосування винаходу є виготовлення деталей з термоструктурного композитного матеріалу, тобто матеріалу, який має такі механічні властивості, що роблять його придатним для виконання конструктивних елементів, і який здатний зберігати ці властивості при високих температурах. В характерному випадку термоструктурні композитні матеріали є композитними матеріалами вуглець/вуглець (C/C), які містять волоконну армувальну конструкцію (структуру) або каркас з вуглецю, ущільнений вуглецевою матрицею, а також композитні матеріали з керамічною матрицею (CMC), які містять жаростійку волоконну армувальну структуру або каркас (вуглецевий або керамічний), ущільнений керамічною матрицею. Деталі з термоструктурного композитного матеріалу використовуються, зокрема, в авіаційній і космічній областях. Ущільнення волоконної армувальної структури матеріалом, що створює матрицю, може здійснюватися способом хімічного осадження з газової фази (CVI - від англ. терміну "chemical vapor infiltration") або рідким способом, як це відомо само по собі. Ущільнення рідким способом полягає у просоченні волоконної структури рідкою композицією, яка містить попередник матеріалу, що створює матрицю, в характерному випадку полімер, а перетворення попередника здійснюється за допомогою термообробки.

#### Попередній рівень техніки

Для деталей з композитного матеріалу певної товщини практикується виготовлення армувальної структури з великою кількістю накладених один на один шарів, які зв'язані між собою для запобігання розшарування.

В цьому відношенні було запропоновано, наприклад, в патентних документах US 4848414, US 5899241 і EP 1526285, виконувати армувальну структуру способом тривимірного тkania з нитками основи, які зв'язують нитки утку, що належать

декільком різним шарам утку. Переплетення є переплетенням інтерлочного типу з нитками утку, розташованими по шаховій схемі у послідовних площинах утку.

З патентного документа US 5102725 відома армувальна структура, виконана з локальним тривимірним тkанням атласного типу. Волоконна структура утворена двома шарами ниток утку, зв'язаних в певних точках за допомогою першої нитки основи, яка по черзі захоплює одну з чотирьох ниток першого шару утку і одну з восьми ниток другого шару утку. Крім того, нитки другого шару утку виткані з другою ниткою основи за допомогою класичного тривимірного тkania атласного типу, при цьому дві нитки основи проходять по суті між двома шарами ниток утку. В другому шарі ниток утку одні і ті ж нитки утку захоплюються першою і другою ниткою основи і тим самим створюють нерівності на поверхні. Крім того, описана техніка тkania з двома нитками основи, що проходять між двома шарами ниток утку, підходить конкретно для виготовлення волоконної структури, товщина якої обмежена двома шарами ниток утку.

При виготовленні таких волоконних армувальних структур для деталей з композитного матеріалу повинні братися до уваги різні аспекти.

Так, тривимірне тkanie повинне забезпечувати достатній зв'язок між шарами для запобігання розшарування, але не повинне впливати на механічну міцність у напрямі паралельному площинам шарів.

Крім того, у тому випадку, коли деталь з композитного матеріалу повинна мати гладку поверхню, бажано уникнути того, щоб волоконна армувальна структура мала значні нерівності на поверхні. Наявність таких нерівностей вимагає додаткових операцій, таких як вирівнювання поверхні, наприклад, після першого етапу ущільнення або етапу зміцнення, або додавання на поверхню двомірного шару, наприклад, шару тканини, перед закінченням ущільнення.

#### Суть винаходу

Задачею винаходу є створення волоконної армувальної структури, утвореної, щонайменше, частково тривимірним тkанням і такої, що представляє хороший компроміс між описаними вище вимогами.

Згідно з винаходом рішення поставленої задачі досягається за рахунок того, що тривимірне тkanie є багатошаровим тkанням з переплетенням атласного типу, або складним атласним тkанням, яке містить:

- щонайменше, перший, другий і третій сусідні шари ниток утку, причому нитки утку першого, другого і третього шарів розташовані в колонках, кожна з яких містить нитку утку кожного з вказаних шарів,

- перший комплект ниток основи, в якому кожна нитка основи по черзі захоплює одну нитку утку з числа  $n$  ниток першого шару ниток утку і одну нитку з числа  $n$  ниток другого шару ниток утку, сусіднього з першим, і

- другий комплект ниток основи, в якому кожна нитка основи по черзі захоплює одну нитку утку з числа  $n$  ниток другого шару ниток утку і одну нитку з числа  $n$  ниток третього шару ниток утку, сусіднього з другим,

- при цьому обидва комплекти ниток основи ідуть по схожих шляхах, але із зміщенням один відносно іншого по напрямку основи, так що в одній і тій же площині переплетення нитки другого шару ниток утку, захоплені ниткою основи першого комплекту і ниткою основи другого комплекту, різні,

- а число  $n$  є цілим числом, щонайменше, таким, що дорівнює 3.

Переважаю утримувані однією і тією ж ниткою основи нитки утку в двох з вказаних шарів ниток утку розташовані не в сусідніх колонках ниток утку.

Переважаю число  $n$ , щонайменше, дорівнює 5.

Використовування складного атласного переплетення створює ряд переваг.

По-перше, зберігається механічна поведінка атласного переплетення у напрямі основи при реалізації зв'язку між шарами ниток утку.

Крім того, переплетення атласного типу дозволяє тканині зберігати хорошу ступінь здатності до деформації для пристосування до форм, відмінних від плоскої.

У тому випадку, коли волоконна структура містить внутрішню частину або серцевину і зовнішню частину або оболонку, прилеглу до зовнішньої поверхні волоконної структури, переважно серцевина, щонайменше, частково утворена таким складним атласним тканиням.

В цьому випадку оболонка може бути виконана за допомогою двомірного тканиня. Тканиня в оболонці може бути виконане з переплетенням атласного типу, що сприяє створенню гладкої поверхні, при цьому крок атласного переплетення в оболонці переважно дорівнює кроку атласного переплетення в частині серцевини поряд з оболонкою. В іншому варіанті тканиня в оболонці може мати місце полотняне переплетення, що створює полегшений доступ газу через оболонку у разі ущільнення способом хімічного осадження з газової фази (CVI).

Можлива варіація складного атласного переплетення в серцевині волоконної структури, наприклад, шляхом утворення двох частин оболонки складним атласним тканиням з різним відповідним кроком.

У відповідності з однією з особливостей волоконної структури згідно з винаходом серцевина може бути виткана з ниток, утворених волокнами обмеженої довжини, а оболонка виткана з ниток, утворених волокнами необмеженої довжини. Використовування ниток, утворених волокнами обмеженої довжини, дозволяє за рахунок спучування цих волокон забезпечувати фракціонування пористості в серцевині, тоді як використання в

оболонці ниток, утворених волокнами необмеженої довжини, сприяє доступу газу в процесі ущільнення способом хімічного осадження з газової фази і отриманню поверхні без значних нерівностей. Може бути також досягнуте зниження градієнта ущільнення способом хімічного осадження з газової фази.

Згідно з іншою особливістю волоконної структури, густина переплетення в основі і в утку може варіюватися по напрямку товщини волоконної структури. Варіація густини переплетення у бік зменшення від серцевини до оболонки сприяє доступу газу до серцевини волоконної структури в процесі ущільнення способом хімічного осадження з газової фази.

Згідно із ще одною особливістю волоконної структури різні частини волоконної структури виконані з ниток різної хімічної природи для подання конкретних бажаних властивостей, зокрема, стійкості до окислення або до зносу.

Згідно із ще одною особливістю волоконної структури, використовувані для тканиня нитки мають номер, що варіюється всередині волоконної структури. Зокрема, у напрямі від серцевини до оболонки волоконної структури нитки можуть ставати тоншими, що полегшує доступ газу через оболонку у серцевину при ущільненні способом хімічного осадження з газової фази.

Короткий опис графічних матеріалів

Далі з посиланнями на прикладені креслення будуть детально описані приклади здійснення винаходу, які не є обмежувальними. На кресленнях:

Фіг.1 зображує переплетення відомого тривимірного тканиня інтерлочного (дволастиків) типу,

Фіг.2 зображує площину переплетення волоконної структури, отриманої за допомогою багат шарового тканиня атласного типу,

Фіг.3 зображує площину переплетення волоконної структури, отриманої за допомогою багат шарового тканиня з багат шаровим атласним переплетенням згідно з прикладом здійснення винаходу,

Фіг.4А-4Р зображують послідовні площини переплетення волоконної структури згідно з іншим прикладом здійснення винаходу з багат шаровим атласним тканиням у серцевині і двомірним тканиням атласного переплетення в оболонці, і

Фіг.5А-5L зображують послідовні площини переплетення волоконної структури згідно з іншим прикладом здійснення винаходу, в якому в тканиня скомбіновано два різні складні атласні переплетення у серцевині і двомірне тканиня з полотняним переплетенням в оболонці.

Визначення понять

Під «двомірним тканиням» (або «2D-тканиням») тут маєтись на увазі звичайна технологія тканиня, при якій кожна нитка основи проходить від однієї до іншої сторони одного шару утку.

Під «тривимірним тканиням» (або «3D-тканиням») тут маєтись на увазі технологія тканиня, при якій, щонайменше, деякі нитки основи переплітаються з нитками утку в декількох шарах утку, зв'язуючи їх разом.

Під «інтерлочним тканням» тут мається на увазі переплетення тривимірного ткання, в якому кожний шар основи зв'язує (переплітає) декілька шарів утку, причому всі нитки однієї колонки основи зміщуються однаково в площині переплетення. На Фіг.1 показана одна з 8 площин інтерлочного переплетення з семи шарів основи і восьми шарів утку. В показаному інтерлочному переплетенні один шар Т утку утворений двома суміжними напівшарами t утку, зміщеними відносно один одного по напрямку основи. Таким чином, є шістнадцять напівшарів з шаховою схемою розташування ниток утку, при цьому кожна основа зв'язує між собою три напівшари утку. Може бути прийнята також схема розташування ниток утку не в шаховому порядку, а з розташуванням ниток утку двох сусідніх шарів в одних і тих же колонках.

Під «багатшаровим тканням» тут мається на увазі тривимірне ткання з великою кількістю шарів утку, в якому базове переплетення кожного шару еквівалентно класичному двомірному переплетенню, але з певними точками переплетення, які зв'язують шари утку між собою.

Під «густиною переплетення» тут мається на увазі число ниток на одиницю довжини у напрямі як утку, так і основи, при цьому низька (або рідка) густина означає менше число ниток, тобто більш рідку тканину на відміну від високої (або часті) густини.

Під «волокнами необмеженої довжини» тут традиційним чином маються на увазі волоконні елементи, що мають дуже велику довжину по відношенню до діаметра. Так, наприклад, стосовно армувальної структури, яка є каркасом деталі з композитного матеріалу і виготовляється з волокон необмеженої довжини, щонайменше, переважна більшість цих волокон проходить в каркасі без розривів, безперервно, і уриваються тільки за межами геометричних розмірів каркаса. Що стосується синтетичних волокон необмеженої довжини, їх звичайно одержують шляхом видавлювання через фільтру синтетичного матеріалу з можливими подальшими однією або декількома фізико-хімічними операціями (витяжка, замаслення, термообробка і інші).

Нитки з волокон необмеженої довжини або багатшарові нитки формують шляхом збору в пучок волокон необмеженої довжини в ряд зі скручуванням або без нього.

Під «волокнами обмеженої довжини» тут традиційним чином маються на увазі волоконні елементи, які у разі синтетичних волокон формують шляхом різання або розтягування і розриву волокон необмеженої довжини. Волокна обмеженої довжини або короткі волокна звичайно мають довжину від декількох міліметрів до декількох десятків міліметрів.

Нитки з волокон обмеженої довжини або волоконну пряжу формують шляхом збирання у джгут волокон обмеженої довжини способом скручування або обплетення, при цьому обплетення полягає у забезпеченні зв'язності за допомогою намотування нитки обплетення навколо пучка волокон обмеженої довжини, які можуть бути крученими або слабо крученими.

В усьому подальшому тексті і на кресленнях, умовно і для зручності, згадуються і показані тільки ті нитки основи, які відхиляються від своїх шляхів, захоплюючи нитки утку одного або більше шарів утку. Проте в рамках винаходу можливий обмін ролями між основою і утком, і слід розуміти, що винахід також охоплює і такий варіант.

Відомості, що підтверджують можливість здійснення винаходу

Галуззю застосування винаходу є виготовлення волоконних структур, придатних як волоконне армування або як каркаси для застосування при виготовленні деталей з композитного матеріалу шляхом ущільнення волоконних структур матрицею. Матрицею може бути полімер, коли композитні матеріали використовуються при відносно невисоких температурах, в характерному випадку до 300°C. Для термоструктурних композитних матеріалів матрицею можуть служити жароміцні матеріали, такі як вуглець або кераміка.

Виготовлення волоконної структури за допомогою тривимірного ткання дозволяє одержувати зв'язок між шарами, тобто в ході однієї текстильної операції забезпечувати хороші механічні характеристики одержуваної волоконної структури і деталі з композитного матеріалу.

На Фіг.2 показана площа переплетення багатшарового тривимірного переплетення атласного типу, що зв'язує шари Т ниток утку (при цьому нитки утку розташовані не по шаховій схемі).

Кожна нитка основи періодично відхиляється від свого шляху над шаром утку для почергового захоплення однієї нитки утку цього шару утку і потім для захоплення спільно нитки утку цього шару і нитки сусіднього нижнього утку, яка розташована в тій же колонці. Таким чином одержують класичні прості точки PS1 атласного переплетення по черзі з подвійними точками PS2 атласного переплетення, які зв'язують два сусідні шари утку і тим самим забезпечують зв'язок між шарами утку.

Проте точки PS2 атласного переплетення є окремими точками перерізу з нитками основи, що виявляється у вигляді значних нерівностей волоконної структури і може несприятливо впливати на механічну поведінку деталі, одержуваної при ущільненні такої волоконної структури. Цей недолік особливо яскраво виражений, коли нитки, що використовуються, мають значну жорсткість, наприклад, керамічні нитки або нитки низького номера. В цьому випадку важко забезпечити деформацію в точках PS2 без порушення розташування ниток утку.

Саме тому згідно з винаходом передбачено виконання тривимірного багатшарового ткання з переплетенням атласного типу або «складним атласним («мульти-атласним») переплетенням», яке не створює таких недоліків.

Площина складного атласного («мульти-атласного») переплетення згідно з винаходом показана на Фіг.3.

Вона містить, щонайменше, 3 шари Т ниток утку (у показаному прикладі 7 шарів) і нитки С основи, причому кожна нитка С основи проходить

в основному між двома відповідними сусідніми шарами ниток утоку.

Кожна нитка основи відхиляється по черзі в одному і в іншому напрямі, щоб захоплювати по черзі одну нитку утоку з числа  $n$  ниток першого шару ниток утоку і одну нитку з числа  $n$  ниток другого шару ниток утоку, сусіднього з першим, при цьому число  $n$  є цілим числом, яке, щонайменше, дорівнює 3. За рахунок цього здійснюється зв'язок між двома шарами утоку.

Число  $n$  однаково для всіх ниток основи, так що траєкторія або шлях руху ниток основи однакові, але із зміщенням по напрямку основи між послідовними нитками основи. За рахунок цього нитки основи захоплюють різні нитки утоку одного і того ж шару.

В такому складному (багатошаровому) атласному переплетенні термін «крок» означає інтервал між двома точками PS атласного переплетення на одній нитці основи, виражений числом колонок утоку. В прикладі виконання по Фіг.3 цей крок складає по черзі 6 і 10, що створює середній крок, який дорівнює 8, тобто  $n/2$ .

Нитки, захоплювані в першому шарі ниток утоку і нитки другого шару утоку, захоплювані тією ж ниткою основи, розташовані в різних колонках ниток утоку, переважно не сусідніх, щоб уникнути дуже звивистого шляху нитки основи, що породжує нерівності. Таким чином, число  $n$  переважно, щонайменше, дорівнює 5 для більш легкого виконання цієї умови  $n$ .

Траєкторія або шлях руху ниток основи однакові у всіх площинах складного атласного переплетення.

У порівнянні з інтерлочним переплетенням по Фіг.1, складне атласне переплетення дозволяє зберегти хороші механічні властивості у напрямі основи і одержувати більш рівну поверхню.

Крім того, волоконна структура дає меншу усадку основи і може деформуватися, що дозволяє їй приймати форми, відмінні від плоскої.

У тому випадку, коли волоконна структура має внутрішню частину або серцевину і зовнішню частину або оболонку, прилегла до зовнішньої поверхні волоконної структури оболонка може бути виконана тканням, переплетенням якого відрізняється від переплетення серцевини. Так, наприклад, оболонка може бути виконана за допомогою двомірного ткання з переплетенням полотняного, атласного або саржевого типу, щоб «закрити» ткання на поверхні. Крім того, переплетення атласного типу створює гладку зовнішню поверхню. На зовнішній поверхні волоконної структури може бути виконана варіація переплетення ткання для додання особливих бажаних властивостей, наприклад, шляхом переходу від переплетення полотняного типу, яке сприяє щільному зв'язку шарів до переплетення атласного типу, сприяючого гладкості поверхні.

У тому випадку, коли волоконна структура призначена для виготовлення деталі з композитного матеріалу з матрицею, отриманою способом хімічного осадження з газової фази, краще також для отримання по можливості рівномірних механічних властивостей в серцевині деталі створити

умови для ущільнення по можливості з найнижчим градієнтом ущільнення між серцевиною волоконної структури і її оболонкою.

Для цієї цілі ткання серцевини може бути виконане з ниток, утворених волокнами обмеженої довжини, для того, щоб сприяти фракціонуванню пористості за допомогою спучування волокон і доступу реакційної газової фази. Можливе використання ниток, виготовлених з волокон обмеженої довжини по суті без скручування, при цьому їх зв'язність забезпечується ниткою обплетення. Переважно нитка обплетення виготовлена з тимчасового або нестійкого матеріалу, який видаляється після ткання. Це створює можливість фракціонування пористості тканної структури і сприяє зниженню градієнта ущільнення способом хімічного осадження з газової фази. Такі нитки, утворені з волокон обмеженої довжини, з ниткою обплетення з тимчасового або нестійкого матеріалу, описані в патентному документі EP 0489637.

Переважно також створити умови для отримання після ущільнення поверхні без нерівностей, тобто хорошого стану готового продукту, для того, щоб уникнути операцій механічної доробки або обмежити ці операції.

Для цього оболонка може бути виконана тканням з ниток, утворених волокнами необмеженої довжини, щоб усунути спучування волокон обмеженої довжини.

Для тієї ж мети полегшення доступу реакційної газової фази оболонка може бути виконана з більш низькою густиною переплетення в основі і/або в утоку, ніж в серцевині.

Може бути бажаним також варіювати номер (товщину) ниток, що використовуються для ткання волоконної структури, зокрема, шляхом використання ниток різних номерів між серцевиною і оболонкою і/або між основою і утком. Використовування номерів із збільшенням їх товщини між серцевиною і оболонкою сприяє доступу газу через оболонку в серцевину при ущільненні способом хімічного осадження з газової фази. Номери ниток можуть бути вибрані також для отримання співвідношення в бажаних межах між об'ємною часткою волокон в основі і в утку.

Можливо також виконати варіацію переплетення складного атласного ткання в серцевині шляхом ткання різних частин серцевини із складним атласним переплетенням різного кроку.

Можливо також виконати варіацію переплетення складного атласного ткання в оболонці по довжині зовнішньої поверхні.

Хімічну природу ниток вибирають залежно від передбачуваного вживання. Може бути бажаним використовувати нитки різної хімічної природи в різних частинах волоконної структури, тобто в серцевині і в оболонці, для додання особливих властивостей одержуваної деталі з композитного матеріалу відносно стійкості до окислення або до зносу.

Крім того, для виготовлення деталі з термоструктурного композитного матеріалу з каркасом з жароміцних волокон можна використовувати армувальну структуру з вуглецевих волокон в серцевині і керамічних волокон, наприклад, з карбідів

кремнію (SiC), в оболонці з метою підвищення зносостійкості оболонки деталі з композитного матеріалу.

Далі буде описано два приклади виконання волоконної структури (конструкції або каркаса) згідно з винаходом. У всіх прикладах тканина виконана на жакардовому ткацькому верстаті.

#### Приклад 1

На Фіг.4А-4Р представлені послідовні площини переплетення волоконної структури 10, отриманої тривимірним тканиням з тривимірним складним атласним тканиням в серцевині 12 і двовимірним тканиням в оболонці 14, 16.

Тканина в серцевині виконана складним атласним переплетенням з кроком 8, а тканина в оболонці виконана атласним переплетенням, також з кроком 8.

На кресленнях видно, що точки перетину атласного переплетення утворюють регулярні схеми і розподілені в послідовних площинах переплетення без помітного розташування у колонки, тобто у напрямі глибини (від однієї площини переплетення до іншої).

Волоконна структура 10 містить 5 шарів Т1-Т5 ниток утку. В серцевині 12, розташованій між протилежними оболонками 14, 16, складне атласне тканина виконана з ниток, утворених вуглецевими волокнами обмеженої довжини, утримуваних ниткою обплетення з тимчасового матеріалу, як це описано в патентному документі ЕР 0489637, з густиною переплетення 10/10 на шар (десять ниток в сантиметрі в утку і в основі). Нитка обпле-

тання виготовлена, наприклад, з розчинного полімеру, такого як полівініловий спирт, або з полімеру, що видаляється термообробкою без дії на вуглець волокон, такого як поліетилен або полівінілацетат. В оболонках 14, 16 тканина атласного переплетення виконана з ниток, утворених вуглецевими волокнами необмеженої довжини, з густиною переплетення 10/10. Зв'язок за допомогою тканина атласного переплетення відноситься тільки до шарів Т1 і Т5 ниток утку. На кресленнях видно, що складне атласне переплетення серцевини доходить до шарів утку оболонки для забезпечення зв'язку цих шарів з шарами серцевини.

Само собою зрозуміло, що в альтернативному прикладі здійснення нитки, що використовуються для тканина серцевини і оболонки, можуть бути однаковими, тобто вони всі можуть бути утворені волокнами обмеженої довжини або волокнами необмеженої довжини.

#### Приклад 2

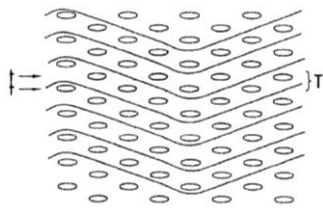
На Фіг.5А-5L представлені послідовні площини волоконної структури 20, отриманої тривимірним багат шаровим тканиням з 12-ма шарами U1-U12 ниток утку. В таблиці нижче приведені зведені дані про переплетення і густину переплетення використовуваного тривимірного тканина, при цьому варіація у переплетенні структури 20 симетрична відносно середньої площини між оболонками 24, 26, розташованими по обидві сторони від серцевини 22. Певні шари утку мають число ниток утку, відмінне від інших шарів, що виявляється у варіації густини переплетення в утку.

Шари ниток утку	Переплетення багат шарового тканина	Густина переплетення
U1	Полотняне	6,6/6,6
U2	Складне полотняне	6,6/6,6
U3	Складне атласне, 5-ниткове	8/8
U4	Складне атласне, 5-ниткове	8/8
U5	Складне атласне, 6-ниткове	10/10
U6	Складне атласне, 6-ниткове	10/10
U7	Складне атласне, 6-ниткове	10/10
U8	Складне атласне, 6-ниткове	10/10
U9	Складне атласне, 5-ниткове	8/8
U10	Складне атласне, 5-ниткове	8/8
U11	Складне полотняне	6,6/6,6
U12	Полотняне	6,6/6,6

В даному прикладі переплетення складного атласного тканина і густина переплетення варіюються між серцевиною і оболонкою. Слід зазначити, що варіація переплетення і густини переплетення має певний послідовний характер і містить атласне 5-ниткове переплетення для шарів U3, U4 і U9, U10 утку між атласним 6-нитковим перепле-

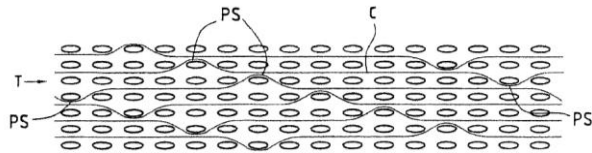
танням шарів U5-U8 і полотняним переплетенням оболонок для того, щоб уникнути дуже різкого переходу між серцевиною і оболонкою.

Як варіант для тканина оболонок може використовуватися саржеве переплетення для складного (багат шарового) тканина оболонок.

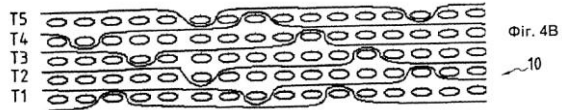


ПОПЕРЕДНІЙ РІВЕНЬ ТЕХНІКИ

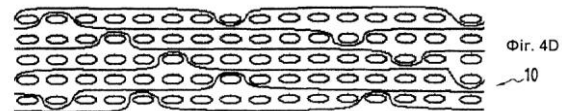
Фиг. 1



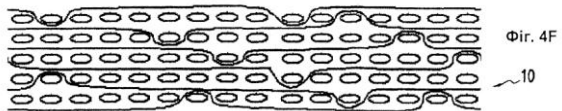
Фиг. 3



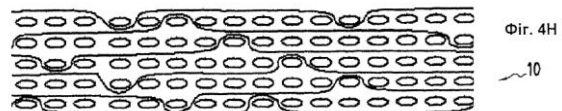
Фиг. 4B



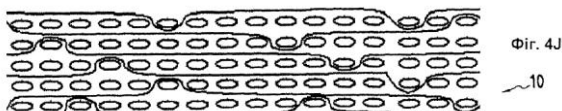
Фиг. 4D



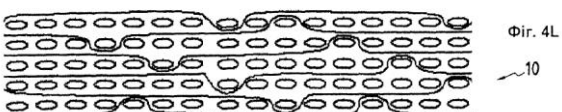
Фиг. 4F



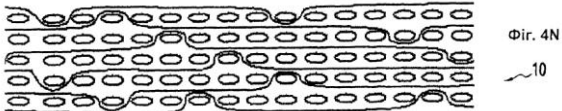
Фиг. 4H



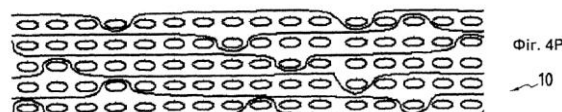
Фиг. 4J



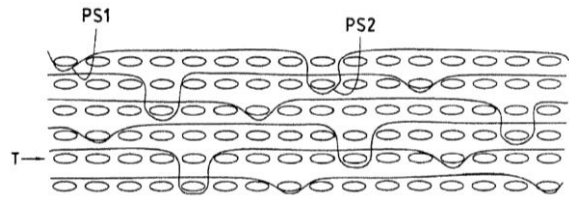
Фиг. 4L



Фиг. 4N

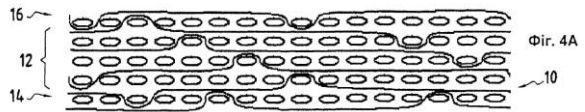


Фиг. 4P

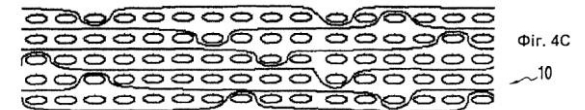


Фиг. 2

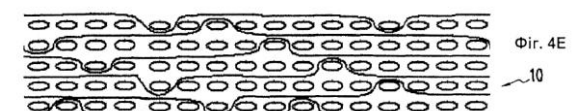
Фиг. 4



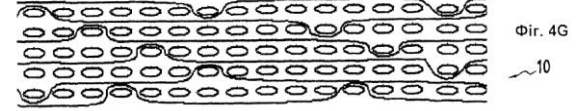
Фиг. 4A



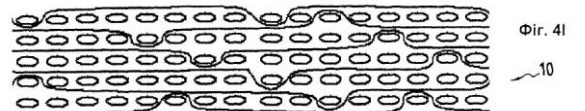
Фиг. 4C



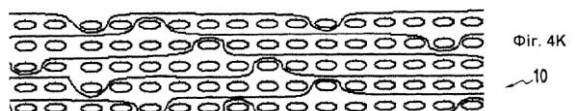
Фиг. 4E



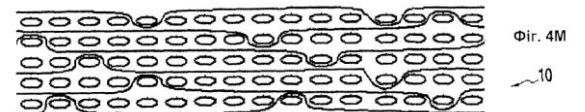
Фиг. 4G



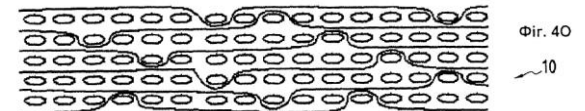
Фиг. 4I



Фиг. 4K

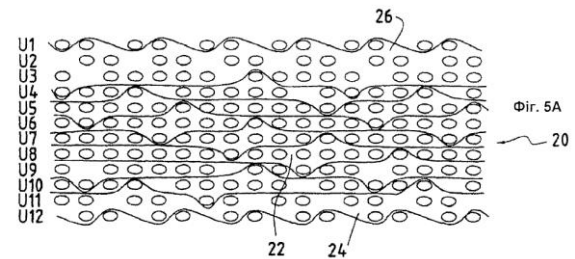


Фиг. 4M

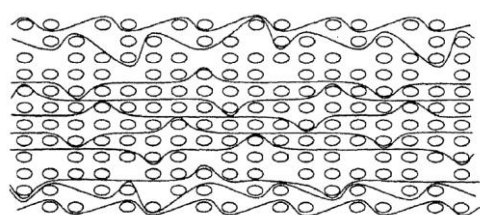


Фиг. 4O

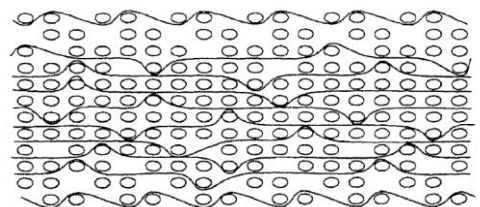
Фиг. 5



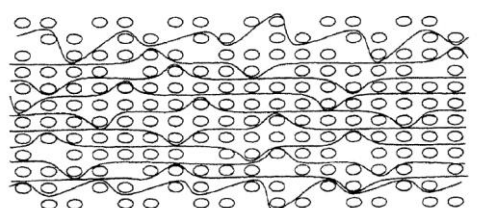
Фиг. 5A



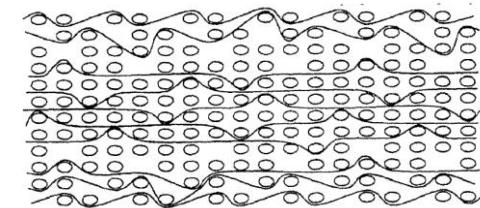
Фиг. 5B  
20



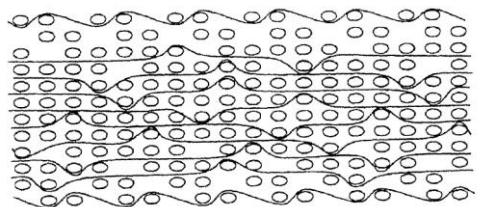
Фиг. 5D  
20



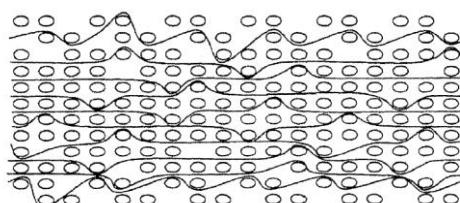
Фиг. 5F  
20



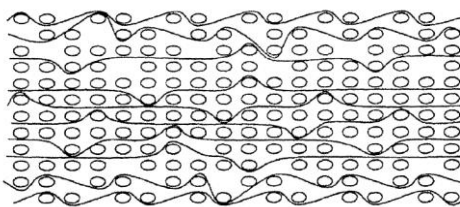
Фиг. 5H  
20



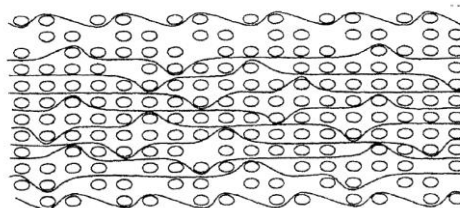
Фиг. 5J  
20



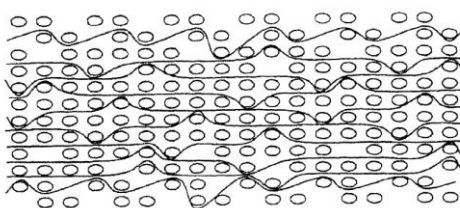
Фиг. 5C  
20



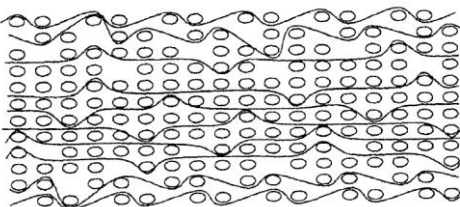
Фиг. 5E  
20



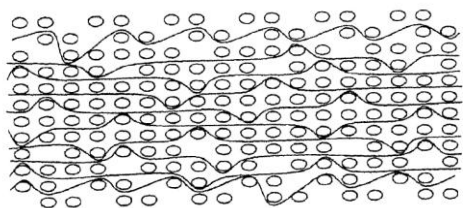
Фиг. 5G  
20



Фиг. 5I  
20



Фиг. 5K  
20



Фиг. 5L  
20