



УКРАЇНА

(19) UA (11) 76147 (13) C2
(51) МПК (2006)
D04H 18/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) СПОСІБ ТА ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ГОЛКОПРОБИВНОЇ ВОЛОКНИСТОЇ КОНСТРУКЦІЇ

1

(21) 20031211103
(22) 05.06.2002
(24) 17.07.2006
(86) PCT/FR02/01903, 05.06.2002
(31) 01/07299
(32) 05.06.2001
(33) FR
(46) 17.07.2006, Бюл. № 7, 2006 р.
(72) Дюваль Рено, FR, Маржолє Тьеррі, FR, Жан Робер, FR
(73) МЕСЬЄ-БУГАТТІ, FR
(56) US 4790052, 13.12.1988
EP 0767265, 09.04.1997
EP 0736115, 09.10.1996
EP 0695823, 07.02.1996
(57) 1. Спосіб виготовлення голкопробивної волокнистої конструкції, що передбачає накладання один на одного волокнистих шарів на плиті, пробивання шарів у міру їх накладання за допомогою голок, що приводяться у зворотно-поступальний рух у напрямку, поперечному до шарів, і зміну відстані, що відокремлює плиту від положення голок наприкінці їх ходу, в процесі накладання шарів для одержання бажаного розподілу характеристик голкопробивання по товщині волокнистої конструкції, який **відрізняється** тим, що вимірюють миттєве зусилля (f), що прикладають в ході голкопробивання, вимірюють значення величини зусилля голкопробивання (F), або значення величини енергії проколювання (E), що визначають шляхом інтегрування миттєвого зусилля проколювання за проміжок часу, що перевіряють, чи задовольняє визначене значення величини (F або E) принаймні одну попередню встановлену умову.
2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що величину (F) енергії проколювання визначають шляхом інтегрування вимірюного миттєвого зусилля (f).
3. Спосіб за п. 2, який **відрізняється** тим, що інтегрування здійснюють за проміжок часу, що починається із входження голок у волокнисту конструкцію та закінчується, коли голки досягають нижньої "мертвої точки" їх ходу.
4. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що визначена величина (F) зусилля голкопробивання є максимальним вимірюним значенням миттєвого зусилля (f).

2

5. Спосіб за будь-яким з пп. 1-4, який **відрізняється** тим, що здійснюють перевірку по суті постійності одержаної величини.
6. Спосіб за будь-яким з пп. 1-4, який **відрізняється** тим, що здійснюють перевірку по суті відповідності встановленій залежності одержаної величини.
7. Спосіб за будь-яким з пп. 1-6, який **відрізняється** тим, що змінюють відстань між плитою і положенням, що відповідає кінцю ходу голок, залежно від визначеного значення величини (F; E).
8. Спосіб за п. 7, який **відрізняється** тим, що при голкопробиванні змінюють відстань між плитою і положенням, що відповідає кінцю ходу голок, і виконують додаткову корекцію вказаної відстані, якщо визначена величина (F; E) не задовольняє встановлену умову.
9. Спосіб за будь-яким з пп. 1-8, який **відрізняється** тим, що миттєве зусилля (f) вимірюють на рівні плити.
10. Голкопробивний пристрій, що містить плиту (100; 200), на яку накладені один на одний волокнисті шари, множину голок, установлених у тримачі над плитою, засоби переміщення тримача голок для приведення голок у зворотно-поступальний рух у напрямку, поперечному до шарів, і засоби (106; 206) для зміни відстані між плитою і положенням, що відповідає кінцю ходу голок, який **відрізняється** тим, що містить щонайменше один датчик (108; 208) зусилля, виконаний як датчик миттєвого зусилля (f), що прикладається голками при пробиванні волокнистих шарів, накладених один на одного на плиті.
11. Пристрій за п. 10, який **відрізняється** тим, що містить засоби (109) для визначення максимальної величини (F) миттєвого зусилля (f) при голкопробиванні.
12. Пристрій за п. 10, який **відрізняється** тим, що містить засоби (109) для визначення величини енергії проколювання шляхом інтегрування вимірюного миттєвого зусилля (f).
13. Пристрій за будь-яким з пп. 10-12, який **відрізняється** тим, що принаймні один датчик (108) зусилля вмонтований між плитою (100) й опорною конструкцією.
14. Пристрій за будь-яким з пп. 10-13, який **відрізняється** тим, що плита (200) одним своїм краєм прикріплена до опори за допомогою шарніра (203)

(19) UA (11) 76147 (13) C2

і оберта на принаймні один датчик (208) зусилля в місці, близькому до протилежного краю, віддаленого від указанного шарніра.

15. Пристрій за будь-яким з пп. 10-14, який **відрізняється** тим, що містить засоби детектування

проходу голками щонайменше одного положення, що відповідає кінцю їх ходу.

16. Пристрій за будь-яким з пп. 10-15, який **відрізняється** тим, що містить засоби вимірювання положення верхньої поверхні волокнистих шарів, накладених один на одного на плиті.

Даний винахід відноситься до обробки голками (голкопробивання) волокнистих конструкцій для виготовлення каркасів, призначених для формування армованих структур виробів з композитних матеріалів, як-от, наприклад, каркаси гальмівних дисків з термоконструкційного композитного матеріалу.

Для виготовлення подібних голкопробивних конструкцій відомий спосіб укладання на опору або стіл послідовних волокнистих шарів і пробивання (проколювання) шарів у міру їхнього накладання один на одного за допомогою голок, які приводяться у зворотно-поступальний рух у напрямку, поперечному у відношенні до шарів (тобто в напрямку Z).

Голки піднімають волокна в шарах і переносять їх у напрямку Z. Перенесені в напрямку Z волокна надають голкопробивній конструкції зв'язності та стійкості до розшарування (відокремлення шарів). Шляхом включення таких конструкцій у якості армувальних каркасів у вироби з композитних матеріалів можна також надавати їм механічної міцності, яка дозволяє їм чинити опір зусиллям зсуву, як це має місце в гальмівних дисках під час прикладення гальмівного моменту.

Для надання голкопробивним волокнистим конструкціям бажаних характеристик за допомогою голкопробивання відомий спосіб регулювання відстані між опорою і кінцевою точкою робочого ходу голок у міру збільшення накладання шарів один на одного. Так, зокрема, в патенті США №4790052 запропоновано збільшувати цю відстань при накладанні кожного нового шару шляхом надання опорі кроку опускання, рівного товщині обробленого голками шару. Метою цього рішення є досягнення рівномірної щільності голкопробивання по всій товщині волокнистої конструкції.

У європейському патенті EP 0736115 запропоноване рішення, відповідно до якого передбачається враховувати зміну параметрів волокнистої конструкції в міру її формування за рахунок регулювання змінного кроку опускання опори таким чином, що крок зменшується відповідно до попередньо визначеної залежності. Метою рішення є одержання постійної товщини різноманітних накладених шарів після їхнього голкопробивання.

У європейському патенті EP 0695823 запропоновано переносити волокна в напрямку Z з керуванням глибиною пробивання (проколювання) в процесі голкопробивання. Для цього в процесі голкопробивання визначають величину, що представляє положення вільної поверхні волокнистої конструкції, використовуючи датчики, які вимірюють положення вільної поверхні за межами зони голкопробивання.

Порівняно до процесу, в якому крок опускання попередньо визначений, вимірювання положення поверхні в режимі реального часу дозволяє враховувати випадкові відхилення порівняно до моделі, - наприклад, з відхилення товщини окремих шарів. Проте в рішенні за документом EP0695823 це вимірювання не виконується точно на рівні голкопробивання. Крім того, не враховуються інші можливі відхилення від попередньо встановлених умов, як-от, наприклад, знос голок.

Задача, на вирішення якої спрямовано даний винахід, полягає у створенні способу голкопробивання, який дозволяє враховувати дійсну ефективність роботи голок протягом усього процесу голкопробивання таким чином, щоб забезпечити можливість контролю або керування процесом у режимі реального часу.

Відповідно до винаходу рішення поставленої задачі досягається за рахунок способу виготовлення голкопробивної волокнистої конструкції, що передбачає накладання один на одного волокнистих шарів на плиті, пробивання шарів у міру їхнього накладання за допомогою голок, що їх приводять у зворотно-поступальний рух у напрямку, поперечному до прошарків, і зміну відстані, що відокремлює плиту від голок у положенні, що відповідає кінцю їхнього ходу, в процесі накладання шарів для одержання бажаного розподілу характеристик голкопробивання по товщині волокнистої конструкції. При цьому відповідно до способу за даним винаходом вимірюють миттєве зусилля, що прикладається в ході голкопробивання (миттєве зусилля (f) голкопробивання), за виміряним миттєвим зусиллям знаходять значення величини, що представляє зусилля (F) голкопробивання або енергію (E) проколювання, і виконують перевірку того, чи значення величини (F; E) задовольняє, щонайменше, одній попередньо визначеній умові.

Енергія (E) проколювання голок може бути врахована шляхом інтегрування величини виміряного миттєвого зусилля (f) голкопробивання, наприклад, на проміжку часу, що відмежовує входження голок у волокнисту конструкцію від досягнення голками нижньої мертвої точки їхнього ходу.

Знайдена величина може бути також максимально виміряною величиною (F) миттєвого зусилля (f), виміряного під час проникнення голок у волокнисту конструкцію.

Відповідно до бажаного розподілу характеристик голкопробивання по товщині волокнистої конструкції виконують перевірку того, чи величина, яка представляє зусилля (F) голкопробивання або енергію (E) проколювання, залишається по суті постійною, чи змінюється по суті відповідно до

заданої залежності.

Відповідно до одного аспекту винаходу вимірювання зусилля (F) голкопробивання або енергії (E) проколювання являє собою засіб контролю якісного перебігу процесу голкопробивання, який управляється відповідно до попередньо визначеного методу, - наприклад, з постійним кроком опускання плити або зі спеціальною зміною кроку опускання, як це описано у європейському патенті EP 0736115.

Відповідно до іншого аспекту винаходу управління зміною відстані між плитою і положенням, що відповідає кінцю ходу голок, залежно від знайденого значення зусилля (F) голкопробивання або енергії (E) проколювання.

Зокрема, коли змінюють заданим чином відстань між плитою й положенням, що відповідає кінцю ходу голок у ході процесу голкопробивання, в необхідному разі здійснюють додаткову модифікацію згаданої відстані, якщо знайдена величина (E) або (F) не задовольняє заданій умові.

У двох останніх випадках зміна відстані управляється таким чином, щоб домогтися відповідності зусилля голкопробивання або енергії проколювання заданій величині або попередньо визначеній залежності зміни відповідно до бажаного розподілу характеристик голкопробивання по товщині волокнистої конструкції, як-от із відсотковим вмістом волокон, перенесених у напрямку Z.

В одному і другому аспектах винаходу вимірювання переданого зусилля або енергії, що витрачається при проколюванні голками, дозволяє враховувати справжню ефективність голок, включаючи всі можливі коливання, - наприклад, індивідуальну товщину нестандартного шару або передчасний знос голок.

Миттєве зусилля f голкопробивання переважно вимірюють на рівні опорної плити.

Задачею, що її вирішує винахід, є також створення голкопробивного пристрою, що дозволяє здійснити описаний вище спосіб.

Вирішення поставленої задачі досягається за рахунок пристрою, що містить плиту, на якій можуть бути накладені один на одного волокнисті шари, множину голок, установлених у тримачі над плитою, засоби переміщення тримача голок для приведення голок у зворотно-поступальний рух у напрямку, поперечному до прошарків, і засоби для зміни відстані між плитою і положенням, що відповідає кінцю ходу голок. У пристрої за винаходом передбачений принаймні один датчик зусилля, виконаний з можливістю вироблення сигналу, який представляє миттєве зусилля, що прикладається голками при пробиванні волокнистих шарів, накладених один на одного на плиті.

Винахід стане зрозумілішим при вивченні його докладного опису, що не вносить жодних обмежень і містить посилання на додані креслення. На кресленнях:

Фіг.1 схематично зображує голкопробивний пристрій з прямолінійною подачею,

Фіг.2 схематично зображує голкопробивний пристрій за фіг. 1 у розтині по лінії II-II,

Фіг.3 схематично зображує голкопробивний пристрій з прямолінійною подачею в другому варіанті виконання,

Фіг.4-6 ілюструють послідовні етапи трьох прикладів здійснення способу за винаходом,

Фіг.7 схематично зображує голкопробивний пристрій кругової дії,

Фіг.8 зображує на вигляді зверху опорну плиту голкопробивного пристрою за Фіг.7.

Здійснення винаходу

На Фіг.1 і 2 схематично поданий голкопробивний пристрій (голкопробивна машина) з прямолінійною подачею матеріалу. Машина відомим чином містить голкопробивний апарат 10, розташований між першим столом 12 і другим столом 14.

Системи приводу з привідними подавальними роликми 16, 18 (відомими також за назвою вхідних і вихідних притискних роликів) установлені між столом 12 і голкопробивним апаратом 10 та між цим апаратом і столом 14.

Волокнистий настил Р переміщується зворотно-поступально між столами 12 і 14 з проходом через голкопробивний апарат 10. Настил Р формується з волокнистих шарів, що накладаються один на одного й обробляються голками в міру їхнього накладання. Шари можуть бути утворені тканими полотнищами, полотнами з одним або декількома напрямками волокон, трикотажем, повстю або іншими волокнистими структурами, переважно двовірними. Після кожного проходу голкопробивання, коли настил Р повністю пройшов через голкопробивний апарат 10 і розташувався на одному зі столів 12 і 14, додають новий шар і здійснюють новий прохід голкопробивання, переміщуючи настил в іншому напрямку.

В голкопробивному апараті 10 настил Р проходить по опорній плиті 100, над якою розташована голкова плита 110.

Опорна плита 100 спирається на балки 102 рами 104 за допомогою домкратів або силових циліндрів 106 (кількість яких може дорівнювати, наприклад, шести), що дозволяють змінювати вертикальне положення опорної плити 100.

Голкова плита ПО (тобто тримач голок) розташована поперечно до напрямку переміщення настилу Р, щонайменше, по всій його ширині. Голкова плита 110 приводиться у вертикальний зворотно-поступальний рух за допомогою відповідних засобів у вигляді одного або декількох привідних пристроїв 112 на кшталт кривошипно-шатунних механізмів. У показаному прикладі виконання передбачені два кривошипно-шатунних механізми, сполучених з голковою плитою поблизу її кінців. Один або декілька двигунів (не показані), встановлених, наприклад, на рамі 104, служать приводом кривошипно-шатунних механізмів 112.

Голки 114, установлені на голковій плиті 110, поставлені зазублинами, гачками або скобами. Вони проникають у волокнисту структуру накладених один на одного шарів настилу Р для захоплення волокон, які переміщуються поперечно до шарів (напрямок Z) і зв'язують шари між собою.

Прохід голкопробивання здійснюється після додавання нового волокнистого шару шляхом подачі настилу Р за допомогою подавальних роликів 16, 18, так що вся поверхня настилу повністю обробляється голками. Подача настилу може бути рівномірною або нерівномірною. В останньому

випадку під час проколювання голками здійснюється зупинка або уповільнення настилу.

Керування силовими циліндрами 106 для переміщення опорної плити 100 здійснюється таким чином, що відстань між опорною плитою 100 і кінцевою точкою ходу голок 114 може бути змінена.

Глибина проникання голок 114 у настил Р відповідає декільком товщинам шарів. У опорній плиті 100 виконані отвори 101, розташовані навпроти голок 114, так що голки можуть входити в ці отвори при пробиванні перших шарів.

Пристрої описаного типу добре відомі самі по собі. Зокрема, можна згадати посилання на патент США №4790052, уже вказаний вище.

Відповідно до винаходу один або декілька датчиків зусилля розташовані таким чином, щоб подавати сигнал, який представляє зусилля, що прикладається голками при пробиванні настилу Р.

Хоча вимірювання цих зусиль може здійснюватися на рівні голкової плити, воно виконується на рівні опорної плити 100 з міркувань зручності і для того, щоб на вимірювання не впливали прискорення і вібрація, яким піддається голкова плита.

У прикладі виконання за Фіг.1 і 2 датчики 108 зусилля вмонтовані між штоками силових циліндрів 106 і опорною плитою 100. Датчики 108 можуть бути відомими датчиками напруги (тензодатчиками), наприклад, п'єзоелектричного типу, з'єднаними за мостовою схемою. Електричні сигнали датчиків 108 приймаються системою 109 (Фіг.1). Система 109 є системою керування, яка, зокрема, подає керуючі сигнали привідним пристроям 16, 18 і силовим циліндрам 106.

Сигнали, вироблювані датчиками 108, представляють миттєві зусилля голкопробивання (проколювання). Сигнали, одержувані від різноманітних датчиків, можуть підсумовуватися або усереднюватися для одержання середнього сигналу f , що дозволяє вивести величину f , що представляє миттєве зусилля голкопробивання.

Коли голки перебувають за межами настилу Р, датчиками може вироблятися середній сигнал f_0 , відмінний від нульового через залишкові зусилля, які діють на настил, наприклад, унаслідок тертя між настилем і очисником, що впливає на нього (не показаний). Зусилля f_0 вимірюється, наприклад, у момент проходження мертвої точки або відповідає залишковим зусиллям (нависним або ненависним) унаслідок тертя на очиснику. Таким чином, строго говорячи, величина f , що представляє миттєве зусилля голкопробивання, дорівнює $f - f_0$.

Величина F , що представляє зусилля голкопробивання в ході кожного циклу пробивання, може бути визначена, як максимальне миттєве зусилля f голкопробивання, виміряне під час цього циклу пробивання.

Для цього системою 109 здійснюється зняття відліків величини f , і відлік, що відповідає максимальному значенню, отриманому під час кожного ходу голок, приймається як значення F . Початок кожного циклу пробивання може бути зафіксований при проході голками верхньої мертвої точки їхнього робочого ходу. Ця точка детектується за допомогою датчика 116, наприклад індуктивного

або оптичного типу, що взаємодіє, наприклад, із сегментом 113 кулачкового профілю, який займає певне кутове положення при проходженні верхньої мертвої точки і приводиться в обертання разом із кривошипом одного з привідних пристроїв 112 голкової плити. Сигнал датчика 116 приймається й обробляється системою 109.

У іншому варіанті здійснення визначають величину E , що представляє енергію проколювання, яка може корелювати з кількістю волокон, перенесених у напрямку Z . Цю величину E одержують шляхом інтегрування за часом за допомогою системи 109 миттєвих значень зусилля f голкопробивання.

Цьому інтегруванню величини f здійснюється в межах заданого проміжку часу, наприклад, періоду часу від проходження голками верхньої мертвої точки до проходження нижньої мертвої точки при виконанні робочого ходу.

Детектування проходження нижньої мертвої точки може здійснюватися таким самим чином, як і визначення проходження верхньої мертвої точки.

Можна починати інтегрування величини f не з моменту проходження голками верхньої мертвої точки, а з моменту входження голок у волокнистий настил. Для детектування цього моменту можна вимірювати миттєве положення верхньої поверхні волокнистого настилу. Справді, з огляду на те, що цикл між двома послідовними проходженнями голками верхньої мертвої точки відомий завдяки детектуванню цих проходів, а хід голок є відомою постійною величиною, знання положення верхньої поверхні волокнистого настилу між верхньою і нижньою мертвими точками дозволяє визначити, в який момент циклу голки входять у волокнистий настил.

Положення верхньої поверхні волокнистого настилу може бути визначене механічними засобами у вигляді щупів, як це описано у згаданому вище документі EP 0695823.

Може бути бажаним використання також оптичних безконтактних засобів вимірювання, як-от лазерний випромінювач/приймач 118, як це описано в патентній заявці Франції №0102869 заявника даного винаходу. Випромінювач, який займає фіксоване положення щодо рами 104, спрямовує лазерний пучок до поверхні волокнистого настилу. Лазерний пучок, переважно не колімований, відбивається, й аналіз траєкторії пучка між випромінювачем і приймачем дозволяє одержати бажані дані про положення настилу. Випромінювач/приймач, зв'язаний із системою 109, може бути розміщений на рівні голкопробивного апарата, при цьому лазерний пучок проходить через отвір, виконаний у голковій плиті 110.

Приклад виконання за Фіг.3 відрізняється від приклада за Фіг.2 тим, що опорна плита 100 голкопробивного апарата спирається на уступи 103 колон рами 104 за допомогою силових циліндрів 106. У даному прикладі виконання використовуються чотири силових циліндри 106.

Датчики 108 зусиль умонтовані між уступами 103 і корпусами силових циліндрів 106. Таке розміщення датчиків може використовуватися також у прикладі виконання за Фіг.1 і 2.

Порівняно до машини за Фіг.1 і 2, машина за Фіг.3 може використовуватися для голкопробиван-

ня вужчих настилів Р.

Далі буде описаний процес голкопробивання відповідно до одного приклада здійснення способу з посиланням на Фіг.4.

Після голкопробивання декількох початкових накладених один на одного шарів (етап 40) додають новий шар (етап 41) й опорній плиті надають крок опускання (етап 42).

Крок опускання є попередньо визначеною (заданою) величиною. Під час процесу голкопробивання крок опускання, що надається опорній плиті після кожного проходу голкопробивання шару й накладання нового шару, може бути постійним або він може змінюватися заданим чином, як це описано у згаданих патентних документах US 4790052 і EP 0736115.

Під час голкопробивання нового накладеного шару зусилля F голкопробивання, що виникає при вході голок у волокнисту конструкцію, або енергія E проколювання визначаються датчиками 106 і системою 109 (етап 43).

Знайдене значення зусилля F або енергії E може відповідати значенню, визначеному при кожному проколюванні голками, або може бути знайдене середнє значення результатів вимірювань зусилля за декілька послідовних циклів проникнення.

У нижченаведеному описі різноманітних прикладів здійснення способу голкопробивання передбачається, що здійснюється вирахування енергії E проколювання, з якою може бути співвіднесена кількість волокон, перенесених у напрямку Z. Аналогічним чином при здійсненні цих варіантів способу може вимірюватися зусилля голкопробивання, що характеризує справжню ефективність голок.

У прикладі здійснення за Фіг.4, якщо робочий прохід голкопробивання не завершений (етап 44 перевірки), знайдене значення енергії E проколювання порівнюють із мінімальною граничною величиною E_{min} і максимальною граничною величиною E_{max} . Якщо значення E лежить в інтервалі $[E_{min}, E_{max}]$ (етап 45 перевірки), повертаються до етапу 43. Якщо прохід голкопробивання закінчений на етапі 44 перевірки (це може бути визначено датчиком завершення проходу настилу Р), повертаються до етапу 41.

Якщо перевірка на етапі 45 дає негативну відповідь, генерується сигнал тривоги (етап 46), який означає, що зусилля голкопробивання (і, отже, ефективність голок) перебуває за межами припустимого інтервалу. Це може відбуватися, наприклад, при зносі або поломці голок, при помилці в позиціонуванні столу або при неналежному русі оброблюваного голками виробу або шарів, що утворюють настил Р.

Величини E_{min} і E_{max} визначають експериментальним шляхом, наприклад, залежно від бажаних характеристик голкопробивання, зокрема, від параметрів переносу волокон у напрямку Z. Величини E_{min} і E_{max} можуть бути фіксованими або змінними в міру формування настилу Р відповідно до попередньо визначеної залежності зміни кроку. Так, наприклад, енергія голкопробивання, а значить і ступінь переносу волокон у напрямку Z, можуть бути вищими в тих частинах настилу, де ба-

жане інтенсивніше перенесення волокон у напрямку Z для підвищення стійкості до розшарування.

За рахунок безперервного вимірювання енергії проколювання спосіб за Фіг.4 дозволяє здійснювати перевірку того, чи відповідає справжня ефективність голкопробивання бажаній.

Інший приклад здійснення винаходу поданий на Фіг.5. Цей варіант способу за винаходом передбачає етапи 50-53 голкопробивання початкових шарів, додавання нового шару і виконання попередньо визначеного кроку опускання, а також голкопробивання з вимірюванням енергії проколювання аналогічно до етапів 40-43 способу за Фіг.4. Знайдене значення енергії E порівнюють із попередньо визначеними мінімальною і максимальною величинами E'_{min} і E'_{max} доти, поки не закінчений прохід голкопробивання (етап 54 перевірки).

Якщо знайдене значення енергії E перевищує граничну величину E'_{max} (етап 55 перевірки), опорній плиті 100 надається прирощення Δh опускання (етап 56). Це може бути здійснене під час голкопробивання останнього накладеного шару при детектуванні перевищення або після закінчення пробивання шару, при цьому прирощення Δh накладають на попередньо визначений крок опускання. Після виконання етапу 55 повертаються до етапу 53. Якщо перевірка на етапі 54 показує, що прохід голкопробивання завершено, повертаються до етапу 51 додавання нового шару.

Коли перевірка на етапі 55 дає негативний результат, знайдене значення енергії E порівнюють із граничною величиною E'_{min} . Якщо знайдене значення енергії E менше за граничну величину E'_{min} (етап 57 перевірки), опорній плиті 100 надається прирощення $\Delta'h$ підйому, яке може бути, наприклад, протилежне до прирощення Δh опускання (етап 58). Це прирощення може накладатися на попередньо визначений крок опускання негайно або після закінчення проходу голкопробивання. Після етапу 58 переходять до етапу 53.

Граничні величини E'_{min} і E'_{max} можуть визначатися експериментальним шляхом і необов'язково дорівнюють величинам, використовуваним при виконанні способу за Фіг.4. Вони можуть бути фіксованими або змінюватися попередньо певним чином в ході формування оброблюваного голками настилу.

Прирощення Δh і $\Delta'h$ становлять, наприклад, від одного до декількох відсотків середнього кроку опускання.

Варто зауважити, що прирощення Δh і $\Delta'h$ можуть бути змінними, наприклад, залежно від амплітуди переходу граничних величин E'_{min} і E'_{max} .

Завдяки безперервному вимірюванню зусилля голкопробивання спосіб за Фіг.5 дозволяє коректувати в необхідному випадку задане значення кроку опускання або задану залежність зміни кроку опускання, так що ефективність голок залишається відповідною очікуваному рівню.

На Фіг.6 показані етапи способу голкопробивання, відповідно до якого опускання опорної плити управляється тільки залежно від знайденого значення енергії голкопробивання.

Після голкопробивання початкових шарів (етап 60) додають новий шар (етап 61), запускають процес голкопробивання і визначають енергію E про-

колювання голок (етап 62), як на етапі 43 способу за Фіг.4. До закінчення проходу голкопробивання знайдене значення енергії E порівнюють (етап 64 перевірки) з мінімальною і максимальною граничними величинами E_{\min} і E_{\max} . Якщо знайдене значення енергії E менше за граничну величину E_{\min} (етап 64 перевірки), подають команду на виконання елементарного кроку P1 підйому опорної плити (етап 66) і повертаються до етапу 62. Якщо перевірка на етапі 64 дає позитивний результат, повертаються до етапу 61. Якщо значення енергії E не нижче за величину E_{\min} , його порівнюють з E_{\max} (етап 67 перевірки). Якщо значення енергії E перевищує E_{\max} , подають команду на виконання елементарного кроку P2 опускання опорної плити (етап 67) і повертаються до етапу 62. Якщо значення енергії E не перевищує E_{\max} , повертаються до етапу 62.

Величини E_{\min} і E_{\max} можуть бути попередньо визначені експериментальним шляхом, зокрема, залежно від бажаних характеристик голкопробивання. Вони можуть бути фіксованими або змінними в міру формування волокнистого настилу відповідно до попередньо визначеної залежності зміни кроку.

Крок P1 підйому і крок P2 опускання можуть бути рівними або різними, їхня величина може бути фіксованою або змінюватися заданим чином, наприклад, залежно від різниці між E і E_{\min} або E і E_{\max} .

Очевидно, що способи за Фіг.4-5 перериваються після виконання останнього проходу голкопробивання, коли настил P досяг бажаної товщини.

Вимірювання зусилля голкопробивання може бути передбачене не тільки в голкопробивній машині з прямолінійною подачею, але також і в циркулярній машині.

На Фіг.7 і 8 показана голкопробивна машина з круглою опорною плитою 200. Кільцеві шари накладаються один на одного й обробляються голками на опорній плиті 200 для формування голкопробивного волокнистого каркаса або диска P кільцевої форми. Як відомо, шари можуть формуватися з кілець або вкладуватися у стик сегментів кілець, що вирізані з волокнистої структури, наприклад, з тканини, полотна з одним або декількома напрямками волокон або повсті. Шари можуть бути також сформовані пласко навитими витками, як-от гвинтові тканинні витки або витки з деформованих джгутів, або ж витки, сформовані з двовірної деформуючої структури. Як посилення можна назвати, наприклад, патентні документи US 6009605, US 5662855 і WO 98/44182. Кільцевий каркас P може, зокрема, бути каркасом гальмівного диска з

композитного матеріалу.

Диск P приводиться в обертання і проходить через голкопробивний апарат, що містить голкову плиту 210, що перекидає зверху сектор опорної плити 200 (його розташування показане штрихпунктирними лініями на Фіг.8). Голкова плита приводиться у вертикальний зворотно-поступальний рух за допомогою привідного пристрою 212 на кшталт кривошипно-шатунного механізму.

Голки 214, встановлені на голковій плиті 210, постачені зазублинами, гачками або скобами для захоплення волокон у накладених один на одного шарах та їхнього переносу в поперечному до шарів напрямку при пробиванні голками диска P.

Приведення диска P в обертання може здійснюватися за допомогою конічних роликів, як-от ролики 22. Опорна плита 200 зафіксована й постачена отворами 201 навпроти голок 214. У іншому варіанті привід диска P може здійснюватися шляхом обертання опорної плити 200. В цьому останньому випадку опорна плита 200 постачена покриттям, у яке голки можуть входити без їх ушкодження. Перенос волокон у напрямку Z у цьому покритті з'єднує диск P з опорною плитою і за рахунок цього полегшує приведення його в обертання.

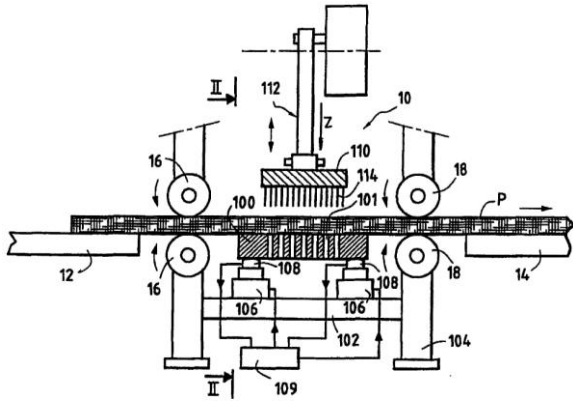
Опорна плита 200 шарнірно укріплена на опорі 202, яка спирається на раму 204 за допомогою силових циліндрів 206. У поданому прикладі виконання використані три силових циліндри (Фіг.8).

Один або декілька датчиків 208 зусилля (в поданому прикладі виконання два датчики) вмонтовані між опорою 202 й опорною плитою 200.

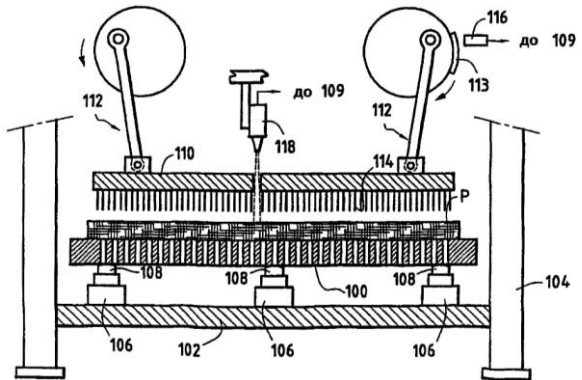
Як показано на Фіг.7, шарнір 203 кріплення опорної плити 200 на опорі 204 розташований в окружній периферійній зоні опорної плити 200 діаметрально протилежно до голкопробивного апарату 20. Датчики 208 розташовані під опорною плитою 200 обабіч голкопробивного апарату 20 у місцях, віддалених від шарніра 203. Таке розташування шарніра 203 і датчиків 208 дозволяє оптимізувати вимірювання зусилля голкопробивання, яке має місце на рівні голкопробивного апарату 20.

Сигнали датчиків 208 приймаються системою керування, яка управляє, зокрема, обертанням диска P і силовими циліндрами для вертикального переміщення опорної плити в процесі голкопробивання.

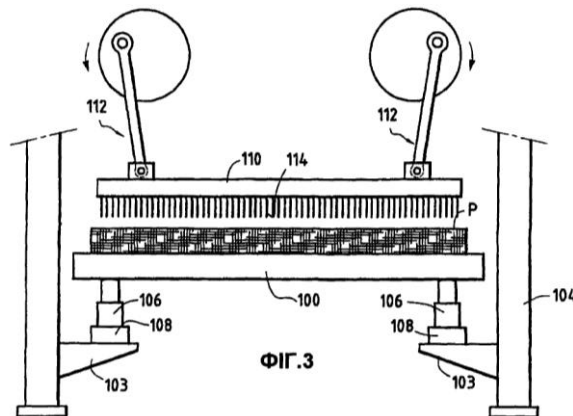
Сигнали датчиків 208, що представляють ефективність голок при пробиванні ними диска P, а також у необхідних випадках результати вимірювань положення верхньої поверхні диска P використовуються для контролю або керування голкопробиванням у режимі реального часу відповідно до способів, описаних з посиланнями на Фіг.4 і 5.



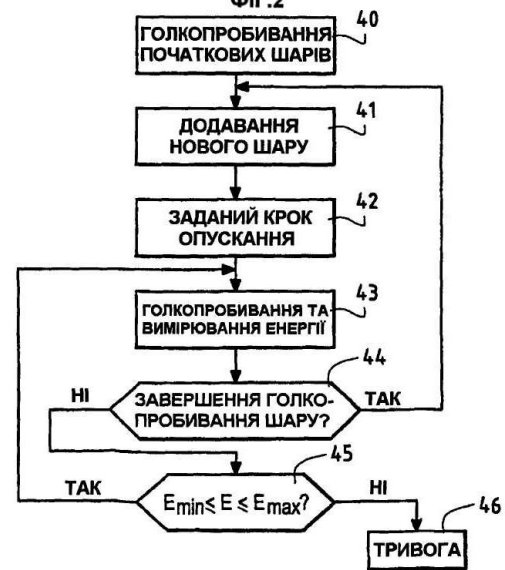
ФІГ.1



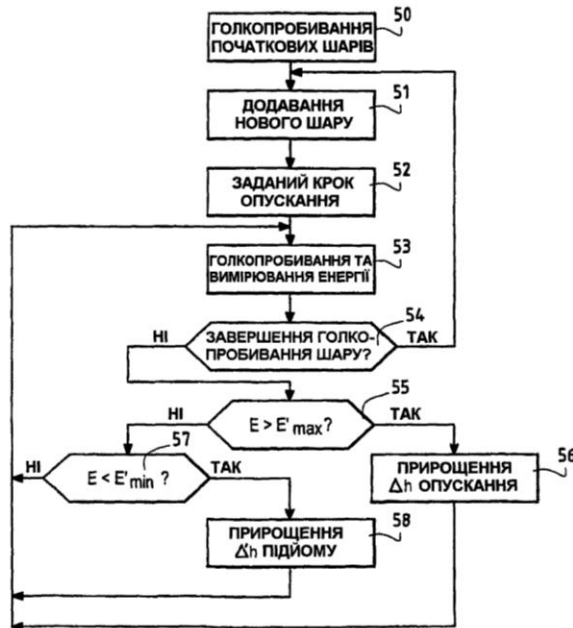
ФІГ.2



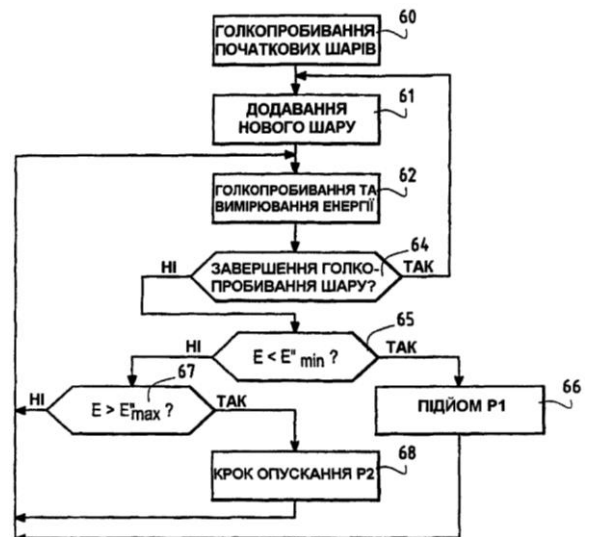
ФІГ.3



ФІГ.4



ФІГ.5

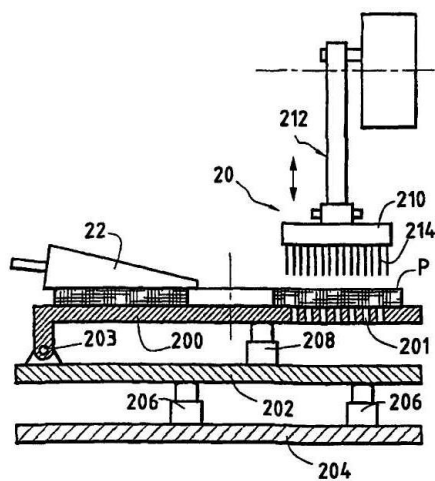


ФІГ.6

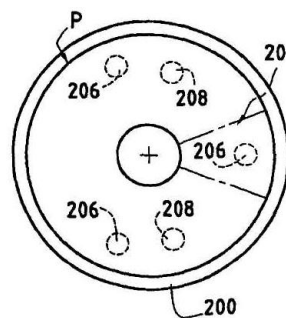
15

76147

16



ФІГ.7



ФІГ.8