Корисна модель належить до виробництва композитних матеріалів, а саме до процесів безперервного просочення армувальних волокон або ровінгів синтетичними полімерними смолами.

Корисна модель може бути використана для отримання намотувальних та пултрузійних композитних виробів.

Вироби з композитних матеріалів все більше витісняють вироби з традиційних матеріалів в силу своїх очевидних переваг, зокрема досить високих характеристик міцності при зниженій масі конструкції. Так, наприклад, корпуси та обшивка різноманітних технічних засобів, таких як транспортні засоби, літальні апарати і т. п., які раніше в основному виготовлялись з металевих сплавів, зараз масово виготовляють з композитних матеріалів. Проте, при застосуванні технологій формування виробів з композитних матеріалів, більш перспективних у порівнянні з традиційними, особливу увагу слід приділяти покращенню міцнісних параметрів таких виробів.

При виготовленні композитних виробів, армованих волокном, їх міцнісні характеристики залежать від отриманої структури матеріалу, зокрема від пористості готового композитного матеріалу. З рівня техніки відомі різноманітні спроби знизити пористість матеріалу та, відповідно, підвищити міцність готового виробу.

Так, з Патенту на винахід US 5439635 A (SCRIMP SYSTEMS, LLC), опублікованого 08.08.1995, відомий спосіб формування армованих волокном композитних виробів, в якому просочення шару армувального волокна здійснюють шляхом подавання у форму твердіючої еластомерної смоли для просочення волокон з одночасним їх вакуумуванням.

Недоліком відомого способу є недостатня дегазація смоли та підвищене утворення пор при формуванні виробу. Іншим недоліком відомої технології є здатність просочення волокон лише незначної, обмеженої довжини та, відповідно, неможливість застосування цієї технології для просочування волокон значної або необмеженої довжини, в тому числі, для отримання намотувальних та пултрузійних виробів.

З Патенту на винахід CN 1240534 C (HARBIN POLYTECHNIC UNIV.), опублікованого 08.02.2006, відомий спосіб просочування армувальних волокон синтетичною смолою шляхом ультразвукової обробки волокон і смоли всередині порожнини форми під час заповненням смолою форми в процесі лиття під тиском. Ультразвукова обробка виконується з частотою від 40 до 60 кГц, що спричиняє виникнення ефекту акустичної кавітації та усунення надлишкових бульбашок у смолі. Крихітні бульбашки у рідині смоли активуються під дією низькочастотного ультразвуку високої інтенсивності, що проявляється у вигляді серії динамічних процесів вібрації, зростання, стискання та руйнування ядер бульбашок. Ефект кавітаційних бульбашок створює миттєвий ударний тиск та локальну високу температуру, що викликає швидкий рух молекул. При цьому поліпшується змочуваність смолою волокнистого армування, а швидкість змочування при просочуванні збільшується приблизно на 30 %. Таким чином, в цілому зменшується пористість композитного матеріалу.

Недоліками відомого способу є неможливість просочування волокон значної або необмеженої довжини, зокрема для отримання намотувальних та пултрузійних виробів, низька продуктивність просочування матеріалу через переривчастий режим обробки та підвищені енерговитрати внаслідок використання генерації ультразвукового випромінювання.

Найбільш близьким до запропонованої корисної моделі є відомий з Патенту на винахід US 3556888 A (GLASTRUSIONS INC.), опублікованого 19.01.1971, спосіб безперервного формування волокнистого армованого пластикового полімерного матеріалу, в якому здійснюють просочення волокнистого матеріалу у вигляді множини окремих пучків сухих волокон шляхом їх безперервного подавання до станції просочення, в яку безперервно та під тиском подають рідкий синтетичний термореактивний полімерний матеріал та безперервно вводять рідкий отверджувач (каталітичний матеріал), для утворення рідкої каталізованої суміші. Таким чином утворюють безперервний просочений невулканізований матеріал, який формують шляхом видалення надлишку зазначеної каталізованої суміші та подають на станцію формування та вулканізації, де незатверділу масу остаточно формують та піддають впливу хвильової енергії за допомогою матричної трубки, що вібрує ультразвуком, завдяки чому забезпечують більш ретельне змочування армувального волокна смоляною матрицею та більший ступінь усунення як захопленого, так і розчиненого повітря внаслідок кавітації бульбашок на вхідному кінці матричної трубки.

Відомий спосіб дозволяє проводити змочування та просочування волокон значної або необмеженої довжини, однак його недоліком є недостатня дегазація матеріалу через відсутність вакуумування та енергонеефективність, оскільки потрібні значні затрати енергії для забезпечення радіочастотного або мікрохвильового, а також вібраційного впливу на заготовку для забезпечення кавітаційної обробки незатверділого матеріалу. Іншим недоліком відомого способу є його конструктивна складність, оскільки просочування ровінгу відбувається в компонувальній трубці, а його дегазація – в матричній трубці, тобто в двох послідовно розміщених окремих вузлах.

В основу корисної моделі поставлена задача створити спосіб просочення армувальних волокон - ровінгів, синтетичною полімерною смолою, забезпечити покращення дегазації смоли і ровінгу для зменшення пористості заготовки та підвищення міцності композитного виробу, в яких застосована

більш енергоефективна та проста технологія кавітаційної обробки матеріалів.

Поставлена задача вирішується тим, що спосіб просочення ровінгу синтетичною полімерною смолою, що включає безперервне подавання ровінгу, безперервне подавання синтетичної полімерної смоли, їх сполучення, просочення та здійснення дегазаційної обробки незатверділого композитного матеріалу з використанням ефекту кавітації, згідно з корисною моделлю, сполучення ровінгу з синтетичною полімерною смолою, просочення ровінгу смолою та їх дегазацію з використанням кавітаційного впливу здійснюють одночасно з вакуумуванням у відрізку труби, який має форму трубки Вентурі.

Синтетичну полімерну смолу подають через кавітатор, встановлений у трубці Вентурі з утворенням суперкавітаційної каверни, у яку пропускають ровінг, а колапс кавітаційних бульбашок у хвостовій частині суперкавітаційної каверни використовують для кумулятивного просочення ровінгу.

Блок шпульок з волокном ровінгу піддають вакуумуванню у вакуумній камері.

Суперкавітаційна каверна сполучена з вакуумною камерою і сепаратором.

Після суперкавітаційної каверни потік смоли і ровінг подають через вихрову камеру, сполучену з сепаратором, причому відокремлені гази видаляють у вакуумну систему, а смолу повертають у циркуляційний контур.

Після вихрової камери просочений ровінг пропускають через блок віджимання ровінгу.

Застосовують ровінг з вуглецевих волокон, а як синтетичну полімерну смолу застосовують епоксидну смолу.

Приклади втілення корисної моделі з посиланням на фігури.

Терміни в однині, які використовуються тут, в тому числі у формулі корисної моделі, повинні тлумачитися як такі, що вказують також і на множину і навпаки, якщо контекст не вказує інше. Так, слід зазначити, що в цьому документі терміни в однині включають відповідні терміни у множині, якщо з контексту не очевидно зворотне.

По всьому опису і формулі корисної моделі терміни "містить", "включає", "має" і їх різні варіанти слід розуміти як такі, що означають "включаючи, але не обмежуючись цим", і не призначені для виключення інших компонентів.

Термін "в'яжуче" слід розуміти як такий, що означає "в'яжучий компонент" або "зв'язувальний агент" та, нарешті, стосується "синтетичної полімерної смоли", яка згадана у матеріалах опису та формули корисної моделі.

Слід взяти до уваги, що у вищезазначені варіанти втілення корисної моделі можуть бути внесені зміни, і вони все ще будуть знаходиться в межах обсягу корисної моделі.

Використання вступних слів, таких як "наприклад", "такий як", "зокрема" тощо, просто призначено для кращої ілюстрації корисної моделі і не вказує на обмеження її обсягу, якщо це прямо не заявлено. Будь-які стадії, описані в цьому документі, можуть виконуватися в будь-якому порядку або одночасно, якщо контекст явно не вказує інше.

Усі ознаки, розкриті в описі, можуть бути об'єднані в будь-які комбінації, за винятком комбінацій, в яких щонайменше деякі з ознак є взаємовиключними. Зокрема, переважні ознаки корисної моделі можуть застосовуватися до всіх аспектів корисної моделі і можуть використовуватися в будь-якій комбінації.

Суть корисної моделі пояснюють ілюстрації.

На фіг. 1 показане схематичне зображення пристрою для просочення ровінгу синтетичною полімерною смолою для здійснення способу, відповідно до першого варіанту здійснення запропонованої корисної моделі, в якому кавітатор встановлений на виході з конфузорної ділянки та на початку прямої робочої ділянки трубки Вентурі.

На фіг. 2 – схематичне зображення пристрою для просочення ровінгу синтетичною полімерною смолою для здійснення способу, в якому кавітатор встановлений у прямій робочій ділянці трубки Вентурі.

На фіг. 3 – схематичне зображення пристрою для просочення ровінгу синтетичною полімерною смолою для здійснення способу з більш видовженою суперкавітаційною каверною та іншим розміщенням зони колапсу кавітаційних бульбашок.

Позначення на кресленнях:

1 - шпулька
2 - блок розміщення шпульок
3 - вакуумна камера
4 - вакуумний насос
5 - ровінг сухий
5' - ровінг просочений
6 - трубка кавітатора
7 - кавітатор
8 - конфузор
9 - робоча ділянка

10 - дифузор
11 - суперкавітаційна каверна
12 - вихрова камера
13 - блок віджимання ровінгу
14 - віджимний ролик
15 - циркуляційний насос
16 - теплообмінник
17 - ємність для в'яжучого
18 - насос підживлення в'яжучого
19 - сепаратор
20 - клапан регулювальний
21 - кран регулювальний
22 - триходовий клапан регулювальний
a - відведення газу
b - підведення охолоджувача
c - відведення охолоджувача

Детальний опис корисної моделі.

Спосіб просочення ровінгів синтетичною полімерною смолою із застосуванням суперкавітаційної камери та вакуумної дегазації здійснюють за допомогою пристрою, описаного нижче.

Пристрій для просочення ровінгу, більш переважно з волокон, синтетичною полімерною смолою, більш переважно епоксидною смолою, містить розміщений у вакуумній камері 3 блок 2 розміщення шпульок з армувальними волокнами (фіг. 1). Блок 2 розміщення шпульок встановлений у вакуумній камері 3, зв'язаній з вакуумним насосом 4. У блоці 2 розміщення шпульок може бути розміщені різна кількість шпульок 1, в залежності від товщини волокон та їх кількості у ровінгу, наприклад може бути чотири, шість або вісім шпульок 1. Вакуумна камера 3 з'єднана з трубкою 6 кавітатора, на кінці якої встановлений кавітатор 7 гідродинамічного типу. Трубка 6 кавітатора з кавітатором 7 введені у відрізок трубопроводу, який має форму трубки Вентурі, в якому здійснюється сполучення, просочення та дегазація ровінгу 5 та синтетичної полімерної смоли. Відрізок трубопроводу у форму трубки Вентурі складається з конфузора 8, прямої робочої ділянки 9, дифузора 10 та є частиною трубопроводу циркуляційного контуру (на кресленні не позначений) подачі в'яжучого, який також містить циркуляційний насос 15 для подачі в'яжучого та, встановлений перед ним, теплообмінник 16 з підведенням b та відведенням с охолоджувача. Дифузор 10 з'єднаний з вихровою камерою 12, яка, в свою чергу, з'єднана з блоком 13 віджимання ровінгу. Знизу вихрова камера 12 через триходовий клапан 22 регулювальний з'єднана з теплообмінником 16, замикаючи циркуляційний контур подачі в'яжучого, та з насосом 18 підживлення в'яжучого, який через кран 21 регулювальний з'єднаний з ємністю 17 для в'яжучого, яка, в свою чергу, сполучена з робочою ділянкою 9 трубки Вентурі. Зверху вихрова камера 12 має засоби для відведення a газу та через клапан 20 регулювальний з'єднана з сепаратором 19, який, в свою чергу, через крани 21 регулювальні з'єднаний з робочою ділянкою 9 та з вакуумним насосом 4. При цьому кавітатор 7 встановлений у робочій ділянці 9 трубки Вентурі (фіг. 1, фіг.2 та фіг. 3).

Запропонований пристрій працює наступним чином.

Блок 2 розміщення шпульок за допомогою вакуумного насоса 4 вакуумують, після чого армувальні волокна змотуються зі шпульок 1 та сполучаючись, формуються у ровінг 5 сухий, який за допомогою системи протягування ровінгу (на кресленні не показана) протягується крізь трубку 6 кавітатора, кавітатор 7 та надходить у суперкавітаційну каверну 11, яка формується у робочій ділянці 9 трубки Вентурі внаслідок перепаду тиску при виході потоку в'яжучого (синтетичної полімерної смоли) з конфузору 8 та при взаємодії потоку з кавітатором 7. У хвостовій частині суперкавітаційної каверни відбувається колапс кавітаційних бульбашок та утворення кумулятивних мікроструменів, які інтенсифікують просочення ровінгу та здійснюють дегазацію як в'яжучого, так і ровінгу. При цьому, за допомогою вакуумного насоса 4 проводиться вакуумування суперкавітаційної каверни 11 через трубку 6 кавітатора для посилення дегазації матеріалів. Ровінг 5' просочений надходить у вихрову камеру 12 і далі у блок 13 віджимання ровінгу, в якому віджимні ролики 14 видаляють з нього надлишок в'яжучого, після чого ровінг 5' просочений подається на формування намотувальних або пултрузійних композитних виробів (на кресленні не показане).

В'яжуче після вихрової камери 12 знову надходить в циркуляційний контур, охолоджується у теплообміннику 16 та за допомогою циркуляційного насоса 15 через клапан 20 регулювальний (електрозасувку) подається до відрізка трубопроводу у формі трубки Вентурі. У разі необхідності з ємності 17 для в'яжучого насосом 18 підживлення в'яжучого через триходовий клапан 22 регулювальний здійснюється підживлення в'яжучим циркуляційного контуру. Залишки в'яжучого, які утворились після блока 13 віджимання ровінгу також направляються (на кресленні не показано) у циркуляційний контур. У верхній частині вихрової камери 12 за допомогою вакуумування здійснюється

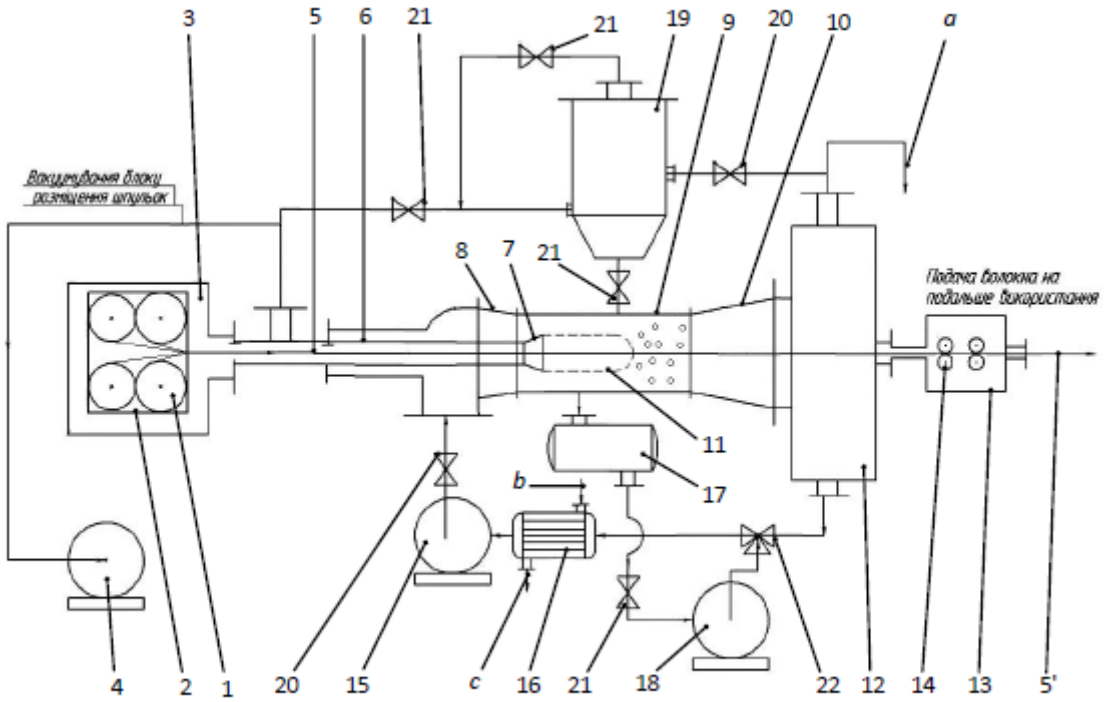
відведення а газу, а частинки матеріалу потрапляють у сепаратор 19, з якого вводяться в зону робочої ділянки 9 трубки Вентурі.

Забезпечується підвищена якість просочення та підвищена міцність композитних виробів шляхом:

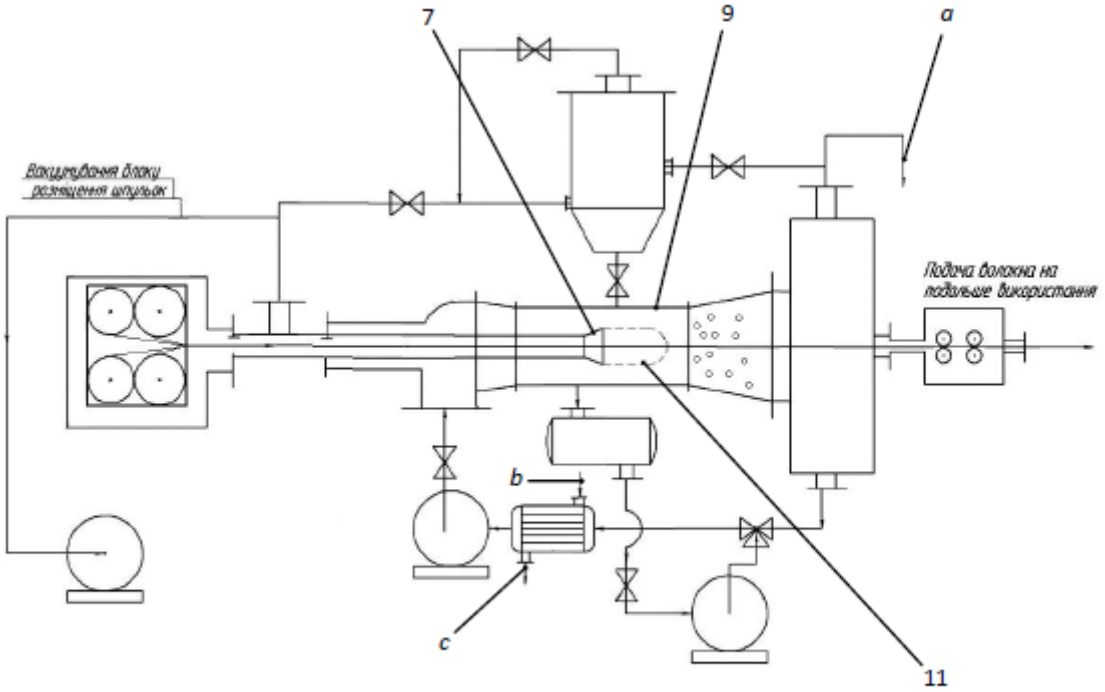
- дегазації смоли та волокна одночасно;
- інтенсифікації проникнення смоли в серцевину ровінга за рахунок кумулятивних мікроструменів (глибоке просочення);
- зниження пористості виробу;
- економії вуглеволокнистих матеріалів.

Ступінь просочення ровінгу становить >98 %. Пористість - <0,5 %. Міцність виробу на згин збільшена на 32-35 %. Витрати вуглецевого волокна зменшені на 25-30 %.

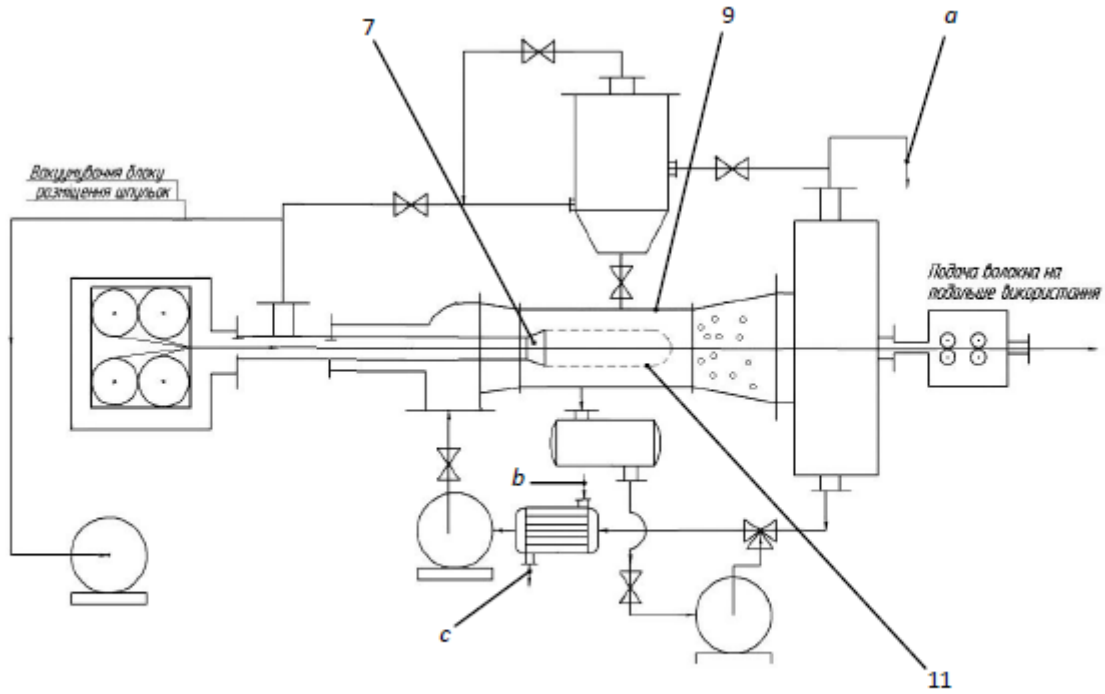
Запропонована технологія просочення ровінгу економічно ефективна за рахунок зменшення витрат матеріалів.




**Фіг. 1**


7
9
a
Вакуумування блоку розміщення шпульок
Подача волокна на подальше використання
b
c
11

**Фіг. 2**


7
9
a
Вакуумування блоку розміщення шпульок
Подача волокна на подальше використання
b
c
11

**Фіг. 3**