

ПРОБЛЕМИ ГЕОМЕТРИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ РЕАКТОПЛАСТИЧНИХ КОМПОЗИЦІЙНО-ВОЛОКНИСТИХ МАТЕРІАЛІВ

Колосова О.П., асистент

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут» (Україна, м. Київ)

Анотація – проаналізовано існуючі проблеми геометричного моделювання технологічних процесів та обладнання для виготовлення високоякісних реактопластичних композиційно-волокнистих матеріалів із застосуванням інтенсифікуючої ультразвукової обробки.

Ключові слова – структурно-параметричне геометричне моделювання, композиційно-волокнистий матеріал, реактопласт, ультразвук, проектування, комп'ютер.

Вступ. При вирішенні комплексу завдань з геометричного моделювання процесів та обладнання для виготовлення високоякісних й бездефектних реактопластичних композиційно-волокнистих матеріалів (КВМ), широко застосовуваних у різних галузях промисловості [1], з використанням ультразвукової (УЗ) дії [2], повинні враховуватися наступні особливості [3].

По-перше, завдання з геометричного моделювання технології виробництва, де присутні нестационарні процеси, в т.ч. при виготовленні виробів з реактопластичних КВМ, є більш складними, наприклад, у порівнянні з моделюванням топографічних поверхонь, які є стаціонарними в часі і для яких наперед відомий закон зміни руху армуючих елементів (сформованих ниток, стрічок постійного перетину).

По-друге, розглядаючи базовий процес «мокрого» намотування, в якому орієнтовані волокнисті наповнювачі (ОВН) у вигляді нитки намотують на поверхню (т.зв. геодезичне намотування нитки), для його автоматизації необхідно «перевести» отримувані поверхні в геометричні моделі за допомогою відповідних алгоритмів. За аналогією, для базового процесу «вільного» просочування бажано створити узагальнену геометричну модель зазначеного процесу, що надає практичний та зручний інструмент для аналізу і корекції схеми армування ОВН і геометричних параметрів змотувального й просочувального обладнання.

По-третє, властивості КВМ на основі ОВН жгутового або тканого типу залежать від геометричного розміщення мікронаповнювачів у структурі КВМ. Подібні завдання геометричного моделювання мікроструктури таких ОВН вирішуються спеціальними методами (наприклад, геометричних ймовірностей та інтегральної геометрії) і вимагають для своєї реалізації розроблення спеціальних алгоритмів.

Як типове завдання можна навести таке: дослідити залежність якості одержаного тканого КВМ від поставлених початкових (технологічних) умов, або від того, що задано при проектуванні на вході (наприклад, % тканого

наповнювача в структурі КВМ). При зміні початкових умов також змінюються геометричні параметри формуючого обладнання (змотувального, просочувального, сушильного, намотувального) для виробництва таких тканих КВМ.

По-четверте, вищевказані комплексні завдання можуть бути вирішені із застосуванням методології комп'ютерного структурно-параметричного геометричного моделювання (СПГМ), яка тільки починає розвиватися. Використання цієї методології дозволяє підібрати оптимальні геометричні параметри технологічного обладнання в залежності від поставлених початкових (технологічних) умов.

Формулювання постановки задач досліджень. Нижче наведено можливі варіанти формулювань мети, задач, об'єкта та предмета досліджень, що стосується геометричного моделювання процесів та обладнання для виготовлення високоміцних й бездефектних реактопластичних КВМ.

Мета і задачі дослідження (варіант I). Метою роботи є створення геометричних та комп'ютерних моделей, що забезпечують автоматизоване проектування процесів і обладнання для приготування рідких полімерних композицій та виготовлення високоміцних й бездефектних намотувальних виробів з реактопластичних КВМ з використанням інтенсифікуючого УЗ у хімічній та машинобудівній промисловостях.

Метою роботи (варіант II) є розробка комплексного підходу до автоматизованого проектування виготовлення високоміцних та бездефектних намотувальних конструкцій з реактопластичних КВМ на основі застосування геометричних моделей базових технологічних процесів і обладнання для попередньої УЗ-обробки рідкого полімерного зв'язуючого (ПЗ), «вільного» просочення ОВН озвученим ПЗ та дозованого нанесу озвученого ПЗ на попередньо просочений ОВН з використанням УЗ.

Для досягнення поставленої мети визначені такі *задачі*:

– розроблення на базі системного підходу узагальненої структурнопараметричної геометричної моделі базових процесів технологічного циклу одержання реактопластичних КВМ із застосуванням УЗ;

– розроблення алгоритму конструювання простих акустичних концентраторів УЗ для базового процесу попередньої обробки ПЗ із використанням комп'ютерних геометричних моделей (*варіант продовження речення: які наочно відображують існуючі варіаційні взаємозв'язки між параметрами форми та розмірів досліджуваних концентраторів, а також наведення прийомів формоутворення, що сприяють підвищенню продуктивності комп'ютерного проектування зазначених концентраторів*);

– (*базовий варіант*) розроблення вдосконаленого математичного апарату для геометричного моделювання технологічного процесу «вільного» просочування односпрямованих волокнистих структур рідкими ПЗ (*варіант I продовження речення: шляхом апроксимації реальної мікроструктури армування ОВН геометричною моделлю еквівалентного циліндричного капіляра; варіант II продовження речення: який дозволяє створити узагальнену геометричну модель зазначеного процесу і надає практичний і зручний інструмент для аналізу та корекції схеми армування ОВН й геометричних параметрів формуючого обладнання*);

– розроблення алгоритму комп'ютерного структурно-параметричного геометричного конструювання складеного УЗ-кавітаційного пристрою для процесу дозованого нанесення ПЗ на просочений ВН тканого типу, що складається з прямокутної випромінюючої пластини, ПЕП і трансформаторів швидкості, а також геометрична візуалізація отриманих аналітичних співвідношень для розрахунку резонансних акустичних розмірів елементів коливальної системи дозуючого пристрою;

– впровадження виконаних розробок у хімічному та спеціальному машинобудуванні.

Об'єкт дослідження (варіант I) – базовий процес «вільного» просочення ОВН рідкими ПЗ та УЗ-обладнання у вигляді акустичних концентраторів, призначених для використання в процесі попередньої обробки рідких ПЗ, й складеного кавітаційного пристрою з прямокутною пластиною для використання в процесі дозованого нанесення рідкого ПЗ на просочені ткани волокнисті наповнювачі.

Об'єкт дослідження (варіант II) – теорія геометричного моделювання для базового технологічного процесу «вільного» просочування ОВН рідким ПЗ, а також УЗ-обладнання для базових технологічних процесів попередньої обробки просочувального рідкого ПЗ та дозованого нанесення озвученого ПЗ при виготовленні намотувальних конструкцій з високоміцних й бездефектних реактопластичних КВМ.

Предмет дослідження (варіант I) – геометричні та комп'ютерні моделі базового технологічного процесу «вільного» просочення ОВН рідкими ПЗ, а також УЗ-обладнання у вигляді хвилеводів-концентраторів для базового процесу попередньої обробки просочувального рідкого ПЗ та складеного дозуючого пристрою на базі прямокутної випромінюючої пластини, концентраторів та ПЕП з урахуванням їх конструктивних параметрів.

Предмет дослідження (варіант II) – математичний апарат для геометричного моделювання базових технологічних процесів і обладнання для виготовлення високоміцних й бездефектних намотувальних конструкцій з реактопластичних КВМ, на базі якого можливе створення удосконалених геометричних моделей вказаних процесів і обладнання, отримання чисельного аналізу схеми армування ОВН, вирішення різних завдань оптимізації, що виникають при формуванні КВМ.

Метод дослідження – комплексний, що передбачає використання теорії множин, графів, інтегральної геометрії та геометричних ймовірностей, систем автоматизованого проектування, системного аналізу, обчислювальних методів та комп'ютерної графіки, експериментально-статистичного моделювання з наступним підтвердженням адекватності отриманих результатів експериментами та випробуваннями.

Висновки. Таким чином, можна констатувати, що в зазначеній вище постановці розглянутий комплекс задач ще не досліджувався. Тому створення адекватної геометричної моделі базового процесу «вільного» просочення, а також використовуваного УЗ-обладнання при реалізації базових процесів попередньої обробки просочувального ПЗ і його дозованого нанесу на попередньо просочений ОВН, як і раніше, є актуальним завданням.

Бібліографічний список

1. *Цыплаков О.Г.* Научные основы технологии композиционноволокнистых материалов. Ч.1. / *О.Г. Цыплаков.* – Пермь, 1974. – 317 с.
2. *Аксельруд Г. А.* Введение в капиллярно-химическую технологию / *Г. А. Аксельруд, М. А. Альтшулер.* — М.: Химия, 1983. — 264 с.
3. *Колосова О.П.* Моделювання процесів виготовлення реактопластичних композиційно-волокнистих матеріалів [монографія] / *О.П. Колосова, В. В. Ванін, Г.А Вірченко, О.Є. Колосов.* – К.: ВПК «Політехніка» НТУУ «КПІ», 2016. – 164 с.