

УДК 514.18: 678.5.059: 535.024:620.168:678.02:678.5.059

## **ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМИ ДОСЛІДЖЕНЬ ГЕОМЕТРИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ОДЕРЖАННЯ ВОЛОКНИСТОНАПОВНЕНИХ РЕАКТОПЛАСТИЧНИХ КОМПОЗИТІВ**

Колосова О.П., асистент

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

Аналіз «вузьких» місць стосовно застосування принципів автоматизованого проектування на базі методології структурно-параметричного геометричного моделювання (СПГМ) для детермінування конструкторсько-технологічних параметрів технічних засобів, зокрема, базових процесів і обладнання (інструменту), призначених для виготовлення реактопластичних композиційно-волокнистих матеріалів (КВМ) із застосуванням ультразвуку (УЗ), дозволяє зробити такі попередні висновки.

У науково-технічній літературі практично не досліджувались питання, пов'язані з науковим обґрунтуванням методології СПГМ для проектування конструкторсько-технологічних параметрів технічних засобів у вигляді базових процесів і обладнання (інструменту), призначених для виготовлення реактопластичних КВМ із застосуванням УЗ.

Одним із прогресивних напрямків реалізації вищезазначеної методології є раціональне конструювання акустичних хвилеводів-концентраторів, що є робочими інструментами УЗ-обладнання. Також важливим моментом проектування технічних об'єктів є потреба інтегрованого врахування вимог різноманітних інженерних дисциплін, наприклад, конструювання, міцності, опору матеріалів, матеріалознавства, технології, експлуатації тощо для проведення комплексної оптимізації промислової продукції. У багатьох випадках це досягається широким використанням комп'ютерних інформаційних технологій.

З досліджуваною проблематикою тісно пов'язано проектування параметрів технологічного процесу «вільного» просочування та конструктивних параметрів реалізуючого просочувального технологічного обладнання. Для цього важливим є одержання прогностичних кінетичних рівнянь просочування орієнтовного волокнистого наповнювача (ОВН) рідкими епоксидними зв'язуючими (ЕЗ) з урахуванням структурних характеристик ОВН як капілярно-пористого тіла.

Таке прогнозування доцільно проводити на базі певної схеми упаковки волокон у структурі ОВН, яка асоціюється з відповідною геометричною (фізичною) моделлю [1]. Подальші кроки передбачають можливість зведення досліджуваних реальних стохастичних структур ОВН до регулярних (подвійноперіодичних) модельних структур, застосовуючи теорію інтегральної геометрії й геометричних ймовірностей.

Кінцевим результатом такого моделювання є визначення ефективного (еквівалентного) капілярного радіуса модельної структури ОВН, що входить в уточнену формулу для обчислення кінетичних параметрів процесу «вільного» просочення [1].

Аналіз також свідчить про те, що застосування УЗ-впливу на ОВН, що просочується у ванні, а також на ОВН, що вже просочився, може розглядатися як ефективний засіб для автоматичного підтримання необхідної величини вмісту (дозування) рідкого ПЗ у просоченому ОВН. Таке дозування для ВН на основі тканих структур доцільно здійснювати на основі прямокутної пластини, до днища якої прикріплені у певному порядку ПЕП, що вкупі являють складений УЗ-дозуючий пристрій.

При цьому вирішуються задачі геометричного моделювання з точки зору раціонального вибору складових елементів УЗ-дозатора, зокрема, геометричних розмірів випромінюючої УЗ пластини, наприклад її товщини, а також конструктивної оптимізації розмірів та упорядкуванням розташування ПЕП один щодо одного і щодо оброблюваного об'єкта (просоченого рідким ПЗ тканого ВН) [2].

Вищевикладене зумовлює напрямки досліджень при розробленні відповідної аналітичної методики розрахунку та геометричної візуалізації отриманих аналітичних співвідношень для

таких коливальних систем на основі плоскої випромінюючої пластини для процесу дозованого нанесення [2].

Крім того, проведений аналіз дозволяє виявити пріоритетні напрями досліджень, що ставлять своєю метою усунення ряду існуючих проблемних ситуацій. Головний вектор таких досліджень полягає у науковому обґрунтуванні та практичному застосуванні методології СПГМ для оптимізації конструкторсько-технологічних параметрів технічних засобів, призначених для виготовлення реактопластичних КВМ із застосуванням УЗ, зокрема, базового процесу «вільного» просочення, а також УЗ-обладнання (інструменту), що застосовується для процесу приготування ЕК і процесу дозованого нанесення. Ці питання у вищезазначеній постановці науковцями ще не досліджувались.

Окрім того, застосовувана для вирішення досліджуваної проблеми методологія СПГМ дозволяє на стадії конструкторсько-технологічного проектування створити єдиний і наскрізний автоматизований процес розробки технології і технологічного інструменту із залученням спектру різних дисциплін.

При цьому поєднання застосовуваних структурного і параметричного підходів забезпечує наочне відтворення складу модельованого об'єкта, високоефективне комп'ютерне варіювання багатьох його параметрів і характеристик, а також можливість проведення комплексної оптимізації.

Таким чином, зазначений напрям досліджень передбачає вирішення наступних задач:

- розроблення узагальненої структурно-параметричної моделі технологічного циклу (або окремих процесів чи операцій) одержання реактопластичних КВМ із застосуванням УЗ-обробки;

- розроблення методики варіантного конструювання акустичних концентраторів УЗ-технологічного обладнання з використанням комп'ютерних геометричних моделей, які наочно відображують існуючі варіаційні взаємозв'язки між параметрами форми та розмірів досліджуваних виробів, а також наведення прийомів формоутворення, що сприяють підвищенню продуктивності комп'ютерного варіантного проектування зазначених виробів;

- детермінація параметрів адекватної геометричної моделі упаковки волокон у структурі ОВН із застосуванням апарату теорії інтегральної геометрії та геометричних ймовірностей шляхом зведення досліджуваних реальних стохастичних структур ОВН до подвійноперіодичних регулярних структур, та визначення структурних характеристик геометричної моделі, що входять до уточненого прогностичного кінетичного рівняння процесу «вільного» просочення ОВН рідкими полімерними зв'язуючими (ПЗ);

- розроблення удосконаленої аналітичної методики розрахунку та методики варіантного структурно-параметричного конструювання складеного УЗ-кавітаційного пристрою з прямокутною випромінюючою пластинною, що здійснює вигинні коливання, для процесу дозованого нанесення ПЗ на просочений ВН тканого типу, що передбачає розрахунок резонансних акустичних розмірів елементів коливальної системи на базі ПЕП і трансформаторів швидкості, а також здійснення геометричної візуалізації отриманих аналітичних співвідношень;

- впровадження виконаних розробок у різні галузі промисловості, зокрема, у хімічному та спеціальному машинобудуванні.

На рис. 1 схематично показаний у вигляді чотирьох (I – IV) основних етапів варіант послідовності проведення і впровадження результатів досліджень з конструкторсько-технологічного проектування технічних засобів для одержання реактопластичних КВМ з використанням УЗ на базі методології структурно-параметричного моделювання.



Рис. 1 – Послідовність проведення досліджень з конструкторсько-технологічного проектування технічних засобів для одержання реактопластичних КВМ з використанням УЗ на базі структурно-параметричного моделювання

Подальшими напрямками досліджень є створення нових або удосконалення існуючих геометричних моделей базових процесів технологічного циклу формування КВМ, розвиток методів комп'ютерного моделювання цих процесів та більш широке розповсюдження розроблених методик для моделювання технічних і технологічних засобів формування КВМ на базі системного підходу.

Цей напрям, зокрема, включає розроблення конкретних комп'ютерних моделей трансформаторів швидкості, здійснення їх всебічного аналізу та впровадження отриманих результатів у виробництво, що приведе до збільшення номенклатури УЗ-концентраторів, які можна автоматизовано конструювати за допомогою напрацьованої методики СПГМ та розширення класу кривих, використовуваних для цього, наприклад, за рахунок неоднорідних раціональних параметричних сплайнів вищих порядків.

Рішення вищезазначених задач науково-технічного характеру буде сприяти підвищенню ефективності базових процесів та продуктивності обладнання для одержання виробів з КВМ із застосуванням УЗ, забезпечить суттєву економію енергоресурсів, а також поліпшить екологічну обстановку та умови техніки безпеки при одержанні полімерних виробів. Це, в кінцевому результаті, буде сприяти економічному і соціальному прогресу в Україні.

### Література

1. Колосов О.Є. Одержання волокнистонаповнених реактопластичних полімерних композиційних матеріалів із застосуванням ультразвуку: монографія / О.Є.Колосов, В.І. Сівецький, О.П. Колосова. – К.: ВПК «Політехніка», 2015. – 295 с.
2. Kolosov A.E. Procedure for analysis of ultrasonic cavitator with radiative plate / A.E. Kolosov, V.I. Sivetskii, E.P. Kolosova, E.A. Lugovskaya // Chemical and Petroleum Engineering. – 2013. – Vol. 48, Issue 11-12. – P. 662-672.
3. Ванін В.В. Визначення та основні положення структурно-параметричного геометричного моделювання / В.В. Ванін, Г.А. Вірченко // Геометричне та комп'ютерне моделювання: зб. наук. праць. – Вип. 23. – Харків: ХДУХТ, 2009. – С. 42-48.