

УДК 678.026

## **ПЕРСПЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ВУГЛЕЦЕВИХ НАНОМОДИФІКАТОРІВ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЙНИХ ЕЛЕМЕНТІВ З ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ РЕАКТОПЛАСТИЧНИХ ПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИТІВ**

Колосов О.Є., д.т.н., с.н.с., Сівецький В.І., к.т.н., проф.,  
Малащук Н.С., магістр, Романчук Б.В., аспірант

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

Аналіз інформаційно-патентних джерел показує, що в наявній літературі відсутні дані щодо середньої довжини і розмірів одиночних вуглецевих нанотрубок в агломераті, а також щодо самих розмірів агломератів [1]. Окрім того, актуальним є встановлення часових параметрів процесу диспергування і визначення мінімально достатньої кількості та типів датчиків для отримання достовірної інформації про напружено-деформований стан (н.д.с.) інтелектуальних полімерних композиційних матеріалів (ІПКМ).

У роботах [2-6] наголошується на ефективності використання саме вуглецевих наномодифікаторів для виготовлення конструкційних елементів з ІПКМ. Проте наявні дані свідчать про велику розбіжність цього показника у залежності від використовуваної полімерної матриці та виду нанонаповнювача, а також про наявність ефекту седиментації (осідання).

Різними дослідниками прогнозується, що використання ефективного вмісту та виду наномодифікаторів може привести до зниження загальної ваги конструкційних елементів в середньому до 10% і більше, а також до підвищення на 50-100% експлуатаційних властивостей ІПКМ.

Розроблюваний авторським колективом методологічний підхід, на відміну від існуючих, в ідеалі дозволить здійснювати увесь цикл чисельного моделювання процесів підготовки полімерних матеріалів, формування виробів з них та проектування полімерного обладнання і формуючої оснастки з урахуванням дії залишкових напружень. Це забезпечить суттєву перевагу такого напрямку над існуючими вітчизняними аналогами.

В рамках цього підходу експериментальним шляхом планується визначення необхідної кількості інтелектуальних датчиків для забезпечення можливості отримання достатнього рівня інформації про н.д.с. полімерної композиції та виробів з них, а також встановлювати ефективні параметри УЗ-обробки полімерної матриці на стадіях компаундування ІПКМ та просочування і формування виробів, основними з яких є: частота, амплітуда, інтенсивність, час, температура.

Одночасно передбачається встановити ефективне процентне співвідношення полімерної матриці, армуючого макронаповнювача, наномодифікаторів, розташування датчиків у просоченому напівфабрикаті (препрезі), або компаундованому ІПКМ.

Розроблюваний комплексний підхід моделювання процесів взаємодії компонентів, що знаходяться в різному фазовому стані, включаючи можливість фазових перетворень, дозволяє використовувати результати чисельного моделювання з урахуванням в'язкопружних ефектів, і на цій основі дасть можливість здійснення коригування конструкції устаткування для забезпечення заданої конфігурації і розмірної точності виробів з ІПКМ.

Серед очікуваних результатів науково обґрунтованими методичними і технічними напрацюваннями можуть бути, зокрема, наступні:

- адаптовані для випадку фізичної модифікації термореактивних полімерів ефективні режими УЗ-кавітаційної технології [7];
- конструктивно-технологічні параметри формуючого устаткування та УЗ-засобів, а також ефективні режимні параметри здійснення фізико-хімічної модифікації термореактивних полімерів для отримання ефекту термоосідання;
- рецептури модифікованих епоксидних композицій із заданим рівнем технологічних і фізико-механічних властивостей, призначених для одержання блочних термоосідаючих виробів, а також для одержання інших наномодифікованих ІПКМ;

- методика визначення та введення необхідної кількості інтелектуальних датчиків для забезпечення можливості отримання достатнього рівня інформації з н.д.с. полімерної композиції та виробів з них;
- методика проектування елементів формуючого устаткування на основі аналізу результатів досліджень поведінки реологічно складних середовищ в нестационарних процесах переробки полімерів, що базуються на фундаментальних законах збереження енергії, маси, імпульсу та законів стану речовини;
- методика уточненого моделювання тривимірного руху багатокомпонентних складних реологічних середовищ в робочих каналах складної геометричної форми з урахуванням нелінійних законів стану речовини;
- методика розрахунку н.д.с. термоосідаючих виробів, що дозволяє оптимізувати параметри їх виготовлення;
- технічні рекомендації з удосконалення конструкцій пластикаційних та формуючих пристроїв машин для зменшення впливу в'язкопружних властивостей композицій на форму та розмірну точність виробів на базі ІПКМ.

### Література

1. *Колосов О. Є.* Одержання високоякісних традиційних та наномодифікованих реактопластичних полімерних композиційних матеріалів : монографія / О.Є. Колосов. – К.: ВПІ ВПК Політехніка, 2015. – 197 с.
2. *Попов Ю.О.* Новое поколение материалов и технологий для изготовления лонжеронов лопастей вертолета // Ю.О. Попов, Т.В. Колокольцева, А.В. Хрульков. *Авиационные материалы и технологии.* – 2014. – №2. – С. 5–9.
3. *Тимошков П.Н.* Современные технологии производства полимерных композиционных материалов нового поколения // П.Н.Тимошков, Д.И. Коган *Труды ВИАМ.* – 2013. – №4 ([viam-works.ru](http://viam-works.ru)).
4. *Песецкий С.Н.* Полимерные композиты технического назначения / С.Н.Песецкий // *Наука и инновации (Москва).* – 2013. – №9 (127). – С. 7–10.
5. *Каблов Е.Н.* Стратегические направления развития материалов и технологий их переработки на период до 2030 года // Каблов Е.Н. *Авиационные материалы и технологии.* – 2012. - №2. – С. 7– 17.
6. *Соколов И.И.* Углепластики и стеклопластики нового поколения / И.И.Соколов, А.Е.Раскутин // *Труды ВИАМ.* – 2013. – №4 ([viam-works.ru](http://viam-works.ru)).
7. *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.