

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

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДОЛОГІЇ СТРУКТУРНО-ПАРАМЕТРИЧНОГО ГЕОМЕТРИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ОДЕРЖАННЯ ВОЛОКНИСТОНАПОВНЕНИХ РЕАКТОПЛАСТИЧНИХ КОМПОЗИТІВ

Колосова О.П., асистент

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

Вирішення задачі проектування конструкторсько-технологічних параметрів формування реактопластичних композиційно-волокнистих матеріалів (КВМ) є виключно складною науково-технічною проблемою тому, що досі відсутні досить чіткі теоретичні уявлення, математичні залежності та відповідні методики, що дозволяють з достатньою точністю прогнозувати режимні параметри, зокрема, для базових процесів виготовлення КВМ.

Серед останніх – приготування вихідних просочувальних складів, просочення, дозоване нанесення, в тому числі із застосуванням ультразвуку (УЗ) як найбільш ефективного інтенсифікуючого методу [1, 2].

Тому є доцільним створення науково обгрунтованої системи уявлень, яка охоплює конкретні питання, що відносяться до проектування досліджуваних процесів одержання КВМ, включаючи використовуване при цьому устаткування, із застосуванням сучасної методології автоматизованого проектного моделювання.

Що стосується вищевказаного аспекту, то слід зазначити, що в останні роки почав активно розвиватися науковий напрямок, який включає методологію структурно-параметричного геометричного моделювання (СПГМ) із застосуванням засобів комп'ютерної техніки, яка є важливим елементом прикладної геометрії та інженерної графіки [3]. Відомо, що використання цієї методології дозволяє при відносно невеликих часових витратах отримувати досить точні математичні залежності, що описують варіантні взаємозв'язки між параметрами і характеристиками проєктованих технічних об'єктів.

Так, зокрема, застосування методології структурно-параметричного моделювання поширюється на складні геометричні об'єкти, серед яких, наприклад, різні компоненти та обладнання (інструмент) для машинобудування, у тому числі хімічного і нафтогазового, технологічні процеси їх виготовлення і т.п.

В рамках методології СПГМ переважним є застосування *системного підходу*, який передбачає представлення будь-якого об'єкта або процесу його формоутворення як певної впорядкованої сукупності деяких окремих складових компонентів, які, у свою чергу, можуть включати й інші елементи.

При практичному використанні розглянутої методології широко застосовуються принципи комплексного підходу, варіантності, оптимальності, а також принцип відкритості та розвитку, який передбачає можливість нескладного оновлення та розширення існуючих складових компонентів СПГМ [3].

У загальному випадку, під *параметричною геометричною моделлю* розуміють деякий математичний опис певного геометричного об'єкта з використанням параметрів для його визначення, виділення потрібних фігур та керування формоутворенням, або технологією формоутворення чи формування досліджуваного виробу [3].

При цьому застосування параметричного моделювання поширюється також на більш складні, порівняно з окремими кривими та поверхнями, геометричні об'єкти, серед яких, наприклад, різноманітні деталі та інструмент для машинобудування, у тому числі хімічного, технологічні процеси їх виготовлення тощо.

Відповідно до застосовуваного *системного підходу*, досліджувану фігуру (або технологічний процес чи операцію формування) необхідно обов'язково розглядати в якості потенційної складової геометричної системи більш високого ієрархічного рівня, наприклад, системи, що описує технологічний процес (формоутворення) у цілому.

Узагальненням методології параметричного формоутворення у прикладній геометрії та інженерній графіці є так зване *структурно-параметричне моделювання*, що цілком відповідає конкретній реалізації фундаментальних наукових прийомів теорії подібності, аналізу й синтезу, а також їх гармонічному поєднанню.

При цьому структурні компоненти створюваних структурно-параметричних моделей характеризують дискретні елементи з певними стійкими властивостями (наприклад, трикутники, що мають по три сторони тощо), а параметричні – можливість поступового та плавного переходу зазначених об'єктів від одного стану в інший (наприклад, шляхом відповідної зміни їх параметрів форми й положення у просторі) [3].

Загалом під *структурно-параметричною геометричною моделлю* (СПГМ) розуміють математичний опис досліджуваного геометричного об'єкта або процесу формоутворення з використанням параметричного підходу для визначення його складових елементів (точок, кривих, поверхонь, об'ємних тіл тощо) та варіантних структурних зв'язків поміж ними із забезпеченням можливості виділення необхідних фігур і комплексного ефективного (оптимального) керування процесами формоутворення досліджуваного виробу (елементами технології), чи параметрами досліджуваного технологічного процесу (операції).

У свою чергу, під *структурно-параметричним геометричним моделюванням* розуміють сукупність використовуваних прийомів побудови, дослідження та використання об'єктів і процесів, що відтворені за допомогою методології СПГМ.

Загалом виділяють наступні базові (у кількості щонайменше п'яти) принципи математичної реалізації структурно-параметричної методології [3]:

принцип системного підходу, що передбачає аналіз досліджуваного об'єкта одночасно і як множини певних взаємопов'язаних між собою елементів, і як потенційного компонента геометричної фігури більш високого, ніж окремі елементи, ієрархічного рівня;

принцип комплексного підходу, який полягає у пристосуванні геометричної моделі до узгодженого урахування різноманітних потреб інших математичних описів досліджуваного об'єкта (виробу або процесу);

принцип варіантності, що полягає у можливості забезпечення геометричною моделлю гнучкого, ефективного, прогнозованого та зручного для кінцевого користувача (конструктора, технолога) створення параметричних та структурних різновидів досліджуваного об'єкта або технологічного процесу;

принцип оптимальності, який обумовлює наявність у розроблюваній структурній моделі засобів для визначення раціональних (ефективних) значень прогнозованих параметрів і характеристик відтворюваного предмета чи явища (об'єкта або технологічного процесу чи операції);

принцип відкритості та розвитку, який передбачає можливість легкого оновлення й розширення складових компонентів СПГМ.

Слід відзначити, що під час безпосереднього формоутворення наведений вище перелік принципів, як правило, може доповнюватись більш докладними умовами згідно наявних конкретних вимог щодо досліджуваного об'єкта.

Для адаптації базових принципів СПГМ при аналізі основних етапів розробки та використання СПГМ складних об'єктів слід, згідно принципу системного підходу, застосовувати універсальні методичні прийоми поділу досліджуваного об'єкта на окремі складові компоненти з наступним об'єднанням останніх у єдине ціле. Це, у свою чергу, передбачає, щонайменше п'ять основних кроків [3]:

1) *Аналіз досліджуваного об'єкта та розчленування його на окремі елементи*. Відповідно до принципу варіантності, потрібно всебічно розглянути можливі структурно-параметричні різновиди елементної бази.

2) *Визначення зв'язків між виділеними частинами*, тобто розроблення структури предмета або технологічного процесу чи операції, що моделюється.

3) *Опрацювання порядку синтезу даного об'єкта*, формування інтегральних характеристик і параметрів для забезпечення зручного та ефективного включення досліджуваного об'єкта до складу геометричних систем більш високої ієрархії.

4) Побудова нових, або застосування вже існуючих математичних моделей для наявних елементів і зв'язків між ними. Згідно принципу комплексного підходу, детерміновані геометричні дані, як об'єктивна та узгоджуюча основа, можуть доповнюватися фізичними (геометричними) та математичними моделями досліджуваного об'єкта з інших дисциплін.

5) Проведення оптимального, відповідно до заданих умов, формоутворення досліджуваного об'єкта.

Виходячи з вищесказаного, представляється доцільним теоретичне і прикладне застосування цієї перспективної сучасної методології автоматизованого проектування для детермінування конструкторсько-технологічних параметрів базових процесів і обладнання (інструменту) при одержанні високоякісних виробів з реактопластичних КВМ, що передбачають використання інтенсифікуючого ультразвуку (УЗ).

Таким чином, виходячи з принципу системного підходу, що передбачає аналіз досліджуваного об'єкта одночасно і як безлічі певних взаємопов'язаних між собою елементів, і як потенційного компонента вищого ієрархічного рівня, представляється доцільним розчленувати типовий цикл одержання КВМ на такі укрупнені блоки I–III, які доцільно досліджувати:

I – блок УЗ-обробки рідкого епоксидного зв'язуючого (ЕЗ) і приготування просочувальної композиції (ЕК, ЕЗ чи ПЗ);

II – блок «вільного» просочення орієнтованих волокнистих наповнювачів (ОВН) рідким ПЗ;

III – блок дозованого нанесення рідкого ПЗ на просочений ОВН.

Хоча увесь цикл формування КВМ не обмежується цими трьома групами об'єктів, вони є основоположними для одержання високоміцних і високоякісних кінцевих виробів з КВМ [1]. При цьому відомо, що дослідження всього технологічного циклу одержання реактопластичних КВМ і всього реалізуючого його устаткування є виключно складним завданням, яке досі не вирішено.

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.

4. http://storage.flyback.org.ru/files/01__ae_ae____249.jpg