

УДК 677.017:004.896

ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У МОДЕЛЮВАННІ СКЛАДНИХ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ПОВЕДІНКИ ТЕКСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ПРИ РІЗНИХ УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Студ. А.О. Нестеренко, гр.МгТ-16

Асп. В.І. Безсмертна

Науковий керівник доц. С.Ю. Боброва

Київський національний університет технологій та дизайну

Мета і завдання. Аналіз комп'ютерних методів моделювання поведінки текстильних матеріалів при фізико-механічній взаємодії з різними перешкодами та вибір оптимального програмного продукту для прогнозування їх балістичних властивостей.

Методи досліджень. У роботі використано методи аналізу та синтезу науково-технічної та патентної літератури у сфері моделювання фізико-механічних процесів і об'єктів різних галузей та прогнозування властивостей текстильних матеріалів за допомогою сучасних пакетів прикладних програм.

Практичне значення. Запропоновано шляхи удосконалення методу визначення фізико-механічних характеристик трикотажу спеціального призначення з використанням спеціалізованих комп'ютерних програм, а саме відтворення за допомогою засобів 3D моделювання у віртуальних експериментах умов, близьких до реальних умов експлуатації засобів індивідуального бронезахисту, та прогнозування їх балістичної стійкості до дії різних засобів ураження.

Результати дослідження. З розвитком рівня комп'ютерних технологій і постійним удосконаленням алгоритмів інженерних досліджень у сучасного інженера з'являється все більше можливостей для віртуального виконання складних фізико-механічних випробувань без застосування фізичних прототипів. Це особливо актуально у випадках, де проведення реальних випробувань пов'язано з підвищеним ризиком для життя і здоров'я людини, або специфіка досліджень взагалі унеможливує відтворення таких умов – наприклад, у відкритому космосі чи в зоні якогось стихійного лиха.

Питання необхідності проведення віртуальних експериментів з метою вивчення характеру деформації трикотажних полотен спеціального призначення під дією силових навантажень, а також протікання тепло- та газообмінних процесів у трикотажних полотнах та виробих постало давно. Такий метод визначення якісних характеристик трикотажу дозволяє на етапі проектування встановити параметри в'язання, що забезпечать вироблення трикотажу з заданими властивостями. Імітаційне моделювання передбачає наявність адекватних тривимірних геометричних моделей структури трикотажу. Крім того, одним з ключових моментів на шляху реалізації віртуальних експериментів є визначення оптимального програмного забезпечення, яке дозволить прогнозувати фізико-механічні характеристики трикотажу.

На сьогоднішній день відомо багато комп'ютерних програм, що можуть використовуватись у моделюванні різних процесів і явищ. Крім того, робота ведеться і у напрямку удосконалення 3D моделей структури трикотажу. Вчені використовують різноманітні способи отримання тривимірних структур трикотажу, які б відповідали характеристикам реального полотна [1,2].

Процес моделювання складається з двох ключових етапів. Це створення 3D моделі об'єкту у комп'ютерному середовищі (modelling) та проведення віртуальних

експериментів з її допомогою (simulation) [3]. Відповідно, точність аналітичних розрахунків у системах CAE залежить від адекватності моделей, створених на першому етапі, від урахування усіх суттєвих характеристик об'єкту моделювання. З точки зору вбудованих інструментів, придатних для автоматизації розрахунків, визначення якісних характеристик трикотажних полотен може бути здійснено за допомогою таких широко відомих програмних продуктів як ANSYS FLUENT, ANSYS CFX та ANSYS/LS-DYNA, Flow Vision, OpenFOAM, SigmaFlow, Autodesk Simulation CFD та ін.

Суть моделювання полягає в розробці розрахункових моделей матеріалів для чисельної оцінки їх балістичних характеристик з використанням засобів комп'ютерно-математичного моделювання і сучасної обчислювальної техніки. Для того, щоб кінцева модель була адекватною, необхідно враховувати безліч характеристик трикотажу як об'єкта проектування: параметри структури та лінійна густина нитки. Для більш детального аналізу властивостей трикотажних полотен балістичного призначення, які в процесі експлуатації виробу витримують різного роду силові навантаження, та визначення їх якісних характеристик, зокрема деформації розтягу та руйнування петельної структури, цього не достатньо. Крім параметрів структури трикотажу та умов у програмному середовищі необхідно вказати: сировинний склад, філаментність, крутку пряжі чи ниток; в'язкість, теплопровідність, питому теплоємність, зминальність тощо.

Висновки. Аналіз можливостей програмного забезпечення дозволив з'ясувати, що більшість пакетів для здійснення 3D моделювання придатна для визначення якісних характеристик трикотажних полотен. 3D моделювання структури трикотажу пропонується здійснювати у програмі Autodesk Autocad, а засобами програми Autodesk Simulation CFD реалізовувати віртуальні експерименти з визначення якісних характеристик трикотажних полотен балістичного призначення.

Віртуальна модель поведінки текстильного матеріалу при взаємодії з елементами визначених видів зброї дасть змогу аналізувати та прогнозувати експлуатаційні властивості спроектованого текстильного матеріалу, прискорить процес аналізу і підбору оптимальних параметрів в'язання, дозволить звести до мінімуму натурні експерименти, зменшити термін проектування і собівартість досліджень. Підвищення точності розрахунків передбачає удосконалення геометрії 3D моделі структури трикотажу з урахуванням фізико-механічних характеристик сировини, зокрема її жорсткості на згин, густини речовини, філаментності, крутки і т.ін.

Ключові слова: трикотаж підвищеної міцності, 3D моделювання, структура трикотажу, фізико-механічні властивості, бронежилет.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Harjkova G. Weft knitted loop geometry of glass and steel fiber fabrics measured with X-ray microcomputer tomography / G.Harjkova, M.Barburski, S.V.Lomov, O.Kononova, I.Verpoest // Textile Research Journal 84(5), 2014, pp. 500-512.
2. Naouar A. Meso-FE forming of a non-crimp 3D orthogonal weave E-glass composite reinforcement based on X-ray computed tomography /A.Naouar, E.Vidal-Salle, P.Boisse // Proceedings of the 7th World Conference 3D Fabrics & Their applications, Roubaix, September 8-9, 2016, pp. 285-293.
3. Бардзокас Д. И. Математическое моделирование физических процессов в композиционных материалах периодической структуры / Д. И. Бардзокас, А. И. Зобнин. – М.: Едиториал УРСС, 2003. – 376 с.
4. Офіційний сайт компанії «ANSYS». [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ansys.com>.