

ДИСКРЕТНА МОДЕЛЬ НЕТКАНИХ МАТЕРІАЛІВ ТА МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ ЇХНІХ ПРУЖНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ

Ткачук М.М.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Сфера застосування нетканих матеріалів постійно розширюється на нові області. Зокрема, останнім часом було розроблено декілька нових видів голкопробивних нетканих матеріалів, призначених для балістичного захисту особового складу та техніки. Серед їхніх переваг є значна порівняно з аналогами легкість, що поєднується з відмінною здатністю зупиняти високоімпульсні елементи ураження. Ці властивості пояснюються, з одного боку, високими механічними властивостями синтетичних волокон, виготовлених переважно із високомолекулярного поліетилену, а, з іншого боку, випадковою структурою створеної нетканої мережі.

Для оцінки впливу чинників будови на характеристики цих матеріалів та їхню поведінку у складі елементів балістичного захисту необхідні достовірні моделі деформування.

Для створення таких моделей пропонується підхід, побудований на мікромеханічних засадах. У його межах розглядаються окремі волокна та їхні відтинки між вузлами сполучення у нетканій мережі. Пропонується алгоритм генерації її випадкової геометрії в макроскопічній області досліджуваного зразка, що відтворює голкопробивний процес виготовлення нетканого полотна.

Для визначення рівноважного відгуку запропоновано два методи, що відрізняються вибором змінних деформованого стану мережі.

Традиційний підхід полягає у визначенні вузлових переміщень точок сполучень, за яких досягається рівновага сил розтягнення ланок мережі.

Слід зазначити, що гнучкі волокна не здатні передавати сили стиснення та скорочуються без істотного спротиву із втратою стійкості. Потенціал їхньої пружної деформації не є строго опуклим, а, отже, жорсткість дискретної мережі є у більшості випадків виродженою. Саме тому запропоноване альтернативне спряжене формулювання відносно невідомих осьових сил. На відміну від внутрішньої енергії, потенціал додаткової роботи розтягнення волокон є строго опуклим.

Запропоновано метод пошуку розв'язку отриманої задачі математичного програмування з лінійними обмеженнями, якими виступають умови рівноваги сил у мережі.

Порівняно результати, отримані обома методами. Продемонстровано істотно нелінійний відгук нетканих матеріалів та неоднорідність їхньої деформації.

Побудовані моделі та методи дають можливість досліджувати вплив тих чи інших чинників на властивості нетканих матеріалів. Крім того, стає можливим синтез такого складу і структури матеріалів, які задовольняють вимогам, що до них висувуються.