

**ОБҐРУНТУВАННЯ НОВИХ ПІДХОДІВ ДО ДОСЛІДЖЕННЯ
ВЛАСТИВОСТЕЙ МАТЕРІАЛІВ ЕЛЕМЕНТІВ МАШИНОБУДІВНИХ
КОНСТРУКЦІЙ НА ОСНОВІ МІКРОСТРУКТУРНИХ МОДЕЛЕЙ
ПОВЕДІНКИ МАТЕРІАЛУ**

**Ткачук М. М.¹, Грабовський А. В.¹, Скріпченко Н. Б.¹,
Гусєв Ю. Б.², Барчан Є. М.²**

*¹Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків,
²НІЦ КК «Рейлтрансхолдінг», м. Маріуполь*

Незважаючи на всі переваги традиційних підходів до створення моделей волоконних матеріалів, є досить очевидним, що обмеження афінними деформаціями є занадто жорсткими для неупорядкованих мереж з безліччю ступенів свободи. Про недосконалість використовуваних припущень свідчать також і експериментальні дані, а також результати дискретного моделювання випадкових мереж. Істотна неафінність мікродеформацій у матеріалах з волокнистою мікробудовою викликана особливостями механічного відгуку волокон та їх взаємодії в мережі одночасно з неоднорідністю і нерегулярністю дискретної мікроструктури, що містить безліч ступенів вільності. Ця внутрішня свобода передбачає можливість для волоконної мережі слідувати макроскопічній деформації багатьма способами, відмінними від афінної траєкторії. Визначення адекватних кінематичних співвідношень становить головне завдання мікромеханічних обґрунтованих моделей для м'яких матеріалів із мережевою мікробудовою. Існує кілька підходів до урахування неафінних деформацій мікрОВОЛОКОН. Найпростіші з них штучно подають матеріал у точці еквівалентною тривимірною структурою. Ця структура може складатися з трьох груп волокон, орієнтованих уздовж головних напрямків деформації, або чотирьох, спрямованих в кути піраміди, або восьми, розташованих на діагоналях куба. Остання набула найбільшого поширення завдяки простоті виразу щодо першого інваріанта тензора деформацій, а також високій точності наближення реальної поведінки гуми при малих і великих ушкодженнях. Проте, такі штучні конструкції, які представляють деформації мереж, істотно обмежують коло властивостей, які можна за їх допомогою змоделювати. Набагато більш універсальною виявилася відома неафінна модель мікросфери, яка розглядає повний простір орієнтацій волокон, однак, на відміну від раніше запропонованих підходів, при цьому відмовляються від прямих співвідношень між макроскопічною деформацією і мікроскопічними деформаціями волокон. Осьове подовження при цьому визначається як невідома функція на мікросфері орієнтацій, варіація якої обмежується кінематичними умовами зв'язку. Запропоноване кінематичне співвідношення засноване на феноменологічних міркуваннях без відповідного фізичного обґрунтування та містить штучний додатковий параметр. Таким чином, як видно із описаного аналізу, натепер не існує єдиного підходу у моделюванні матеріалів з мережевою мікроструктурою. Це призводить до необхідності розвитку нових підходів. Наприклад, як варіант пропонується подальше вдосконалення запропонованого варіаційного підходу до гомогенізації матеріалів з сітчастою будовою, пов'язаного з уточненням кінематичних мікро- і макроспіввідношень.