

## **ЗАСТОСУВАННЯ НЕНЬЮТОНІВСЬКИХ РІДИН У ЗАХИСНИХ СИСТЕМАХ**

**Губський С.О.<sup>2</sup>, Чухліб В.Л.<sup>2</sup>, Бобров О.Г.<sup>1</sup>,**

**<sup>1</sup>Військовий інститут танкових військ Національного технічного  
університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків**

**<sup>2</sup> Національний технічний університет  
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків**

У сучасних умовах зростання загроз, пов'язаних із використанням вогнепальної зброї, дронів, особливо актуальним є розроблення та застосування ефективних та легких засобів захисту. Традиційні бронежилети та броня важкої техніки мають свої обмеження через вагу, товщину і складність виготовлення. Одним з перспективних рішень є застосування рідин з ефектом миттєвого загушення, які завдяки своїм унікальним властивостям можуть покращити захисні властивості матеріалів без істотного збільшення ваги чи жорсткості.

Рідини з ефектом миттєвого загушення (далі РЕМЗ) – це тип неньютонівських рідин, які при різкому зростанні швидкості зсуву багаторазово збільшують свою в'язкість. Під дією ударного чи іншого раптового навантаження такі рідини миттєво переходять у стан з підвищеним опором, а після зняття навантаження – повертаються до початкового рідкого стану. РЕМЗ складаються з рідини-носія та дрібнодисперсних частинок. Як наповнювачі зазвичай використовують діоксид кремнію, полімерні чи мінеральні частинки, а як носій – воду, етиленгліколь, поліетиленгліколь. Зараз активно вивчаються механізми миттєвого загушення, склад таких рідин, методи їх виготовлення та реологічні властивості.

Одним із напрямків застосування РЕМЗ є просочення кевларових тканин, які використовуються в «м'яких» захистах. Це дозволяє значно підвищити захист при ударі, рівномірно розподілити енергію по площині тканини, зберегти гнучкість і комфорт захисту. Слід враховувати, що за надмірних навантажень РЕМЗ може втратити цілісність, тому комбінація з кевларом критично важлива. Застосування РЕМЗ у важкій броні танків малоперспективне через обмежену стійкість рідини до надмірно високих енергій. Проте як комбінований захист для окремих вразливих частин бронетехніки – наприклад, двигуна, баків або модулів зв'язку – це може слугувати дієвим рішенням для захисту від уражень дронів, уламків або обмежених балістичних загроз. Такі рішення можуть забезпечити легкий, адаптивний захист техніки або її вузлів, де критично важлива гнучкість, зниження ваги та локальне поглинання енергії.

Отже, використання РЕМЗ у «м'яких» бронежилетах є актуальним та перспективним. Поєднання РЕМЗ із кевларовими тканинами підвищує стійкість до ударів без втрати гнучкості. Для важкої техніки РЕМЗ не забезпечує потрібного захисту, але може бути ефективним як додатковий захист окремих вузлів та від дронів. Подальші дослідження слід зосередити на комбінованих системах РЕМЗ-кевлар і їхній оптимізації для військової техніки та персонального захисту.