

**МІНІСТЕРСТВО ОБОРОНИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК
ІМЕНІ ГЕТЬМАНА ПЕТРА САГАЙДАЧНОГО**

**ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ
ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ
СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК**

**Збірник тез доповідей
Міжнародної науково-технічної конференції
(Львів, 18 – 20 травня 2016 р.)**

**Львів
Національна академія сухопутних військ
2016**

Кушнір Р.М., чл.-кор. НАН України, д.ф.-м.н., професор
Попович В.С., д.т.н., професор
ІПТММ ім. Я.С. Підстригача НАН України

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ, МЕТОД ТА КОМПЛЕКС ПРОГРАМ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕРМОПРУЖНОГО СТАНУ БАГАТОШАРОВИХ ЦИЛІНДРИЧНИХ КОНСТРУКЦІЙ ЗА ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО НАГРІВАННЯ

Характерною особливістю розвитку сучасної ракетної, авіаційної та іншої військової техніки є створення та застосування нових конструкційних матеріалів на заміну традиційним. Серед найперспективніших виділяють композити, до яких відносять так звані функціонально-градієнтні та шаруваті матеріали. В основі розрахунків на міцність і надійність шаруватих конструкцій при дії на них інтенсивних експлуатаційних температурних і силових факторів лежать знання про їх термопружний стан. Для адекватного визначення компонент термопружного стану конструкцій в умовах високих температур слід виходити з моделі термочутливого тіла, в якій враховано залежність теплових і механічних характеристик, а також параметрів теплообміну (коефіцієнтів теплообміну, ступенів чорноти поверхонь) від температури. Уточнення математичної моделі визначення компонент термопружного стану багатошарових конструкцій за дії високих температур шляхом врахування залежностей теплових та механічних характеристик матеріалів і параметрів теплообміну від температури, реальних умов їх нагрівання чи охолодження та взаємодії з довкіллям створює можливість точнішого, у порівнянні з відомими підходами, оцінювання їх напружено-деформованого стану за умов експлуатації.

З огляду на зазначене, достовірне визначення компонент термопружного стану багатошарових конструкцій, які працюють в умовах високих температур, спричинених внутрішніми тепловиділеннями та складним теплообміном з довкіллям за одночасного силового навантаження, є актуальною і важливою проблемою. Вона тісно пов'язана з побудовою адекватних математичних моделей та розробкою ефективних методів побудови їх розв'язків. Ці моделі для визначення розподілів температури є нелінійними задачами теплопровідності, для побудови розв'язків яких класичні методи математичної фізики є малопридатні. Відповідні моделі для визначення компонент термопружного стану є крайовими задачами для рівнянь у звичайних чи частинних похідних зі змінними коефіцієнтами, побудова зручних для числового аналізу аналітичних розв'язків яких є актуальною і важливою проблемою. Числовий аналіз температурних полів і спричинених ними та силовими навантаженнями компонент напруженого стану вимагає створення відповідного програмного забезпечення. Такий аналіз є основою для прийняття конструктивних рішень на етапі виготовлення відповідальних багатошарових конструкцій. З іншого боку, наявність такого забезпечення дозволяє проводити необхідні числові експерименти, внаслідок чого різко зменшити кількість високовартісних натурних випробувань.

У роботі створено: математичне і програмне забезпечення для визначення та дослідження напружено-деформованого стану багатошарових циліндричних конструкцій при їх експлуатації в умовах високих температур; на основі проведених числових експериментів з визначенням термопружного стану багатошарових циліндричних конструкцій за заданих термосилових навантажень розроблені науково-обґрунтовані засади встановлення можливостей їх експлуатації.

Ліщинська Х.І., к.т.н.
Дзюба Л.Ф., к.т.н., доцент
ЛДУБЖД
Сеник А.П., к.ф.-м.н., доцент
НАСВ

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ НЕЛІНІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРУЖНОСТІ ГНУЧКИХ ЛАНОК МАШИН СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Механічні передачі з гнучкими ланками – пасові, ланцюгові – наявні у приводах багатьох машин. Зокрема: у бронетранспортері клинопасова передача з натяжним роликком забезпечує привод водяного насоса, двох генераторів, ведучого колеса гідромумфи привода вентилятора системи охолодження; у броньованій розвідувально-дозорній машині привод кабестана містить ланцюгову передачу ручного запуску двигуна та пасову передачу привода компресора. Надійність таких механічних передач при динамічних навантаженнях визначається характеристиками пружних властивостей гнучких ланок.

Пружні властивості гнучких ланок ураховують при створенні динамічних моделей коливань у приводах машин. У переважній більшості робіт пружні властивості гнучких ланок описують лінійними співвідношеннями. Однак гнучкі ланки або виготовляють з матеріалів, які не є абсолютно пружними (паси), або гнучка ланка має достатньо складну конструкцію (ланцюги, канати). Для таких ланок, які моделюють гнучкими елементами без урахування їхньої жорсткості на згин, зв'язок між деформацією і зусиллям розтягу при малих деформаціях можна приймати близьким до лінійного. Проте при великих деформаціях такий зв'язок має достатньо складну нелінійну залежність. Тому для створення сучасних

математичних моделей для дослідження динаміки гнучких ланок потрібно експериментально встановити їхні нелінійні характеристики пружності. Експеримент з дослідження нелінійних пружних характеристик виконаний у спеціалізованій лабораторії. Отримані діаграми розтягу для зразків таких гнучких ланок: поліуретановий зубчастий пас з поліамідними нитками; полікліновий пас типу «К», клиновий пас типу «О» з двома рядами кордшнура, клиновий пас типу «УО» з одним рядом кордшнура, шкіряний пас шириною 25 мм, ланцюг привідний роликів ПР-12.7-900, канат подвійного звивання конструкції діаметром 3,5 мм.

Виявилось, що для випробовуваних зразків на діаграмі «сила розтягу – видовження» відсутня ділянка лінійного зв'язку між цими параметрами. Для визначення нелінійних характеристик пружності враховано, що для фізично нелінійних матеріалів класичного поняття модуля пружності не існує. Тому використали два модулі: січний та дотичний. Січний модуль для кожного зразка визначали як кутовий коефіцієнт променя, що проведений з початкової точки у певну довільну точку діаграми розтягу. Отже цей модуль змінний, і його можна вважати функцією напруження у відповідній точці діаграми. Дотичний модуль визначали як кутовий коефіцієнт дотичної до лінії діаграми «нормальне напруження – відносна поздовжня деформація». Встановлено, що за малих напружень значення січного модуля прямує до значення модуля дотичного. В разі змінювання напруження дотичний модуль змінюється значно швидше, ніж січний.

За експериментальними діаграмами розтягу для зразків гнучких ланок побудована нелінійна степенева модель зв'язку між нормальним напруженням і відносною поздовжньою деформацією з використанням дотичного модуля. Встановлені межі зміни коефіцієнта нелінійності в степеневій моделі. В разі, якщо коефіцієнт нелінійності дорівнює нулю, з побудованої моделі отримується класичне співвідношення лінійної теорії пружності між нормальним напруженням і відносною поздовжньою деформацією.

Мищенко Я.С.
НАСВ

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ВЗАЄМОДІЇ РУШІВ БОЙОВИХ БРОНЬОВАНИХ МАШИН З ОПОРНОЮ ПОВЕРХНЕЮ, ЩО ДЕФОРМУЄТЬСЯ

Досвід воєнних конфліктів останніх десятиріч, та зокрема Антитерористична операція на Сході України, свідчать про те, що бойові броньовані машини (ББМ) продовжують відігравати важливу роль у вирішенні широкого спектра бойових завдань, що покладаються не тільки на підрозділи Сухопутних військ, а і на підрозділи інших силових структур. Відомо, що рівень бойової ефективності ББМ, зокрема, залежить від рівня її рухомості, який обумовлюється правильно вибраними параметрами та типом рушій.

Результати аналізу існуючих науково-методичних підходів свідчать про недостатній рівень врахування фізико-механічних властивостей опорної поверхні району експлуатації ББМ при різних навантаженнях на рушій та не дозволяють визначити його раціональні параметри на етапі розробки перспективних зразків ББМ.

Проблема вибору раціональних параметрів колісного рушій обумовлена складністю процесу взаємодії рушій з опорною поверхнею, фізико-механічні властивості якої постійно змінюються та відсутністю аналітичних залежностей, які б дозволяли визначити основні параметри рушій в залежності від бойової маси машини з врахуванням фізико-механічних властивостей опорної поверхні району експлуатації. З метою перевірки на адекватність побудованих аналітичних моделей щодо визначення раціональних параметрів рушій були проведені експериментальні дослідження процесу взаємодії рушій ББМ з опорною поверхнею, що деформується.

За результатами проведених досліджень підтверджено адекватність побудованих моделей визначення основних параметрів колісного та гусеничного рушій, визначені коефіцієнти пропорційності деформації ґрунту (штамп-рушій), отримані аналітичні залежності зміни фізико-механічних характеристик ґрунтів в залежності від навантаження, надані пропозиції щодо конструктивних особливостей колісних рушій, які впливають на рівень рухомості по опорних поверхнях.

Мирончук Ю.В.
НАСВ

АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ЗРАЗКІВ НАЗЕМНИХ МОБІЛЬНИХ РОБОТОТЕХНІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ

Аналіз збройних конфліктів в Іраку (2003-2011 рр.) та Афганістані (2001-2014 рр.) показує, що використання наземних мобільних робототехнічних комплексів (НМРТК) дозволяє суттєво зменшити втрати особового складу.

Позитивні результати застосування НМРТК стали приводом для збільшення фінансування та інтенсифікації наукової та науково-технічної діяльності в галузі військової робототехніки в таких