

МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАЦІОНАЛЬНОЇ ГВАРДІЇ УКРАЇНИ
КАФЕДРА ІНЖЕНЕРНОЇ МЕХАНІКИ



ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ
VI НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
«СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ІНЖЕНЕРНІЙ МЕХАНІЦІ»

10 жовтня 2024 року

Харків 2024

Затверджено на засіданні кафедри інженерної механіки Національної академії Національної гвардії України (протокол № 10 від 02.04.2024 р.)

Оргкомітет конференції:

Голова оргкомітету: завідувачка кафедри інженерної механіки Національної академії Національної гвардії України, кандидат технічних наук, доцент **Тітаренко О.В.**

Відповідальний секретар:

завідувачка навчальною лабораторією кафедри інженерної механіки Національної академії Національної гвардії України **Ядзевич Г.В.**

Члени оргкомітету:

доцент кафедри інженерної механіки Національної академії Національної гвардії України, кандидат технічних наук, доцент **Нечипоренко В.М.;**

доцент кафедри інженерної механіки Національної академії Національної гвардії України, кандидат технічних наук, доцент **Літовченко П.І.;**

доцент кафедри «Технологія машинобудування і металорізальні верстати» Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», кандидат технічних наук, доцент **Іванова М.С.**

Тези доповідей науково-практичної конференції «Сучасні технології в інженерній механіці». Харків: Національна академія Національної гвардії України, 2024. – 20 с.

До збірника увійшли тези доповідей міжвузівської науково-практичної конференції «Сучасні технології в інженерній механіці» (27 жовтня 2024 р.). Розраховано на наукових працівників, викладачів, аспірантів технічних та педагогічних спеціальностей.

Тези доповідей відтворені з авторських оригіналів.

За достовірність представлених матеріалів, дотримання авторського права, точність цитування, граматичні та стилістичні помилки відповідальність несуть автори.

«СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ІНЖЕНЕРНІЙ МЕХАНІЦІ»

ЗМІСТ

Кириченко О.М., Раківненко В.П., Колісник А.В.	4
МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ СУМІСНОГО ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ СИСТЕМИ КОЛЕСО – РЕЙКА – ОСНОВА РЕЙКОВОГО ШЛЯХУ ВАЖКОГО НАЗЕМНОГО ТРАНСПОРТУ	
Нечипоренко В.М., Сало В.А., Літовченко П.І., Доля В.М.	5
КОМПЛЕКСНИЙ МЕТОД ВИБОРУ КОНСТРУКТОРСЬКОГО РІШЕННЯ ДЛЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЄКТУВАННЯ ПОСАДОК З НАТЯГОМ З ЗАСТОСУВАННЯМ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ЇХ ПАРАМЕТРІВ	
Раківненко В.П., Кириченко О.М., Колісник А.В.	7
ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ТРАНСПОРТУВАННЯ ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ ЗАЛІЗНИЦЕЮ	
Сало В.А, Дружинін Є.І.	8
АНАЛІЗ ЗАСТОСОВНОСТІ РІЗНИХ ПРИКЛАДНИХ ТЕОРІЙ ОБОЛОНОК ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ НАПРУЖЕНОГО СТАНУ ОБОЛОНКОВИХ КОНСТРУКЦІЙ	
Сергієнко М.С., Калінін П.М., Тітаренко О.В.....	10
АВТОМАТИЗОВАНЕ ПРОЄКТУВАННЯ ЗУБЧАСТИХ АГРЕГАТІВ ТРАНСМІСІЙ КОЛІСНОЇ ВІЙСЬКОВОЇ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ	
Склярів М.В., Швець В.В.	11
АНАЛІЗ ПРОЦЕСІВ БУДІВНИЦТВА В УМОВАХ ВІЙСЬКОВОГО СТАНУ	
Степанов М.С., Літовченко П.І., Іванова М.С.	14
АНАЛІЗ ДОЦІЛЬНОСТІ ШЛІФУВАННЯ З ДОДАТКОВИМИ ПРОМІЖНИМИ ПРАВКАМИ КРУГА ПРЕЦИЗІЙНИХ ДЕТАЛЕЙ ВІЙСЬКОВИХ МАШИН	
Тітаренко О.В., Руднєв О.В., Гасанов М.І.	15
АЛМАЗНЕ ШЛІФУВАННЯ ТИТАНОВИХ СПЛАВІВ З ТВЕРДИМИ ЗМАЩУВАЛЬНИМИ МАТЕРІАЛАМИ	
Черниченко Ю.М.	17
ВПЛИВ НАГРІВАННЯ СТВОЛА НА ЙОГО ХАРАКТЕРИСТИКИ МІЦНОСТІ	
Список учасників конференції	19

УДК 539.3

Кириченко О.М., кандидат технічних наук, доцент кафедри інженерної механіки факультету логістики, Національна академія Національної гвардії України;

Раківненко В.П., кандидат технічних наук, доцент кафедри інженерної механіки факультету логістики, Національна академія Національної гвардії України;

Колісник А.В., кандидат технічних наук, доцент кафедри залізничних станцій та вузлів, Український державний університет залізничного транспорту

**ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДА КІНЦЕВИХ ЕЛЕМЕНТІВ ДЛЯ
КОНТАКТНИХ ЗАДАЧ ЩОДО ТРАНСПОРТНИХ АГРЕГАТІВ
ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ**

З появою залізничного транспорту повстала проблема забезпечення безпеки експлуатації потягів, в першу чергу пасажирських – вони були першими на залізниці.

Зростаюча швидкість руху цього виду транспорту викликала у фахівців тривогу щодо критичних елементів цього виду транспорту. Ними виявилася ходова частина, яка вкупі за станом рейок і дорожнього полотна в основному визначала безпеку руху. Ця проблема існує і донині.

Щодо бронетехніки, в тому числі і гусеничної, ходова частина (система ведучий каток - трак гусениці) також виявилася слабкою ланкою, особливо при участі в бойових діях. Її стан нерідко є запорукою боєздатності бойової машини.

Актуальність проблеми залишається, оскільки існуюча тенденція зростання ваги транспортного засобу приводить до збільшення навантаження на елементи ходової частини і як результат – поява пластичних деформацій, тріщин в колесах і катках, або неприпустиме зношення матеріалу поверхневого шару коліс.

Для підвищення міцності та зносостійкості коліс проводять, як правило, деформаційне зміцнення поверхневого шару контакту шляхом холодного наклепу таким чином, щоб кристалічна решітка матеріалу була зорієнтована вздовж напрямку дії максимальних зовнішніх напружень – матеріал поверхні контакту коліс перетворюється із ізотропного в ортотропний або анізотропний. Перевірити працездатність коліс можливо в рамках трьомірної теорії пружності за спеціальною програмою методом кінцевих елементів покроково: при заданому навантаженні заміряти механічні і пружні характеристики металу, значення яких порівнювати зі стандартними.

Крім того, за результатами замірів можна побудувати епюри тензора всіх видів напружень, за якими визначаються місця появи пластичних деформацій,

тріщин – з висновком можливої працездатності ходової частини транспортного засобу.

УДК 621.8

Нечипоренко В.М., кандидат технічних наук, доцент кафедри інженерної механіки факультету логістики, Національна академія Національної гвардії України;

Сало В.А., доктор технічних наук, професор кафедри інженерної механіки факультету логістики, Національна академія Національної гвардії України;

Літовченко П.І., кандидат технічних наук, доцент кафедри інженерної механіки факультету логістики, Національна академія Національної гвардії України;

Доля В. М., кандидат технічних наук, доцент кафедри «Інтегровані технології машинобудування», Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

КОМПЛЕКСНИЙ МЕТОД ВИБОРУ КОНСТРУКТОРСЬКОГО РІШЕННЯ ДЛЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЄКТУВАННЯ ПОСАДОК З НАТЯГОМ З ЗАСТОСУВАННЯМ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ЇХ ПАРАМЕТРІВ

Машинобудування є однією з провідних галузей промисловості в Україні, і значну частку в якій займає виробництво продукції військового призначення. В умовах воєнного стану економічний розвиток в Україні передбачає більш швидке технічне переозброєння виробництва, модернізацію, створення і випуск вузлів, агрегатів машин і обладнання. Це дозволить значно підвищити їх продуктивність та показники надійності за мінімальних витрат трудомісткості і собівартості їхнього виготовлення й складання, експлуатації, ремонту та утилізації.

Важливою основною задачею у процесі конструювання нових та модернізації застарілих виробів технічного призначення є відповідна підготовка конструкторської документації, що сприяє забезпеченню необхідної технологічності та високій якості продукції. Вирішення такої задачі залежить від оперативної інженерної підготовки проєктувальника та пов'язано з вибором необхідної точності виготовлення і складання деталей під час їх проєктування.

Одним із видів складальних з'єднань, що набули широкого поширення в машинобудівній галузі, є посадки з натягом, які часто використовуються в конструкціях озброєння і військової техніки. Такі вироби мають можливість

передавати великі за величиною і різні за напрямком навантаження за порівняно невеликих габаритних розмірів, що й зумовило їхнє застосування у відповідальних вузлах деталей машин і механізмів, які працюють тривалий час у різних умовах навантаження і зовнішніх середовищах. Однак, більшість фізико-механічних процесів, що відбуваються у місці стику контактуючих поверхонь деталей з'єднань залишаються досі мало дослідженими. У такому разі, під час розрахунку для методів проектування прецедентів і подібності використовують досвід застосування посадок із натягом в окремих вузлах машин або механізмів, які найчастіше вимагають перевірки та кореляції розрахунків.

З урахуванням вищезазначеної проблеми у такому випадку досить актуальним питанням є насиченість підприємства високим рівнем автоматизації процесу проектування і виробництва виробів, що є основою виробничих процесів на сучасних машинобудівних підприємствах. Впровадження інноваційних технологій важко уявити нині без використання й інтеграції сучасних систем автоматизованого проектування деталей з'єднань з натягом. До таких систем висувають комплексні вимоги, починаючи з формалізації поставленої задачі та закінчуючи отриманням комп'ютерних програмних засобів. Це надає можливості проектувальнику проаналізувати та отримати раціональне проектне рішення для можливого підвищення ефективності та необхідної якості номенклатури виробів, що випускаються, та їхніх модифікацій продукції.

Дана робота присвячена комплексному системному підходу, що полягає у вивченні методу автоматизованого проектування посадок з натягом для з'єднання зубчастого бандажу на основу маточини по гладкій поверхні під час його термічного складання. Суть методу полягає у виборі конструкторського рішення зі скінченої множини альтернативних придатних під час автоматизованого проектування з'єднань з натягом. В результаті проведеного чисельно-аналітичного дослідження, здійсненого за допомогою розроблених авторами комп'ютерних програмних засобів, синтезовано математичну мультипараметричну модель посадки, що представляє комплекс просторових геометричних тіл фракційних моделей в координатних квадрантах тривимірного простору.

На основі застосування математичного моделювання сформульовано критерій раціонального сполучення чисельних значень геометричних параметрів та кілька критеріїв вибору остаточного конструкторського рішення з'єднання під час автоматизованого проектування. Для аналітичного опису критеріїв використовувався математичний апарат теорії R-функцій.

Результати проведеного дослідження можуть бути інтегровані в системи CAE/CAD/CAM при проектуванні з'єднань для технічних виробів і засобів військового призначення.

УДК 539.3

Раківненко В. П., кандидат технічних наук, доцент кафедри інженерної механіки факультету логістики, Національна академія Національної гвардії України;

Кириченко О. М., кандидат технічних наук, доцент кафедри інженерної механіки факультету логістики, Національна академія Національної гвардії України;

Колісник А. В., кандидат технічних наук, доцент кафедри залізничних станцій та вузлів, Український державний університет залізничного транспорту

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ТРАНСПОРТУВАННЯ ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ ЗАЛІЗНИЦЕЮ

Надійність транспортування військової техніки в умовах війни дуже важливий фактор. Цей фактор обумовлюється тим, що використання залізничного транспорту для транспортування військової техніки зможе забезпечити одночасне транспортування її у великій кількості за оптимальний проміжок часу. Цього можна досягти за рахунок використання автоматизованої технології управління вантажними перевезеннями. Така технологія враховує всі ймовірнісні події, що можуть трапитись на шляху прямування. До таких подій можна віднести ймовірність виникнення ризику невчасного завантаження військової техніки на залізничні платформи або ймовірність виникнення аварії на шляху прямування, що призведе до невчасного прибуття військової техніки до пункту призначення, а це може вплинути на ведення бойових дій на полі бою. Тому для забезпечення надійності під час організації такого виду перевезень залізницею доцільно впровадити автоматизовану технологію, яка включає в себе прогнозування ризиків, що можуть трапитись. Також це призведе до зменшення впливу «людського фактору» під час організації перевезень військової техніки залізницею та швидкому реагуванню під час непередбаченої ситуації, що сприятиме підвищенню надійності перевезень та ймовірності їх виконання. Автоматизована технологія дозволить спрогнозувати часи закінчення навантаження-розвантаження військової техніки, час прямування залізницею, з урахуванням ймовірності виникнення дорожньо-транспортних подій. Впровадження такої технології пропонується на автоматизовані робочі місця оперативних працівників залізниці для забезпечення безпечного та швидкісного руху, а також на автоматизоване робоче місце працівника безпосередньо, який знаходиться та організовує процес навантаження військової техніки. Це може відбуватись на коліях залізничних станцій або на коліях логістичного терміналу.

УДК 539.3

Сало В. А., доктор технічних наук, професор кафедри інженерної механіки факультету логістики, Національна академія Національної гвардії України;

Дружинін Є. І., кандидат технічних наук, доцент кафедри теоретичної механіки та опору матеріалів, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

АНАЛІЗ ЗАСТОСОВНОСТІ РІЗНИХ ПРИКЛАДНИХ ТЕОРІЙ ОБОЛОНОК ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ НАПРУЖЕНОГО СТАНУ ОБОЛОНКОВИХ КОНСТРУКЦІЙ

Оцінка міцності та жорсткості широко застосовуваних у сучасній інженерній та військовій практиці оболонкових елементів конструкцій припускає розрахунок їхнього напружено-деформованого стану (НДС) на основі розв'язань відповідних крайових задач теорії пружності. Ускладнення форм пружних конструкцій техніки, зокрема військової, приводять до необхідності розвитку механіки пружних оболонок та побудови їх уточнених моделей. Розв'язання таких задач у просторовій постановці сполучені зі значними математичними й обчислювальними труднощами, для подолання яких використовують прикладні теорії оболонок, які засновані на різного роду припущеннях при переході від тривимірних крайових задач до двовимірних.

У розрахунковій інженерній практиці при розв'язанні різної складності крайових задач теорії пружності все більша увага приділяється змішаним варіаційним постановкам, що будуються на основі функціонала Рейсснера I_R при незалежній апроксимації вектора переміщення $\mathbf{u}$ й тензора напружень $\boldsymbol{\sigma}$. Чисельній реалізації таких постановок істотно заважали утруднення в оцінці точності розв'язків, які викликані відсутністю екстремуму в точці стаціонарності I_R . Особливий інтерес у розв'язанні цієї проблеми представляють питання збіжності отриманих розв'язків.

До теперішнього часу побудована велика кількість різноманітних варіантів прикладних теорій оболонок, тією чи іншою мірою уточнюючих класичну теорію, засновану на гіпотезах Кірхгофа-Лява. Достаток нерідко суперечних один одному варіантів прикладних теорій створює певні утруднення у виборі уточненої теорії, яка при цьому не містить регулярного процесу уточнення й має обмежену область свого практичного застосування. Як відомо з накопиченого у літературі матеріалу розрахунків на міцність і жорсткість пружних оболонок

різної гаусової кривини, розробка в рамках уточнених теорій ефективних методів розрахунку оболонок з отворами довільних розмірів і форм належить до актуальної проблеми, вирішення якої особливо важливо при розрахунку оболонкових елементів конструкцій із сучасних матеріалів.

Один із можливих шляхів оцінки прийнятності уточнених теорій оболонок полягає в зіставленні отриманих на їхній основі розв'язань із результатами розв'язання тривимірних задач. Результати такого зіставлення, природно, не дають остаточної відповіді на питання про придатність обраної наближеної теорії у всіх випадках, однак проведення таких зіставлень у широкому діапазоні зміни параметрів дає можливість із більшим ступенем упевненості й обґрунтованості вказати ті значення параметрів, при яких виконуються прийняті припущення. Для розв'язання в тривимірній постановці складних крайових задач пропонується варіаційний RVR-метод, ефективність і можливості якого підтверджені успішним розв'язанням низки прикладних задач при проектуванні відповідальних оболонкових елементів конструкцій, що використовуються в різних галузях сучасної техніки. Так, результати використання RVR-методу впроваджені в практику УМГ «Харківтрансгаз» при визначенні і аналізі напружено-деформованого стану газопроводів і АО «СКБ Укрелектромаш» (м. Харків) при аналізі міцності послабленого отвором вала асинхронного двигуна спеціального призначення та послабленого періодичною системою отворів пружного корпусу гідромотора.

За допомогою чисельно-аналітичного варіаційного RVR-методу вирішена значна науково-технічна проблема та отримано суттєво нові наукові результати, що мають не тільки теоретичний, але і практичний інтерес для встановлення кількісних і якісних закономірностей впливу тривимірності НДС і неоднорідності матеріалу на концентрацію напружень і розподіл переміщень та напружень по товщині анізотропних оболонок. Зокрема, розроблений метод дозволив в уточненій постановці здійснити розрахунки таких багатозв'язних оболонкових елементів технічних конструкцій, як стрічкові бандажі робочих лопаток парових турбін і ротори машин для звивання металокорду. Вперше отримані в рамках уточненої теорії результати розв'язання періодичних задач для анізотропних циліндричних оболонок. Досліджено НДС рівномірно обертового склопластикового циліндра з невеликим отвором для випадку, коли задано фактичне значення відцентрового навантаження, що враховує зміну розмірів тіла при його деформації. Вперше отримано уточнені розв'язки просторових задач для неоднорідної нетонкої сферичної оболонки з двома

поліосними отворами та досліджено залежність НДС ортотропної оболонки від законів зміни пружних характеристик матеріалу вздовж товщини оболонки.

Виконано чималий обсяг чисельних досліджень збіжності отриманих результатів, задовільна відповідність яких з відомими аналітичними, чисельними й експериментальними даними підтверджують можливість ефективного застосування RVR-методу в інженерних дослідженнях при проектуванні оболонкових елементів конструкцій у різних галузях сучасної техніки, зокрема, військової.

УДК 621.831

Сергієнко М. Є., кандидат технічних наук, доцент, професор кафедри «Автомобіле- і тракторобудування», Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»;

Калінін П. М., кандидат технічних наук, доцент кафедри інженерної механіки факультету логістики, Національна академія Національної гвардії України;

Тітаренко О. В., кандидат технічних наук, доцент кафедри інженерної механіки факультету логістики, Національна академія Національної гвардії України

АВТОМАТИЗОВАНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ЗУБЧАСТИХ АГРЕГАТІВ ТРАНСМІСІЙ КОЛІСНОЇ ВІЙСЬКОВОЇ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

Поява наземних роботизованих платформ (НРП) в логістичному забезпеченні підрозділів Національної гвардії України стала результатом успішної модернізації окремих конструкцій військової автомобільної техніки. Завдяки удосконаленню процесу проектування силових агрегатів трансмісії та впровадженню автоматизованого підходу у пошуку раціональних рішень при конструюванні їх елементів НРП задовольняють широке коло потреб на фронті.

Відомо, що трансмісія є одним з важливих складових вузлів будь-якого транспортного засобу. Її різновид - механічна ступінчаста трансмісія - має велику кількість конформувальних схем, до складу яких, як правило, входить зубчастий агрегат у вигляді редуктора. Пошук раціональних рішень при проектуванні технічної системи «Зубчастий редуктор» є завжди актуальним питанням, оскільки залежить від умов роботи транспортного засобу, а у випадку з НРП вони доволі нетипові.

Запропонована система автоматизованого проектування технічної системи «Зубчастий редуктор» (ЗР) включає розгляд взаємопов'язаних блоків окремих складових: «зубчасте зачеплення», «корпусні елементи», «вали», «підшипники», «система мащення», «нарізні з'єднання» та «з'єднання типу «вал-маточина», «муфта». З урахуванням головних критеріїв працездатності цих складових запропонована проектно-математична модель ЗР та її алгоритмічно-програмна реалізація за методом допустимих множин. В якості локальних критеріїв оптимізації прийняті масо-габаритні характеристики та рівні навантаженості основних вузлів – зубчастої передачі, редукторних валів та підшипників. За необхідністю передбачено підключення блоку аналізу вібраційних характеристик зубчастої передачі, зокрема, віброакустичний аналіз.

Запропонований комплекс автоматизованого проектування передбачає урахування характеристик джерела енергії. Ведеться робота по розробці та включенню до комплексу блоку пошуку конструкційних матеріалів для виготовлення основних елементів ЗР.

Відзначимо, що застосований у роботі метод проектування базується на використанні прямого методу «допустимих множин», який не накладає жодних обмежень на кількість критеріїв якості об'єкту проектування та число змінних параметрів проектування. Після побудови і аналізу множини допустимих рішень автоматизований пошук раціонального рішення здійснюється шляхом зміни обмежень на критерії якості об'єкту проектування.

В якості апробації можливостей комплексу автоматизованого проектування розглянуто тестові задачі при проектуванні ЗР для декількох варіантів трансмісій НРП та визначені шляхи практичної реалізації отриманих результатів.

Робота виконується у рамках договору про наукову співпрацю Національної академії Національної гвардії України та Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут».

УДК 624.03

Скляр М. В., кандидат технічних наук, доцент кафедри інженерної механіки факультету логістики, Національна академія Національної гвардії України;

Швець В. В., кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет

АНАЛІЗ ПРОЦЕСІВ БУДІВНИЦТВА В УМОВАХ ВІЙСЬКОВОГО СТАНУ

На сучасному рівні особливостями науково-технічного прогресу в галузі будівництва є стрімке зростання і оновлення науково-технічної інформації та швидке впровадження наукових розробок при зведенні, ремонті та реконструкції будівель і споруд військового призначення. З кожним роком суттєво зростає потік наукової інформації, швидко змінюються інженерні та архітектурно-планувальні рішення. Впроваджуються при зведенні, ремонті і реконструкції будівель і споруд нові матеріали, конструкції, технології, комплексні методи будівельних робіт, нові форми організації праці.

Основні організаційно-технологічні рішення технології будівництва і монтажу будівель і споруд, включають загальні положення, рішення з інженерної підготовки до будівництва відповідного майданчика, методи виконання робіт, заходи з охорони праці.

Технологія зведення будинків і споруд військового призначення ґрунтується на наступних принципах:

- основним і ведучим будівельним процесом є технологічний процес зведення несучих конструкцій;
- зведення несучих конструкцій виконують таким чином, щоб забезпечити геометричну незмінність, просторову стійкість і міцність окремих частин і будівлі в цілому;
- ведучі процеси виконують потоковим методом;
- основним вантажопідйомним механізмом є механізм, який закріплений за спеціалізованим потоком;
- комплексна механізація передбачає для ведучих процесів максимальне використання машин, з організацією їх роботи в 2 зміни;
- процеси здійснюють з використанням сучасних засобів малої механізації та технологічного оснащення;
- необхідності забезпечення потрібного рівня якості продукції;
- використанні конструкцій підвищеної готовності;
- виконання технологічних процесів у відповідності з вимогами охорони праці.

Вплив на вибір рішень технології будівництва будинків і споруд чинять вимоги нормативних документів, органів державного технічного, протипожежного і санітарного нагляду.

Значні пошкодження різних типів будівель та споруд приносять військові дії. У багатьох населених пунктах східної частини України за період 2014 – 2024рр. були зруйновані або пошкоджені будівельні об'єкти на 25 – 97% від загальної кількості. Характер руйнувань цих будівель та споруд різний: значні, часткові,

або локальні. Під час війни Росії в Україні з 24 лютого 2022 р. велика кількість міст та населених пунктів отримала значні руйнування інфраструктури.

Відновлення зруйнованих та пошкоджених будівельних об'єктів виконувалось у такій послідовності: розчищення доріг для руху техніки, підготовка майданчика для виконання робіт; обвалення пошкоджених будівельних конструкцій, що загрожують падінням; руйнування пошкоджених конструкцій та великогабаритних уламків; навантаження й вивіз продуктів розбирання завалів. На всіх етапах робіт використовувалася різноманітна будівельна техніка: телескопічні підйомники та крани, екскаватори, навантажувачі.

У тому разі коли будівельні об'єкти отримували деформації та перебували в нестійкому положенні, їх закріплювали підпорками та приймали рішення про їх відновлення – вирівнювали будівлю за допомогою домкратів і виконували заходи з придання стійкості та відновлення пошкоджених частин.

При значних руйнуваннях та з метою скорочення часу прибирання уламків будівель організація робіт полягала у залученні значної кількості техніки. При цьому використовувалися екскаватори з різними видами робочих органів: ківші, захвати, гідрножиці. Така технологічна схема використання техніки для розбирання завалів забезпечує високу продуктивність, але може бути застосована при значних обсягах робіт і коли відсутні обмеження у робочих зонах машин, що при розборці завалів зустрічається нечасто. Недоліком відомих технологічних схем розбирання завалів є відсутність рішень щодо вилучення уламків у стиснених умовах, коли в зоні завалів можливо розташувати одну-дві машини. Тому потрібна розробка робочого обладнання засобів механізації для розбирання завалів, які виконують декілька технологічних операцій.

Для виконання робіт з розбирання уламків зруйнованих будівель і споруд у стиснених умовах та при обмеженні кількості одиниць техніки запропоновано встановлення на базі екскаваторів багатоцільового обладнання (БЦО), яке має ківш зворотної лопати та гідрокеровану щелепу або захват. Використання БЦО із щелепою дозволяє виконувати багато технологічних операцій.

Об'єкти цивільного захисту населення під час надзвичайних ситуацій та воєнного стану відіграють значну роль для збереження життя та здоров'я населення. Актуальність даного дослідження обумовлена бойовими діями, що відбуваються у населених пунктах, масштабними руйнуваннями об'єктів критичної інфраструктури та загибелі людей. Це стало наслідком, перш за все, відсутності такої кількості споруд та укриттів, що було б достатнім для захисту населення, в тому числі й використання приміщень, які не були пристосованими для мінімального захисту від повітряної ударної хвилі та уламків зруйнованих будівель. Адже ті укриття, що були, не розраховувалися на довготривале

перебування, а їх місткість не відповідає кількості людей, що потребують укриття.

УДК 539.3

Степанов М. С., доктор технічних наук, професор кафедри «Технологія машинобудування і металорізальні верстати», Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»;

Літовченко П. І., кандидат технічних наук, доцент кафедри інженерної механіки факультету логістики, Національна академія Національної гвардії України;

Іванова М. С., кандидат технічних наук, доцент кафедри «Технологія машинобудування і металорізальні верстати» ім. М.Ф. Семка, Національний технічний університет «ХПІ»

АНАЛІЗ ДОЦІЛЬНОСТІ ШЛІФУВАННЯ З ДОДАТКОВИМИ ПРОМІЖНИМИ ПРАВКАМИ КРУГА ПРЕЦИЗІЙНИХ ДЕТАЛЕЙ ВИЙСЬКОВИХ МАШИН

Найбільш актуальною проблемою при обробці заготовок абразивними інструментами є підтримка максимальної ріжучої здатності інструменту протягом тривалого періоду часу. Особливо це важливо при виготовленні прецизійних елементів бойової техніки і озброєння, від яких залежать функціональні та експлуатаційні характеристики. Найбільш актуальною ця проблема є для круглого врізного шліфування, при якому одночасно з втратою ріжучої здатності абразивних зерен спотворюється геометрія формотворного елемента абразивного інструменту. Дана робота є продовженням і розвитком попередніх робіт авторів, в яких для підтримки максимальної ріжучої здатності шліфувальних кругів при круглому шліфуванні запропоновано для зниження енергонасиченості круглошліфувальних верстатів використовувати схему шліфування з додатковими проміжними правками шліфувального круга. Побудована математична модель процесу шліфування з ДПП, яка описує силові і теплові характеристики процесу шліфування та параметри і кількість ДПП. Визначені залежності для розрахунку:

- критичної сили різання при шліфуванні до повної втрати шліфувальним кругом різальної здатності на основі критерію обмеження допустимого навантаження приводу круга;
- часу шліфування між правками при обробці з ДПП та часу на правку;
- кількості правок при обробці з ДПП;

- теплоти, еквівалентної роботи, що витрачається на різання до повної втрати кругом різальної здатності;
- теплоти, еквівалентної роботи, що витрачається на різання між двома суміжними правками при обробці з ДПП;
- теплоти, еквівалентної роботи, що витрачається на правку круга з врахуванням її витрат на переміщення елементів технологічної системи при правці для обробки з ДПП;
- сумарної теплоти, еквівалентної роботі, що витрачається при обробці з ДПП на повний цикл шліфування.

Для реалізації запропонованої математичної моделі модернізована комп'ютерна програма Heat_T (Свідоцтво № 92215 про реєстрацію авторського права на твір) розрахунку параметрів теплового режиму систем застосування МОР при шліфуванні уведенням у її структуру додаткового модуля ДПП.

Розроблено також комп'ютерну програму для розрахунку параметрів шліфування з ДПП (Свідоцтво № 98881 про реєстрацію авторського права на твір). За допомогою вказаної програми виконано розрахунково-аналітичні експериментальні дослідження з ціллю порівняльного аналізу енерговитрат при класичній схемі шліфування і при схемі з ДПП. Вихідні параметри обробки: матеріал заготовки – сталь 45; шліфувальний круг 1-500x40x305 24А 25 СМ2 6 К 50 м/с АА 1 ГОСТ 2424-83; верстат – круглошліфувальний 3М151, МОР – УКРІНОЛ-1 – 3%.

За досліджень і розрахунків встановлено, що застосування схеми шліфування з ДПП дозволяє знизити навантаження елементів технологічної системи і дістатися зниження енергонасиченості процесу шліфування на 25...75%.

УДК 621.923

Тітаренко О. В., кандидат технічних наук, доцент кафедри інженерної механіки факультету логістики, Національна академія Національної гвардії України;

Руднєв О. В., кандидат технічних наук, старший науковий співробітник кафедри «Інтегровані технології машинобудування» ім. М.Ф. Семка, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»;

Гасанов М. І., доктор технічних наук, професор кафедри технології машинобудування та металорізальних верстатів, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

АЛМАЗНЕ ШЛІФУВАННЯ ТИТАНОВИХ СПЛАВІВ З ТВЕРДИМИ ЗМАЩУВАЛЬНИМИ МАТЕРІАЛАМИ

Титанові сплави є незамінними конструкційними матеріалами у багатьох сферах військового призначення. Їх пік розвитку прийшовся на середину минулого сторіччя, коли потреба у легких, корозійностійких та міцних матеріалах була обумовлена стрімким злетом авіаційної промисловості та потреба у досягненні надзвукових швидкостей.

Поява сплавів титану з алюмінієм та вольфрамом дозволила не тільки суттєво підвищити надійність роботи авіаційних двигунів, а й забезпечити їх стабільну роботу при робочих температурах турбіни 1100 – 1200 °С. Окрім цього, вони стали незамінними в елементах бронювання військової техніки та засобах особового захисту. Проте, кожне удосконалення складу та структури титанових сплавів позначалося, у свою чергу, на зростанні проблем з виготовленням складнопрофільних деталей високої якості та точності. Висока хімічна активність, твердість, коефіцієнт тертя та низька теплопровідність сучасних сплавів призводить до постійних пошуків нових інструментальних матеріалів, мастильно-охолоджувальних речовин, параметрів режиму обробки. Особливо складними є кінцеві (фінішні) етапи обробки, коли звичні процеси шліфування відбуваються у жорстких термонапружених умовах концентрації тепла у тонких приповерхневих шарах деталі. Традиційно для регулювання температури у зоні контакту за подовженні стійкості абразивного інструменту використовуються рідкі змащувально-охолоджувальні речовини на основі синтетичних емульсій у кількості десятки літрів за хвилину. З огляду на сучасні тенденції екологічності виробництва пошук альтернативних шляхів змащування є надзвичайно актуальним питанням.

На основі проведених досліджень алмазного шліфування сплаву ВТ6 чашковими алмазними кругами конічної форми 12A2-45° 150x10x3x32 з бакелітовою зв'язкою АС4 50/40 100% В2-01 встановлена можливість введення в зону контакту твердих змащувальних матеріалів шляхом їх нанесення на поверхню круга в процесі шліфування. Отримані результати температури обробленої поверхні та оцінка шорсткості поверхні засвідчили цілковиту придатність твердих змащувальних матеріалів на основі стеаринової кислоти та гексагонального нітриду бору у співвідношенні 65% і 35 %. Подальші дослідження силових характеристик процесу дозволять визначити діапазон параметрів різання для забезпечення екологічності та продуктивності обробки.

УДК 623.52

Черниченко Ю. М., доцент, доцент кафедри ракетно-артилерійського озброєння, Національна академія Національної гвардії України

ВПЛИВ НАГРІВАННЯ СТВОЛА НА ЙОГО ХАРАКТЕРИСТИКИ МІЦНОСТІ

Постійне підвищення вимог до стрілецької зброї супроводжується, як правило, збільшенням початкової швидкості кулі, тиску порохового газу, темпу стрільби та бойової швидкострільності, що призводить до інтенсивного розігріву стінок ствола під час стрільби. Вплив нагрівання на параметри функціонування системи “ствол – патрон” настільки великий, що часто розміри та маса ствола стрілецької зброї визначаються не вимогами забезпечення міцності останнього під час пострілу, а міркуванням не допустити перегрівання під час інтенсивної стрільби. У зв'язку з цим питання впливу розігріву стінок ствола на його характеристики міцності та на влучність стрільби мають важливе значення.

Нагрівання ствола здійснює вплив на його міцність через зміну характеристик міцності металу та виникнення внутрішніх напружень, які викликаються нерівномірністю нагрівання стінок по товщині.

В усіх випадках стрільби, виключаючи стрільбу з періодичним охолодженням стінок ствола з боку його каналу, найбільш високу температуру мають внутрішні шари стінок ствола, від чого вони будуть стиснутими; зовнішні шари мають меншу температуру та будуть розтягнутими

Такий розподіл напружень відповідає напруженому стану автоскріпленого ствола та збільшує опір стінок дії внутрішнього тиску. Отже, при наявності різниці температур внутрішніх та зовнішніх шарів міцність стінок ствола збільшується. Але коли нагрівання ствола закінчується (що може бути в перервах під час інтенсивної стрільби), температура в стінках вирівнюється за рахунок передачі тепла від внутрішніх шарів зовнішнім та сприятливий для міцності ствола розподіл напружень зникає. У той же час стінки ствола можуть мати достатньо високу середню температуру (що залежить від напруженості попередньої стрільби), понижені внаслідок цього механічні характеристики міцності металу та понижений із-за цього опір стінок тиску газів. Відновленню стрільби із розігрітого ствола будуть відповідати і менші запаси міцності. Межу розігріву поверхні каналу ствола в першому приближенні можна приймати рівною 400–450 оС при максимальній температурі нагрівання зовнішньої поверхні ствола до 400 оС.

Отже, облік впливу нагрівання ствола на міцність його стінок повинен зводитися до обліку пониження механічних характеристик міцності конкретної

ствольної сталі згідно з підвищенням середньої температури стінок ствола при найбільш напруженій стрільбі. Знаючи нове (понижене) значення межі текучості, можна виконати перевірку міцності ствола з урахуванням його нагрівання.

СПИСОК УЧАСНИКІВ КОНФЕРЕНЦІЇ

1. **Гасанов Магомедсмін Ісамагомедович**, доктор технічних наук, професор кафедри технології машинобудування та металорізальних верстатів Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут».
2. **Доля Віктор Миколайович**, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри «Інтегровані технології машинобудування» Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут».
3. **Дружинін Євгеній Іванович**, кандидат технічних наук, доцент, професор кафедри теоретичної механіки Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут».
4. **Іванова Марина Сергіївна**, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри «Технологія машинобудування і металорізальні верстати» Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут».
5. **Калінін Павло Миколайович**, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри інженерної механіки Національної академії Національної гвардії України.
6. **Кириченко Олександр Миколайович**, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри інженерної механіки Національної академії Національної гвардії України.
7. **Колісник Аліна Володимирівна**, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри залізничних станцій та вузлів Українського державного університету залізничного транспорту.
8. **Літовченко Петро Іванович**, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри інженерної механіки Національної академії Національної гвардії України.
9. **Нечипоренко Володимир Миколайович**, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри інженерної механіки Національної академії Національної гвардії України.
10. **Раківненко Валерія Павлівна**, кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри інженерної механіки Національної академії Національної гвардії України.
11. **Руднєв Олександр Володимирович**, кандидат технічних наук, науковий співробітник кафедри «Інтегровані технології машинобудування» ім. М.Ф. Семка, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут».
12. **Сало Валентин Андрійович**, доктор технічних наук, професор кафедри інженерної механіки Національної академії Національної гвардії України, професор.
13. **Сергієнко Микола Єгорович**, професор кафедри «Автомобіле- і тракторобудування» Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», кандидат технічних наук, доцент.
14. **Склярів Микола В'ячеславович**, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри автобронетанкової техніки Національної академії Національної гвардії України.
15. **Степанов Михайло Сергійович**, доктор технічних наук, професор, професор кафедри «Технологія машинобудування і металорізальні верстати» Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут».
16. **Тітаренко Оксана Валеріївна**, кандидат технічних наук, доцент кафедри інженерної механіки Національної академії Національної гвардії України.
17. **Черниченко Юрій Миколайович**, доцент, старший викладач кафедри інженерної механіки Національної академії Національної гвардії України.
18. **Швець Віталій Вікторович**, кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри будівництва, міського господарства та архітектури Вінницького національного технічного університету.

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ МІЖВУЗІВСЬКОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ «СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ІНЖЕНЕРНІЙ МЕХАНІЦІ»

Відповідальний за випуск: Петро ЛІТОВЧЕНКО
Комп'ютерна верстка: Ганна Ядзевич

Адреса оргкомітету:
61001, м. Харків, майдан Захисників України, 3
Національна академія Національної гвардії України, кафедра інженерної
механіки
e-mail: ingmex77@ukr.net
тел: 057-739-26-50

Тези розповсюджуються в електронному вигляді
Тези доповідей відтворені з авторських оригіналів.

За достовірність представлених матеріалів, дотримання авторського права,
точність цитування, граматичні та стилістичні помилки відповідальність несуть
автори.