Таблиця 1

Кут девіації,γ град	0	15	30	45	55	60	75	90
Характерна площа *Sf*, мм^2	58.35	120.3	202.2	273.2	311.4	326.5	358.1	365.8
Розрахунок за аналітичною моделлю площі Sf_m, мм^2	58.35	127.6	200.9	268.4	304.9	319.6	344.7	333.4
Коефіцієнт збільшення площі	1	2.01	3.46	4.68	5.33	5.60	6.14	6.27

Такий суттєвий приріс характерної площі значно впливає на силу лобового опору снаряда та, як результат, на аеродинамічну ефективність снаряду та дальність польоту. Використання моделі розрахунку характерної площі снаряду та драг діаграми сили лобового опору снаряда, дозволяю уточнити зміну коефіцієнту лобового опору по всій траєкторії польоту, виявити проблемні її сегменти. Що допоможе оптимізувати форму снаряду та уточнити балістичний коефіцієнт засобами обчислювальної газодинаміки.

Література

[1]. Данилин Г.А., Огородников В.П., Заволокин А.Б. Основы проектирования патронов к стрелковому оружию. Учебник – Балт. гос. техн. ун-т. СПб, 2005. – 374 с. ISBN 5-85546-139-4

[2].Bryan Litz: "Aerodynamic Drag Modeling for Ballistics" Applied Ballistics, LLC, Cedar Springs, – MI: 2016. – 13 с.

[3]. https://www.swiss-p.com/images/content/products/Factsheets/ 8020_338_Lapua_Mag._ SWISS_ P _Target_16.2_g_-_250_gr_EN.pdf.

[4].Nennstiel, R., "How do bullets fly", AFTE Journal, Vol.28, No.2, April 1996, P.104-143.

Geometric aspects of projected area variation of a projectile to the normal plane of flight curved trajectory

Dmytro Kotliar

Admiral Makarov National University of Shipbuilding c. Mykolaiv, Ukraine

Summary. The paper addresses the aspects of changing the characteristic projection area of a projectile during flight with the aim of seeking analytical models for the drag coefficient refinement in ballistic calculations. The research is conducted for ballistic projectiles using the method of orthogonal projection.

Keywords: projection, projection plane, drag coefficient, projectile.

УДК 621.9.06.004.1:658.512.2

АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ ДИНАМІЧНОЇ ТОЧНОСТІ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ПЕРЕНАЛАГОДЖУВАНОЇ ОСНАСТКИ

Поліщук В. А.

кандидат технічних наук,

доцент кафедри інженерної механіки та технології машинобудування

Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова

м. Миколаїв, Україна, vitpolishchuk@gmail.com

Ніколаєв О. Л.

кандидат технічних наук,

доцент кафедри інженерної механіки та технології машинобудування

Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова

м. Миколаїв, Україна, aleksnikolaiev@gmail.com

Гирман О. І.
магістрант кафедри інженерної механіки та технології машинобудування
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
gyrman_oi@gmail.com

Анотація. В роботі виконано аналіз показників динамічної точності переналагоджуваних верстатних пристосувань та розглянуто можливості покращення їх експлуатаційних характеристик шляхом технологічного забезпечення показників жорсткості та вібростійкості їх конструкцій. Розглянуто зміни затискної здатності пристосування під впливом вібрацій в умовах обробки.

Ключові слова: переналагоджувана технологічна оснастка; динамічні похибки; вібрація; жорсткість конструкції; точність обробки.

Одним з основних показників якості для переналагоджуваних пристосувань (системи універсально-складаних (УСП), збірно-розбірних (ЗРП), універсально-налагоджуваних пристосувань (УНП) тощо), який впливає на точність роботи, вібростійкість, надійність, є жорсткість. З огляду на велику кількість стиків і спряжень в конструкціях переналагоджуваних пристосувань вказаних систем, врахування впливу жорсткості на їх експлуатаційні властивості є необхідним і обов'язковим. Несталість зусиль різання та змінність жорсткості верстатних пристосувань й інших елементів технологічної системи зумовлюють виникнення вібрацій, які підвищують шорсткість оброблюваної поверхні, погіршують умови роботи ріжучого інструмента та посилюють динамічний характер сили різання. Тому вібростійкість – одна з найважливіших експлуатаційних властивостей пристосування при обробці точних деталей, що визначає його динаміку. Динамічні параметри пристосування можуть суттєво змінювати параметри всієї технологічної системи і, головним чином, впливати на положення заготовки в просторі, що прямо пов'язано з точністю і якістю обробки. Тому дослідження експлуатаційних параметрів переналагоджуваних пристосувань, пов'язаних з жорсткістю та вібростійкістю їх конструкцій, є актуальною науково-технічною задачею.

Метою роботи є аналіз системи показників динамічної якості та покращення експлуатаційних характеристик переналагоджуваних пристосувань шляхом технологічного забезпечення показників жорсткості та вібростійкості конструкцій пристосувань. Об'єкт дослідження – комплекс УСП для закріплення заготовок; статична та динамічна точність при експлуатації переналагоджуваної оснастки. Предмет дослідження – твердотільні 3D-моделі конструкцій УСП, їх параметри жорсткості та вібростійкості; затискна здатність верстатного пристосування.

Динамічні характеристики верстатних пристосувань, що є складовою частиною пружної технологічної системи, впливають на її динамічні якості та на досягнення заданої точності механічної обробки. Цей вплив проявляється при близькості власних частот елементів пристосування і елементів головного контуру зв'язку динаміки технологічної системи через вплив парціальних коливальних контурів.

У той же час пристосування мають автономність, тобто одне і те ж пристосування може бути встановлено на різних верстатах. Тому вважаємо доцільним ввести єдину систему показників динамічної якості пристосувань. Враховуючи автономність пристосувань, вважаємо, що вони повинні мати специфічні, характерні тільки для них динамічні показники, а саме: жорсткість, приведену до положення закріпленої заготовки; точність (здатність забезпечувати і зберігати задане положення заготовки в процесі обробки); стійкість пружної системи пристосування при змінних навантаженнях з певним розмахом коливань сил різання в процесі обробки.

Статистичні дані по відмовам пристосувань, які на сьогодні є основним джерелом інформації для висновків щодо надійності, зібрати складно. Тому не статистичні дані, а

розрахунок, моделювання і прогнозування можливих змін параметрів пристосування в очікуваних умовах експлуатації, технологічне забезпечення заданих показників якості, зокрема жорсткості і вібростійкості, є основою для управління надійністю пристосування і забезпечення її необхідного рівня.

Питання коливань технологічної системи при накладенні зовнішніх збурень при різанні є одним з найважливіших для розрахунків точності та продуктивності обробки і разом з тим дотепер не до кінця вирішеним. Незважаючи на те, що розроблено фундаментальні теорії оцінки вібростійкості верстатів, конструктори зазнають значних труднощів при розрахунках динамічних параметрів верстатних пристосувань. Вважаючи їх другорядними елементами технологічної системи, дослідники мало приділяли їм уваги, чим пояснюється майже повна відсутність теоретичних і прикладних робіт в цій області.

На підставі виробничих спостережень і даних досліджень [1, с. 62] до динамічних похибок пристосувань слід віднести наступні: нt - похибки зносу базових елементів, що змінюють положення заготовок у часі; Tt- похибки пристосування, викликані температурними деформаціями; кол - похибки, обумовлені коливаннями технологічної системи і визначаються власними динамічними характеристиками пристосувань: масами, пружностями і демпфуючими властивостями. Тому коливання, в свою чергу, викликають похибки від інерційних сил (єін), похибки демпфування в стиках (дем), похибки, викликані пластичними деформаціями в стиках пристосування під дією нормальних вібрацій при різанні (єплN), похибки, викликані тією ж природою, але коливаннями, дотичними до площини контакту (плτ). Методику розрахунку похибок плN і плτ викладено у [2, с. 85].

В роботі вирішувались наступні задачі: розробка технологічного процесу механічної обробки деталі; комплексне оснащення розробленого технологічного процесу із застосуванням системи УСП; твердотільне 3D-моделювання конструкцій УСП; визначення напружень і деформацій, що виникають під дією зусиль різання, у спроектованих конструкціях УСП шляхом дослідження 3D-моделей оснастки за допомогою CAE-систем; корегування конструкцій пристосувань з метою підвищення жорсткості; визначення частот власних коливань системи пристосування-деталь за допомогою CAE-системи; корегування конструкцій пристосувань або режимів різання для підвищення вібростійкості системи та зменшення впливу вібрацій від зусиль різання.

Як окрему експлуатаційну властивість було розглянуто затискну здатність пристосування, яка характеризується особливостями затискних механізмів і полягає в надійному закріпленні, що попереджує вібрацію і зсув заготовки при обробці. При цьому для достовірної оцінки величини зусиль закріплення враховувалися зміни характеристик тертя в умовах обробки під впливом вібрацій.

Висновок. В результаті досліджень були також запропоновані аналітичні залежності для визначення значень ефективного коефіцієнта тертя при коливаннях для опорних елементів пристосувань (порівняно зі статичним коефіцієнтом тертя). Використовуючи ці залежності конструктор-проектувальник верстатних пристосувань може вводити в розрахунки зусиль затиску заготовки ефективні коефіцієнти тертя, що дозволяє передбачати вплив коливань в технологічній системі.

Підводячи підсумки огляду динамічних складових похибки установки, слід зазначити, що більшість з них піддаються точному математичному розрахунку, що дає можливість створення математичної моделі і дозволяє розробити розрахункові програми для вирішення задач автоматизації розрахунків точності переналагоджуваних верстатних пристосувань.

Література

1. Поліщук В.А., Вижул Н.В., Григорович М.В. Дослідження динаміки універсально-складаних верстатних пристосувань, Інновації в суднобудуванні та океанотехніці: VIII міжнародна науково-технічна конференція. Миколаїв : НУК, 2017.—С. 62.

2. Ильицкий В.Б., Микитянский В.В., Сердюк Л.М. Станочные приспособления. Конструкторско-технологическое обеспечение эксплуатационных свойств. М. : Машиностроение, 1989. 208 с.

Analysis of dynamic accuracy indicators during the operation of adjusted equipment for mechanical processing

Polishchuk Vitaliy, Nikolaev Alexander, Girman Alexander
Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

In the paper the dynamic accuracy indicators system analysis of reconfigurable machine tools for mechanical processing is performed and their operational characteristics improving possibility by providing technological parameters of rigidity and vibration resistance of their structures is discussed. Changes in the clamping ability of the tools under the vibrations influence in processing conditions are considered.

Keywords: reconfigurable technological equipment; dynamic errors; vibration; rigidity of a design; processing accuracy.

УДК 621.9

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДИКИ TOPSIS ДЛЯ ПРИЙНЯТТЯ ОПТИМАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ

Боду С.Ж.,
ст. викл. кафедри інженерної механіки та технології машинобудування
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
Миколаїв, Україна,
svitlana.bodu@nuos.edu.ua
Новошицький А.В.,
кандидат технічних наук,
доцент кафедри інженерної механіки та технології машинобудування
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
Миколаїв, Україна,
anton.novoshytskyy@nuos.edu.ua
Лебедєв Є. В.,
студент кафедри інженерної механіки та технології машинобудування
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
lebedevevghen@gmail.com

Анотація. Розглянуто можливості використання методики TOPSIS для вибору оптимальних технологічних процесів. Приведені основні характеристики та показники даного методу. Наведений приклад його застосування для прийняття оптимального рішення в умовах багатокритеріальності.

Ключові слова: метод багатокритеріальної оптимізації; метод TOPSIS; прийняття оптимальних технологічних рішень; оцінка технологій.

Вступ. Вибір оптимальних технологій обумовлюється багатьма критеріями, які мають різний рейтинг і різні пріоритети. Концепція оцінки технологій (ОТ) вперше була