

Список посилань

1. Широков В. В. Водневе зношування як порушення граничної рівноваги пружного стану приповерхневих шарів металевих тіл тертя / В. В. Широков, І В. Калиняк, О. В. Широков // Наукові нотатки. – 2011. – Вип. 32. – С. 489-497.
2. Андрейкив А. Е. Оценка контактного взаимодействия трущихся деталей машин. / Андрейкив А. Е., Чернец М. В. – Київ, 1991. –154 с.

УДК 621.715.4

Олійник С.Ю., канд. техн. наук,
Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ,
dgma.tm.su.oleynik@gmail.com

ЗАСТОСУВАННЯ МАГНІТОРЕОЛОГІЧНИХ ЕЛАСТОМЕРІВ ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ ВІБРАЦІЇ ТОНКОСТІННИХ ВЕЛИКОГАБАРИТНИХ ОБОЛОНОК НА ОПЕРАЦІЯХ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ

Тонкостінні оболонкові деталі авіаційної та ракетної техніки характеризуються складною формою профілю, широким діапазоном розмірів, різноманітністю матеріалу з якого вони виготовлені та можуть мати конструктивні елементи. Через високі вимоги до робочих поверхонь оболонок механічна обробка є необхідним етапом виготовлення таких виробів [1; 2]. Механічна обробка ускладнюється через податливість заготовки під дією сил різання і закріплення та виникнення неприпустимого рівня коливань в технологічній системі. Досягнути зниження деформації заготовки та вібрацій в технологічній системі можливо при використанні спеціальних пристосувань або відповідних знижених режимів різання. Сучасне виробництво характеризується швидкозмінністю, тому повинно мати гнучкість при збереженні продуктивності. При зниженні режимів різання неминуче буде втрата продуктивності. Більш ефективним є точна оцінка та прогнозування похибок, які виникають в процесі механічної обробки.

В сучасній спеціальній літературі є достатньо високий інтерес відносно дослідження динамічної поведінки та методів її оцінки для тонкостінних оболонок різної форми с різними граничними умовами її затискання. В дослідженні [3] моделювання та результати чисельних розрахунків показали, що система циліндричних оболонок з постійним проміжком демонструє безліч нелінійних явищ, серед яких біфуркація подвоєння періоду, мультиперіодичні та квазіперіодичні, хаотичні рухи.

В дослідженні, яке представлено в роботі [2] показано, що для демпфування коливань оболонкової деталі було запропоновано накладати гнучкий лист, який гасить високочастотну складову завдяки своїм динамічним властивостям. Для гасіння низькочастотних коливань використовувалися дискретні маси, які встановлювались на заготовці за допомогою клею. Недоліком такого рішення є те, що його неефективно використовувати для оболонок складної форми. В дослідженні [4] було проведено моделювання динамічних параметрів підсистеми «оправка-заготовка» для відомих варіантів конструкцій затискного пристрою. Серед розглянутих конструкцій пристосування, які містять барабан для внутрішньої і оправку для зовнішньої обробки виробу з додатковими вузлами фіксації стінки виробу. Інше пристосування має гумову камеру, яка розташована уздовж поверхні виробу між вузлами фіксації. Камера наповнюється рідиною, що дозволяє зменшити деформації стінки під час обробки розподілив тиск від шліфувальної головки на всю поверхню. Для порівняння також було розглянуте пристосування, яке запропоновано в патенті [5] та реалізує вертикальну схему обробки.

Результат моделювання показав, що достатньо забезпечити наявність двох опор для фіксації профілю заготовки оболонки по всій контактній поверхні без зазорів, базування по торцевій поверхні, наявність схеми установки, що дозволяє виконати обробку повного

профілю заготовки. Проблема полягає в тому, що базова поверхня заготовки має низьку точність як за розміром так і за формою і концентричністю зовнішньої та внутрішньої поверхні, що і впливає на появу проміжку на циліндричній опорі при встановленні. Це задає необхідність створити спосіб компенсації похибки базової поверхні заготовки під час її затискання на опорах оправки, підвищити жорсткість стінки заготовки та передбачити можливість демпфування коливань під час обробки.

В якості елемента для компенсації зазору та підвищення жорсткості опори розглянуто магнітореологічний елемент. Властивості розумних матеріалів, які пов'язані зі змінними фізико-механічними характеристиками, можуть допомогти в розробці технологічної оснастки нового покоління. Під впливом однорідного магнітного поля в деталях з м'яких магнітореологічних еластомерів (ММЕ) виникає деформація – магнітострикційний ефект. У середньому помірно магнітне поле здатне подовжити зразок такого матеріалу на 10–16% [6]. Крім того ММЕ властиво змінювати модуль пружності та витрат під дією магнітного поля, що в дослідженні [6] показало збільшення жорсткості на 25% та коефіцієнта демпфування в 4,7 разів зразків з ММЕ.

Огляд зразків магнітореологічних матеріалів показав, що властивості таких матеріалів значно залежать від їх структури, що безпосередньо впливає на очікуваний результат в технологічній системі в цілому. Результат експериментальних дослідження статичних характеристик показав, що при використанні магнітного поля з індукцією 0,6 Тл демпфування у зразках магнітореологічного еластомеру з анізотропною структурою зростає у 4 рази вище, ніж їх жорсткість. Відомі дослідження підвищення коефіцієнта дисипації такого матеріалу в магнітному полі [7], але в дослідженнях [8] вказується що магнітне поле майже не впливає на коефіцієнт демпфування. Більша частина розсіювання енергії коливань викликається фрикційним ковзанням на межі між резиновою матрицею та феромагнітною частинкою [9]. Таким чином, при проектуванні систем з використанням магнітореологічного еластомеру необхідно вибрати тип структури матеріалу та визначити режим його роботи. Для зниження обсягу проведення дорогих експериментальних досліджень, метою яких є оцінка впливу властивостей магнітореологічних елементів на працездатність конструкції, розробляється відповідна численна модель, яка дозволяє вибрати структуру магнітореологічного матеріалу з направленими властивостями.

Список посилань

1. Поколенко, Д. В. Підвищення ефективності обробки антенних обтічників із ситалів за рахунок удосконалення технології алмазного шліфування : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.02.08 « Технологія машинобудування » / Поколенко Дмитро Валерійович ;. ДонНТУ – Донецьк, 2014. – 20 с.
2. Kolluru Kiran. A solution for minimising vibrations in milling of thin walled casings by applying dampers to workpiece surface / Kiran Kolluru, Dragos Axinte, Adib Becker // CIRP Annals – Manufacturing Technology. – 2013. – № 62. – P. 415–418.
3. Qiansheng Tang. Analysis on Forced Vibration of Thin-Wall Cylindrical Shell with Nonlinear Boundary Condition / Qiansheng Tang, Chaofeng Li, Bangchun Wen. – 2016. – vol. 2016. – 22 p.
4. Oliinyk S.Yu. Technological fixtures for machining of large-sized thin-walled shells of complex profile / S.Yu. Oliinyk, L.P. Kalafatova // Cutting & tool in technological system. – Kharkiv NTU «KhPI». – 2021. – №94, С. 28–41.
5. Patent US 2012/0032053 A1, F16M 13/00 (2006.01), B29C 31/08 (2006.01). Fixture for securing a thin-walled component / Matthew Marshall Sheffield (GB); assignee ROLLS-ROYCE PLC, London (GB). – № PCT/EP2010/000405; PCT Fled: Jan 25, 2010; date: Sep. 27, 2011, 13/148,591. – p. 7.
6. Oleg V. Magnetostriction effect in soft magnetic elastomers / Oleg V. Stolbov, Yuriy L. Raikher // Archive of Applied Mechanics. – 2019. – No. 89. – P. 63–76.
7. Kallio M. The elastic and damping properties of magnetorheological elastomers / Kallio M. – VTT Publications, 2005. – 149 pp.
8. Li Y. A highly adjustable magnetorheological elastomer base isolator for applications of real-time adaptive contro / Li Y, Li J, Tian T, Li W // Smart Mater. Struct. – 2013. – 22.