

МЕТОД ВИБОРУ РАЦІОНАЛЬНОГО ПРОЕКТНОГО РІШЕННЯ ЗАЛЕЖНО ВІД ЗНАЧЕНЬ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ПОСАДКИ З НАТЯГОМ ПРИ ЇХ АВТОМАТИЗОВАНОМУ ПРОЕКТУВАННІ

Перед сучасною машинобудівною галуззю висувуються підвищені вимоги до ресурсозбереження (трудо-, матеріало- і енергоємності), а також ефективності та якісного технічного оснащення, надійності, економічності й продуктивності, зменшення шуму і вібрацій сучасних машин і механізмів, що розробляються і модернізуються, та їх окремих вузлів і деталей. Перелічені фактори мають відповідати вимогам світової нормативної документації. Забезпечення таких показників досить важлива задача, як для проектувальника технічних виробів, так і для звичайного робітника, що експлуатує і обслуговує ці вироби.

Під час виготовлення, проведення експлуатації й ремонту вузлів і агрегатів верстатного обладнання велику увагу також слід приділяти використанню надійних методів технологічних процесів складання деталей вузлів і складальних одиниць технічних виробів. Часто для цієї мети використовують такі види з'єднань, як посадки з гарантованим натягом по гладкій поверхні. Вони мають широке застосування, оскільки їх виробництво не вимагає великих витрат, а спряжені деталі можуть сприймати значні навантаження, як статичні так і змінні (передача значних осьових зусиль, крутних моментів або навантажень і т. і.), тому їх довговічність при певних умовах та режимах експлуатації цілком достатня.

Основне призначення посадки з натягом полягає у забезпеченні жорсткого нерухомого умовно нероз'ємного зв'язку однієї деталі з'єднання відносно іншої по приєднувальній поверхні за рахунок внутрішніх пружних деформацій. Деталі, що входять до складу виробів з натягом, як правило, проектуються методами прецедентів і подібності, враховуючи суб'єктивний досвід проектування та досвід використання у виробництві, які не завжди можуть відповідати вимогам надійності, що пред'являються до даного виробу в цілому. Досить часто для застосування цих гладких спряжень рекомендується попередня дослідна перевірка, що потребує введення поправочних коефіцієнтів та кореляції проектного розрахунку. Ця ситуація призводить до того, що вартість таких методів для розглядуваних з'єднань не завжди є раціональною за вищезначеними вимогами, що не дозволяє виявити резерви підвищення якості з'єднань. В такому випадку конструктору-проектувальнику досить важко спрогнозувати величину дійсного натягу і складно її врахувати під час типового розрахунку, оскільки вона носить випадковий характер. Такий факт є відносно складною багатоваріантною задачею, вирішення якої залежить від можливостей виробництва і безлічі конструктивно-технологічних особливостей вузла, для якого буде здійснюватися виготовлення та подальше складання з'єднання. На етапі проектування виробу формується також визначальна концепція норм точності, що полягає у здійсненні пошуку оптимальних параметрів посадки та є актуальною проблемою інженерної практики при прийнятті конструктором остаточного проектного рішення. Тому для вирішення цієї проблеми на виробництві необхідно мати не тільки якісне встаткування та засоби контролю й вимірювання, але й відповідну сучасну ступінь автоматизації процесу проектування.

На даний час є широкий спектр пакетів прикладних програм, що розрізняються за своїми функціональними можливостями і способами реалізації та які є інструментом автоматизації вирішуваних користувачем завдань з обробки інформації. Одним з методів підвищення якості з'єднань з натягом є вибір раціонального проектного рішення шляхом застосування комплексного підходу до автоматизованого проектування посадок з натягом за допомогою розроблених авторами алгоритмічних і програмних засобів у вигляді комп'ютерної програми «Interference Fit» [1], що використовується для автоматизованого проектування раціональних посадок з натягом та яка може бути інтегрована у інформаційну технологію CAE/CAD/CAM).

У роботі вирішувалася актуальна задача, що полягає у розробці теоретичних основ математичного моделювання і програмних засобів автоматизованого проектування раціональних посадок з натягом. На основі однієї з серії чисельно-аналітичних досліджень результатів автоматизованого розрахунку, отриманих за допомогою комп'ютерної програми «Interference Fit», синтезовано параметричну двовірну модель області існування геометричних параметрів (ОГП) придатних стандартних посадок з натягом у вигляді геометричного образу – плоскої фігури з її наступним візуальним аналізом [2]. Розглядувана модель, поверхнею якої обмежуються допустимі критерії придатності, побудована в координатній площині dl з координатними осями $0d$ і $0l$ (d – посадковий діаметр і l – робоча довжина спряжених поверхонь з'єднання). В результаті проведеного дослідження в роботі побудовані границі критичних мінімально допустимих і максимальних рекомендованих геометричних значень охоплюючої деталі з'єднання, котрими обмежується ОГП придатних стандартних посадок з натягом, що відповідають заданим умовам і допустимим проектним рішенням. В межах указаної моделі проектувальнику слід знаходити раціональні значення ОГП. На основі подальшого дослідження [3] авторами сформульовано критерій до пошуку раціонального сполучення чисельних значень основних геометричних параметрів – діаметра і робочої довжини з'єднання. Реалізований метод полягає у визначенні центра групування шуканих величин – точки B , котра є перетином відрізків діапазонів зміни значень діаметра і робочої довжини посадкового з'єднання.

Досліджувану плоску модель допустимих і рекомендованих значень ОГП та її границі, які обмежені кривими мінімально допустимих критичних і максимальних рекомендованих значень робочої довжини та прямими мінімально і максимально рекомендованими границями діаметра для охоплюючої деталі з'єднання аналітично

описані із застосуванням математичного апарату теорії R -функцій. За допомогою вказаного математичного апарату також аналітично описані відрізки діапазонів зміни значень діаметра і робочої довжини посадкового з'єднання, перетин яких утворює точку B , а також завдання точки групування C_i [4] в межах множини кожної i -ї придатної стандартної посадки з натягом.

В результаті проведеного чисельно-аналітичного дослідження сформульовано узагальнений критерій вибору посадки з натягом з переліку альтернативних залежно від раціонального сполучення значень геометричних параметрів. Таке проектне рішення перевірено за іншим окремим критерієм, який сформульовано в попередніх дослідженнях авторів, що показало збігання їх результатів для вибору остаточного рішення, чим підтверджується його ефективність і достовірність. Запропонований метод надає змогу максимально наблизитися до вибору оптимальної для заданих вихідних умов експлуатації проектованої посадки, що на теперішній час є актуальною проблемою. Розглянутий підхід показує свою ефективність з точки зору охоплення певної кількості допустимих альтернативних посадки, а не тільки одного остаточного проектного рішення.

Математичне моделювання у даному дослідженні є основою для подальшої модернізації програмного засобу «Interference Fit», що успішно використовується при автоматизованому проектуванні посадок з натягом (для зубчастих коліс на валах коробок швидкостей токарських верстатів, фіксаторів і упорів в пристосуваннях, сталевих бандажів на різних центрах, установлювальних штифтів у верстатних пристосуваннях, коротких втулок в маточинах зубчастих коліс тощо).

Впровадження автоматизованого проектування з'єднань з натягом із застосуванням інформаційних технологій дозволяє підвищити та прискорити продуктивність процесу автоматизації.

Література:

1. Авторське свідоцтво № 99502 від 04.09.2020 про реєстрацію авторського права на твір за темою «Проектування раціональних посадок з натягом на основі багатопараметричних математичних моделей області їх існування» на комп'ютерну програму «Interference Fit» / П.І. Літовченко, В.М. Нечипоренко, В.А. Сало, Я.В. Павлов.

2. Нечипоренко, В.М. Метод аналітичного опису області існування геометричних параметрів у автоматизованому проектуванні посадок з натягом [Текст] / В.М. Нечипоренко, В.А. Сало, П.І. Літовченко, А.П. Горбунов // Збірник наукових праць НА НГУ. – Харків, 2019. – Вип. 1. – с. 70–77. doi: 10.33405/2409-7470/2019/1/33/179734

3. Нечипоренко, В.М. Критерій вибору раціональних значень параметрів посадки з натягом при автоматизованому проектуванні [Текст] / В.М. Нечипоренко, В.А. Сало, П.І. Літовченко, А.П. Горбунов, Д.А. Босик. // Збірник наукових праць НАНГУ. – Харків, 2020. – Вип. 1. – с. 13–20. doi: 10.33405/2409-7470/2020/1/35/207352

4. Нечипоренко, В.М. Ефективний метод вибору посадки з натягом на основі автоматизованої побудови комп'ютерної моделі [Текст] / В.М. Нечипоренко, В.А. Сало, П.І. Літовченко, Л.А. Гребеник, Л.П. Іванова // Збірник наукових праць НАНГУ. – Харків: 2021. – Вип. 1. – с. 103–109. doi: 10.33405/2409-7470/2021/1/37/237896