

УДК 539:534

В.О. РУМБЕШТА, Н.М. МИШУК

Національний технологічний університет України «КПІ»

**ЕФЕКТИВНА ТЕХНОЛОГІЯ ОТРИМАННЯ ПРУЖИН
ЗАДАНОЇ ЯКОСТІ**

У статті запропоновано новий ефективний метод для оцінки якості пружин, який оснований на ефекті виникнення акустики при пружній деформації твердого тіла. Наведено основні методи для розрахунку фізичного параметру пружин – жорсткості.

Ключові слова: пружини, жорсткість, механопружноакустичний метод.

В наш час рівень промислового розвитку провідних країн характеризується не тільки об'ємом та асортиментом виробництва, але й показником її якості. Створення сучасних машин і конструкцій високої якості та надійності їх роботи пов'язано з використанням точних елементів з заданими фізико-механічними властивостями. На сучасному етапі розвитку приладобудування важливу роль в розв'язанні даної проблеми відіграє застосування необхідного натягу системи за допомогою пружних елементів.

Контроль якості пружних елементів надзвичайно важлива частина їх технологічного процесу виготовлення. Адже дотримання стандартів, науково обумовлений і ретельно проведений розрахунок пружних елементів, виявлення відхилення потрібної жорсткості пружних елементів дозволяє своєчасно скоригувати процес виробництва, скоротити відсоток браку та неефективних матеріальних витрат [1].

Об'єкт та методи дослідження

Об'єктом є дослідження – це методи забезпечення необхідними параметрами виготовлення спіральних пружин заданої жорсткості, за допомогою їх моделювання точного розрахунку для більш ефективного методу контролю.

Постановка завдання

Для отримання потрібної високої точності виготовлення спіральних пружин необхідно розробити метод точного розрахунку характеристик та ефективний метод контролю.

Результати та їх обговорення**Моделювання розрахунку**

Спіральні пружини належать до найвідповідальніших елементів механічних систем. Традиційні математичні моделі спіральної пружини не дозволяють з достатньою точністю визначити її основні характеристики. Тому уточнення математичної моделі пружини є актуальною науковою проблемою.

Метою створення даної математичної моделі є проектування системи контролю головного параметру – жорсткості пружини в залежності від її геометричних характеристик, використовуючи при цьому дані експериментів, що отримані в вигляді акустофонів.

Математична модель представляє собою багато параметричну степеневу залежність типу

$$z_0 = \prod_i^n q_i^{\alpha_i} \quad (1)$$

де q_i – це первинні визначальні параметри, α_i – показник степеня при первинному параметру.

Математична модель жорсткості спіральної пружини стискання має вигляд

$$z_0 = \frac{G \cdot d^4}{8 \cdot D^3 \cdot n}, \left[\frac{H}{мм} \right] \quad (2)$$

Виготовляють спіральні пружини з міцних конструкційних сталей наприклад сталь 65Г, У7А, У8А, У10А. Після навивання пружин відбувається їх закалка, зазвичай ізотермічна, коли забезпечується твердість HRC 60-64.

Це дозволяє забезпечити високі пружні характеристики пружин та високу точність забезпечення закону Гука для пружини.

Для спрощення розрахунків математичну модель можливо представити в такому вигляді:

$$Z_0 = G^{+1} \cdot d^4 \cdot 8^{-1} \cdot D^{-3} \cdot n^{-1}$$

Цей вигляд дозволяє застосувати два методи для розрахунку вихідного фізичного параметру метод частинного диференціювання та метод відносної точності.

Перший метод частинного диференціювання має такі розрахунки:

Допуск вихідного параметру має вигляд

$$\delta_Q = \sum_{i=1}^n |\alpha_i \cdot \delta_i| \quad (3)$$

де δ_i – допуски на первинні характеристики.

Значення ВВ і НВ допуску δ_Q знаходять підсумовуванням частинних складових – добутків $\alpha_i \cdot \delta_i$ зі своїм знаком:

$$\begin{aligned} (BB)_Q &= \sum \left[(\alpha_i \cdot \delta_i) \right] \\ (HB)_Q &= \sum \left[(\alpha_i \cdot \delta_i) \right] \end{aligned} \quad (4)$$

Це матиме місце тоді, коли враховують певні сполучення знаків при частинних похідних і ВВ і НВ меж допусків δ_i :

$$\begin{aligned} (BB)_Q &= \sum (+\alpha_i)(BB_i) + \sum (-\alpha_j)(HB_j); \\ (HB)_Q &= \sum (+\alpha_i)(HB_i) + \sum (-\alpha_j)(BB_j). \end{aligned} \quad (5)$$

Розглянутий метод дає необхідні результати, але має суттєвий недолік він захарашений розрахунками частинного диференціювання. [2]

Тут похибка або допуск вихідного фізичного параметру визначається як сума відношень щодо кожної змінної, помножених на показники відповідних степенів і допуски на ці змінні:

$$\begin{aligned} (BB)_Q &= Q_0 \cdot \sum \left(+ \frac{\alpha_i \cdot \delta_i}{q_i} \right); \\ (HB)_Q &= Q_0 \cdot \sum \left(- \frac{\alpha_j \cdot \delta_j}{q_j} \right). \end{aligned} \quad (6)$$

Цю умову можна записати, враховуючи ВВ і НВ допусків:

$$\begin{aligned} (BB)_Q &= Q_0 \cdot \left(\sum \frac{(+\alpha_i) \cdot (BB)_i}{q_i} + \sum \frac{(-\alpha_j) \cdot (HB)_j}{q_j} \right); \\ (HB)_Q &= Q_0 \cdot \left(\sum \frac{(+\alpha_i) \cdot (HB)_i}{q_i} + \sum \frac{(-\alpha_j) \cdot (BB)_j}{q_j} \right). \end{aligned} \quad (7)$$

Моделивання контролю

Контроль фізичних параметрів пружин проводять механічним способом. Пружину навантажують вантажем, міряють величину прогину та за допомогою функціональної залежності розраховують жорсткість. Цей спосіб має складну процедуру навантаження, встановлення пружин та заміру жорсткості, тому контролюється декілька пружин з партії, що різко знижує оцінку і надійності характеристик випускаємих пружин.

Пропонуємий новий механопружноакустичний метод більш ефективний, тому що має високу швидкість заміру по всій партії пружин. Він оснований на фізичному ефекті виникнення акустики при пружній деформації твердого тіла через «тертя кристалів».

Через пружне навантаження, а потім розвантаження відбувається перерозподіл внутрішніх зв'язків між кристалами на атомному рівні, що викликає появу акустичного фону. В схемі контролю застосовують п'єзокристалічний акустичний датчик, який буде знімати показники тональності деформації пружини.

Чим вище тональність, тим більш жорсткий елемент. Потрібно провести градування акустичного фону для визначення межі гідності пружин по жорсткості. [3]

Висновки

Даний метод дозволяє контролювати велику кількість пружин одночасно, що допомагає знизити час, який витрачається на процедуру заміру та відповідно підняти точність і продуктивність процесу випуску якісних пружин.

Список використаної літератури

1. Курендаш Р.С. Конструирование пружин. – К.: МАШГИЗ, 1958. – 108 с.
2. Румбешта В. О. Основы технологии складання приладів: Підручник. – К.: ІСДО, 1993. – 303 с.
3. Роганов Л. Л., Карнаух С. Г. Навчальний посібник до курсового та дипломного проектування для студентів механічних спеціальностей. Розрахунок пружин, ресор та пружних амортизаторів. – Краматорськ: ДДМА, 2000. – 112 с.

Стаття надійшла до редакції 10.10.2012

Эффективная технология получения пружин заданного качества

Румбешта В.А., Мишук Н.М.

Национальный технический университет Украины «КПИ»

В статье предложено новый эффективный метод оценивания качества пружин, основанный на эффекте появления акустики при упругой деформации твердого тела. Приведены основные методы для расчета физического параметра пружин – жесткости.

Ключевые слова: пружины, жесткость, механоупругоакустический метод.

Effective technology for a given quality springs

V. Rumbeshta, N. Myshuk

National Technical University of Ukraine «KPI»

The paper proposed a new effective method for evaluating the quality of the springs, which is based on the effect of the emergence of acoustics with the elastic deformation of the solid, also the basic methods for calculating physical parameters of springs – stiffness.

Keywords: springs, stiffness, mechanical elastic acoustic method.