

УДК 658.51:004.73

Л. Колот, канд. техн. наук

Донбаська державна машинобудівна академія

СТАБІЛІЗАЦІЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТОЧНИХ НЕЖОРСТКИХ ДЕТАЛЕЙ З ВИКОРИСТАННЯМ МАГНІТНОГО ПОЛЯ ТА ЕЛЕКТРИЧНОГО СТРУМУ

Резюме. Розглянуто способи стабілізації властивостей точних нежорстких деталей машин різними способами. Найпоширеніший спосіб штучного старіння, але він не дає бажаних результатів і є трудомістким та значно збільшує виробничий цикл виготовлення деталей. Крім того, ряд технологічних способів, які допомагають керувати залишковими деформаціями деталей, але не усувають основної причини виникнення залишкових напружень. Спосіб механічної правки деталей трудомістким і важко піддається контролю. Запропоновано новий спосіб правки нежорстких деталей в електромагнітному полі, який позбавлений попередніх недоліків, досить ефективний, не потребує великих затрат і підвищує продуктивність виготовлення деталей.

Ключові слова: нежорсткі деталі, стабілізація напружень, компенсація деформації, магнітно-електрична, магнітні хвилі.

L. Kolot

STABILIZATION OF PROPERTIES OF EXACT NONRIGID DETAILS WITH MAGNETIC FIELD AND ELECTRIC CURRENT USE

The summary. Are considered an image of stabilisation of properties of exact nonrigid details of cars rezej - them in the images. The most widespread image of artificial ageing, but it does not give desirable results and is labour-consuming and considerably increases a production cycle of manufacturing of details. Besides, a number tehnology - their images which help to operate residual deformations of details, but do not discharge main at-rank occurrence of residual pressure. The image of mechanical editing of details labour-consuming and hard is exposed control. The new image of editing of nonrigid details in an electromagnetic field which is deprived the previous lacks, effective enough Is offered, does not need the big expenses and raises productivity of manufacturing of details.

Key words: nonrigid details, stabilisation of pressure, deformation indemnification, magnitno-electric, magnetic waves.

Постановка проблеми. В сучасному машинобудуванні постійно зростають вимоги до якості виготовлення деталей машин, що вказує на необхідність використання різноманітних методів, які забезпечують задані параметри якості виробів.

При здійсненні механічної обробки деталей машин у поверхневих шарах створюються внутрішні напруження. Під час експлуатації машин, в які входять ці деталі, під впливом вібрацій та перемінних теплових хвиль здійснюється перерозподіл внутрішніх напружень у матеріалі деталей, що призводить до їх деформацій і зниження якості виконання робочих функцій. Здебільшого ці деформації виникають при механічній обробці нежорстких високоточних деталей, наприклад, направляючі планки механооброблюючих верстатів, ходові гвинти, плунжерні пари паливних насосів і т. д., для яких відхилення від прямолінійності не повинно перевищувати 1-0,1 мкм на 1000 мм довжини. У зв'язку з цим, у технологічних процесах виготовлення цих деталей передбачається багатократне старіння після кожного виду механічної обробки (точіння, фрезерування, шліфування). Як правило, штучне старіння виробів збільшує технологічний цикл виготовлення, знижує продуктивність і не повною мірою стабілізує залишкові напруження.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для уникнення цього негативного явища існує багато способів, які можна згрупувати за своїм призначенням на:

- способи, які забезпечують зниження залишкових напружень у металі;
- способи, які забезпечують рівновагу внутрішніх напружень без їх суттєвої зміни після обробки.

Перші способи відомі давно і широко використовуються в машинобудуванні, але мають суттєві недоліки. Основний з них – неможливість повного видалення залишкових напружень, що призводить до виникнення залишкових деформацій під час механічної обробки.

Інші способи мають у своєму складі ряд технологічних прийомів, які використовують при механічній обробці нежорстких деталей. Це – раціональний розподіл припусків, спосіб попереднього притиску заготовки в бік передбачуваної деформації після обробки [1.2], спосіб керування деформацією раціональною силою різання P_y [3]. На фінішних операціях, наприклад, при плоскому шліфуванні з використанням феромагнітного порошку в якості компенсатора початкової деформації деталі [4], спосіб компенсації короблення поверхневим пластичним деформуванням як при односторонній обробці, так і при двосторонній [5]. Таким чином, усі способи, віднесені до другої групи, базуються на створенні рівноважного стану в деталях шляхом штучного локального вторгнення допоміжних залишкових напружень, які компенсують ті, що вилучені зі знятим припуском металу.

Виправлення похибок, що виникають через короблення деталей у виробничих умовах, здійснюють за допомогою операції правки, яка важко піддається керуванню і не завжди дає позитивний результат.

Таким чином, пошук нових високоефективних способів стабілізації якості деталей при їх виготовленні є актуальною проблемою машинобудування.

Мета роботи – розроблення способу, який дозволяє здійснити компенсацію внутрішніх залишкових напружень, покращити фізико-механічні властивості як робочих поверхонь деталей, так і всього матеріалу. Крім того, спосіб займає мінімум часу на його здійснення, потребує досить простого обладнання, його легко можна встановити у технологічну лінію обробки.

Загальновизнаним є вплив магнітних хвиль на фізико-механічні властивості матеріалу деталей, перемінних високочастотних навантажень, перемінних пульсуючих теплових хвиль, статичних напружень.

Результати досліджень. Ми провели серію експериментів з правки плоских деталей в електромагнітному полі. Об'єктом досліджень були зразки зі сталі 20Х, розмірами $L \times B \times H = 100 \times 20 \times 6$ мм. Початковим відхиленням від прямолінійності поверхонь f_n було в інтервалі 0,05...0,1 мм (рис. 1а). Крім того, мали в наявності еталонну планку (рис. 1б), яка не має відхилень площин від прямолінійності.

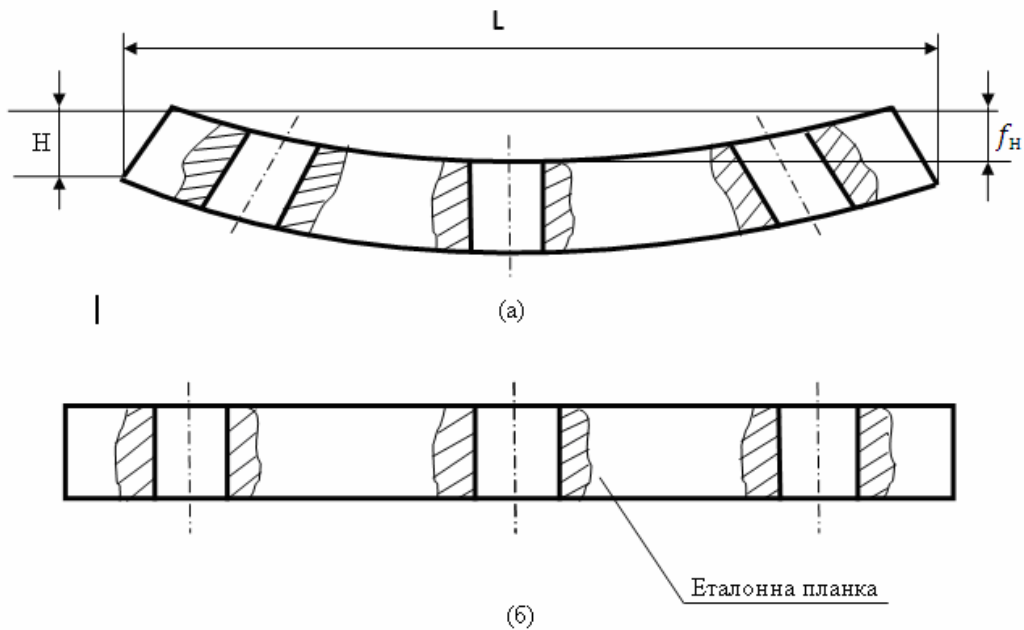


Рисунок 1. Об'єкт досліджень

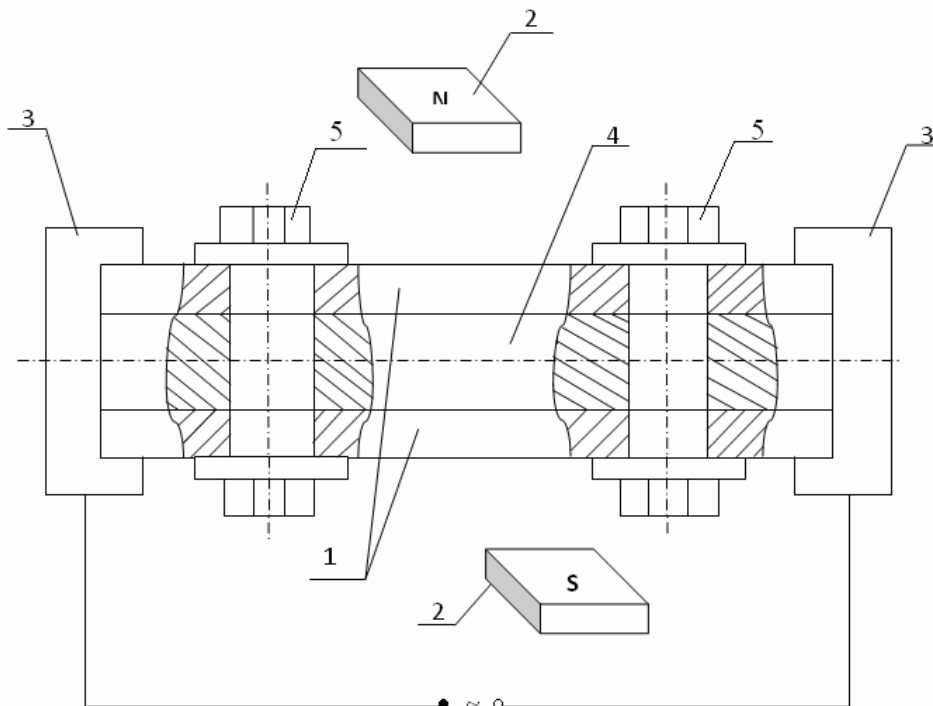


Рисунок 2. Схема магнітно-електричної стабілізації властивостей матеріалу деталей в лінійному статичному магнітному полі

На рисунку 2 зображена схема стабілізації властивостей деталей у лінійному статичному магнітному полі з використанням електричного струму.

Деталі 1 (2 шт.) перед розташуванням в електромагнітному полі жорстко закріпили до еталонної планки 4, до того ж площини еталонної планки і деталі повинні прилягати так, щоб зникла попередня деформація.

Деталі, закріплені на еталонній планці кріпленнями 5, розташували між полюсами магнітів 2 таким чином, щоб магнітна хвиля пронизувала їх у діаметральному напрямку. До торців деталей через клеми 3 подається перемінний

струм. Електричний струм взаємодіє з лінійним магнітним полем і тим самим викликає механічні перемінні коливання деталей у магнітному полі. Сильне магнітне поле спричиняє зміну структури поверхневого шару деталі, наприклад, диспергацію або коагуляцію карбідних складових, що викликає перерозподіл внутрішніх залишкових напружень. Залишковий аустеніт під дією магнітного поля переходить у мартенсит, що спричиняє деякі зміни об'єму, який впливає на перерозподіл залишкових напружень [6].

Електричне поле під дією омичного опору деталі створює перемінне теплове поле як у поверхневому шарі, так і в загальному об'ємі, що теж спричиняє стабілізацію залишкових напружень. Магніострикційні високочастотні коливання об'єму металу деталі викликають подрібнення зерен, що покращує фізико-механічні особливості деталей [7].

Експериментальні дослідження проводили на пристрої, який виготовлений у науково-технічному центрі «Інструмент» при ДДМА.

Як відомо, залишкові деформації і залишкові напруження нерозривно пов'язані між собою, тобто зміна величини деформації є похідною від зміни залишкових напружень.

Режими, при яких проводили дослідження:

- напруга магнітного поля – $2 \cdot 10^5$ А/м;
- магнітна індуктивність – 1 Тл;
- час обробки – 1...6 циклів, що відповідає 65...390 с;

Зразки по черзі оброблялись в електромагнітному полі, після чого здійснювали заміри залишкових деформацій f_p . На рисунку 3 зображено графік, де показана залежність залишкових деформацій f_p після обробки їх в електромагнітному полі й розмагнічування від часу їх обробки t і початкової кривизни f_H .

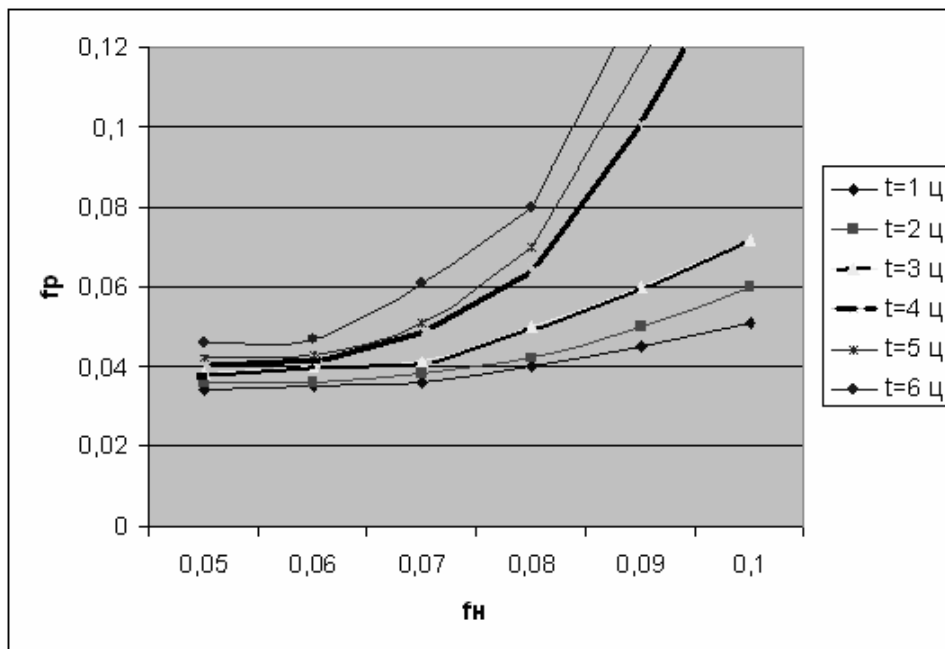


Рисунок 3. Графік залежності f_p від f_H та часу їх обробки t в електромагнітному полі

Із графіка бачимо, що найбільший ефект обробки в електромагнітному полі досягається за 3 цикли, тобто час обробки – 195 с. При збільшенні часу до 6 циклів похибка збільшується в порівнянні з початковою.

З фізичної точки зору залишкові деформації при розміщенні зразків з початковим деформуванням у магнітне поле можна пояснити тим, що завдяки магнітному ефекту метал, який має внутрішні напруження σ , дещо змінює модуль напруження E (E -ефект) [7], тобто E збільшується. Згідно з теорією чистого вигину (закон Гука) виникає зміна довжини волокна ε , яке є на деякій відстані від нейтрального шару

$$\varepsilon = \sigma \cdot E.$$

Збільшення модуля пружності при намагнічуванні призводить до зменшення відносного подовження волокна ε , тобто здійснюється правка зразка.

Щодо оптимального часу знаходження зразка в електромагнітному полі, то збільшення температури спричиняє появу теплового ефекту, що потребує подальших досліджень.

Висновки. Виявлено два основних напрямки, в яких ведуться дослідження про зменшення впливу внутрішніх залишкових напружень на створення залишкових деформацій нежорстких плоских деталей при їх механічній обробці: зниження залишкових напружень у деталі та забезпечення їх рівноваги без суттєвої зміни величини. Визначено, що існуючі способи мають недоліки, і запропоновано новий спосіб компенсації залишкових напружень в електромагнітному полі, що спричиняє зміну структури поверхневого шару деталі, тобто диспергацію або коагуляцію карбідних складових, що викликає перерозподіл залишкових напружень. Проведено серію експериментів обробки в електромагнітному полі з напругою магнітного поля $2 \cdot 10^5$ А/м, магнітній індуктивності 1 Тл, час обробки змінювався від 65 до 390 с, що відповідає 1...6 циклам. Кожен зразок мав початкову деформацію f_n , результатами експерименту були заміри залишкових деформацій f_p . Виявлено, що найбільший ефект у електромагнітному полі з метою зменшення залишкових деформацій досягається за часу обробки $t=3\tau$, тобто 195 с.

Література

1. А.с. 1364411 ССРСР, МКИ" В23С3/00. Способ односторонней обработки нежестких деталей / П.И.Ящерицын, С.П. Гинкул, Л.П.Колот, В.А.Колот (СССР). – №4062526/31-08; заявл. 25.04.86; опубл. 07.01.86, Бюл. №1.
2. А.с. 865638 ССРСР, МКИ" В24В39/04. Способ механической обработки несколькими переходами / С.П.Гинкул, В.А.Колот, Л.П.Колот (СССР). – №3839667/25; заявл. 24.04.85; опубл. 15.10.86, Бюл. № 1.
3. А.с. 1757787 ССРСР, МКИ" В23С3/00. Способ односторонней механической обработки нежестких деталей / Л.П.Колот, Ю.Ф.Глазунов, В.А.Колот, А.В.Колот (СССР). – №4891576/08; заявл. 17.12.90; опубл. 30.08.92, Бюл. №32.
4. А.с. 1148766 ССРСР, МКИ"В24В39/00. Способы обработки нежестких плоскостных деталей / П.И.Ящерицын, В.А.Колот, С.П.Гинкул, Л.П.Колот (СССР). – №3575949/25-27; заявл. 11.04.83; опубл. 07.04.85, Бюл. №13.
5. А.С.1526957 ССРСР, МКИ" В241/100. Способы обработки деталей / В.А.Колот, Л.П.Колот (СССР). – №4419705/31-08; заявл. 14.03.88; опубл. 07.12.89, Бюл. №45.
6. Шулев Г.С. Стабилизация свойств точных деталей машин с использованием магнитного поля и электрического тока: сб. докладов международного научно-технического семинара. – Варна, 1997. – С.46 – 49.
7. Трофимова Т.И. Курс физики / Т.И. Трофимова. – М.: Высшая школа, 1990. – 461 с.

Отримано 14.01.2011