

Корисна модель належить до галузі техніки, а саме до технологій модифікації фізико-механічних властивостей металів, і може бути використана для локального зміцнення робочих поверхонь деталей машин і механізмів у машинобудуванні, авіаційній промисловості, приладобудуванні та транспортній техніці.

Відомий спосіб комбінованого зміцнення різального інструменту та деталей машин [Пат. 13547 Україна, МПК В23В 27/16. Спосіб комбінованого зміцнення різального інструменту та деталей машин / В.Д. Ковальов, Ю.В. Мирошниченко, Я.В. Васильченко, А.В. Нечепуренко. - № u200507395; 15 заявл. 25.07.2005; опубл. 17.04.2006, Бюл. № 4/2006].

Відомий також спосіб [Пат. 143057 Україна, МПК С21D 7/06. Спосіб зміни фізико-механічних властивостей зразків з магнітних та немагнітних матеріалів / С.В. Ковалевський, О.С. Ковалевська - № u202000120; заявл. 08.01.2020; опубл. 10.07.2020, Бюл. № 13], вибраний нами за близький аналог, який включає розміщення зразка у постійному рівномірному магнітному полі та вплив на нього полічастотними коливаннями у вигляді широкосмугового частотного спектра рівних амплітуд ("білий шум") через п'єзоелектричний випромінювач.

Загальними істотними ознаками відомого способу й того, що заявляється, є розміщення деталі у полі постійного магніту, механічне збудження широкосмуговим сигналом через п'єзоелектричний випромінювач та реєстрація вібраційної відповіді п'єзоелектричним сенсором.

Недоліками близького аналога є: відсутність зворотного зв'язку та спектрального аналізу вібраційної відповіді; використання виключно широкосмугового збудження, при якому значна частина енергії витрачається на нерезонансних частотах, що не сприяють зміцненню; неможливість автоматичного супроводу змін резонансної частоти в процесі обробки.

В основу корисної моделі поставлено задачу вдосконалення відомого способу для підвищення якості зміцнення при суттєвому зниженні енергоємності процесу за рахунок концентрації енергії впливу на резонансній частоті деталі та безперервного трекінгу її дрейфу.

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що у способі локального зміцнення робочих поверхонь деталей, що включає розміщення деталі у полі постійного магніту, механічне збудження широкосмуговим сигналом через п'єзоелектричний випромінювач та реєстрацію вібраційної відповіді п'єзоелектричним сенсором, згідно з корисною моделлю, після первинного виявлення резонансних частот шляхом спектрального аналізу реакції на білий шум у діапазоні 1-20 кГц здійснюють перехід до гармонічного режиму збудження на виявленій частоті для використання ефекту резонансного підсилення, при цьому в процесі обробки безперервно відстежують дрейф резонансної частоти та здійснюють випереджувальну корекцію частоти генератора.

Перехід до гармонічного збудження на резонансній частоті забезпечує концентрацію енергії впливу виключно на власній частоті деталі, що створює необхідну амплітуду зміщення дислокацій при мінімальній потужності джерела. Алгоритм предиктивного налаштування обчислює швидкість дрейфу резонансної частоти, спричиненого зміною жорсткості матеріалу в процесі зміцнення, і випереджає корекцію частоти генератора, компенсуючи зміщення без дискретних перерв на повторне сканування.

Спосіб реалізується наступним чином. Валик зі сталі 40Х (Ø20×100 мм) розміщують у зазорі постійного неодимового магніту NdFeB (N52) з індукцією 0,8 Тл. Генератор формує імпульс білого шуму (1-20 кГц, тривалість 0,5 с) через п'єзоелектричний випромінювач. Адаптивний аналізатор через п'єзоелектричний сенсор фіксує відгук, проводить швидке перетворення Фур'є та виявляє резонансну частоту, наприклад, 9,8 кГц. Система переходить у режим гармонічного збудження на 9,8 кГц. Внаслідок резонансу амплітуда коливань зростає у 15-20 разів, активуючи магнітопластичні ефекти. Протягом обробки, 60 с, жорсткість поверхневого шару зростає, резонансна частота дрейфує на 0,2-0,5 кГц. Адаптивний аналізатор безперервно, частотою 100 Гц, коригує частоту генератора, утримуючи систему в резонансі 100 % часу.

Застосування пропонованого способу локального зміцнення робочих поверхонь деталей забезпечує підвищення твердості поверхневого шару до 22 %, втомної стійкості поверхні на 18 %, зниження енергоспоживання у 5-10 разів порівняно з широкосмуговими методами за рахунок резонансного підсилення та використання добротності механічної системи, повну автоматизацію процесу без операторського втручання та стабільні результати.