

УДОСКОНАЛЕННЯ ДИНАМІЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ СТРУКТУРНО-НЕОДНОРІДНИХ ДЕТАЛЕЙ ДТЗ

Писанець О.О., к.т.н.

(Донецька академія автомобільного транспорту)

Розроблена експериментальна методика ударного втискування індентора для визначення комплексу механічних характеристик технологічно неоднорідних деталей. Розроблена чисельно-експериментальна методика акустичного діагностування якості приповерхневих шарів неоднорідних деталей машин.

Актуальність теми. Інтересом до розробки достовірної методики динамічних розрахунків деталей нової техніки, об'єднаних в загальний клас структурно–неоднорідних об'єктів, в міцнісних розрахунках яких необхідно враховувати як природу неоднорідності, так і специфіку їх контактного або вібраційного навантаження. Проблематика роботи набуває важливої практичної цінності у зв'язку із застосуванням з істотно неоднорідних матеріалів в різних галузях промисловості і будівництва конструкційних елементів. У багатьох випадках це відповідальні та дорогі деталі несучих конструкцій, що піддаються високочастотним вібраціям, до яких пред'являються підвищені вимоги надійності і економічності.

У автомобілебудуванні практично повсюдно відпрацьована практика зміцнення зовнішньої поверхні деталі різними методами (цементация, нітроцементация, гальванізація, гарт). У зв'язку з цим область зовнішньої поверхні деталі за механічними властивостями відрізняється від серцевини. Природно, при деформації таких технологічно неоднорідних по структурі деталей виникають локальні динамічні ефекти, які приводять до концентрації напруги в проблемних зонах перетину деталі і які технічними засобами діагностувати складно.

Надійність роботи дорожніх транспортних засобів (ДТЗ) є однією з головних експлуатаційних властивостей. Багато в чому вона залежить від працездатності деталей двигуна, оцінка технічного стану яких потребує використання ефективних діагностичних засобів.

Особливо необхідні засоби і методика контролю при виникненні раптових відмов ДТЗ, які завадять ДТЗ виконувати свої транспортні функції при самих несприятливих умовах. Дуже небезпечними при цьому є процеси руйнування деталей, що можуть бути обумовлені появою на первинних стадіях незначного порушення суцільності матеріалу – тріщини.

Характерними роботами при поточному ремонті двигуна є заміна поршневих пальців. За допомогою контрольного інструмента, приладів і пристосувань визначають технічний стан виробу й порівнюють його з технічними умовами. Ознакою непридатності деталі до її подальшого використання є тріщини, задирки, вм'ятини, сліди корозії, пристале викришування й т.п.

У багатьох випадках необхідно відрізнити ранні від розвинених або заключних стадій руйнування, тобто ступінь розвитку тріщин у даному стані, наприклад, кінетику розвитку тріщин.

Важливим є прогнозування моменту переходу виробу в стан руйнування. Недопущення такого стану, що обумовлює раптову відмову, багато в чому залежить від чутливості методу фіксування перших тріщин.

Акустичну діагностику, тобто виконання діагностування з використанням параметрів коливального процесу пружного середовища, використовують під час віброакустичного діагностування двигуна та інших агрегатів автомобіля.

Об'єкт дослідження: неоднорідні деталі, складність внутрішньої структури перетинів яких обумовлена технологічною неоднорідністю приповерхневих шарів деталі, що виникає через зміцнення її бічної поверхні з використанням висококонцентрованих джерел енергії.

Предметом дослідження були динамічні міцнісні характеристики технологічно неоднорідних деталей циліндричної форми при вібраційних, ударних і контактних навантаженнях їх бічної поверхні.

Наукова новизна. Запропонована і конструктивно опрацьована чисельно-експериментальна методика визначення комплексу механічних характеристик неоднорідних деталей, заснована на методі ударного втискування індентора з подальшою кінцево-елементною обробкою отриманих даних. Це дало можливість істотно уточнити існуючі наближені схеми розрахунку і врахувати реальну технологічну неоднорідність механічних властивостей матеріалу поршневих пальців.

Практичне значення. Результати експериментальних досліджень комплексу механічних характеристик неоднорідних деталей, наведені в роботі, представляють практичний інтерес при створенні нових і модернізації відомих пристроїв і механізмів, оскільки дають можливість уточнити уявлення про характер контакту їх складових частин. Зокрема, з'являється можливість створювати економічні і науково обґрунтовані інформаційно-експертні системи експрес-контролю і проводити статистичний контроль якості продукції з урахуванням апріорної інформації про розподіл її механічних властивостей.

Основна частина. Міцність приповерхневого шару матеріалу у багатьох випадках має вирішальний вплив на міцність і довговічність не тільки окремих вузлів і деталей, але і машини в цілому. Тому часто постає необхідність проводити експериментальну перевірку впливу на міцність того або іншого поєднання основний метал – покриття. Прикладом такої технологічно неоднорідної деталі може служити поршневий палець при роботі двигунів внутрішнього згорання. Складні процеси контактування поршневого пальця з головкою шатуна і бобишками поршня з урахуванням технологічної неоднорідності матеріалу поршневого пальця і їх вплив на поле контактної напруги грають першорядну роль в міцнісному розрахунку поршневих пальців.

При оцінці напружено-деформованого стану деталей з технологічною неоднорідністю на прикладі поршневих пальців двигунів внутрішнього згорання при динамічному навантаженні, розроблено чисельно-експериментальний підхід.

Даний підхід враховує нелінійну залежність комплексу механічних характеристик матеріалу поршневих пальців від глибинної координати. Вказана залежність визначається за допомогою методу ударного втискування індентора з подальшою статистичною обробкою результатів експерименту. Отримані дані підтверджуються наведеними результатами мікроструктурного аналізу[1].

Для визначення комплексу механічних характеристик поршневих пальців був проведений експеримент запропонований у роботах [2,3]. Вимірювання проводили ударним втискуванням конічного індентора з кутом 90° в заздалегідь відшліфовану поверхню поршневих пальців з торця на різній глибині.

На рис. 1 показано деталі приладу для ударного втискування індентору: 1 - корпус; 2 - вузол датчика; 3 - бойок; 4 - демпфуюча гумка; 5 - пружина; 6 - тримач індентора; 7 - котушка індуктивності; 8 - магніти; 9 - рукоятка спускового механізму. Ударна установка складається з корпусу 1, вузла датчика і деталей спускового механізму. У середині корпусу розташовується бойок 3 з демпфуючою гумкою 4, який під дією пружини 5 ударяє по тримачу індентора 6. Для зводу і спрацьовування спускового механізму служить рукоятка 9. Переміщення індентора щодо нерухомого корпусу фіксується індукційним датчиком, що складається з котушки індуктивності 7 і постійних магнітів 8.

Для регулювання енергії удару передбачено попереднє підтискання пружини, переміщення блоку спускового механізму з пружиною і бойком уздовж осі приладу, що дозволяє змінювати відстань розгону бойка.

При необхідності для дослідження удару з підвищеними швидкостями встановлювали пружину більшої жорсткості. Джерелом сигналу використовували індукційний датчик (швидкості). Для отримання кривої переміщення $S(t)$ сигнал інтегрували, а для кривої прискорення $W(t)$ - диференціювали.

Характерні криві, одержані за допомогою індукційного датчика, наведено на рис. 2.

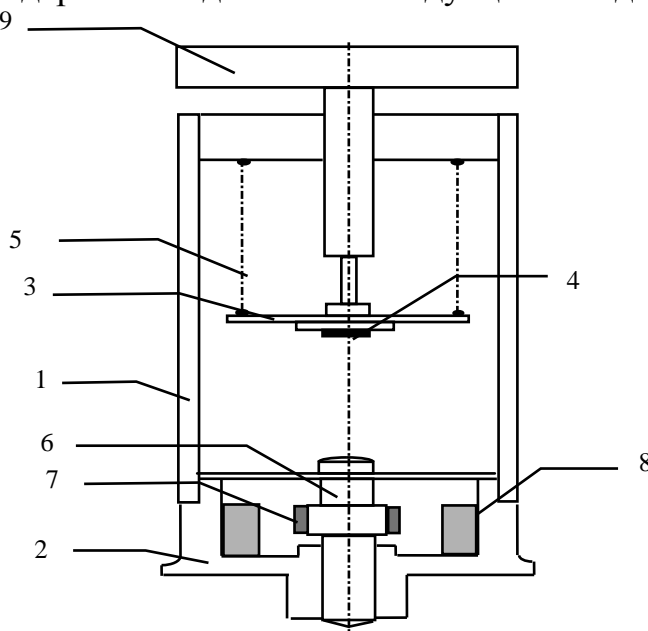
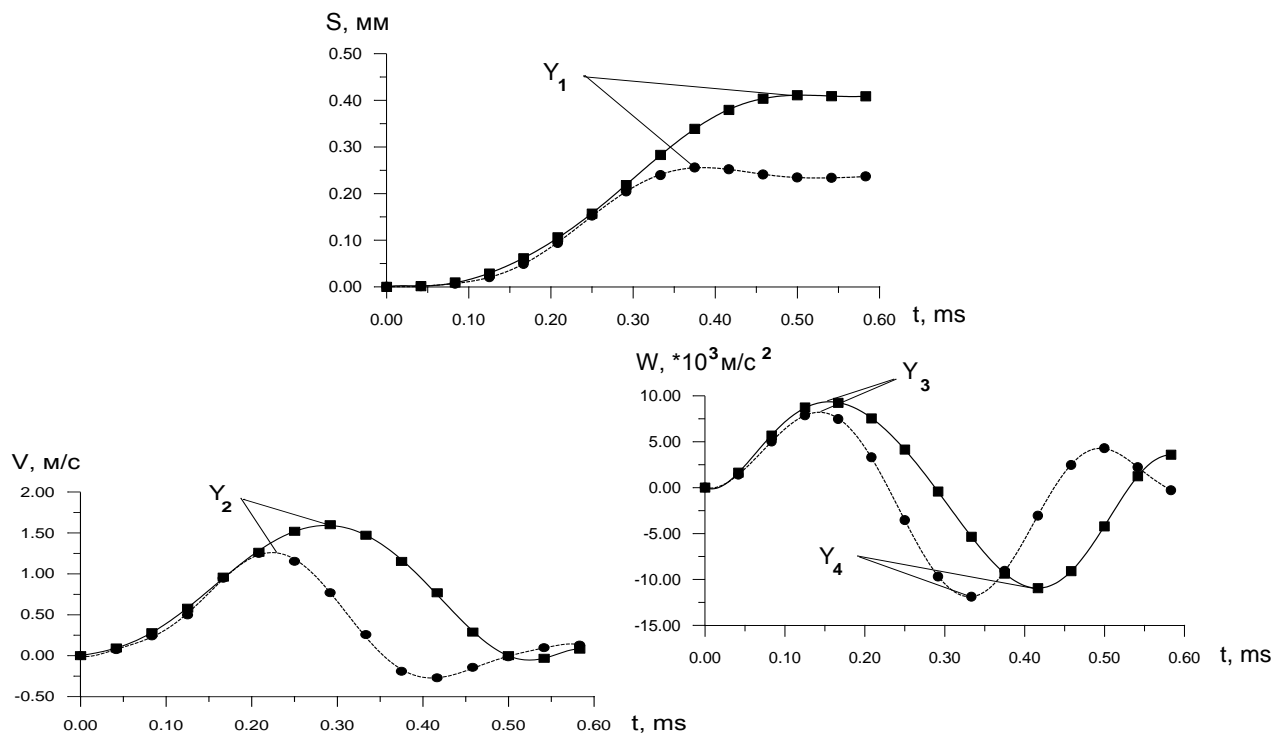


Рис. 1 Схема установки з пружинним механізмом завдання удару



■ - міра твердості HB 107; ● - міра твердості HB 405.

Рис. 2 Залежності переміщення, швидкості і прискорення індентора (індукційний датчик)

Результати випробувань подані на рис. 3 і 4. Як видно з графіків поверхня поршневих пальців має найвищі значення твердості HV, меж текучості σ_T і міцності σ_B і найнижче значення пластичності (відносне подовження після розриву) δ_5 . Надалі у міру зростання глибини міцнісні характеристики падають, а показники пластичності зростають. Така зміна характеристик спостерігається до середини стінки пальця, тобто до глибини 2 мм.

Висока контактна напруга, що виникає в зоні контакту поршневих пальців з головою шатуна, приводить не тільки до зносу, але й до появи мікротріщин. Для вивчення цих ефектів, а також для перевірки результатів, поданих на рис. 3 і 4, були проведені металографічні дослідження на мікроскопі «Неофот – 21»[1]. Шліфи обробляли 4 % розчином HNO_3 в спирті. Твердість вимірювали на приладі Роквелла за шкалою С. Як досліджуваний був вибраний палець, виготовлений зі сталі 20X, який піддавали термічній обробці (гарт + високе відпускання) з подальшим гарту струмами високої частоти.

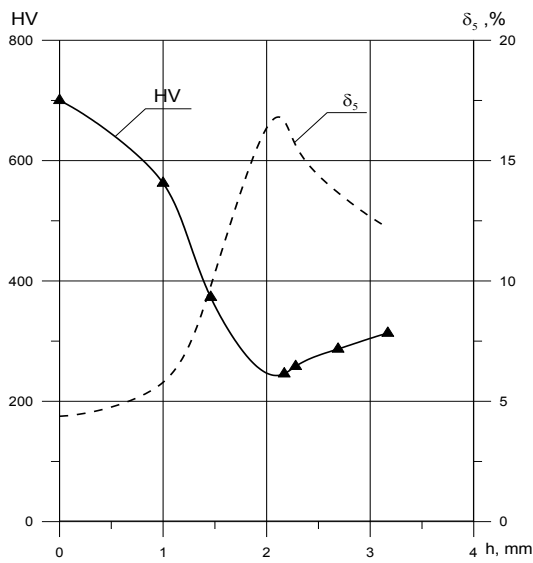


Рис. 3 Залежності твердості HV і відносного подовження після розриву δ_5 від глибини цементованого шару

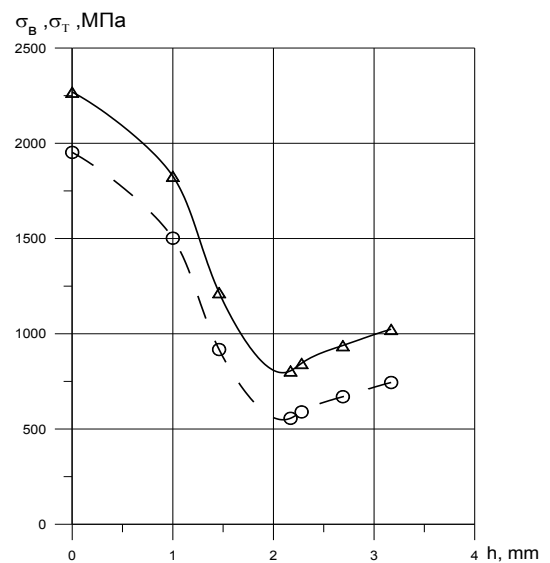


Рис. 4 Залежності меж текучості σ_T і міцності σ_B від глибини цементованого шару

Схема зміни твердості за глибиною подана на рис. 5. Видно, що із збільшенням глибини твердість матеріалу падає і стабілізується на рівні основного матеріалу.

Цей графік корелює з даними механічних характеристик (рис. 3, 4).

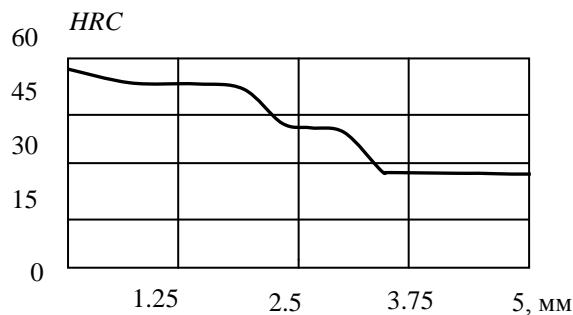


Рис. 5 Зміна твердості за глибиною

Висновки

1. Розроблено методику експерименту за визначенням комплексу механічних характеристик і розрахунку полів контактної напруги в технологічно неоднорідних деталях циліндричної форми за допомогою методу ударного втискування індентора.

2. Розглянута структура товщини приповерхнього шару деталі по окремих зонах, починаючи від зовнішньої поверхні до основного її матеріалу.

Запропонований новий метод для аналізу якості конструкційних сталей, заснований на ударному втискуванні індентора і реєстрації комплексу показників впровадження - переміщення, швидкості й прискорення індентора в часі. Отримані дані дозволяють суттєво уточнити застосовані раніше спрощені інженерні схемиміцнісного розрахунку поршневого пальця.

Список літератури

1. Вовк Л.П., Писанец А.А. Теоретические и экспериментальные методы определения механических характеристик неоднородных деталей машиностроения. – Донецк: «Вебер» (Донецкое отделение), 2007. – 213 с.

2. Беленький Д.М., Бескопильный А.Н. и др. Измерение механических свойств материала деталей машин и элементов конструкций // Заводская лаборатория – 1994, №4.- С. 30-32.

3. Беленький Д.М., Бескопильный А.Н. Измерение вектора механических свойств материала деталей машин / Вестник машиностроения. – 1997. – №8. – С. 44-47.

Аннотация

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ СТРУКТУРНО - НЕОДНОРОДНЫХ ДЕТАЛЕЙ ДТС

Писанец А.А.

Разработана экспериментальная методика ударного вдавливания индентора для определения комплекса механических характеристик технологически неоднородных деталей. Разработана численно-экспериментальная методика акустического диагностирования качества приповерхностных слоев неоднородных деталей машин.

Abstract

DYNAMICAL DIAGNOSTICS IMPROVEMENT OF STRUCTURALLY- HETEROGENEOUS DETAILS OF ROAD-TRANSPORT MEANS

Pisanets A. A.

The experimental technique of shock cave-in of an indenter is developed for definition of a complex of mechanical characteristics of technologically non-uniform details. The numerical and experimental technique of acoustic diagnosing of quality of near-surface layers of non-uniform details of cars is developed.