

Технічні науки

УДК 621.314

Яценко Сергій Анатолійович

студент

Національного технічного університету України

"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Яценко Сергей Анатольевич

студент

Национального технического университета Украины

"Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского"

Yatsenko Sergey

Student of the

National Technical University of Ukraine

"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

**АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ
РІЗАННЯ НА ВЕРТИКАЛЬНОМУ КОПРІ
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ
ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ НА ВЕРТИКАЛЬНОМ КОПРЕ
AUTOMATED SYSTEM FOR MODELING OF THE CUTTING
PROCESS ON VERTICAL COPPER**

Анотація. Розкрито суть удосконаленої автоматизованої системи для визначення міцності металів на вертикальному копрі врізанням. Аргументовано переваги системи у порівнянні з традиційними системами динамічних навантажень. Зроблено відповідні висновки щодо ефективності роботи розробленої системи.

Ключові слова: автоматизована система, визначення міцності, вертикальний копр, динамічні навантаження.

Аннотация. Раскрыта суть усовершенствованной автоматизированной системы для определения прочности металлов на вертикальном копре врезкой. Аргументированно преимущества системы по сравнению с традиционными системами динамических нагрузок. Сделаны соответствующие выводы об эффективности работы разработанной системы.

Ключевые слова: автоматизированная система, определения прочности, вертикальный копр, динамические нагрузки.

Summary. The essence of an improved automated system for determining the strength of metals on a vertical crush is investigated. The advantages of the system in comparison with traditional systems of dynamic loads are argued. appropriate conclusions have been made regarding the effectiveness of the developed system.

Key words: automated system, strength determination, vertical copper, dynamic load.

Вертикальний копр застосовується для визначення міцності металів і сплавів в умовах динамічного навантаження, де за відомими значеннями міцності визначається рівень напружень в металі, що є важливою характеристикою в подальших процесах обробки. Окрім того, за допомогою вертикального копра можна визначити наявність небажаних елементів таких як малих отворів, тріщин та інших негативних дефектів у заготовках.

В ІНМ ім. В. М. Бакуля НАНУ для визначення характеристик міцності крихких матеріалів при динамічному навантаженні використовується вертикальний "Копер". Дана установка є однією з найбільш прийнятних для випробування малогабаритних зразків крихких матеріалів при динамічному навантаженні. Швидкість, що досягається, під

час навантаження за рахунок вільного падіння бойка від 0,5 до 3 м/с [1, с. 457-458]

Дане технічне рішення полягає у переданні енергії імпульсу копра на зразок, що досліджується, з подальшим вимірювання датчиком (наприклад, датчиком акустичної емісії) і не дозволяє імітувати динамічний процес різання (випробування матеріалів на поріз); на установці можна визначити величину зусилля різання випробовуваних матеріалів та виробів. Окрім того, перед кожною серією випробувань необхідно проводити градування, що полягає у знаходженні коефіцієнтів градування, що визначають зв'язок між силою навантаження і динамічним напруженням.

Також було розглянуто інші методи ударного [2, с. 145-149], ріжучого [3, с. 1; 4, с. 112-114; 5, с. 1-2] та імпульсного [6, с. 5] навантаження шляхом різного роду деформуванням об'єкту, що піддається дослідженню з метод отримання якомога достовірних даних про стан об'єкта.

Серед методик, що найбільш часто використовуються для досліджень впливу на метали слабких ударних хвиль при середній швидкості деформації (з частотою 10^2 сек⁻¹), є розрізний стержень Гопкінсона [1, с. 450]. Однак, перед початком випробування об'єкту, що піддається контролю, необхідно оперувати з середніми значеннями напруження, деформації та швидкості деформації.

Більшість моделей можуть застосовуватись лише у вузькому діапазоні швидкостей деформації, тобто використовуватися тільки для дослідження певних матеріалів на копрі.

Тому було розроблено автоматизовану систему для моделювання процесу різання на вертикальному копрі, що є універсальною для випробування різних родів матеріалів, дозволяє виконати перевірку деталей на придатність та визначити їх міцність і цілісність.

Дана система полягає у модернізації маятникового копра шляхом введення додаткових складових одиниць, підключенням до персонального комп'ютера (ПК) та забезпеченні усіх необхідних умов для автоматизації процесу різання.

Дана система складається з корпусу, опори, маятника, шкали, гальма, різального ножа, а також з датчика для вимірювання амплітуди коливань (наприклад магнітоелектричний), датчика для зчитування величини прорізу, штовхача, лазера, фотоприймача, кулачка, шестерень, аналого-цифрового перетворювача (АЦП), щупа, механізмів автоматичного підйому та фіксації маятника (Система «Молот»). Розроблена система включає дві конвеєрні лінії, які відповідають за надходження та відведення об'єктів контролю з подальшим послідовним складанням їх у бункер для зберігання. Послідовність заповнення бункера матеріалами є обов'язковою, адже всі отримані характеристики записуються у файлі один за одним на ПК.

Виконання основних операцій, що виконуються на копрі управляється з центру управління - материнської плати, на якій розміщується мікроконтролер (наприклад ATmega 328 чи STM32), радіодеталі (для забезпечення коректного її функціонування) та інші порти для підключення периферії (датчиків, АЦП, фотоприймача, лазера, ліній прямого та зворотнього зв'язку з ПК).

Система «Молот» складається із механізмів автоматичного підйому та фіксації маятника. В залежності від виду матеріалу, його розміру, твердості та інших властивостей визначають необхідну висоту (амплітуду), на яку необхідно підняти маятник. Підняття маятника – комплексна задача, яка вирішується використанням крокового двигуна з правильно підібраним передаточним відношенням між шестернями, що запресовані на осі двигуна та маятника для досягнення точності та ефективності переміщення останнього.

Базування деталей можливе за торцем поверхні оправки, за призмою та «вільне» базування, яке полягає у автоматичному вирівнюванні поверхні, що випробовується. Правильне базування поверхні визначається шляхом сканування по 16 точках (подібно до сканування у 3D принтері) з подальшим автоматичним виставленням поверхні для оптимального процесу випробування.

Механізм фіксації реалізований як електричний замок у вигляді кулачка, що притримує шестерню, на яку запресований маятник. При надходженні сигналу від мікроконтролера електричний замок розмикається і кулачок відсувається таким чином, щоб не впливати на коливання маятника. Після виконання процесу врізання та вимірювання відбувається зупинка маятника за допомогою гальма, що діє безпосередньо на вісь маятника до повної його зупинки. Після цього відбувається повторне виставлення маятника на задану висоту, а випробуваний об'єкт виштовхується штовхачем і попадає на конвеєр, де переміщується далі у послідовно.

Перед випробуванням матеріалів задають вид матеріалу, габаритні розміри, наявність покриттів, термічних обробок, твердість (у разі необхідності) та інші допоміжні характеристики.

Автоматизована система для моделювання процесу різання на вертикальному копрі працює наступним чином. Із конвеєрної лінії надходить матеріал, який переміщується щупом. Останній реагує в тому випадку, коли спрацьовує датчик контролю, який являє собою лазерний промінь сфокусований на фотоприймач; при надходженні заготовки до робочої зони, подальший рух заготовки блокується стінкою і об'єкт контролю розміщується таким чином, що перекриває промінь. Таким чином подається сигнал на материнську плату, де за допомогою мікроконтролера визначається один із трьох станів копра у даний момент (активний - знаходиться в роботі; в режимі очікування, пасивний –

виявлено несправності) і подає сигнал до перегородки, яка упускається, і щупа який переміщує (заштовхує) об'єкт у оправку. При цьому рухома оправка спочатку відхиляється, об'єкт встановлюється та притискається для базування та затиснення дослідного зразка остаточно.

Одночасно з вищеописаним процесом відбувається підйом маятника, з міцно закріпленим лезом на кінці, на певну висоту, що обраховується автоматично або безпосереднім введенням даних користувачем. Положення маятника фіксує датчик для визначення амплітуди. Маяк фіксується в електричному замку. При надходженні сигналу «СТАРТ» відбувається розімкнення кулачка і маятник починає коливатися з заданою величиною. Досить важливим є перший вріз, значення якого фіксуються за допомогою датчика для зчитування величини прорізу. Далі АЦП конвертує сигнал та передає прямо на ПК, за результатами якого визначають рівень напружень в металі, наявність тріщин, отворів, мікро тріщин та формують висновок про придатність матеріалу в цілому. Результати записують послідовно в базу даних для подальшого їх використання.

Тоді з мікропроцесора надходить сигнал зупинити маятник гальмом. Після того відбувається виштовхування об'єкта контролю на конвеєрну лінію та повторного встановлення маятника на задану величину.

Усі параметри, такі як амплітуда, частота коливань може бути змінена користувачем через прямий ввід необхідних даних в ПЗ.У цьому випадку, якщо процес випробування розпочато - відбувається гальмування маятника, зміщення заготовки, перерахунок вхідних параметрів та зміщення маятника для досягнення необхідної амплітуди або якщо врізання ще не проводилось – перерахунок вхідних параметрів та зміщення маятника для досягнення необхідної амплітуди.

Процес врізання досягається завдяки швидкому нанесенні царапини на поверхні деталі завдяки надійно закріпленому лезу та правильному підбору інших характеристик для конкретного виду зразків контролю.

Вагомою ознакою є жорсткість системи, яка призначена для підвищення ефективності та надійності процесу врізання. Досягається вона шляхом введення додаткових затискачів об'єкту контролю, демпферних та вібропоглинаючих матеріалів, спеціальної системи кріплення лез та ін.

Розроблена автоматизована система для моделювання процесу різання на вертикальному копрі дозволяє, визначити міцність, рівень напружень в металі та наявність механічних пошкоджень серійного та малосерійного виробництва, за результатами якої відбувається швидке визначення придатності заготовок.

Література

1. Новиков Н.В. Силоизмерительное устройство для динамических испытаний материалов / Н.В. Новиков Н.В.,Л.Н. Девин Л.Н.,С.А. Иванов // Заводская лаборатория. – 1980. – 46. – №7. – С. 665–667.
2. Кольский Г. Волны напряжения в твердых телах./ Г. Кольский – Монография / М.: Иностранная литература, 1955. - 194 с.
3. Патент 57352 UA B23B 25/00 Пристрій для моделювання різання / Суліма О. Г., Девін Л. М. ; заявник Інститут надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля НАН України. – № u201008985; заявл. 19.07.2010р.; опубл. 25.02.2011р., Бюл № 4, 2011 р.
4. Л.Н. Девин. Моделирование процесса резания на установке для динамических испытаний / Девин Л.Н.,Стахнив Н.Е.,Сулима А.Г. // Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент - техника и технология его изготовления и применение : Сборник научных трудов, выпуск №8, Киев 2005г. Изд.: НТАК "АЛКОН" Стр: 306-309
5. Патент РФ 2158912 G01N3/30, G01N3/58 установка для испытания материалов и изделий на порез / Гущина Т.В., Тюриков Б.М., Лапин А.П.; заяв. 02.08.1996р.; опубл. 10.11.2000 р.

6. Копры маятниковые для испытания металлов 2010 КМ-30. Техническое описание и инструкция по эксплуатации Гб 2.774.016 ТО. 1972 г. - с. 32.