

ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ДОНБАСЬКА ДЕРЖАВНА МАШИНОБУДІВНА АКАДЕМІЯ»

Тулупова Катерина Володимирівна

УДК 621.774

РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ НОВИХ МЕТОДІВ КОНТРОЛЮ
ДЕТАЛЕЙ МАШИН З ВИКОРИСТАННЯМ ЕФЕКТУ АКУСТИЧНОЇ
ЕМІСІЇ

Спеціальність 8.05050201 – Технологія машинобудування

Автореферат
Магістерської дипломної роботи

Краматорськ – 2014

Дипломною роботою є рукопис

Робота виконана в Донбаській державній машинобудівній академії
Міністерства освіти і науки України

Науковий керівник д.т.н, проф.

Ковалевський Сергій Вадимович,

Донбаська державна машинобудівна академія

Захист відбудеться 24 грудня в Державній машинобудівній академії за
адресою м. Краматорськ, вул. Шкадинова 72, 84313

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Сучасний стан промисловості вказує на необхідність розробки проблемно-орієнтованих систем управління, здатних прискорити процес автоматизації виробництва і одночасно забезпечити більш високий рівень якості виробів. Це зумовлено новими вимогами до конкурентоспроможності продукції в умовах сучасного ринку, а саме, потребою в зниженні вартості процесу виробництва з одночасним підвищенням його точності і надійності. Забезпечення якості неможливо без контролю якості. Контроль якості – це одна з основних функцій у процесі управління якістю.

Необхідність контролю на виробництві дорогих матеріалів, технологічно складних виробів, вузлів, доступ до деяких частин яких є обмеженим, з високою точністю та продуктивністю вимагає створення нових методів контролю точності. Для цього доцільно використовувати неруйнівні методи контролю, які не потребують руйнування експериментального зразка, а також сприяють економії матеріальних та часових ресурсів.

Мета роботи: запропонувати неруйнівний безконтактний метод контролю комплексу розмірів деталей на основі використання ефекту акустичної емісії, викликаной імпульсним впливом на контрольовану деталь електромагнітного поля. Відповідно до поставленої мети визначені наступні **завдання:**

- підвищити точність та швидкість контролю;
- розробити експериментальну установку та послідовність проведення експерименту;
- виявити діагностичну ознаку на підставі аналізу спектра акустичного сигналу резонансних коливань деталі;
- виявити системний зв'язок з акустичними коливаннями;
- розробити методику контролю та блок-схему пристрою.

Об'єктом досліджень є методи неруйнівного безконтактного контролю точності та якості деталей машин.

Предмет дослідження: ефект акустичної емісії. Методи дослідження – теоретико-експериментальні.

Методи дослідження. теоретико-експериментальні. Теоретичні дослідження виконані на основі обґрунтування результатів експериментальних досліджень, накопичувального досвіду та на основі ймовірносно-статистичних методів. Експериментальні дослідження виконані в лабораторних умовах з використанням експериментальної установки та метрологічних засобів контролю.

Обробка експериментальних даних здійснювалася за допомогою методів нейромережевого моделювання експериментальних даних з використанням програмного забезпечення та за допомогою табличних процесорів.

Наукова новизна полягає в наступному: вперше запропоновано метод безконтактного контролю на основі аналізу акустичного спектру; теоретично та експериментально обґрунтовано гіпотезу про те, що нормований ступінчастий вплив на контрольовану деталь супроводжується її відгуком, що має специфічні характеристики, з поєднання яких можна діагностувати величину і точність розмірів деталей та інших характеристик їх якості.

Практична цінність:

- розроблено методику проведення контролю розмірів;
- створено блок-схему пристрою комплексного контролю розмірів деталей.

Апробація результатів роботи: основні теоретичні та прикладні положення і висновки роботи представлені на чотирьох міжнародних та всеукраїнських конференціях: Науково-практичній конференції Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт в галузі «Машинознавство» (м. Чернігів, ЧНТУ, 26-27 березня 2014р.); Студентській

науково-технічній конференції «Молода наука» (м. Краматорськ, ДДМА, 10 квітня 2014р.); III Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» (м. Тернопіль, ТНТУ ім. І. Пулюя, 19-20 листопада 2014р.); Тринадцята всеукраїнська наукова конференція з міжнародною участю «Нейромережеві технології та їх застосування» (м. Краматорськ, ДДМА, 10-11 грудня 2014р.).

Публікації. Основна ідея та зміст роботи опубліковані в трьох збірниках наукових праць, серед них в одному виданні зі списку ВАК.

Особистий вклад автора полягає в проведенні наукових досліджень, аналізі отриманих даних, обробці отриманих результатів.

Також за результатами роботи сформовано заявку на патент «Спосіб безконтактного контролю розмірів деталей» (Ковалевський С.В., Тулупова К.В.)

Структура та обсяг роботи. Магістерська дипломна робота містить вступ, шість розділів і додатки. Зміст розділів магістерської роботи викладений на 114 сторінках, із них 21 рисунок, 11 таблиць, 6 додатків, 66 використаних літературних джерел.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

В першому розділі: «Аналіз літературних джерел» – виконано огляд літератури. Встановлено проблемні питання контролю виробів на підприємствах. Значення контролю полягає в тому, що він дозволяє вчасно виявити помилки, щоб потім оперативно виправляти їх з мінімальними втратами. Для рішення зазначеної задачі на підприємствах застосовуються різні методи контролю, спрямовані на підвищення якості продукції. Природно, що найбільш перспективним є неруйнівний контроль.

Розглянуто основні неруйнівні методи контролю. Найбільш інформативним методом є метод акустичної емісії. Багато дослідників

підтвердили, що максимально інформативним є сигнал, викликаний акустичною емісією.

Не дивлячись на великі можливості акустичних методів, це напрямок у нинішній час досліджено недостатньо, причинами цього є відсутність загальної методики проведення такого акустичного контролю та методів обробки даних (методів аналізу).

У другому розділі: «Методика досліджень» – розроблена методика досліджень, для досягнення мети дослідження створена експериментальна установка.

Огляд літератури, викладений у першому розділі роботи, вказує на необхідність вирішення проблеми підвищення продуктивності випуску виробів за рахунок скорочення витрат часу і підвищення надійності контрольних операцій. Сформована проблема впливає на витрати часових ресурсів та продуктивність обробки, а відповідно на економічну складову виробництва і як наслідок – конкурентоспроможність підприємства. У зв'язку з цим, однією з умов збереження високих позицій підприємства на сучасному ринку є використання ресурсозберігаючих технологічних процесів і підвищення якості і точності продукції. Необхідність рішення цієї проблеми вимагає розробки способу діагностики розмірів виробу з достатньою для технологічної обробки точністю і достовірністю. Одним з перспективних напрямків є застосування методу акустичної діагностики на основі амплітудно-частотної характеристики.

В роботі сформульована гіпотеза про те, що нормований ступінчастий вплив на контрольовану деталь супроводжується її відгуком, який має специфічні характеристики, з сукупності яких можна діагностувати величину і точність розмірів деталей та інших характеристик їх якості.

В якості впливу на контрольовану деталь використані порушені в результаті подачі в контур збудження електромагнітного імпульсу, викликаного розрядом конденсатора, зарядженого до заданого значення, на ланцюг індуктивності, розташований в безпосередній близькості від

контрольованої деталі. Оскільки збудження, що виникає в коливальному контурі R-L-C ініціює магнітоелектричні процеси в тілі деталі, то вони можуть фіксуватися у вигляді відбитих імпульсів різної частоти, які залежать від розмірів деталі і від середовища поширення сигналів (щільності металу, фазового складу тощо). Принципіальна схема експериментальної установки представлена на рисунку 1.

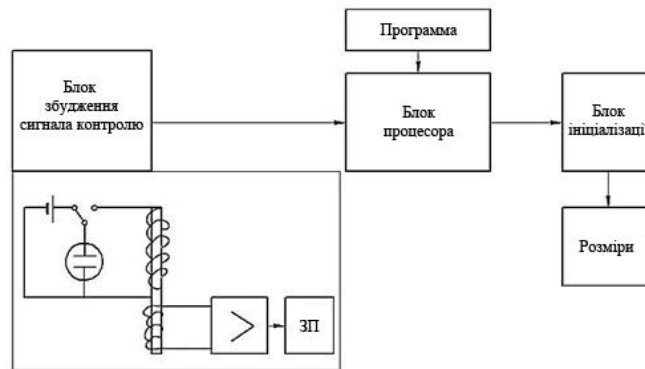


Рис. 1 Принципіальна схема експериментальної установки

У третьому розділі «Теоретико-експериментальні дослідження за допомогою амплітудно-частотної характеристики власних коливань деталей» – проведено експеримент для отримання амплітудно-частотних характеристик деталей, керуючись припущенням, що існує взаємозв'язок між віддзеркаленими імпульсами та розмірами деталей.

В якості впливу на контрольовану деталь використані порушені в результаті подачі в контур збудження електромагнітного імпульсу, викликаного розрядом конденсатора, зарядженого до заданого значення, на ланцюг індуктивності, розташований в безпосередній близькості від контрольованої деталі. Оскільки збудження, що виникає в коливальному контурі R-L-C ініціює магнітоелектричні процеси в тілі деталі, то вони можуть фіксуватися у вигляді відбитих імпульсів різної частоти, які залежать від розмірів деталі і від середовища поширення сигналів (щільності металу, фазового складу тощо).

Відбиті імпульси деталі записувались у числовому та графічному вигляді (спектр) на комп'ютері за допомогою програмного продукту "Oscilloscope" для подальшої обробки. Функції відгуку у вигляді спектрів

амплітудно-частотних характеристик є результатом експерименту. Всього скоювалось по 3 розряду конденсатора для кожної з 15 деталей.

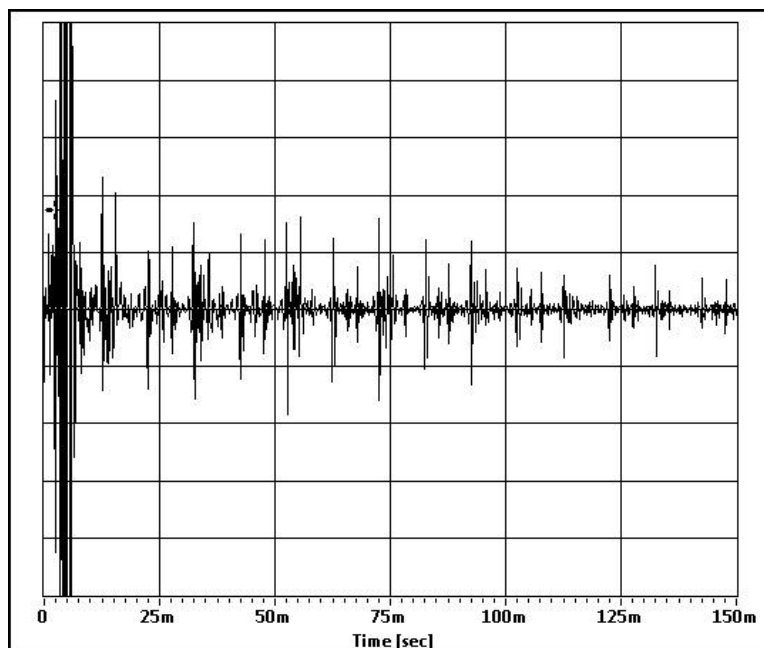


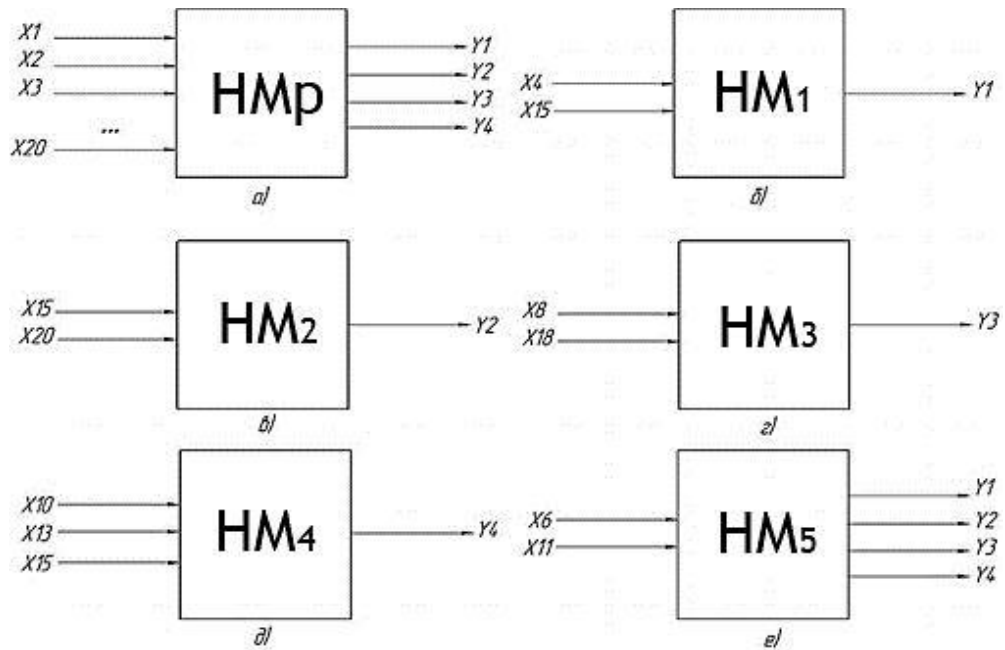
Рис. 2 Приклад спектрограми власних коливань деталі

Після обробки імпульсів відгуку за допомогою перетворень Фур'є отримано амплітудно-частотні характеристики.

В результаті сформована таблиця даних амплітудно-частотних характеристик деталей та нормалізація даних, з 20 фільтрами частот, амплітуди яких досліджувалися на взаємозв'язок з розмірами зразків. Для цієї мети складена таблиця вихідних даних, в якій кожен кортеж даних відповідає одному зразку – його розмірами і амплітудам амплітудно-частотної характеристики для кожного з 20 частотних діапазонів. Дослідження проведено з застосуванням відомого пакета Neuro Pro 0.25.

На основі отриманих даних побудована нейронна мережа, де X – амплітудно-частотні характеристики деталей, вхідні поля, а Y – розміри деталей, вихідні поля, тобто проводилося навчання мережі з учителем.

Нейромереві моделі представлено на рисунку 3.



а – вихідна; б – для обчислення $Y1$; в – для обчислення про $Y2$; г – для обчислення $Y3$; д – для обчислення $Y4$; е – для обчислення сукупності розмірів $Y1$, $Y2$, $Y3$ і $Y4$.

Рис. 3 Нейромережеві моделі

Отримані математичні моделі для обчислення розмірів зразків, що включають значення амплітуд не більше 2-3 частотних фільтрів. Ці моделі одержано у вигляді вербальних описів рівняннями нейроподібного перетворення амплітуд фільтрів значущих частот і можуть бути представлені найпростішими алгебраїчними розрахунками, легко реалізованими в табличних процесорах.

Створення нейронної мережі дозволило визначити значущі входи, тобто які амплітуди мають взаємозв'язок з розмірами деталей, які не мають такого вирішального значення.

В результаті розроблено блок-схему пристрою контролю (рис.4)

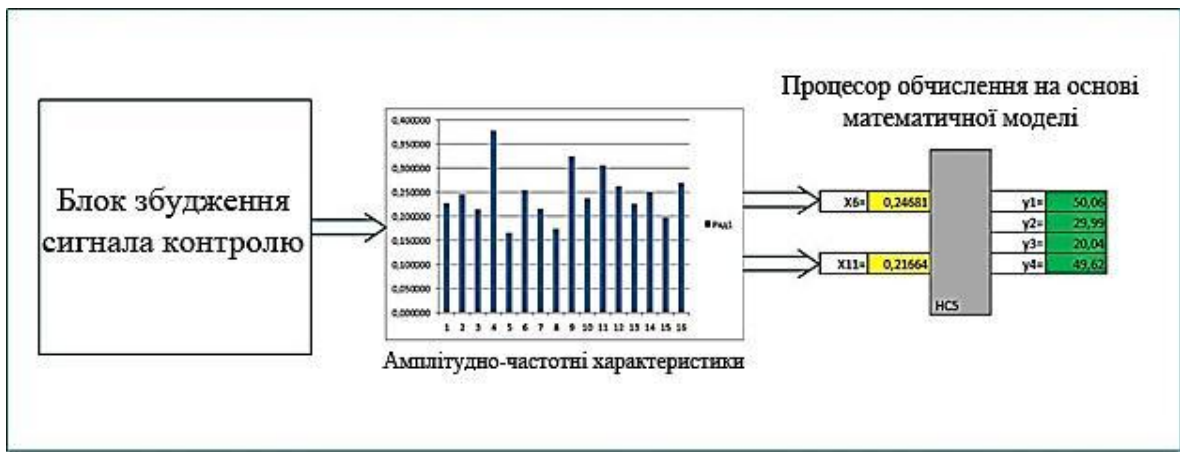


Рис. 4 Блок-схема пристрою комплексного контролю розмірів деталей

Схема установки настільки проста, що дозволяє контролювати деталі в процесі обробки, також дана установка набагато нижче за вартістю, порівняно з іншими контролюючими пристроями, що є її величезною перевагою. Деталь піддається впливу з допомогою блоку порушення контролюючого сигналу – електромагнітного імпульсу, який супроводжується функцією відгуку у вигляді спектру амплітудно-частотних характеристик деталі. Амплітудно-частотні характеристики обробляються в блоці процесора згідно рівнянням вербального опису. Результатом такої обробки є всі контрольовані розміри.

У четвертому розділі «Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи» – розроблено методичні вказівки до виконання роботи «Контроль точності деталей з використанням ефекту акустичної емісії». Мета цієї роботи: виконати контроль розмірів партії деталей методом безконтактного контролю, заснованим на використанні ефекту акустичної емісії.

У п'ятому розділі «Економічний аналіз досліджень» – визначено та розраховано економічні показники. Одним з перспективних напрямів в економії матеріальних і енергетичних ресурсів є створення менш енергоємних технологічних процесів за рахунок прогресивних та перспективних технологій.

За рахунок впровадження безконтактного методу контролю точності і якості деталей, заснованого на використанні ефекту акустичної емісії, досягнуто:

- можливість автоматизації контрольних операцій;
- можливість проведення контролю виробів під час технологічного процесу;
- збільшення продуктивності контролю та технологічного процесу в цілому;
- підвищення точності, надійності та достовірності контролю;
- зниження відсотка браку виробів;
- зниження собівартості, підвищення продуктивності праці та поліпшення умов праці за рахунок механізації робіт на підприємстві.

Економічний ефект склав 27,538 тис. грн.

У шостому розділі «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях» – проаналізовано небезпечні та шкідливі виробничі фактори при роботі користувача ПЕОМ, розроблені заходи по забезпеченню безпечних і комфортних умов праці. Запропоновані заходи дозволили підвищити продуктивність праці на 10,1%.

Розроблені заходи, спрямовані на підвищення стійкості проектного об'єкта на випадок вибуху рідкого пропану.

ОСНОВНІ ВИСНОВКИ Й РЕЗУЛЬТАТИ

В результаті проведених досліджень вирішено важливе науково-технічне завдання – розроблення методики діагностики розмірів виробів, яка дозволяє здійснювати контроль розмірів деталей з високою точністю, продуктивністю та економією матеріальних ресурсів.

1. Запропонований в роботі принцип контролю параметрів деталі може бути використаний для практичних цілей з достатньою точністю.

2. Встановлено, що математичне моделювання при обробці сигналу відгуку дозволяє значно скоротити обсяг необхідної інформації для визначення розмірів деталей на основі амплітудно-частотних характеристик сигналу відгуку при імпульсному впливі на матеріал деталі електромагнітного поля.

3. Доведено, що збільшення кількості одночасно контрольованих розмірів не призводить до суттєвого збільшення складності моделі та числа елементів.

4. Реалізація запропонованого принципу контролю розмірів деталей можлива з застосуванням програмованих контролерів, що використовують вербальний опис для створення промислового пристрою.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИПЛОМА

Всього за темою дипломної роботи опубліковано 3 праці.

1. Ковалевский С.В. Разработка и исследование метода контроля деталей машин на основе эффекта акустической эмиссии. / С.В. Ковалевский, В.И. Тулупов, Е.В. Тулупова // Студенческий вестник ДГМА. - Краматорск: ДГМА, 2014.

2. Ковалевский С.В. Разработка и исследование метода контроля деталей машин на основе эффекта акустической эмиссии. / С.В. Ковалевский, Е.В. Тулупова // «Актуальні задачі сучасних технологій» збірник тез доповідей Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів - Тернопіль: ТНТУ ім. Пулюя, 2014. – С.34.

3. Ковалевский С.В. Разработка и исследование метода контроля деталей машин на основе эффекта акустической эмиссии. / С.В. Ковалевский, В.И. Тулупов, Е.В. Тулупова // «Нейросітєві технології та їх застосування НСТиП-2014» збірник наукових праць. - Краматорск: ДГМА, 2014.

АНОТАЦІЇ

Ковалевський С.В., Тулупов В.І., Тулупова К.В. Розробка та дослідження методу контролю деталей машин на основі ефекту акустичної емісії // Науковий Вісник ДДМА. – 2014. – № 1 (1Е).

Запропонований в роботі принцип контролю параметрів деталі може бути використаний для практичних цілей з достатньою точністю. Встановлено, що інформація, необхідна для визначення розмірів деталей на основі амплітудно-частотних характеристик сигналу відгуку при імпульсному впливі на матеріал деталі електромагнітного поля дозволяє значно скоротити обсяг інформації на основі математичної моделі обробки сигналу відгуку. У роботі доведено, що збільшення кількості одночасно контрольованих розмірів не приводить до істотного збільшення складності моделі і числа елементів. Реалізація запропонованого принципу контролю розмірів деталей можлива із застосуванням програмованих мікропроцесорів, що використовують вербальне опис для створення промислового пристрою.

Kovalevsky S.V., Tulupov V.I., Tulupova E.V. Development and research of the method of control of machine parts based on the effect of acoustic emission // Scientific Herald of the DSEA. – 2014. – № 1 (1E).

Proposed in principle control parameter items can be used for practical purposes with sufficient accuracy. It is established that the information needed to determine the dimensions of parts on the basis of amplitude-frequency characteristics of the response signal with pulse action on the material parts of the electromagnetic field can significantly reduce the amount of information on the basis of a mathematical model of the processing of the response signal. It is proved that increasing the number of simultaneously controlled size does not significantly

increase the complexity of the model and the number of elements. Implementation of the proposed principle of dimensional inspection of parts is possible with programmable microprocessors using verbal description for the industrial unit.