

ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ДОНБАСЬКА ДЕРЖАВНА МАШИНОБУДІВНА АКАДЕМІЯ»

Нагієва Аліна Інтігамівна

УДК 621.774

РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ НОВИХ МЕТОДІВ КОНТРОЛЮ
ДЕТАЛЕЙ МАШИН ДЕТАЛЕЙ З ВИКОРИСТАННЯМ РЕЗОНАНСНО-
АКУСТИЧНОГО СИГНАЛУ

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 розмірів і шорсткості деталей на основі використання резонансно-акустичного сигналу, який викликає власні резонансні коливання деталей машин, що будуть містити інформацію про їх розмірні і якісні характеристики, для оцінки значень розмірів та показників якості поверхні деталей досить мати інформацію про відносні значення амплітуд тільки певних частотних діапазонів. 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 схему пристрою.

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

Предмет дослідження: резонансно-акустичний сигнал. 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 вплив на контрольовану деталь резонансно-акустичним сигналом супроводжується її відгуком, що має специфічні характеристики, з поєднання яких можна діагностувати величину і точність розмірів і шорсткості деталей.

Практична цінність:

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

Апробація результатів роботи: основні теоретичні та прикладні положення і висновки роботи представлені на двох міжнародних та всеукраїнських конференціях: Студентській науково-технічній конференції

«Молода наука» (м. Краматорськ, ДДМА, 10 квітня 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.

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

Також за результатами роботи сформовано заявку на патент «Спосіб контролю розмірів деталі за допомогою сигналу резонансних коливань» (Ковалевський С.В., Нагієва А. І.)

Структура та обсяг роботи. Магістерська дипломна робота містить вступ, шість розділів і додатки. Зміст розділів магістерської роботи викладений на 104 сторінках, із них 30 рисунок, 20 таблиць, 3 додатків, 65 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 на основі використання резонансно-акустичного сигналу. Багато дослідників підтвердили, що максимально інформативним є сигнал, викликаний резонансно-акустичним сигналом.

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 вплив на контрольовану деталь резонансно-акустичним сигналом супроводжується її відгуком, що має специфічні характеристики, з поєднання яких можна діагностувати величину і точність розмірів і шорсткості деталей.

За допомогою впливу на контрольовану деталь акустичним резонансним сигналом можна порушити в ній спектр власних резонансних коливання з подальшим переведенням їх в математичну модель ідентифікації розмірів і показників шорсткості поверхонь. Схема процесу контролю, представлена на рис.1.

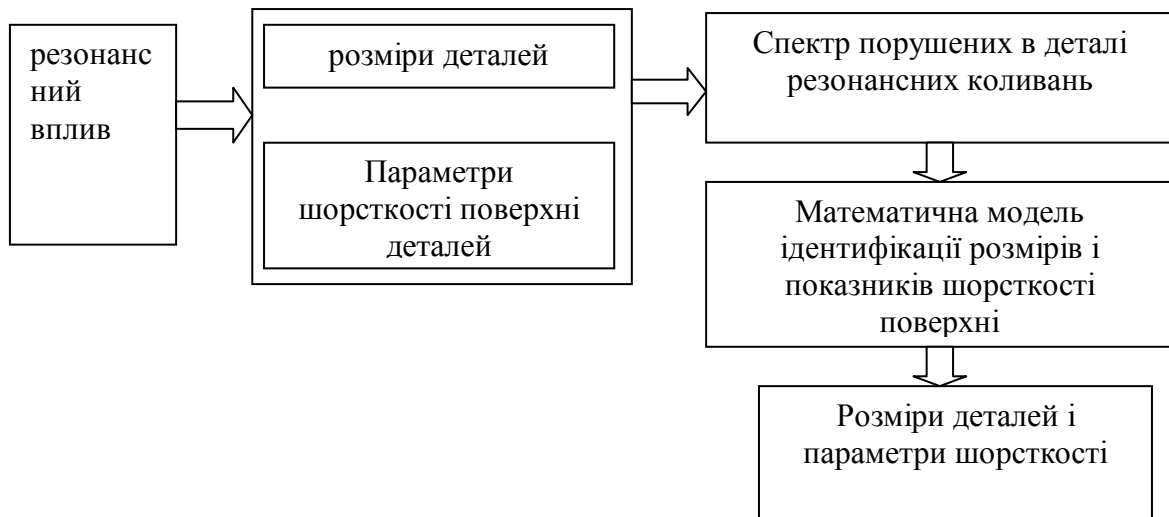


Рисунок 1 – Схема процесу акустичного контролю розмірів і шорсткості поверхні деталі

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 сигналами та розмірами деталей і параметри шорсткості.

За допомогою впливу на контрольовану деталь акустичним резонансним сигналом можна порушити в ній спектр власних резонансних коливань з подальшим переведенням їх в математичну модель ідентифікації розмірів і показників шорсткості поверхонь.

Принцип дії експериментальної установки полягає в наступній послідовності. До зразком з одного боку притискається п'єзоелектричний випромінювач, а з іншого боку - п'єзоелектричний датчик. Це положення заготовки і датчиків надійно забезпечується спеціальною затискною конструкцією. За допомогою генератора до випромінювача підводиться звуковий сигнал, який фіксується датчиком і подається на мікрофонний вхід аналізатора спектра частот, реалізованого на базі персонального комп'ютера. Отриманий оцифрований спектр частот зі ступенями обраної скважності являє собою частину кортежу даних входів, а характеристики деталей X_i і Y_i

- решту кортежу даних зразків деталей. Таким чином отримано навчальну множину для побудови нейромережевої моделі, представленої вербальним описом пакета NeuroPro 0,25. Навчальна множина представлено вибіркою з 80 кортежів даних. Решта 20 кортежів даних використані для тестової вибірки, за допомогою якої виконано аналіз точності створеної нейросетевої моделі.

На рис.2 представлений приклад спектра одного зразка і його оцифровки (табл.1).

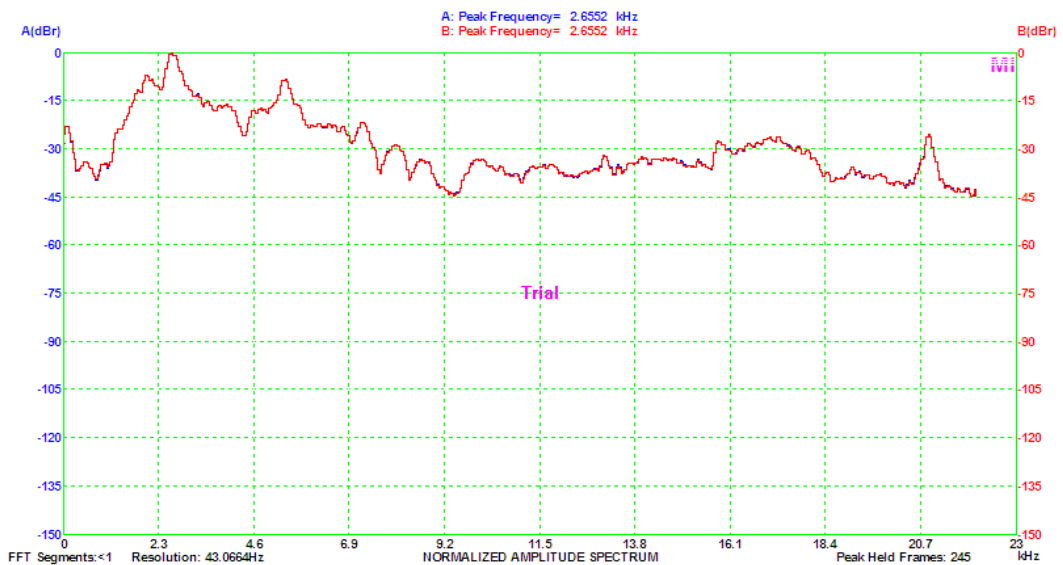


Рисунок 2 - Приклад спектра одного зразка деталі

Таблиця 1 - Оцифровка спектра деталі на резонансній частоті (приклад)

	fmin	fmax	
x1	0	818,262	-32,5966
x2	861,3284	1679,59	-28,8732
x3	1722,656	2540,918	-9,6401
x4	2583,984	3402,246	-8,83679
x5	3445,312	4263,574	-17,5765
x6	4306,64	5124,902	-19,6555
x7	5167,968	5986,23	-15,4515
x8	6029,296	6847,558	-23,2669
x9	6890,624	7708,886	-27,7982
x10	7751,952	8570,214	-32,8641
x11	8613,28	9431,542	-39,129
x12	9474,608	10292,87	-36,8023
x13	10335,94	11154,2	-37,4912
x14	11197,26	12015,53	-35,8229
x15	12058,59	12876,85	-37,7139
x16	12919,92	13738,18	-35,311
x17	13781,25	14599,51	-33,5372
x18	14642,58	15460,84	-34,4977
x19	15503,9	16322,17	-31,4392
x20	16365,23	17183,49	-28,3186
x21	17226,56	18044,82	-29,5857
x22	18087,89	18906,15	-37,5842
x23	18949,22	19767,48	-37,8516
x24	19810,54	20628,81	-40,1119
x25	20671,87	21490,13	-35,5566

За результатами визначення характеристик деталей за їхніми спектрами на резонансних частотах виконано порівняння похибки оцінки на основі порівняння реальних розмірів і їх передбачених значень на всьому тестовому безлічі (рис. 3 і 4).

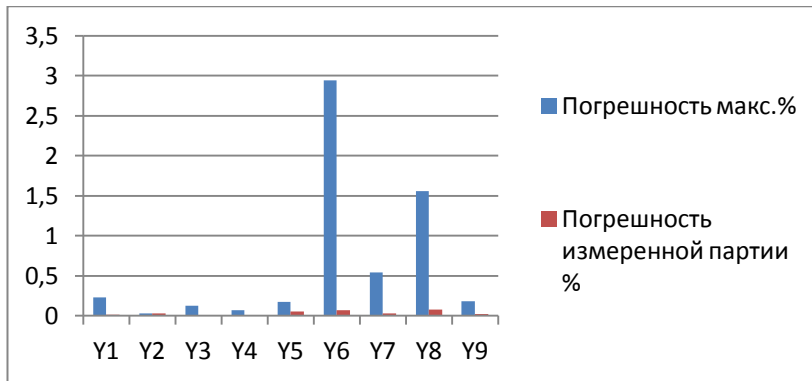


Рисунок 3 - Похибки оцінки на основі порівняння реальних розмірів і їх передбачених значень на всьому тестовому безлічі для 1% -ної точності нейросетевой моделі.

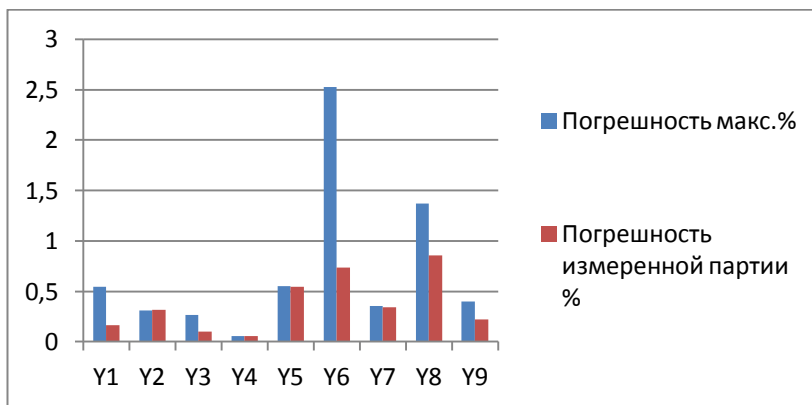


Рисунок 4 - Похибки оцінки на основі порівняння реальних розмірів і їх передбачених значень на всьому тестовому безлічі для 10% -ної точності нейросетевой моделі.

Експериментальні дані підтверджують достатню точність методики акустичного контролю розмірів і показників шорсткості поверхонь деталей. Похибка визначення розмірів і шорсткості поверхонь деталей в межах поля допуску. Контрольовані значення були отримані з точністю до 10% поля допуску, що відповідає вимогам точності вимірювального пристрою.

У четвертому розділі «Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи» – розроблено методичні вказівки до виконання роботи «Контроль розмірів і шорсткості поверхонь деталей з використанням

резонансно-акустичного сигналу». Мета цієї роботи: виконати контроль розмірів і шорсткості поверхонь деталей партії деталей методом безконтактного контролю, заснованим на використанні резонансно-акустичного сигналу.

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 11, 995тис. 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 10,6%.

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 і шорсткості поверхонь виробів, яка дозволяє здійснювати контроль розмірів деталей і шорсткості поверхонь з високою точністю, продуктивністю та економією матеріальних ресурсів.

1. Встановлено, що резонансні коливання деталей машин містять інформацію про їх розмірні і якісні характеристики.

2. Показано, що вилучення інформації про зміст резонансних коливань деталей слід виконувати на основі аналізу їх амплітудно-частотних спектрів.

3. Запропонована методика вимірювання числових значень амплітудно-частотних спектрів резонансних коливань деталей.

4. Запропоновано та апробовано методику побудови нейромережевої математичної моделі, що відбиває взаємозв'язок спектральних характеристик резонансних коливань деталей з розмірами та показниками якості поверхні.

5. Встановлено, що для оцінки значень розмірів та показників якості поверхні деталей досить мати інформацію про відносні значення амплітуд тільки певних частотних діапазонів.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИПЛОМА

Всього за темою дипломної роботи було опубліковано:

1. Ковалевский С.В. Акустический контроль размеров и показателей шероховатости деталей с применением нейросетевых моделей. / С.В. Ковалевский, А.И. Нагиева // Студенческий вестник ДГМА. - Краматорск: ДГМА, 2014.

2. Ковалевский С.В. Исследование видов взаимосвязи размеров детали. / С.В. Ковалевский, А.И.Нагиева // «Молодая наука – 2014» збірник наукових праць. - Краматорск: ДГМА, 2014.

3. Ковалевский С.В. Акустический контроль размеров и показателей шероховатости деталей с применением нейросетевых моделей. / С.В. Ковалевский, А.И. Нагиева //«Нейросітьові технології та їх застосування НСТИП-2014» збірник наукових праць. - Краматорск: ДГМА, 2014.

4. Сформовано заявку на патент «Спосіб контролю розмірів деталі за допомогою сигналу резонансних коливань» (Ковалевський С.В., Нагієва А. І.)

АНОТАЦІЇ

Ковалевський С.В., Нагієва А.І. Акустичний контроль розмірів і показників шорсткості деталей із застосуванням нейромережєвих моделей // 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 і шорсткості поверхонь деталей на основі амплітудно-частотних характеристик сигналу відгуку при впливі на деталі за допомогою резонансного сигналу дозволяє значно скоротити обсяг інформації на основі математичної моделі обробки сигналу відгуку. У роботі доведено, що збільшення кількості одночасно контрольованих розмірів і шорсткості поверхонь не приводить до істотного збільшення складності моделі і числа елементів. Реалізація запропонованого принципу контролю розмірів і шорсткості поверхонь деталей можлива із застосуванням програмованих мікропроцесорів, що використовують вербальне опис для створення промислового пристрою.

Kovalevsky S.V ., Nahiieva A.I . Acoustic control the size and roughness of parts using neural network models // Scientific Herald of the DSEA. - 2014. - № 1 (1E).

Proposed in the principle of control parameters parts can be used for practical purposes with sufficient accuracy. Established that the information required to determine the size and roughness of surfaces based on amplitude-frequency characteristics of the signal response when exposed to the details of using resonant signal can significantly reduce the amount of information based on a mathematical model of signal processing response. It is proved that increasing

the number of simultaneously controlled size and surface roughness does not result in a substantial increase in the complexity of the model and the number of elements. Implementation of the proposed control principle size and roughness of surfaces is possible using programmable microprocessors using verbal description for the industrial unit.

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.