

Взаємопов'язана група винаходів відноситься до технології віброобробки металевих деталей та до конструкції автоматизованих вібростем, які при цьому використовуються, та може бути використана для обробки вібрацією деталей, отриманих литтям або зварюванням, у машинобудівній, авіаційній, а також автомобільній промисловості, в ході якої в них знижуються внутрішні напруження.

Відомий спосіб віброобробки металевих деталей, реалізований у приладі (див., наприклад, а.с. SU № 1505519, МКІ С21D 1/04, 1989), який заключається у багатократній дії на деталь, що обробляється, механічними імпульсами, безперервному контролю зсуву власних резонансних частот деталі у часі та припиненні дії при щезанні зсуву резонансних частот.

Недоліком цього способу є більші енерговитрати на віброобробку, пов'язані з застосуванням механічних імпульсів зі щільним спектром частот.

Також відомий спосіб віброобробки металевих виробів (див., наприклад, SU № 1832729, МКІ С21D 1/04, 1990), який заключається у багаторазовій дії на деталь, що обробляється, механічними імпульсами такої форми, яка має частотний спектр, обмежений найбільшою резонансною частотою $1,5f_{\text{рез. max}}$, тривалістю у $1/1,5f_{\text{рез. max}}$ ТВ скважністю, яка дорівнює $1,5f_{\text{рез. max}} / \Delta f_{\text{рез. min}}$, де $\Delta f_{\text{рез. min}}$ - мінімальна зміна резонансної частоти за один період обробки.

Недоліком цього способу є великі енерговитрати на віброобробку, оскільки незмінність форми та скважності імпульсів викликає необхідність енерговитрат не лише на резонансних (тобто ефективних) частотах, але й на інших частотах (не ефективних) у всьому частотному спектрі.

Відомий прилад для віброобробки "Імпульс-1" (див., наприклад, а.с. SU № 1605529, МКІ З 21 D 10/00, 1986), який включає імпульсний вібробудник, пов'язаний з деталлю, що обробляється, та вимикачем живлення, вібродатчик, пов'язаний входом з деталлю, що обробляється, а виходом - зі входом фільтра низьких частот, блок індикації віброобробки, блок індикації кількості резонансних частот, елемент OR-NOT, пов'язаний виходом зі входом вимикача живлення, блок елементів AND-NOT, блок порівняння кодів, блок регістрів пам'яті, блок перетворювачів час-код, розподільник імпульсів, амплітудний детектор, блок виділення гармонік, задатчик частоти модуляції, формувач строб-імпульсів, перший та другий елементи часової затримки, модулятор.

Найбільш близьким до приладу, що заявляється, є прилад для віброобробки "Імпульс-2" (див., наприклад, а.с. SU № 1743198, МКІ З 21 D 10/00, 1989), який включає імпульсний вібробудник, пов'язаний з деталлю, що обробляється, з якою поєднаний вібродатчик. Вихід вібродатчика пов'язаний через амплітудно-частотний дискримінатор та блок часової затримки з першим входом компаратора, другий вхід якого пов'язаний зі входом амплітудно-частотного дискримінатора, а вихід компаратора через нуль-орган з'єднаний з вібробудником.

Недоліком цього приладу для віброобробки є більша тривалість віброобробки (3-5 годин), значні непродуктивні енерговитрати, низький рівень автоматизації, відсутність сучасних функціональних можливостей (моніторинг, протоколювання і т.п.).

В основу першого з групи винаходів поставлена задача створення такого способу автоматичної віброобробки металевих деталей, який дозволив би знизити енерговитрати.

В основу другого з групи винаходів поставлена задача створення автоматизованої електромеханічної системи вібробудження, котра має можливість здійснити пропонований спосіб віброобробки, тобто вести віброобробку одночасно на великій кількості резонансних частот, що покращує енергетичні показники процесу віброобробки. Крім того пропонована система дозволить повністю автоматизувати процес віброобробки та дасть можливість протоколювання результатів.

Перша задача вирішується тим, що у способі автоматичної віброобробки деталей, який включає дію періодичними механічними сигналами з рівними максимальними амплітудами S_m гармонік з частотним спектром, обмеженим максимальною та мінімальною резонансними частотами деталі, виконується безперервний контроль зсуву резонансних частот та припинення дії при щезанні їх зсуву, додатково безперервно контролюють значення резонансних частот ω_{pi} , а дію виконують сигналами, амплітуди яких залежать від часу t та дорівнюють

$$S_m = \sum_{i \in n} \sin \omega_{pi} t.$$

Застосування даного способу віброобробки дозволяє при скороченні кількості частот у спектрі сигналу вібродії у сотні разів скоротити енерговитрати (більше ніж у 4000 разів).

Друга поставлена задача вирішується тим, що у прилад для автоматичної віброобробки деталей, котрий включає з'єднані з деталлю, що обробляється, вібробудник та вібродатчик, комп'ютер, який має перший та другий зовнішні порти, введені цифро-аналоговий перетворювач, підсилювач потужності, аналого-цифровий перетворювач, вихід якого з'єднаний з першим зовнішнім портом комп'ютера, а вхід його з'єднаний з виходом вібродатчика, вхід цифро-аналогового перетворювача підключений до другого зовнішнього порту комп'ютера, а його вихід - через підсилювач потужності підключений до вібробудника.

Запропонована автоматизована електромеханічна система для віброобробки забезпечує зменшення часу віброобробки, а також знижує енерговитрати на неї за рахунок того, що віброобробка ведеться одночасно тільки на всіх резонансних частотах, котрі попередньо визначаються за допомогою спеціальної тестової процедури.

Застосування запропонованої автоматизованої електромеханічної системи для віброобробки дає можливість підняти процес віброобробки на якісно новий рівень автоматизації, забезпечує активний діалог оператора з комп'ютером та дозволяє реалізувати сучасні функціональні можливості систем автоматичного керування, такі як моніторинг процесу, протоколювання, програмні захисти від збоїв і т.п.

Суть запропонованого винаходу пояснюється структурною схемою запропонованої автоматизованої електромеханічної системи вібробудження, котра представлена на фіг.1.

Автоматизована електромеханічна система вібробудження включає комп'ютер 1, який має перший та другий зовнішні порти. Перший порт комп'ютера 1 підключений до виходу аналого-цифрового перетворювача 2, вхід якого з'єднаний з виходом вібродатчика 3, який встановлений безпосередньо на деталі, що обробляється 4. Другий зовнішній порт комп'ютера підключений до входу цифро-аналогового перетворювача 5, вихід якого з'єднаний зі входом підсилювача потужності 6. Вихід підсилювача потужності 6 пов'язаний з вібробудником 7,

котрий виконує віброобробку деталі 4.

Спосіб реалізується таким чином. Спочатку на деталь діють періодичними механічними сигналами виду

$$P_T(t) = S_m \sin \omega_i t \quad (1)$$

з рівними амплітудами S_m и перестроюваною частотою ω_{pi} в частотному діапазоні, який обмежений максимальною та мінімальною резонансними частотами деталі.

Тривалість тесту t_T обчислюється за формулою (2) (мається на увазі, що тест на даній частоті проводиться на одному періоді тестової синусоїди).

$$t_T = \sum_{f=1}^{f_{MAX}} \frac{1}{f}, \quad (2)$$

де f - тестова частота, Гц.

При тестуванні у діапазоні частот від 1 до 15000 Гц, тест займе всього 10,19305 секунд. За результатами тестування визначаються резонансні частоти деталі ω_{pi} . Далі на деталь діють періодичним сигналом, який має вид

$$P(t) = S_m \sum_{i=1}^n \sin \omega_{pi} t, \quad (3)$$

де ω_{pi} - i -та резонансна частота, S_m - амплітуда сигналу вібродії.

Час дії сигналом (3) визначається періодом складного гармонічного сигналу віброобробки

$$t_B = (2-3)T_\Sigma, \quad (4)$$

де

$$T_\Sigma = \frac{1}{2\pi\omega_{p1}}, \quad (5)$$

ω_{p1} - перша (найменша) резонансна частота деталі.

Після вібродії сигналом виду (3) повторюється операція тестування, результатом якої є дані про зміщення значень резонансних частот в область низьких. Вібродія періодичним сигналом виду (3) з новими значеннями ω_{pi} та тестування повторюється послідовно до того часу, поки не припиниться зсув резонансних частот в область низьких.

Запропонований спосіб реалізується приладом, який працює таким чином. Деталь, що обробляється, жорстко пов'язана з віброзбудником, знаходиться під дією механічних імпульсів. Спочатку комп'ютер 1 у відповідності до тестової підпрограми формує тестовий синусоїдальний сигнал виду (1). Потім цей сигнал через другий порт комп'ютера 1, цифро-аналоговий перетворювач 5 та підсилювач потужності 6 подається на віброзбудник 7, котрий безпосередньо діє на деталь 4. Якщо дана тестова частота співпадає з резонансною частотою деталі, то на виході вібродатчика 3 формується реакція деталі на цю дію у вигляді різкого стрибка електричної напруги. Вихідний сигнал з вібродатчика через аналого-цифровий перетворювач 2, де він перетворюється у цифровий код, поступає через перший порт в комп'ютер 1. У комп'ютері 1 цифровий код з виходу аналогово-цифрового перетворювача 2 запам'ятовується та обробляється підпрограмою визначення резонансних частот деталі.

Після проведення тесту в пам'яті комп'ютера з'являються впоряджені дані у вигляді цифрових кодів n резонансних частот деталі. Після цього за спеціальною підпрограмою система виконує формування n синусоїдальних функцій з визначеними раніше резонансними частотами ω_{pi} . Потім програмно синтезується періодична функція, котра має вигляд (3).

Сигнал періодичної функції (3) через другий порт, цифро-аналоговий перетворювач 5 та підсилювач потужності 6 подається на віброзбудник 7.

Операції вібродії виду (3) та тестування виду (1) виконуються послідовно по загальній програмі до того часу, поки підпрограма тестування не визначить відсутність зсуву резонансних частот в область низьких.

Паралельно з робочими підпрограмами для управління віброзбудником, підпрограмами аналізу вхідних даних, в системі працюють підпрограми оцінки ходу віброобробки та візуалізації результатів. Оператор має можливість постійно слідкувати за ходом віброобробки та впливати на цей хід. Моніторинг виконується за допомогою виводу графічних даних на екран монітора комп'ютера. Після закінчення роботи на принтері роздруковується протокол обробки. Також можна використовувати плотер для виведення великих графіків та діаграм ходу процесу віброобробки.

На фіг.2 приведена блок-схема алгоритму програми автоматичного керування процесом віброобробки.

Крім підпрограм протоколювання та моніторингу у гілку, паралельну головній, можна включити ті підпрограми, які необхідні користувачеві, причому цей набір можна змінювати як статично, так і динамічно, тобто безпосередньо в процесі обробки можна додати підпрограму, наприклад, контролю збоїв системи (максимальних та мінімальних значень робочих параметрів).

У якості комп'ютера 1 можна використати будь-який, що має достатню швидкість обчислення, наприклад, IBM PC.

Аналого-цифровий перетворювач 2 може виконуватись на базі будь-якого швидкодіючого прецизійного АЦП, наприклад, типу К1107ПВ3.

Цифро-аналоговий перетворювач 5 може виконуватись на базі будь-якого швидкодіючого прецизійного ЦАП, наприклад, типу К572ПА2.

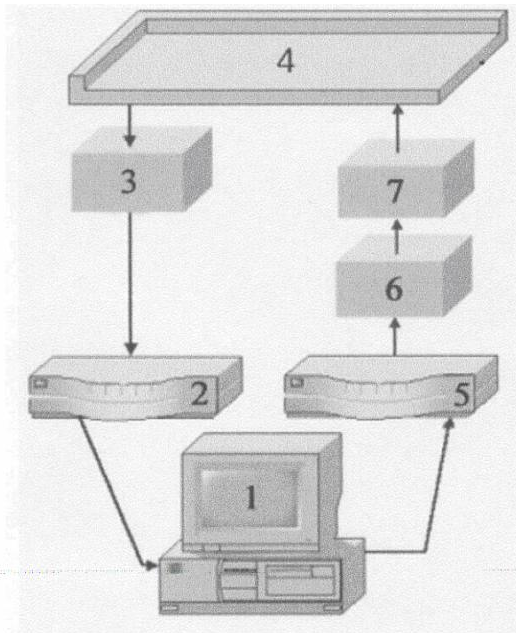
У якості підсилювача потужності 6 можна використати типовий електронний підсилювач потужності типу УМ 22-2 або підсилювач, виконаний на базі силового транзистора, наприклад, типу ТКД 133-200-4 з попереднім

підсилювачем на базі ОУ типу К140УД13, якщо використовується електродинамічний віброзбудник. Якщо використовується гідравлічний віброзбудник, то у якості підсилювача потужності можна використати типовий гідропідсилювач золотникового типу, наприклад, ГУЗ - 240 - 2 з електронним попереднім підсилювачем.

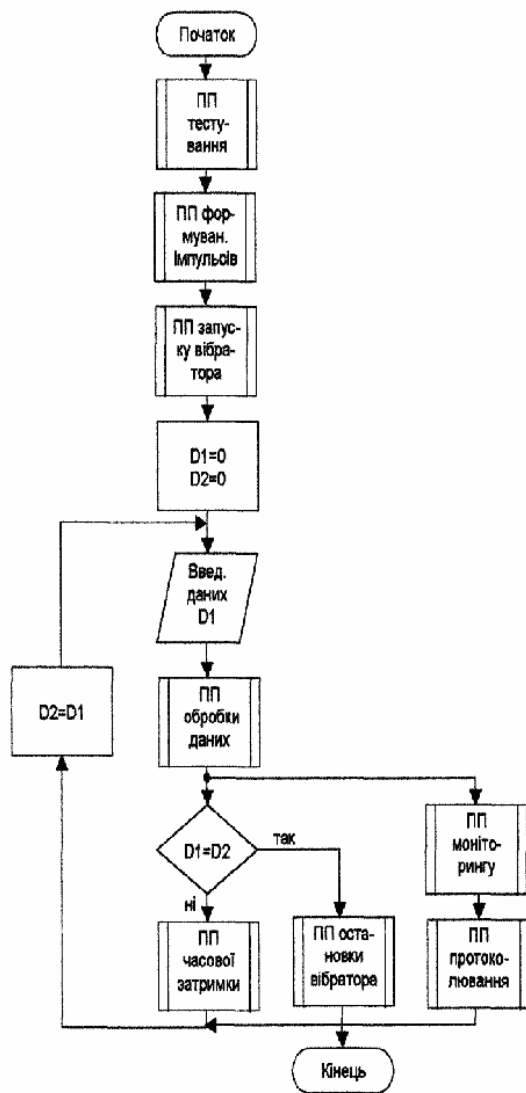
Використання взаємопов'язаної групи винаходів у промисловості, наприклад, у машинобудівній дає можливість отримати енергозберігаючу технологію віброобробки металевих деталей, отриманих литтям або зварюванням, у ході якої в них знижуються внутрішні напруження.

Оскільки віброобробка ведеться механічними сигналами у спектрі яких присутні лише резонансні частоти, кількість яких в декілька сотень разів менша за загальну кількість частот у діапазоні $\omega_{\text{рез. max}} - \omega_{\text{рез. min}}$ енергетичні витрати у запропонованому способі у декілька сотень разів зменшуються.

При використанні запропонованої взаємопов'язаної групи винаходів для обробки прокатних валів масами 2..20 тонн на Новокраматорському машинобудівному заводі економія електричної енергії складе не менше 130000КВт-годин у рік, що дасть економічний ефект не менше 21 тис. гривень у рік.



Фіг.1



Фіг.2