



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **25084** (13) **U**
(51) МПК (2006)
G01L 1/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ**ОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**видається під
відповідальність
власника
патенту**(54) СПОСІБ ДІАГНОСТУВАННЯ ДИНАМІЧНОЇ КРУТИЛЬНОЇ ЖОРСТКОСТІ**

1

2

(21) u200702984

(22) 21.03.2007

(24) 25.07.2007

(46) 25.07.2007, Бюл. № 11, 2007 р.

(72) Мироненко Євгеній Васильович, Сердюк Олександр Олександрович, Бабін Олег Фавієвич, Марчук Євген Вячеславович, Донченко Євгеній Іванович

(73) ДОНБАСЬКА ДЕРЖАВНА МАШИНОБУДІВНА АКАДЕМІЯ

(57) Спосіб діагностування динамічної крутильної жорсткості, що полягає в перетворенні кутових поворотів вала в електричні сигнали за допомогою

датчиків його кутового положення, розташованих в двох його перерізах, синхронізації імпульсів від обох датчиків на холостому ході, після чого вимірюють і порівнюють імпульси, отримані від датчиків при роботі вала під навантаженням, який **відрізняється** тим, що різниця кількості імпульсів на кінці вихідного вала верстата - шпинделі, реєструється імпульсним датчиком кута повороту під час виходу інструмента з процесу різання, зафіксованого силовим датчиком, що визначає відповідний крутильний момент, або датчиком положення - при розрахунковому методі визначення обертового моменту.

Корисна модель відноситься до галузі техніки, а саме до механообробки і може бути використана при випробуванні технологічних систем механічної обробки на крутильну жорсткість.

Відомий спосіб виміру динамічної крутильної жорсткості, в якому коливання маховика визначаються одночасно за допомогою тахогенератора з порожнім ротором і наклеєних на стрижень дровтових датчиків, що реєструють пружний момент $M_{пр}$. [Ривин Е.И. Динамика приводов станков- М.: Машиностроение, 1966. - 204с.: ил. - с.98].

Відомий також, обраний як прототип, спосіб визначення робочого обертаючого моменту і його коливань, які передаються валом, що полягає в перетворенні кутових поворотів вала в електричні сигнали за допомогою датчиків кутового положення вала і реєстрації цих електричних сигналів при роботі вала під навантаженням, при цьому виміру обертаючих моментів і їхніх коливань на валу машини роблять датчиками, розташованими в двох його перетинах, синхронізують по фазі імпульси від обох датчиків на холостому ході, після чого вимірюють і порівнюють імпульси, отримані від датчиків при роботі вала під навантаженням, визначають поточні значення тимчасових інтервалів між суміжними імпульсами від одного з датчиків і між парами поставлених у відповідність імпульсів від одного й іншого датчиків, а потім визначають миттєві значення обертаючого моменту, як частка від розподілу тимчасового зрушення між імпуль-

сами від одного й іншого датчиків на часове зрушення між імпульсами від одного з датчиків, помножене на постійну величину, обумовлену по формулі: $C=2G/ZL$, де G - модуль пружності при крутінні; Z - кількість імпульсів, генеруючих за один оберт валу; L - відстань між зубчастими кільцями на валу. [патент РФ №2002114945 кл. G 01 L 01/22, G 01 H 9/00 от 20.02.2004 Спосіб діагностування валов роторных машин, передающих крутильные нагрузки].

Недоліком такого способу є неможливість точного виміру кута скручування при мінливості кутової швидкості на робочому і холостих ходах, а також відсутність можливості виміру обертаючого моменту.

Загальними істотними ознаками відомого способу і того, що заявляється, є перетворення кутових поворотів вала в електричні сигнали за допомогою датчиків його кутового положення, розташованих в двох його перетинах, синхронізації імпульсів від обох датчиків на холостому ході, після чого вимірюють і порівнюють імпульси, отримані від датчиків при роботі вала під навантаженням.

В основу корисної моделі поставлена задача визначення динамічної крутильної жорсткості технологічної системи з максимальною точністю й обліком динамічних навантажень, що мають не постійне, а змінне значення.

(13) **U**(11) **25084**(19) **UA**

Поставлена задача вирішується тим, що різниця кількості імпульсів на кінці вихідного валу верстата - шпинделі реєструється імпульсним датчиком кута повороту під час виходу інструменту з процесу різання, зафіксованого силовим датчиком, що визначає відповідний крутильний момент, або датчиком положення - при розрахунковому методі визначення обертаючого моменту.

До привідного кінця вихідного валу верстата - шпинделя для визначення кута скручування через муфту приєднують імпульсний датчик кута повороту з високою здатністю, який може генерувати імпульс початку. При точному визначенні моменту роблять установку силового датчика на технологічну систему. При визначенні моменту розрахунковим способом на вузлі технологічної системи, що робить рух подачі, встановлюється датчик для реєстрації положення (віброприскорення, індукційний, оптичний і ін.). Датчики визначення моменту, віброприскорення і кута повороту підключають до системи обробки і реєстрації даних.

На першому етапі виконують процес врізання і, при виникненні повного контакту між інструментом і заготовкою, виключають подачу і визначають кількість імпульсів N_0 від імпульсу початку до останнього імпульсу, що визначається датчиком повороту до часу виходу інструмента з контакту з деталлю, і знаходять відповідно силу P_0 (M_0) та діаметр D_0 . Вихід інструмента з контакту визначається силовими датчиками (при визначенні сили розрахунковим шляхом, вихід інструмента визначають по датчиках віброприскорень, оптичному, індукційному й ін.).

На другому етапі виконують процес врізання і при виникненні контакту між інструментом і заготовкою визначають кількість імпульсів N_i від імпульсу початку до останнього імпульсу, що визначається датчиком повороту до часу виходу інструмента з контакту з деталлю, і знаходять відповідно силу P_i (M_i) та діаметр D_i .

При використанні датчика моменту визначення діаметрів не потрібно.

Визначаємо різницю імпульсів датчика кута повороту:

$$\Delta N_i = N_i - N_0$$

Кут скручування кінця шпинделя дорівнює:

$$\alpha_i = \frac{\Delta N_i}{DSK} \cdot 360^\circ$$

де DSK - дискретність імпульсного датчика кута повороту;

α_i - кут скручування вимірюваний у градусах.

Момент сили різання, що викликало кут скручування шпинделя при вимірі динамометром:

$$M_i = P_i \frac{D_i}{2} - P_0 \frac{D_0}{2}$$

(якщо головний рух обертання інструменту або обробка прохідним різцем $D_i = D_0$). Динамічна жорсткість, визначається за формулою:

$$j\ddot{\alpha} = \frac{M_i}{\alpha_i}$$

де $j\ddot{\alpha}$ коефіцієнт динамічної крутильної жорсткості.

Приклад 1. Схема діагностування крутильної жорсткості на токарному верстаті, якщо сила різання розраховується (див. Фіг.1).

На шпиндельному вузлі 1 токарного верстата 1A64 з одного кінця встановлена деталь 2 з попередньо обробленим пазом 3, необхідним для виникнення процесу врізання при обертанні, а на іншому - через муфту 4 приєднаний імпульсний датчик кута повороту 5 моделі ROD 230-9000 фірми Heidenhain. На супорті 6 встановлено прорізний різець 7 з датчиком віброприскорень 8. Імпульсний датчик кута повороту 5 і датчик віброприскорень 8 приєднані до системи обробки і реєстрації даних 9, яка складається з послідовно з'єднаних частин: розв'язуючого підсилювача 10, аналого-цифрового перетворювача 11 (мод. 1-card E 14-440), а також персональної ЕОМ 12.

Початкові дані

$$L_1=1,2\text{м}; L_2=2\text{м};$$

$$P_i=10000\text{Н} \quad (\text{розрахункова величина}),$$

$$D_i=207\text{мм},$$

$$M_i = P_i \frac{D_i}{2} = 1035\text{Н} \cdot \text{м}.$$

У результаті проведення випробувань:

$$N_i=954; N_0=919;$$

$$\Delta N_i = N_i - N_0 = 954 - 919 = 35;$$

Кут скручування кінця шпинделя:

$$\alpha_i = \frac{\Delta N_i}{DSK} \cdot 360^\circ = \frac{35}{9000} \cdot 360^\circ = 1.4,$$

де DSK=9000;

Динамічна жорсткість, визначається по формулі:

$$j\ddot{\alpha} = \frac{M_i}{\alpha_i} = 739,286\text{Н} \cdot \text{м/град}.$$

Наведений приклад підтверджує досягнення технічного результату при проведенні заявленого способу.

