



УКРАЇНА

(19) UA (11) 27534 (13) U
(51) МПК (2006)
G01L 01/22 (2006.01)
G01H 11/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ДИНАМІЧНОЇ КРУТИЛЬНОЇ ЖОРСТКОСТІ ШПИНДЕЛЯ МЕХАНІЧНОЇ СИСТЕМИ З ЧПК

1

(21) u200705107

(22) 10.05.2007

(24) 12.11.2007

(72) МИРОНЕНКО ЄВГЕНІЙ ВАСИЛЬОВИЧ, UA,
ДОНЧЕНКО ЄВГЕНІЙ ІВАНОВИЧ, UA, ШИШКІН
АРТЕМ ВІКТОРОВИЧ, UA, МАРЧУК ЄВГЕН
ВЯЧЕСЛАВОВИЧ, UA

(73) ДОНБАСЬКА ДЕРЖАВНА МАШИНОБУДІВНА
АКАДЕМІЯ, UA

(56)

2

(57) Спосіб визначення динамічної крутильної жорсткості шпинделя механічної системи з ЧПК з визначенням моменту двигуна за величинами струму і напруги, що подаються на електродвигун, і вимірюванням швидкості робочого ходу ротаційного механізму датчиком кута обертання, встановленим на його валу, який **відрізняється** тим, що кут скручування шпиндельного вузла визначається як різниця кількості імпульсів датчика кута обертання в моменти появи імпульсу додаткового датчика положення шпинделя.

Корисна модель відноситься до галузі техніки, а саме до механообробки і може бути використана для корекції кутової похибки технологічної системи механічної обробки шляхом визначення крутильної жорсткості.

Відомий спосіб визначення робочого крутильного 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 вимір крутильних моментів і їхніх коливань на валові 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 часових 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 крутильного моменту, як частка від розподілу часового зрушення між імпульсами від одного й іншого датчиків на часове зрушення між імпульсами від одного з датчиків, помножене на постійну величину, обумовлену по формулі: $C=2 \cdot G/Z \cdot L$, де G - модуль пружності при крутінні; Z - кількість імпульсів, що генеруються за один оборот вала; L - відстань між зубчастими кільцями

на валові [патент РФ №2002114945 кл. G01L01/22, G01H9/00 от 20.02.2004 Спосіб диагностирования валов роторных машин, передающих крутильные нагрузки].

Відомий також, обраний як прототип, спосіб визначення жорсткості крутіння, який використовується для визначення динамічної крутильної жорсткості колони бурильних труб, призначеної для буріння свердловини в підземній формації. За даним способом визначення динамічної крутильної жорсткості проводиться у декілька етапів. На першому етапі визначається похідна за часом моменту обертання колони бурильних труб під час буріння свердловини в певний момент часу, коли відбувається переривчасте обертання. Значення моменту двигуна визначається за величинами струму і напруги, що подаються на електродвигун. На другому етапі визначають номінальну швидкість обертання колони датчиком, встановленим на валу привідного двигуна. На третьому етапі визначають жорсткість крутіння розрахунковим способом по обраній залежності між похідною від моменту обертання колони і номінальною швидкістю обертання колони бурильних труб. [Патент РФ №2001109252 кл. E21B44/00 от 10.04.2003 Спосіб определения жесткости колонны бурильных труб].

Недоліками такого способу є неможливість використання його у сталих режимах роботи виконавчого органу, неможливість точного виміру

UA (19)
27534 (11)
U (13)

кута скручування, необхідність використання додаткових засобів розрахунку похідних за часом від кутової швидкості та крутильного моменту приводу.

Загальними істотними ознаками відомого способу і того, що заявляється, є визначення моменту двигуна за величинами струму і напруги, що подаються на електродвигун, а також вимірювання швидкості робочого ходу ротаційного механізму датчиком кута обертання, встановленого на його валу.

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.

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що кут скручування визначається як різниця показань датчика кута обертання, жорстко з'єднаного з шпиндельним вузлом верстата з ЧПУ, на різних робочих ходах для одного й того ж положення реперної точки додаткового дискретного датчика кута обертання шпинделя; а момент скручування - як різниця моментів, пропорційних електричному струму ланцюга живлення електроприводу, у двох режимах різання.

Спосіб, що заявляється, дозволяє визначати зміну динамічної жорсткості практично у режимі реального часу і тим самим вносити корекцію у програму ЧПУ завдяки ітераційному процесу спостереження. На i -ій ітерації за допомогою датчика струму, яким обладнані сучасні системи з ЧПУ, визначають струм ланцюга живлення приводу головного руху станка для одного режиму роботи I_i , а якщо потрібно - напругу живлення. Їх добуток визначає момент приводу M_i . На i -ій ітерації також визначають значення датчика кута обертання шпиндельного вузлу в момент появи імпульсу додаткового датчика положення шпинделя, розташованого на його зворотньому боці (момент проходження реперної точки через контрольну позицію) N_i .

Визначають різницю імпульсів датчика кута повороту для різних робочих режимів (i -го та $i-1$ -го):

$$\Delta N_i = N_i - N_{i-1}.$$

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 викликав скручування шпинделя:

$$M_i = C_e \cdot (I_i - I_{i-1}),$$

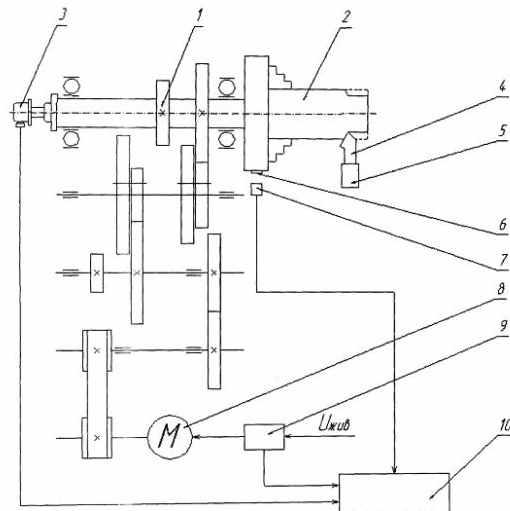
де C_e - коефіцієнт пропорційності між струмом і моментом двигуна (для двигунів постійного струму (ДПС) C_e - конструктивний коефіцієнт).

Динамічна жорсткість, визначається за формулою:

$$j_{di} = \frac{M_i}{\alpha_i}$$

де j_{di} - коефіцієнт жорсткості.

Приклад 1. Схема (Фіг.1) діагностування крутильної жорсткості на токарному верстаті з ЧПУ. На шпиндельному вузлі 1 токарного верстата з одного кінця встановлена заготовка 2, а з іншого - датчик кута повороту шпинделя 3. Навантаження на механічну систему здійснюється за рахунок обробки заготовки різцем 4 при подачі супорта 5. Повний оберт шпинделя ідентифікується реперною точкою 6 і фіксується дискретним датчиком положення 7. Струм ланцюга живлення електроприводу 8 вимірюється датчиком струму 9, сигнал з якого, як і сигнали з датчиків 3 і 7, подається в модуль обробки вхідних сигналів ЧПУ 10. Запропонований спосіб дозволяє вимірювати з високою точністю динамічну крутильну жорсткість на механообробних верстатах з ЧПУ.



Фіг. 1