



УКРАЇНА

(19) UA (11) 53657 (13) C2

(51) 7 B23B21/00,29/00,1/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) ВІБРОУПОР ДЛЯ ТОЧІННЯ ТОНКОСТІННИХ ЦИЛІНДРИЧНИХ ДЕТАЛЕЙ

1

2

(21) 99020568  
(22) 02 02 1999  
(24) 17 02 2003  
(46) 17 02 2003, Бюл. № 2, 2003 р.  
(72) Пашков Євген Валентинович, Бохонський  
Олександр Іванович, Голубев Олексій Вадимович  
(73) Севастопольський державний технічний уні-  
верситет  
(56) SU 904895 15 02 82  
RU 2030255 10 03 95  
RU 93047599 A 10 04 96  
SU 856660 23 08 81  
(57) Віброупор для точіння тонкостінних циліндри-  
чних деталей, що містить порожню штангу, на  
кінці якої з можливістю обертання встановлений

ролик, який відрізняється тим, що ролик викона-  
ний у вигляді багат шарового кільцевого  
п'єзоелектричного перетворювача, який встанов-  
лений з можливістю випромінювання у бік зовніш-  
ньої кільцевої накладки, яка контактує з деталлю,  
що обробляється, і закріплений на порожньому  
валу, який встановлений з можливістю вільного  
обертання всередині штанги за допомогою раді-  
альних і осьових аеростатичних підшипників, при-  
чому одна з бокових обкладок перетворювача за-  
мкнута на масу, а друга з'єднана з  
струмозмінальним кільцем, яке встановлено на  
диску осьового підшипника, який розміщений з  
можливістю обертання всередині штанги

Винахід належить до машинобудування і при-  
значений для обробки точінням тонкостінних цилін-  
дричних деталей класу гільз, стаканів і т.п. До  
таких деталей відносяться гільзи пневмо- і гідро-  
циліндрів, двигунів внутрішнього згорання, стакани  
амортизаторів, вироби суднобудування і ін.

Відомі конструкції упорів та віброупорів, які  
призначені для точіння

В пристрої для обробки тонкостінних цилін-  
дричних деталей (а с. № 856660, СРСР, Б. № 31,  
1981 р.) упором, який, сприймає дію радіальної  
сили різання, є підпружинений, у радіальному на-  
прямку ролик, який контактує з внутрішньою пове-  
рхнею деталі. Контактний тиск змінюється у дов-  
жині обробки за допомогою копіра, який також  
розміщено усередині деталі.

До недоліків пристрою слід віднести склад-  
ність настройки положення копіра уздовж осі дета-  
лі, складність виготовлення копіїв під деталі, які  
відрізняються габаритними розмірами, а також  
вібрації, які виникають при обертанні ролику, встанов-  
леного чи на підшипниках ковзання, чи на  
підшипниках катіння.

В пристрої для обробки тонкостінних цилін-  
дричних деталей у (а с. № 904895, СРСР, Б. № 6,  
1982 р.) упор виконано у вигляді обертаючогося  
ролика, встановленого на ексцентрику, який при-  
водиться у обертання за допомогою спеціального

приводу, під час переміщення упору уздовж лінії  
обробки. Зміни кутового положення ексцентрика  
відносно своєї осі викликає, зміни контактної тис-  
ку ролика на стінку деталі з боку протилежного  
напрямку дії радіальної складової, сили різання, що  
сприяє усуненню прогину деталі у радіальному  
напрямку.

До недоліків такої конструкції упору слід відне-  
сти наявність великого числа гарантованих зазо-  
рів у кінематиці, приводу ексцентрика, що знижує  
жорсткість усієї системи, отже і точність обробки,  
виникнення некерованих вібрацій у опорах ролика,  
які переносяться на деталь, що зменшує якість  
обробки, складність керування кутовим положен-  
ням ексцентрика при зміні параметрів оброблюємої  
деталі.

Як прототип взято пристрій для обробки тон-  
костінних циліндричних деталей, описаний у  
а с. № 1533125, СРСР, 1988 р., у якому деформатор  
(віброупор) виконано у вигляді встановленого на  
валу диску з отворами під укладки, які поєднані  
пружинними ниткоподібними елементами з кулясти-  
ми масами. При обертанні диску кулясті маси вхо-  
дять до періодичного контакту з внутрішньою по-  
верхнею обрамлюємої ззовні циліндричної деталі  
утворюючи цим посилення протидії, яка компенсує  
дію радіальної складової сили різання  $P_y$ .

До недоліків пристрою слід віднести склад-

(19) UA (11) 53657 (13) C2

ність реалізації надійного кріплення кулястих мас на пружних нитках, відскоки кулек, які викривляють траєкторію їх орбітального руху, неможливість забезпечення високих і ультразвукових частот дії на деталі, викривлення мікрорельєфу внутрішньої поверхні деталі, перенос вібрацій не технологічну систему. Усі ці недоліки мають негативний вплив на точність та якість обробки.

В основу винаходу покладено задачу поширення діапазону частот впливу на об'єкт обробки, які регулюються, усунення переносу коливань на технологічну систему, що забезпечує підвищення продуктивності, точності і поліпшення якості обробки.

Суть винаходу полягає у тому, що у конструкції віброупору, який містить порожню штангу з упором на кінці у вигляді ролика, встановленого з можливістю обертання, ролик зроблено у вигляді багатощарового кільцевого п'єзоелектричного перетворювача, який випромінює у бік зовнішньої кільцевої накладки, призначеної для контакту з оброблюваною деталлю, і закріплено на порожньому валу, який встановлено з можливістю вільного обертання усередині штанги за допомогою радіальних і осьових аеростатичних підшипників, до того ж одна з бокових обкладок перетворювача замкнута на масу, а друга поєднана з струмозйомним кільцем, встановленим на обертаючомуся диску осьового підшипника, розміщеного усередині штанги.

При порівнянні аналогів і прототипу з запропонованим конструктивним рішенням видно, що воно виявляє нові технічні властивості, які містяться у наступному.

По-перше, є можливість змінювати у широкому діапазоні частоту і амплітуду коливань, що досягається порівняно простими і широко відомими апаратними методами. Так, наприклад, амплітуда коливань ролика у радіальному напрямку залежить від напруги живлення, яке підводиться до обкладок перетворювача. При цьому положення штанги з роликом відносно оброблюваної деталі не змінюється. Зміни частоти і амплітуди напруги живлення викликає зміни зусилля протидії, яка компенсує вплив радіальної складової сили різання на прогини деталі.

У аналогів і прототипі зміни зусилля протидії досягається чи переміщенням штанги з роликом у радіальному напрямку, чи її обертанням довкола своєї осі, чи збільшенням швидкості обертання вала, який несе кулясті маси. Усі ці способи потребують складних приводів і систем керування.

По-друге, можна забезпечити частоти коливань ультразвукового діапазону, що неможливо отримати за допомогою обертаючихся кулястих мас.

По-третє, використання аеростатичних опор підвищує точність центрування валу з роликом, тобто виключається його радіальне биття. Це стається внаслідок притаманної газовим підшипникам властивості усереднювати геометричні похибки виготовлення їх деталей.

Використання підшипників скочвання і катіння у відомих конструкціях не дозволяє отримати належний ефект, що негативно впливає на точність

точність обробки.

По-четверте, використання газових підшипників дозволяє віброізолювати перетворювач від інших виконавчих органів технологічної системи, які є джерелом некерованих коливань, спроможних негативно впливати на якість обробки.

По-п'яте, усунення терті у підшипниках дозволяє забезпечити катіння ролика по внутрішній поверхні оброблюваної деталі без прослизання, що неможливо отримати у відомих конструкціях. Прослизання призводить до спрацювання, виділення тепла і з'явлення некерованих коливань, що також зменшує точність і якість обробки.

На фіг 1 надана схема взаємодії ролика віброупору з оброблюваною деталлю,

на фіг 2 - конструкція віброупору.

Віброупор (див фіг 2) зроблено на базі багатощарового кільцевого п'єзоелектричного перетворювача з цирконата-титаната свинцю (кераміка ЦТС) (Донской А В и др. Ультразвуковые электро-технологические установки, 2-е изд., -Л. Энергоиздат, 1982 - с 71, рис 3-13), закріпленого на кінці валу 2, який змонтовано за допомогою двох осьових (упорних) 3, 4 і двох радіальних (опорних) 5 аеростатичних (газових) підшипників у корпусі 6, у свою чергу встановленого і закріпленого у порожній штанзі 7 за допомогою гайок 8. Підведення повітря тиском  $p=0,4 \dots 0,6 \text{ МПа}$  до аеростатичних підшипників здійснюється через трубопровід 9, кільцеві проточки 10 і отвори 11 діаметром 0,5 мм, розрахунок конструктивних і експлуатаційних параметрів яких здійснено на підставі методики, яка викладена у кн. «Підшипники с газовой смазкой / Под ред Н С Грессема и Дж У Паулла - М. Мир, 1966 - с 138-173/».

Вихід відпрацьованого повітря у атмосферу відбувається через отвір 12 і ряд отворів у диску, який обертається, осьового підшипника 3, прорізи у задній частині порожнього валу 2 і штанги 7.

Кільцевий перетворювач 1 охоплено ззовні випромінюючим кільцем-накладкою 13 діаметром  $D$  з титану, який має малий коефіцієнт загасання, виконуючим функції напівхвильового кінцевого концентратора коливань, який сприяє збільшенню амплітуди радіальних коливань  $a$  з частотою  $f$ , утворених хвилями деформації 14. Внутрішньою відбивальною накладкою багатощарового перетворювача служить зовнішній потовщений кінець порожнього валу 2, товщина стінки якого розраховується за методикою, яка викладена у кн. Донського А В і ін., с 60-68, формула 4-51.

На торцевій поверхні кільцевого перетворювача методом напилу нанесено обкладки 15, одна з яких, у даному випадку, зовнішня, за допомогою кільцевої клеми 16 і провідника 17 поєднана з струмоз'ємним кільцем 16, який встановлено на обертаючомуся диску осьового підшипника 4, а друга входить у контакт з буртиком валу 2, тобто замкнута на масу. Підведення живлення напругою 50-250 В до струмоз'ємного кільця 18 і валу 2 реалізується, відповідно, за допомогою двох периферійних 19 і одної центральної 20 ковзаючих графітних щіток, встановлених у щіткоутримувачі 21. Ізоляція кільцевої клеми 16 і прилеглі до неї обкладки перетворювача здійснюється капроловою шайбою 22.

Працює віброупор наступним чином. Штангу з роликом розміщують усередині оброблюваної деталі (див. фіг. 1) і вводять останній у контакт з її внутрішньою поверхнею у точці 0, тобто у точці, яка знаходиться на лінії дії  $P_y$ , і переміщують уздовж поверхні обробки синхронно з різцем. Збуджуючи радіальні коливання перетворювача, створюють протидіюче зусилля, яке компенсує дію  $P_y$ . Таким чином, стінка деталі залишається якби нерухомою.

нерухомою відносно своєї середньої лінії.

Даний ефект виявляється в більшій мірі, якщо різець і зовнішнє кільце перетворювача коливаються синфазно, що досягається приєднанням перетворювачів коливань різця і упору до одного генератора коливань і відповідним розрахунком параметрів коливальних систем.

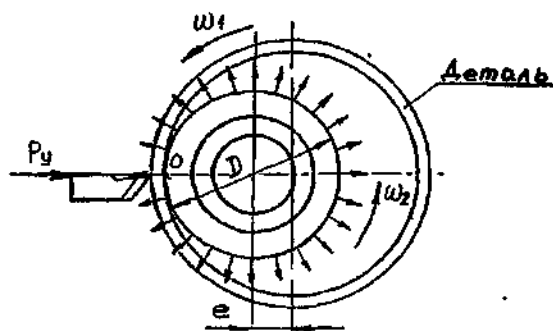


Fig. 1

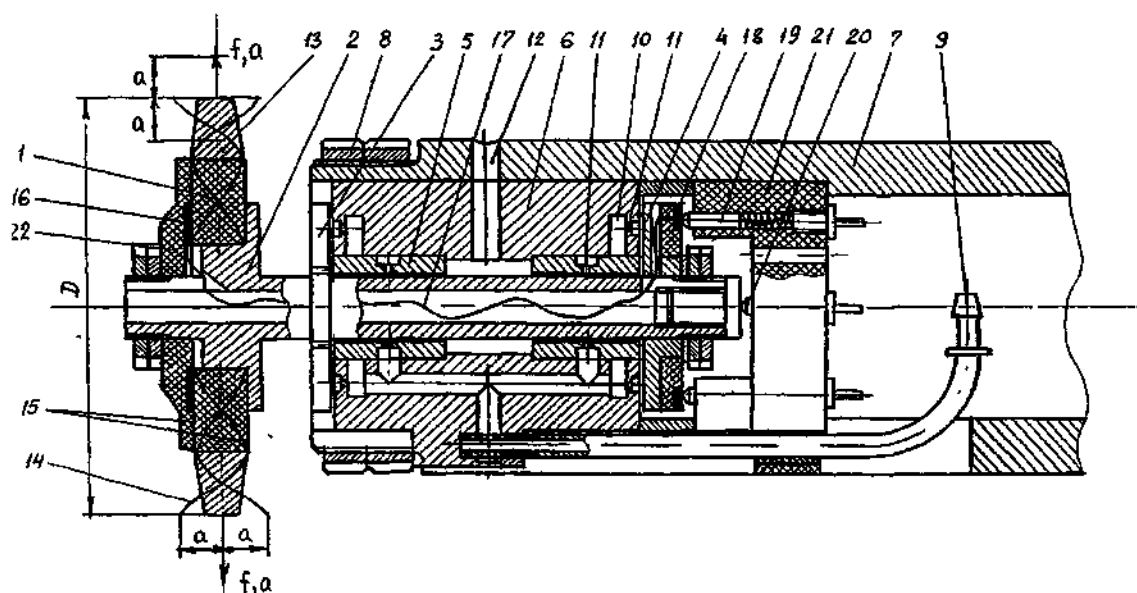


Fig. 2

