



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **94382** (13) **U**
(51) МПК (2014.01)
G01H 11/00
G01M 7/02 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2014 05982	(72) Винахідник(и): Гермашев Антон Ігорович (UA), Логомінов Віктор Олексійович (UA), Анпілогов Дмитро Ігорович (UA)
(22) Дата подання заявки: 02.06.2014	(73) Власник(и): ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, вул. Жуковського, 64, м. Запоріжжя, 69063 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 10.11.2014	(74) Представник: Висоцька Наталя Іванівна, начальник патентно-інформаційного відділу НДЧ ЗНТУ
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.11.2014, Бюл.№ 21	

(54) СТЕНД ДЛЯ ДІАГНОСТИКИ КОЛИВАНЬ ТОНКОСТІННОЇ ДЕТАЛІ ТИПУ ЛОПАТОК МОНОКОЛЕСА ГАЗОТУРБІННОГО ДВИГУНА (ГТД) ПРИ КІНЦЕВОМУ ФРЕЗЕРУВАННІ

(57) Реферат:

Стенд для діагностики коливань тонкостінної деталі типу лопаток газотурбінного двигуна (ГТД) моноколеса при кінцевому фрезеруванні має масивну основу та датчик виміру рівня вібрації, з'єднаний з реєструючою апаратурою, стенд оздоблено трьома паралельно розташованими між собою пластинами, які нижніми частинами міцно з'єднані між собою та з основою, а верхні частини пластин утворюють між собою простір, який може заповнюватись в'язкопружним демпфуючим середовищем і регулюється за допомогою встановлення дистанційних елементів між нижніми частинами пластин, при цьому центральна контрольна пластина імітує лопатку під час обробки фрезеруванням, а дві інші - імітують суміжні лопатки, на торці контрольної пластини міцно закріплено досліджуваний зразок, а також закріплено датчик переміщення. Крім цього, стенд оздоблено кулачком, робоча поверхня якого контактує з досліджуваним зразком з можливістю ударної взаємодії, приводом обертання та переміщення кулачка уздовж контрольної пластини та механізмом утворення натягу між кулачком та досліджуваним зразком, при цьому кулачок та досліджуваний зразок виготовлено з твердого матеріалу.

UA 94382 U

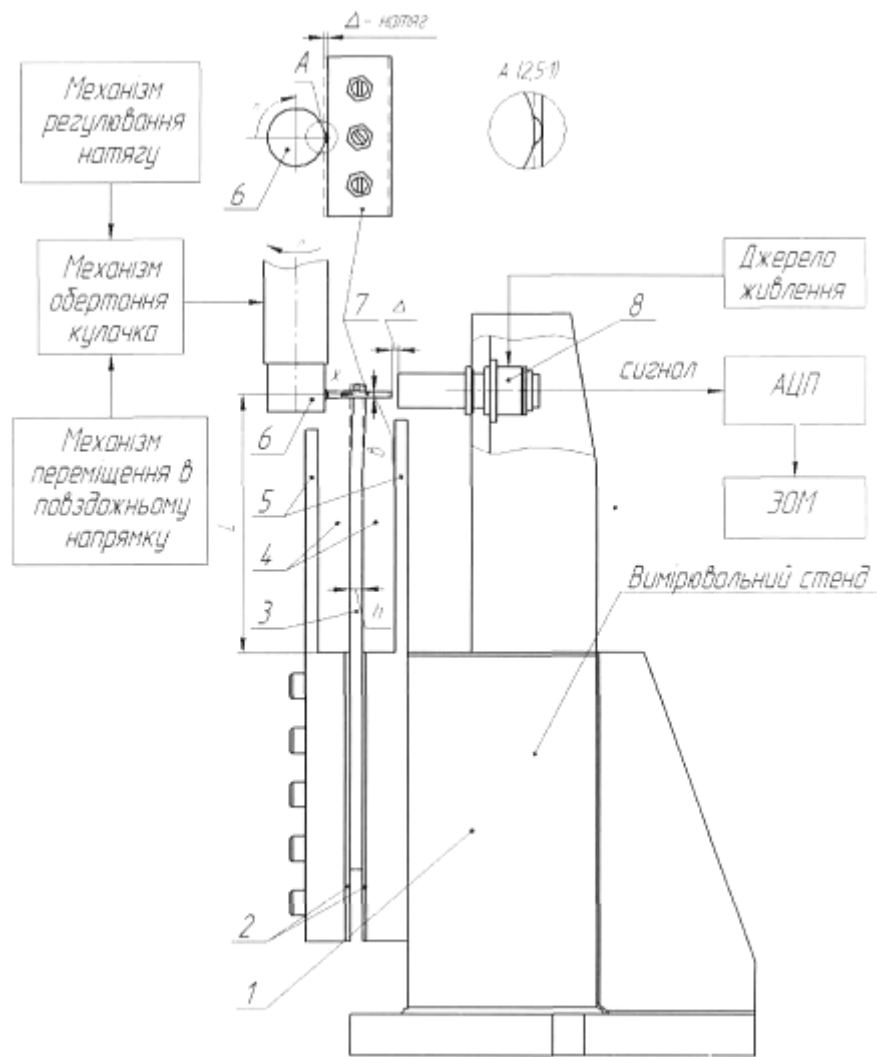


Fig. 1

Винахід належить до галузі технології машинобудування, конкретно - стосується конструкції стенда для діагностики коливань тонкостінної деталі типу лопаток моноколеса ГТД (газотурбінного двигуна) при кінцевому фрезеруванні.

Вібрації є негативним фактором при обробці тонкостінних деталей, таких як лопатки моноколеса ГТД. Тонкостінні деталі складної форми виробляють з цільної заготовки шляхом високошвидкісного фрезерування багатьма проходами та знімання великої кількості матеріалу. Так як фрезерування належить до преривчастого виду обробки, фреза при кожному зрізанні припуску з заготовки збуджує коливання. Після цього заготовка здійснює вільні коливання до збудження наступним зубом фрези. В залежності від домінуючих форм вільних коливань заготовки потрібно адаптувати швидкість різання для запобігання регенеративному збудженню під час різання та утворення зарізів або місць на готовій деталі з неминучим браком.

Відома конструкція пристрою (1) для визначення резонансної частоти коливань текстильної нитки, яке містить пристосування для кріплення нитки, генератор електричних коливань, електромеханічний перетворювач, що відрізняється тим, що пристрій додатково містить стробоскоп, з'єднаний з генератором електричних коливань, при цьому стробоскоп виконаний на яскравих світлодіодах.

Прототипом вибрана відома конструкція стенда (2) для дослідження в'язкопружних демпфуючих середовищ, призначених для фінішного фрезерування лопаток моноколеса газотурбінних двигунів, який має масивну основу та датчик виміру рівня вібрації, з'єднаний з реєструючою апаратурою, який відрізняється тим, що стенд оздоблено трьома паралельно розташованими між собою пластинами, які імітують лопаткову решітку моноколеса ГТД, центральна з яких є контрольною пластиною і імітує лопатку під час обробки фрезеруванням, а дві інші є технологічними пластинами і імітують суміжні лопатки, на торці контрольної пластини міцно закріплено досліджуванний зразок, в масивній основі стенда, навпроти досліджуваного зразка, закріплено датчик переміщення, висота першої технологічної пластини дорівнює висоті досліджуваного зразка та контрольної пластини, а висоту другої технологічної пластини виконано нижче за контрольну, пластини нижніми частинами міцно з'єднані між собою та масивною основою гвинтами, а верхні частини пластин утворюють простір між собою, який регулюється за допомогою встановлення дистанційних пластин між нижніми частинами контрольної та технологічних пластин, при цьому простір заповнюється в'язкопружним демпфуючим середовищем.

В наведених конструкціях не можливо проводити діагностику коливань тонкостінної деталі методом ударного збудження без зрізання припуску з можливістю регулювання імпульсу удару та зміною місця його прикладання з певним кроком, не можливо проводити дослідження інерційної складової змушуючої сили та впливу в'язкопружних демпфуючих середовищ на зменшення інерційної складової змушуючої сили, не можливо проводити дослідження деградації в'язкопружного демпфуючого середовища при прикладанні циклічного ударного навантаження, яке імітує збудження деталі фрезом.

В основу винаходу поставлено задачу розробки стенда для діагностики коливань тонкостінної деталі типа лопаток моноколеса ГТД при кінцевому фрезеруванні, який дозволяє проводити дослідження інерційної складової змушуючої сили, проводити аналіз деградації в'язкопружного демпфуючого середовища при прикладанні ударного навантаження, фіксувати віброграму відхилення тонкостінного елемента, який імітує тонкостінну деталь, при періодичному збудженні вимушуючою силою, регулювати величини вимушуючої сили та місце її прикладання.

Вирішення задачі досягається тим що, стенд для діагностики коливань тонкостінної деталі типу лопаток моноколеса ГТД при кінцевому фрезеруванні, який має масивну основу та датчик виміру рівня вібрації, з'єднаний з реєструючою апаратурою, стенд оздоблено трьома паралельно розташованими між собою пластинами, які нижніми частинами міцно з'єднані між собою та з основою, а верхні частини пластин утворюють між собою простір, який може заповнюватись в'язкопружним демпфуючим середовищем і регулюється за допомогою встановлення дистанційних елементів між нижніми частинами пластин, при цьому, центральна контрольна пластина імітує лопатку під час обробки фрезеруванням, а дві інші пластини імітують суміжні лопатки, на торці контрольної пластини міцно закріплено досліджуванний зразок, в масивній основі стенда, навпроти досліджуваного зразка, закріплено датчик переміщення, при цьому стенд оздоблено кулачком, робоча поверхня якого контактує з досліджуваним зразком з можливістю ударної взаємодії, приводом обертання та переміщення кулачка уздовж контрольної пластини та механізмом утворення натягу між кулачком та досліджуваним зразком, при цьому кулачок та досліджуванний зразок виготовлено з твердого матеріалу.

Консольна виступаюча контрольна пластина дозволяє імітувати пружну систему тонкостінної деталі. Завдяки закріпленню досліджуваного зразка на контрольній пластині використання пластини є багаторазовим. Завдяки оснащенню стенда кулачком з приводом обертання можливо прикладати вимушуючу силу до досліджуваного зразка з певною частотою, тим самим імітуючи ударну взаємодію фрези з заготовкою, проте не зрізуючи припуск при цьому. Завдяки механізму формування натягу між кулачком та досліджуваним зразком можливо імітувати умови обробки з різними припусками та подачею на зуб, а завдяки механізму переміщення в повздовжньому напрямку можливо прикладання винуждаючої сили з певним кроком та фіксація зміни віброграми коливань тонкостінного елементу в залежності від місця прикладання сили. Застосування кулачка при розташуванні контрольної пластини в в'язкопружному демпфуючому середовищі дозволяє відстежувати цілісність системи при циклічному навантаженні системи та деградацію середовища.

Таким чином, нові ознаки при взаємодії з відомими ознаками забезпечують виявлення нових технічних властивостей - шляхом конструкційних удосконалень розроблено стенд для дослідження коливань при кінцевому циліндричному фрезеруванні тонкостінних елементів деталей.

Це забезпечує усій заявленій сукупності ознак відповідність критерію "новизна" та приводить до нових технічних результатів.

Аналоги, які містять ознаки, що відрізняються від прототипу, не знайдені, рішення явним чином не впливає з рівня техніки.

Ідея винаходу пояснюється на схемі (фіг. 1), де зображено схему стенда.

Фіг. 2 – зображено результати вимірювань ЧВК (частоті власних коливань) системи при циклічному навантаженні ударами кулачка.

Пристрій складається з двох складових частин, кожна з яких містить технологічну пластину - 5, яка імітує сусідню лопатку. Між цими частинами пристосування встановлюється пружний елемент - контрольна пластина - 3, що імітує пружну систему (ПС) лопатки під час її обробки. На пластині - 3 міцно закріплюється зразок із оброблюваного матеріалу - 7, вібропереміщення - Δ якого вимірюється індуктивним проксиметром (XS1 M12AP120 торгової марки Osiprox®) - 8. З іншої сторони досліджуваного зразка розташовано кулачок 6, який оснащено механізмом обертання, регулювання натягу та механізмом переміщення в повздовжньому напрямку. Пристосування кріпиться до вимірювального стенда - масивної основи 1. Завдяки такій конструкції пристрою з'являється можливість заповнення простору між контрольною і технологічними пластинами різними в'язкопружними демпфуючими середовищами - 4, а завдяки дистанційним пластинам - 2 цей простір можливо регулювати.

Стенд працює наступним чином. Простір між контрольною пластиною - 3, яка імітує лопатку моноколеса ГТД під час обробки, та технологічними пластинами - 5, які імітують сусідні лопатки моноколеса ГТД, заповнюють в'язкопружним демпфуючим середовищем, яке розташовується в просторі 4. Після заповнення простору між пластинами в'язкопружним демпфуючим середовищем закріплені між собою пластини встановлюють на вимірювальному стенді, формують попередній Δ - натяг та записують віброграми коливань пластини при різноманітних частотах обертання кулачка. Таким чином проводять дослідження інерційної складової змушуючої сили. Для дослідження деградації в'язкопружного демпфуючого середовища запис віброграми відбувається при одній швидкості обертання кулачка протягом великого часу. Віброграма відхилення зразка далі розшифровується для визначення досліджуваних параметрів. Для порівняння експерименти проводять без в'язкопружного демпфуючого середовища.

В прикладі використання наведено зразок дослідження інерційної складової змушуючої сили з застосуванням в'язкопружного демпфуючого середовища та без нього та дослідження деградації двох в'язкопружних демпфуючих середовищ, як порівняння експерименти проводили і без середовища. Досліджуваний зразок 2 (розміром 50×15×4) виконано з Сталі 40XH2MA (46...51 HRC) матеріал виступаючої частини кулачка виконано з швидкорізючої сталі Р6М5 (64 HRC). У експериментах використовували контрольну пластину - 3 з Сталі 65Г (HRC 60) товщиною $h=4$ мм, шириною $B=60$ мм та висотою вильоту $L=80$ мм. Попередній Δ - натяг для всіх експериментів був однаковий і складав $\Delta=100$ мкм. Швидкість обертання кулачка для експериментів з визначення інерційної складової змушуючої сили складала 56-1800 об/хв. (табл. 1), для експериментів з деградації суміші - 900 об/хв. (Фіг. 2). Змушуюча сила прикладалась посередині зразку без зміни її положення. В процесі дослідження виконували запис коливань досліджуваного зразка - 7 індуктивним датчиком - 8. Результати обробки даних, записаних датчиком наведено в табл. 1 та на Фіг. 2.

Результати дослідження інерційної складової змушуючої сили

Опис досліджуваної схеми	Відхилення досліджуваної пластини Δ , мкм							
	Число обертів кулачка n , об/хв							
	56	224	560	710	900	1120	1400	1800
Без застосування суміші	100,6	100,4	99,9	107,6	106,3	143,6	151,6	365,9
З застосуванням міжлопаткового середовища	100,6	99,8	104	104	104	102,6	108,3	121,5

Результати таблиці 1 показують зменшення інерційної складової змушуючої сили при застосуванні міжлопаткового середовища 1.

На Фіг. 2 зображена зменшення частоти власних коливань (ЧВК) ПС тонкостінної деталі при застосуванні міжлопаткового середовища 2, таким чином можна фіксувати деградацію середовища при прикладенні циклічного навантаження, що призведе до погіршення умов обробки тонкостінної деталі. При застосуванні міжлопаткового середовища 1 зміни ЧВК не спостерігається, що гарантує стабільні параметри упродовж всієї обробки реальної деталі.

Таким чином, наведений приклад використання стенда показує: можливість дослідження інерційної складової змушуючої сили, аналіз деградації в'язкопружного демпфуючого середовища при прикладанні ударного навантаження, яка імітує ударне збудження фрезою, можливість завдання конкретної величини винуждаючої сили шляхом завдання Δ - натягу та місця його прикладання.

Виходячи з вищевикладеного можна зробити висновок, що технічне рішення, яке заявляється, задовольняє критерію "Промислове застосування".

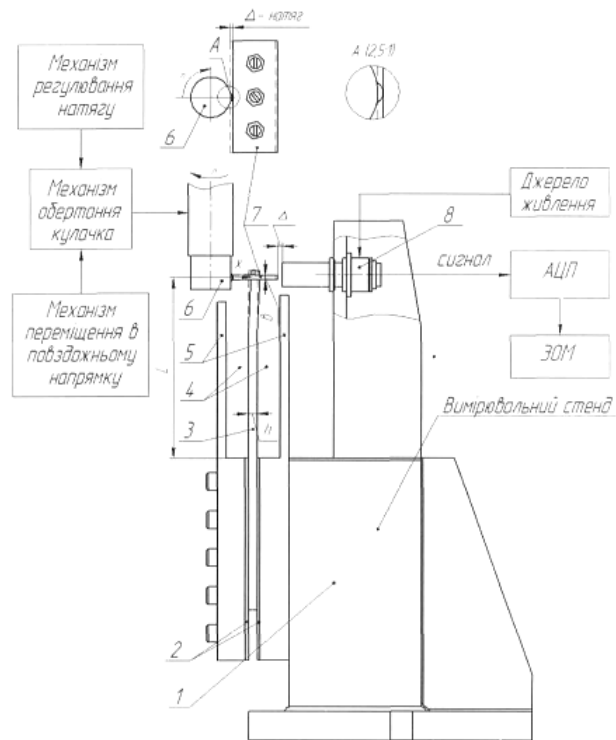
Джерела інформації:

1. Пат. RU 64771 МПК (2006) G01H13/00, Устройство для определения резонансной частоты колебаний текстильной нити / Попов Михаил Александрович, Грибова Людмила Ксенофонтовна, Савченко Виктор Ефремович - 2007105263/22; заявл. 12.02.2007; опубл. 10.07.2007. Режим доступа: <http://www.fips.ru/cdfi/Fips2009.dll/CurrDoc?SessionKey=WOAIJASCOZE7NEOKKXKU&GotoDoc=3&Query=13>.

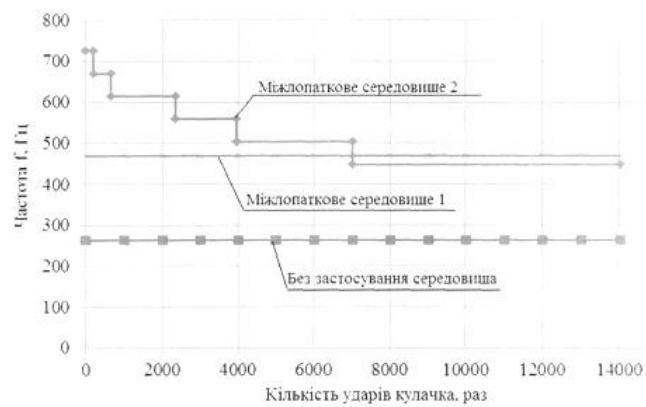
2. Пат. UA 88683 МПК (2006) F16F15/00; G01M7/02, Стенд для дослідження в'язкопружних демпфуючих середовищ, призначених для фінішного фрезерування лопаток моноколеса ГТД, Гермашев Антон Ігорович, Логомінов Віктор Олексійович, Кондратюк Едуард Васильович, Мозговий Володимир Федорович, Козлова Олена Борисівна - u201312754; заявл 01.11.2013; опубл 25.03.2014. Режим доступа: <http://base.uipv.org/searchINV/search.php?action=viewdetails&IdClaim=198515>.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Стенд для діагностики коливань тонкостінної деталі типу лопаток газотурбінного двигуна (ГТД) моноколеса при кінцевому фрезеруванні, який має масивну основу та датчик виміру рівня вібрації, з'єднаний з реєструючою апаратурою, стенд оздоблено трьома паралельно розташованими між собою пластинами, які нижніми частинами міцно з'єднані між собою та з основою, а верхні частини пластин утворюють між собою простір, який може заповнюватись в'язкопружним демпфуючим середовищем і регулюється за допомогою встановлення дистанційних елементів між нижніми частинами пластин, при цьому центральна контрольна пластина імітує лопатку під час обробки фрезеруванням, а дві інші пластины імітують суміжні лопатки, на торці контрольної пластини міцно закріплено досліджуваний зразок, в масивній основі стенда, навпроти досліджуваного зразка, закріплено датчик переміщення, який **відрізняється** тим, що стенд оздоблено кулачком, робоча поверхня якого контактує з досліджуваним зразком з можливістю ударної взаємодії, приводом обертання та переміщення кулачка уздовж контрольної пластини та механізмом утворення натягу між кулачком та досліджуваним зразком, при цьому кулачок та досліджуваний зразок виготовлено з твердого матеріалу.



Фіг. 1



Фіг. 2

Комп'ютерна верстка І. Мироненко

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601