



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **88683** (13) **U**
(51) МПК (2014.01)
F16F 15/00
G01M 7/02 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2013 12754**
(22) Дата подання заявки: **01.11.2013**
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: **25.03.2014**
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: **25.03.2014, Бюл.№ 6**

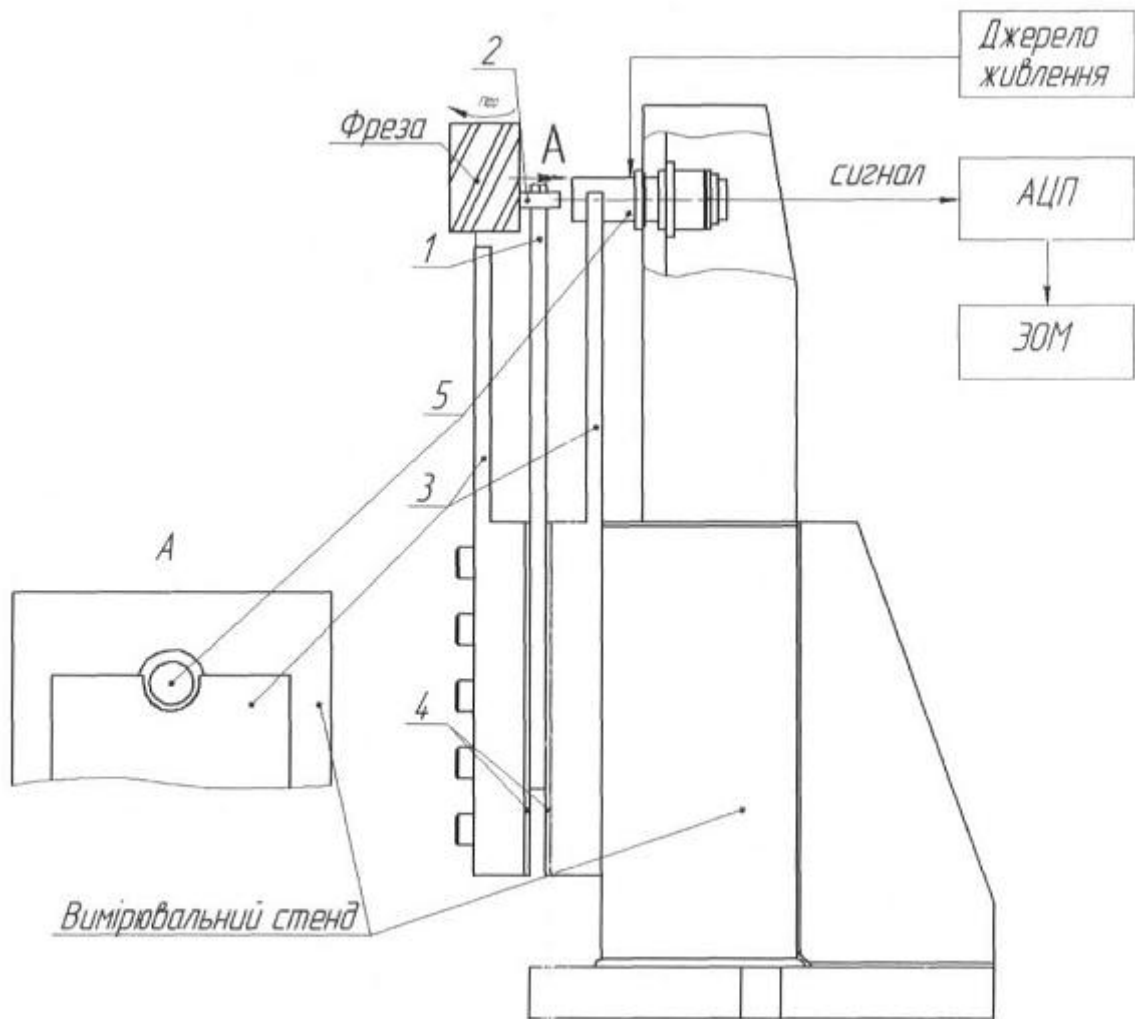
(72) Винахідник(и):
Гермашев Антон Ігорович (UA),
Логомінов Віктор Олексійович (UA),
Мозговий Володимир Федорович (UA),
Кондратюк Едуард Васильович (UA),
Козлова Олена Борисівна (UA)
(73) Власник(и):
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ,
вул. Жуковського, 64, м. Запоріжжя, 69063 (UA)
(74) Представник:
Висоцька Наталя Іванівна

(54) СТЕНД ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ В'ЯЗКОПРУЖНИХ ДЕМПФУЮЧИХ СЕРЕДОВИЩ, ПРИЗНАЧЕНИХ ДЛЯ ФІНІШНОГО ФРЕЗЕРУВАННЯ ЛОПАТОК МОНОКОЛІС ГАЗОТУРБІННИХ ДВИГУНІВ

(57) Реферат:

Стенд для дослідження в'язкопружних демпфуючих середовищ, призначених для фінішного фрезерування лопаток моноколів газотурбінних двигунів (ГТД) має масивну основу та датчик виміру рівня вібрації, з'єднаний з реєструючою апаратурою. Стенд оснащено трьома паралельно розташованими між собою пластинами, які імітують лопаточну решітку моноколеса ГТД. Центральна пластина є контрольною і імітує лопатку під час обробки фрезеруванням, а дві інші є технологічними пластинами і імітують суміжні лопатки. На торці контрольної пластини міцно закріплено досліджуваній зразок, в масивній основі стенда, навпроти досліджуваного зразка, закріплено датчик переміщення. Висота першої технологічної пластини дорівнює висоті досліджуваного зразка та контрольної пластини, а висота другої технологічної пластини 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.

UA 88683 U



Фіг. 1

Корисна модель належить до галузі технології машинобудування, конкретно - стосується конструкції стенда для дослідження в'язкопружних демпфуючих середовищ, наприклад, призначених для фінішного фрезерування лопаток газотурбінних двигунів.

Вібрації є негативним фактором при обробці тонкостінних деталей, таких як моноколеса газотурбінного двигуна (ГТД). Одним із методів боротьби з ними є застосування в'язкопружних демпфуючих середовищ, якими заповнюється простір між лопатками перед чистовим фрезеруванням.

Відома конструкція стенда (1) для дослідження динамічної жорсткості віброізоляторів, що містить основу, на якому закріплені генератор коливань і навантажувальний пристрій, який відрізняється тим, що на основі закріпленій важіль, один кінець якого шарнірно пов'язаний з основою, а інший з'єднаний за допомогою кривошипа через подвійний ексцентрик з редуктором і приводом, причому під віброізолятором встановлений тензодинамометр, а на важелі закріплюється сейсмічний датчик, реєструючий рівень віброприскорення вхідного впливу, а сигнали від датчика і тензодинамометра надходять на тензопідсилювач, потім осцилограф, магнітограф і комп'ютер для обробки отриманої інформації.

Прототипом вибрана відома конструкція пристрою для дослідження демпфуючих властивостей матеріалів (2), що містить основу, встановлені на ньому нерухомий і два рухомих захоплення зразка, вісь обертання, штангу, встановлену на осі обертання, вантаж, закріплений на штанзі, пристосування для з'єднання штанги з рухомими захопленнями, відрізняється тим, що пристосування для з'єднання штанги з рухомими захопленнями виконано у вигляді коромисла, встановленого на осі штанги і жорстко з нею з'єданого, рухливі захоплення закріплені на різних кінцях коромисла, а нерухоме захоплення закріплення на осі штанги, при цьому вісь штанги виконана з можливістю повороту щодо основи, між віссю і підставою розміщено фіксатор повороту осі штанги, при цьому штанга виконана пружною.

В наведених конструкціях не виконується обробка фрезеруванням, що робить неможливим дослідження впливу в'язкопружних демпфуючих матеріалів на формування обробленої поверхні.

В основу корисної моделі поставлена задача розробки стенда для дослідження в'язкопружних демпфуючих середовищ, призначених для фінішного фрезерування лопаток моноколес ГТД, який дозволяє проводити дослідження на моделі частини моноколеса ГТД та записувати віброграму відхилення тонкостінного елемента, який імітує лопатку моноколеса ГТД під час її обробки фрезеруванням.

Вирішення задачі досягається тим, що стенд для дослідження в'язкопружних демпфуючих середовищ призначених для фінішного фрезерування лопаток моноколес газотурбінних двигунів, який має масивну основу та датчик виміру рівня вібрації, з'єднаний з реєструючою апаратурою, при цьому стенд оздоблено трьома паралельно розташованими між собою пластинами, які імітують лопаточну 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 досліджуваній зразок, в масивній основі стенда, навпроти досліджуваного зразка, закріплено датчик переміщення, висота першої технологічної пластини дорівнює висоті досліджуваного зразка та контрольної пластини, а висота другої технологічної пластини нижче за контрольну, пластини нижніми частинами міцно з'єдані 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.

Сукупність розташування пластин дозволяє імітувати лопаточку решітку моноколеса ГТД. Використання моделі є багаторазовим, що суттєво знижує собівартість дослідження. Встановлення дистанційних пластин та зміна зазору між контрольною та технологічними пластинами, а також зміна контрольної пластини, дозволяє моделювати лопаточну решітку різноманітних моноколес ГТД. Записаний сигнал відхилення тонкостінного елемента характеризує процес різання в залежності від досліджуваного в'язкопружного демпфуючого середовища. Завдяки зменшеній висоті технологічної пластин зі сторони фрезерування зразка можливо проводити обробку досліджуваного зразка, як фрезами призначеними для фінішного фрезерування лопаток моноколес ГТД, так і жорстким інструментом більшого діаметра.

Корисна модель пояснюється схемою стенда фіг. 1 та фіг. 2 відповідно без заповнення та з заповненням простору між пластинами в'язкопружним демпфуючим середовищем. Пристрій складається: з двох складових частин, кожна з яких містить технологічну пластину 3, яка імітує сусідню лопатку. Між цими частинами пристосування встановлюється пружний елемент пластина 1, що імітує пружну систему (ПС) лопатки під час її обробки. На пластині 1 міцно

закріплюється зразок із оброблюваного матеріалу 2, вібропереміщення - Δx якого вимірюється індуктивним датчиком 5. Пристосування кріпиться до вимірювального стенда - масивної основи. Завдяки такій конструкції пристрою з'являється можливість заповнення простору між контрольною і технологічними пластинами різними демпфуючими середовищами 6, а завдяки

5 дистанційним пластинам 4 цей простір можливо регулювати. Зміна товщини пластини 1 дозволяє вивчати вплив демпфуючих середовищ на поведінку ПС тонкостінної деталі з різною жорсткістю.

Стенд працює наступним чином. Простір між контрольною пластиною 1, яка імітує лопатку моноколеса ГТД під час обробки, та технологічними пластинами 3, які імітують сусідні лопатки моноколеса ГТД, заповнюють в'язкопружним демпфуючим середовищем 6. Після заповнення простору між пластинами в'язкопружним демпфуючим середовищем 6 закріплені між собою пластини встановлюють на вимірювальному стенді і фрезерують досліджуваний зразок 2, який міцно закріплено на контрольній пластині. При цьому при фрезеруванні записується вібровідхилення зразка 2. Віброграма відхилення зразка далі розшифровується для визначення

10 найкращого з досліджуваних середовищ 6.

В прикладі використання наведено зразок фрезерування досліджуваного зразка 2 (розміром $50 \times 15 \times 4$) з застосуванням суміші, яка використовується для чистового фрезерування лопаток моноколеса ГТД. Для фрезерування використовували пластину з конструкційної сталі Ст. 3 товщиною $h = 8$ мм, шириною $w = 60$ мм та висотою вильоту $l = 80$ мм. Простір між пластинами 3 (пластина зі сторони фрезерування досліджуваного зразка має виліт $l = 70$ мм, пластина з іншого боку має виліт $l = 84$ мм, товщина і ширина пластин однакова $h = 8$ мм, $w = 60$ мм), які імітують сусідні лопатки заповнювали сумішшю для чистового фрезерування лопаток моноколеса ГТД. Фрезерування виконували однозубою циліндричною кінцевою фрезою Canela 1220.07 з твердосплавними змінними пластинами при наступних режимах різання: швидкість обертання шпинделя верстата FWD-32J - $n_{\text{фр}} = 1800$ об/хв, припуск - $t = 0,5$ мм, подача - $S_z = 0,05$ мм/зуб (зустрічне фрезерування), висота фрезерованої поверхні - $b = 4$ мм, фрезерування здійснювалось по всій довжині досліджуваного зразка - 2. В процесі фрезерування виконували запис коливань досліджуваного зразка - 2 індуктивним датчиком - 5. Сигнал коливань пластини, яка знаходиться у міжлопатковій суміші, для одного періоду обертання фрези наведено на фіг.

15 3.

Джерела інформації:

1. Пат. RU 2279046 МПК (2006) G01M 7/02, Стенд для исследования динамической жесткости виброизоляторов [Электронный ресурс] / Кочетов О.С., Кочетова М.О., Ходакова Т.Д., Шестернинов А.В., Шмаков В.Т. - 2005102130/28; заявл. 31.01.2005; опубл. 27.06.2006. Режим

20 доступа: http://www1.fips.ru/fips_servl/fips_servlet.

2. Пат. RU 2425351 МПК (2006) G01N 3/32. Способ исследования демпфирующих свойств материалов и устройство для его осуществления / Лодус Е.В., Таланов Д.Ю., Зуев Б.Ю., Ромашкевич А.А. - 2009141868/28; заявл. 12.11.2009; опубл. 27.07.2011. Режим доступа: http://www1.fips.ru/fips_servl/fips_servlet.

25 30

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Стенд для дослідження в'язкопружних демпфуючих середовищ, призначених для фінішного фрезерування лопаток моноколеса газотурбінних двигунів (ГТД), який має масивну основу та датчик виміру рівня вібрації, з'єднаний з реєструючою апаратурою, який **відрізняється** тим, що

35 стенд оснащено трьома паралельно розташованими між собою пластинами, які імітують лопаточну 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 досліджуваний зразок, в

40 масивній основі стенда, навпроти досліджуваного зразка, закріплено датчик переміщення, висота першої технологічної пластини дорівнює висоті досліджуваного зразка та контрольної пластини, а висота другої технологічної пластини 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

45 50 55 пластин між нижніми частинами контрольної та технологічних пластин, при цьому простір заповнюється в'язкопружним демпфуючим середовищем.

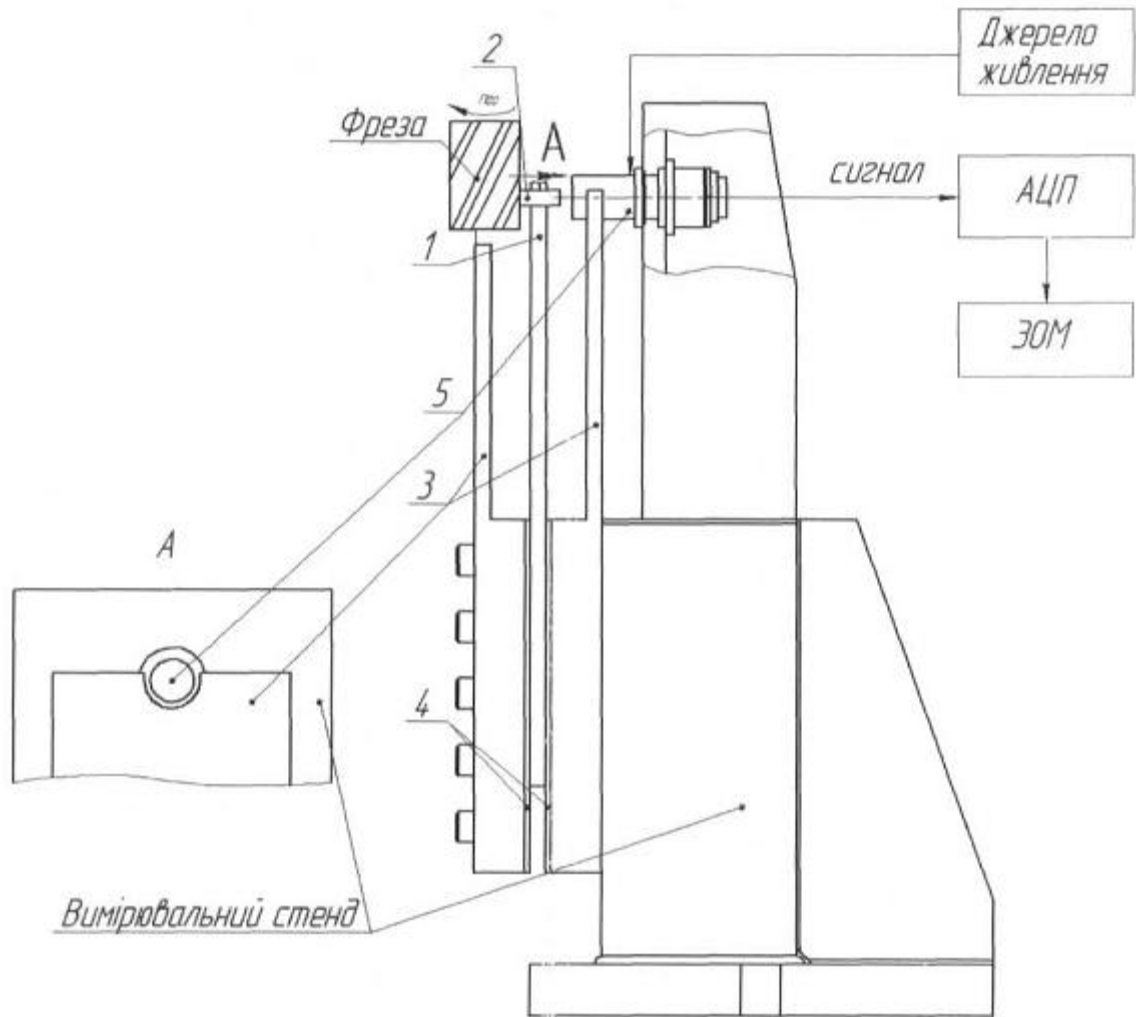


Fig. 1

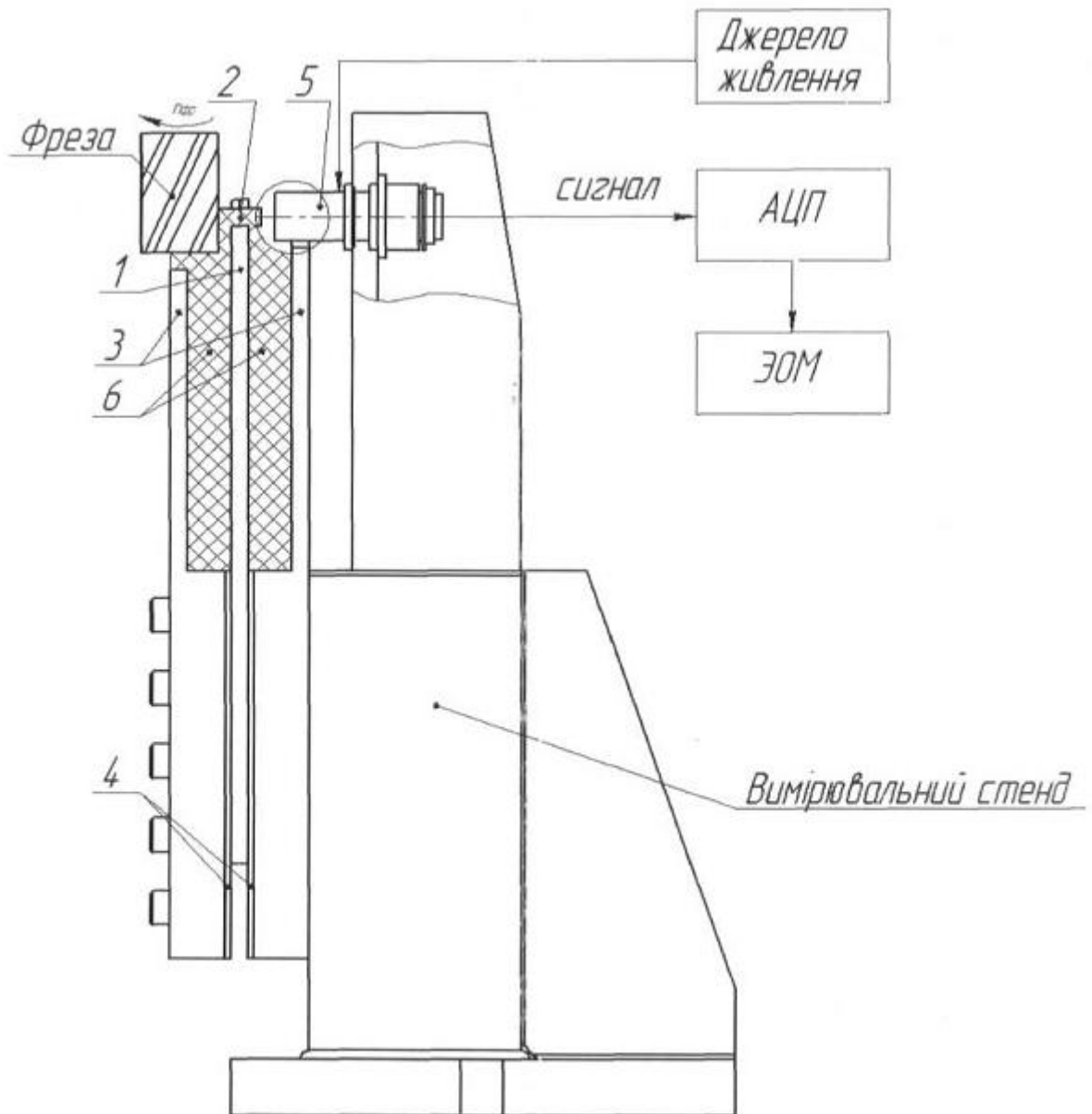
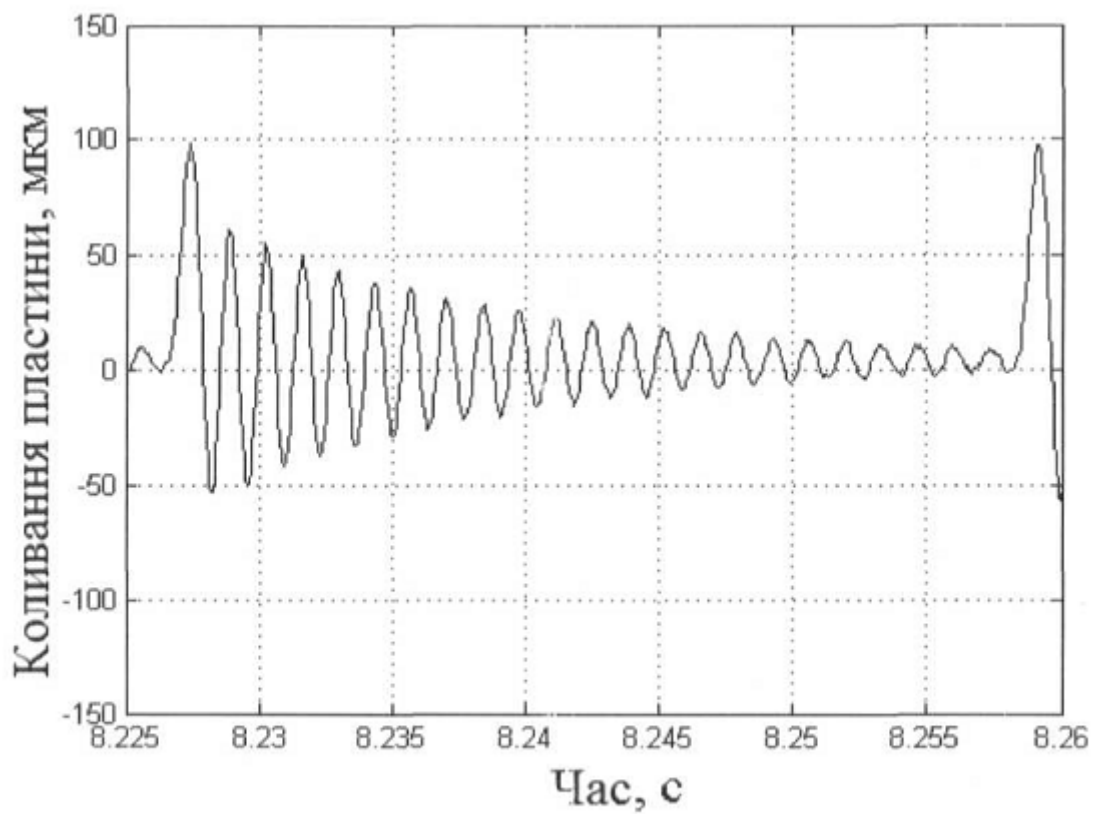


Fig. 2



Фиг. 3

Комп'ютерна верстка Д. Шеверун

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