



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 162760

(13) U

(51) МПК

G01N 3/34 (2006.01)

G01N 3/38 (2006.01)

G01N 27/20 (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ
"УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки:	u 2025 01973	(72) Винахідник(и):	Гончар Наталя Вікторівна (UA), Павленко Дмитро Вікторович (UA), Вишнепольський Євген Валерійович (UA), Степанов Дмитро Миколайович (UA), Ткач Дар'я Володимирівна (UA), Тумарченко Лариса Олександрівна (UA)
(22) Дата подання заявки:	29.04.2025	(73) Володілець (володільці):	НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА", вул. Жуковського, 64, м. Запоріжжя, 69063 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності:	23.04.2026	(74) Представник:	ВИСОЦЬКА НАТАЛЯ ІВАНІВНА
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію:	22.04.2026, Бюл.№ 16		

(54) МАШИНА ДЛЯ ВИПРОБУВАНЬ МІЖПАЗОВИХ ВИСТУПІВ ДИСКІВ КОМПРЕСОРА НА ВТОМУ

(57) Реферат:

Машина для випробувань міжпазових виступів дисків компресора на втому складається зі станини, на якій розміщено механізм для коливання випробуваного зразка, стійка та випробуваний зразок. Як механізм для коливання випробуваного зразка використовують віброелектродинамічний стенд, в стійку якого встановлено клиноподібну вставку і основу, які мають профільовану контактну частину з боковими робочими поверхнями типу "ластівчин хвіст", із змінною пластиною, які закріплено притискним клином і зафіксовано болтом.

UA 162760 U

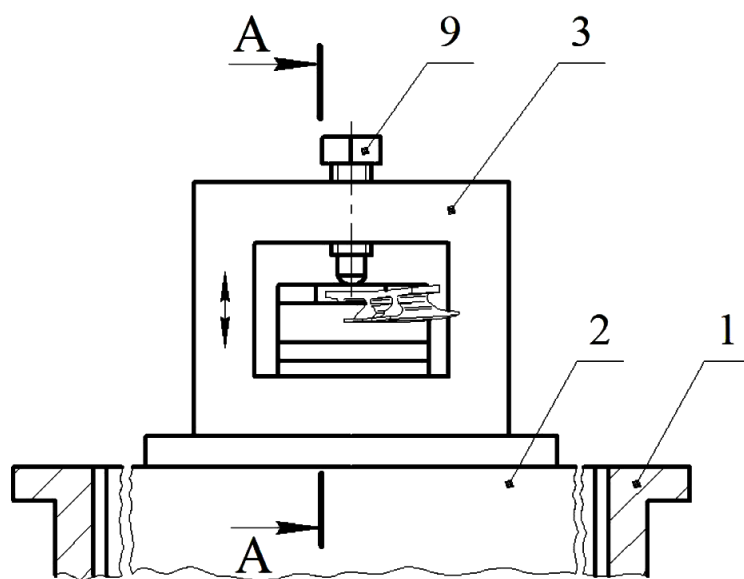


Fig. 2

Корисна модель належить до галузі машинобудування, зокрема авіадвигунобудування і енергоустановок, і стосується пристроїв для досліджень опору втомі елементів ободової частини дисків компресорів газотурбінних двигунів (ГТД) з пазами типу "ластівчин хвіст", а саме міжпазових виступів (МПВ), використовуючи вільні коливання консольно закріпленого зразка.

Ці пристрої дають можливість проводити дослідження на втому випробуваних зразків, вирізаних з натурального диску компресора газотурбінного двигуна, в умовах пошуку нових методів формоутворення, фінішно-зміцнювальних технологій оброблення відповідальних елементів ободової частини дисків, зберігаючи технологічну спадковість.

Відома конструкція пристрою для визначення міцності композитів на втомленість при згині [1], складається зі зразка, консольно закріпленого у затискачах пристрою, до якого через ексцентрик прикладаються багаторазові циклічні згинаючі навантаження причому випробування продовжують до візуально встановленого моменту утворення тріщин.

Недоліком цього пристрою є складність моніторингу процесу появи тріщини при проведенні випробувань, наявність додаткового тертя і безпосереднього контактного впливу на зразок з боку ексцентрика, що змінює картину навантажень, порівняно з реальною, та суттєве обмеження діапазону вимушених коливань зразка.

Як найближчий аналог вибрана машина для випробувань сталевих плоских зразків на втому [2], яка складається зі станини, на якій розміщено механізм для коливання випробувального зразка, обладнаний циліндричним кулачком зі змінним ексцентриситетом, виконаним з можливістю опосередкованої дії на коливальний важіль і випробуваний зразок. Циліндричний кулачок виконаний з посадковими отворами на різній відцентровій відстані, насаджений на вихідний вал привода обертання, закріпленого з одного краю станини, і охоплений підшипником кочення. Коливальний важіль складається із жорсткого стержня, контактуючого під час випробування одним кінцем з підшипником кочення і виконаного на другому кінці у вигляді лещат із захопленою ними консоллю випробуваного зразка, защемленою з протилежного кінця між плоскою частиною стійки з іншого краю станини і притискувальною плитою. Причому машина оснащена змінними прокладками різної товщини, розміщуваними на час випробування між підшипником кочення і жорстким стержнем та між стійкою і станиною. Машина належить до випробувальної техніки і випробувань на втому сталей та зварних з'єднань.

Недоліком цієї машини є використання її для випробувань зразків простої геометричної форми, низька точність визначення моменту зародження тріщини та обмежена частота вимушених коливань випробуваного зразка.

В основу корисної моделі поставлена задача розробки машини для випробування міжпазових виступів дисків компресора на втому, яка б дозволила випробувати на втому відповідальні складнопрофільні елементи, а саме МПВ ободової частини диска компресора ГТД, при надійному консольному закріпленні випробуваного натурального зразка, вирізаного з ободової частини диска компресора, мінімізуючи створення додаткової напруженості, при цьому забезпечити широкий діапазон частот коливань випробуваного зразка (в тому числі для випробувань в області багатоциклової втоми), точність визначення моменту зародження втомної тріщини та можливість автоматичного утримання випробуваного зразка, що коливається, в резонансному режимі.

Поставлена задача вирішується тим, що машина для випробувань міжпазових виступів дисків компресора на втому складається зі станини, на якій розміщено механізм для коливання випробуваного зразка, стійка та випробуваний зразок, згідно з корисною моделлю, як механізм для коливання випробувального зразка використовується віброелектродинамічний стенд, в стійку якого встановлено клиноподібну вставку і основу, які мають профільовану контактну частину з боковими робочими поверхнями типу "ластівчин хвіст", із змінною пластиною, які закріплено притискним клином і зафіксовано болтом.

Саме встановлення за допомогою клиноподібної вставки і профільованої контактної частини основи дозволяє надійно закріпити складнопрофільний випробуваний зразок за дві опорні поверхні МПВ, причому затискний клин та болт забезпечують надійну та постійну силу затиску під час випробувань та швидко заміну випробуваного зразка після експерименту. Використання як механізму для коливання консольно закріпленого випробуваного зразка віброелектродинамічного стенда (ВЕДС) забезпечує простоту робочого руху - вертикальні вільні коливання - з широким діапазоном частот, що працює в автоматичному режимі, стабільно утримуючи коливання випробуваного зразка на резонансній частоті під час експерименту, та підвищення точності визначення моменту появи тріщини - оцінка початку руйнування випробуваного зразка проводиться за інтенсивністю зниження частоти його власних коливань в момент зародження тріщини.

Таким чином, нові ознаки при взаємодії з відомими ознаками забезпечують виявлення нових

технічних властивостей - шляхом конструкційних удосконалень. Розроблено машину для випробувань міжпазових виступів дисків компресору на втому, що забезпечує надійний затиск випробуваних складнопрофільних зразків, простоту проведення експерименту в автоматичному режимі, підвищення точності визначення моменту зародження тріщини, і широкий діапазон частот коливань випробуваного зразка.

Запропонована корисна модель явним чином не впливає з рівня техніки.

На фіг. 1 зображено зовнішній вигляд випробуваного зразка, який має три міжпазових виступи, отриманого з ободової частини натурального диска компресора ГТД. Лінії відрізу з обох боків виконані паралельними до стінок паза. На фіг. 2 схематично зображено конструкцію машини для випробування міжпазових виступів дисків компресора на втому та фіг. 3 розріз А-А).

Конструкція машини для випробування міжпазових виступів дисків компресора на втому (фіг. 2, фіг. 3) складається з станини (1), віброелектродинамічного стенда (2), в стійку (3) якого встановлено основу (5), що має профільовану частину під контакт з боковою робочою поверхнею міжпазового виступу випробуваного зразка (4), установленого донизу козирком на змінну пластину (6), який з другого боку виступу затиснено клиноподібною вставкою (7), яку тримає затискний клин (8) за допомогою болта (9).

Машина працює наступним чином: перед проведенням дослідів необхідно підготувати зразки - ободову частину відрізають на токарному верстаті, після цього її розрізають за допомогою електроерозійного методу дротом на окремі зразки (фіг. 1), які мають по три міжпазових виступи, при цьому лінії відрізу є паралельними до стінок паза.

Для проведення випробувань на втому зразок крайнім міжпазовим виступом козирком донизу встановлюють на змінну пластину (6), яку заздалегідь встановлено на основу (5). Притискаючи зразок боковою робочою поверхнею міжпазового виступу до профільованої контактної частини основи, піджимають його з другого боку клиноподібною вставкою (7), на яку встановлюється затискний клин (8). Ця конструкція вставляється в посадкове місце отвору стійки (3) віброелектродинамічного стенда (2) і затискається в ній за допомогою болта (9).

Дослідження проводять за методом "сходинок", або іншим методом, що дає можливість визначити межу витривалості, налагоджуючи для кожного випробуваного зразка партії амплітуду коливань вільного кінця консольно закріпленого випробуваного зразка, яку визначають за тарувальним графіком. ВЕДС забезпечує широкий діапазон частот коливань, автоматично стабільно утримує коливання консольно закріпленого випробуваного зразка на резонансній частоті. Оцінку руйнування випробуваного зразка проводять за інтенсивністю зниження частоти його власних коливань в момент зародження тріщини. Якщо випробуваний зразок вистояв базову кількість циклів, його вважають незруйнованим, знімають, і досліджують наступний. Надійне закріплення міжпазового виступу випробуваного зразка за поверхні, які є експлуатаційними базами, виявлення початку руйнування на ранній стадії та автоматичний контроль процесу досліджень підвищує точність отриманих результатів при проведенні експерименту.

Слід відмітити, що конструкція клиноподібною вставки і профільованої контактної частини основи дозволяє надійно закріпити складнопрофільний випробуваний зразок за дві опорні поверхні МПВ, які під час експлуатації двигуна є посадковими площинами під хвостовики лопаток, що, по-перше, запобігає додатковій напруженості у випробуваний частині зразка, концентрує осередок зародження тріщини в гострому куті основи МПВ, спрощуючи візуальне спостереження за розвитком руйнування, по-друге, максимально наближує схему закріплення до експлуатаційних умов, по-третє, спрощує конструкцію і процес отримання зразків з натурального диска, що є важливим для набору статистичної складової при втомних випробуваннях. Коливання випробуваного зразка на резонансній частоті під час експерименту дозволяє пришвидшити процес, значно знизити потрібну потужність, за рахунок чого суттєво знижуються енерговитрати. Для розширення спектра проведення досліджень на втому запропонована машина дозволяє досліджувати також протилежний міжпазовий виступ незруйнованих випробуваних зразків, що важливо при обмеженій кількості зразків; також є можливість досліджувати міжпазові виступи дисків компресору подібного типорозміру з пазами типу "ластівчин хвіст", наприклад, найближчих ступенів компресора, змінюючи в основі змінну пластину; для зміни власної частоти коливань на вільному кінці випробуваного зразка можна закріпити невеликі тягарці; конструкція станини дає можливість встановлювати додаткові пристрої, а саме мікроскоп, стійки з датчиками тощо. Усе вищезазначене дозволяє зробити висновок про відповідність критерію "промислове застосування".

ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ:

1 Спосіб визначення міцності композитів на втомленість при згині. UA118798U/ МПК G01N

3/00 (2017.01).

2 Машина для випробування сталевих плоских зразків на втому. UA113904C2/ МПК G01N 3/34 (2006.01).

5

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

10

Машина для випробувань міжпазових виступів дисків компресора на втому, що складається зі станини, на якій розміщено механізм для коливання випробуваного зразка, стійка та випробуваний зразок, яка **відрізняється** тим, що як механізм для коливання випробуваного зразка використовують віброелектродинамічний стенд, в стійку якого встановлено клиноподібну вставку і основу, які мають профільовану контактну частину з боковими робочими поверхнями типу "ластівчин хвіст", із змінною пластиною, які закріплено притискним клином і зафіксовано болтом.

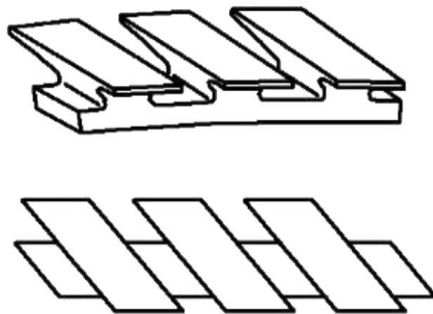


Fig. 1

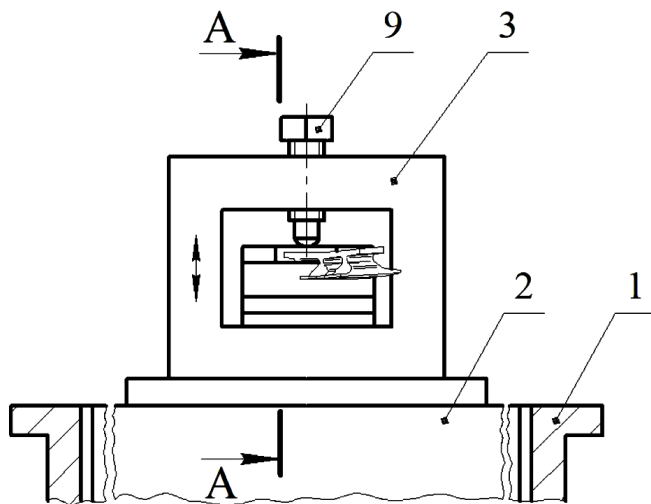


Fig. 2

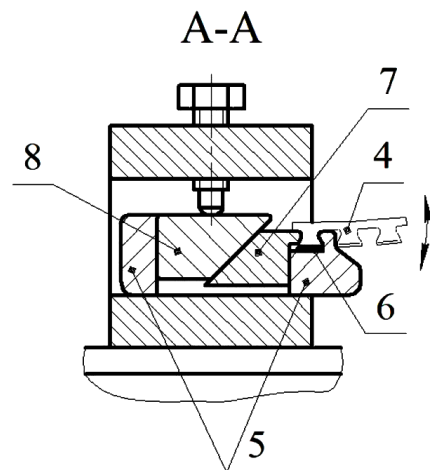


Fig. 3