



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **161332** (13) **U**  
(51) МПК  
**G01M 1/12** (2006.01)  
**G01M 1/22** (2006.01)

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

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

<p>(21) Номер заявки: <b>u 2025 00165</b></p> <p>(22) Дата подання заявки: <b>14.01.2025</b></p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: <b>27.11.2025</b></p> <p>(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: <b>26.11.2025, Бюл.№ 48</b></p>	<p>(72) Винахідник(и): <b>Філімоніхін Геннадій Борисович (UA), Остапчук Юлія Олександрівна (UA), Сокальська Юлія Олександрівна (UA), Олійніченко Любов Сергіївна (UA), Філімоніхіна Ірина Іванівна (UA)</b></p> <p>(73) Володілець (володільці): <b>ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ,</b> просп. Університетський, буд. 8, м. Кропивницький, 25006 (UA)</p>
---	---

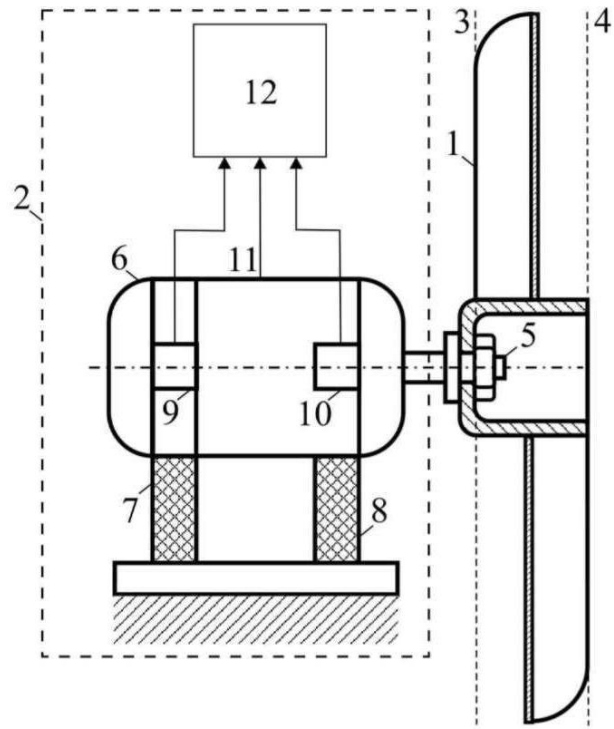
## (54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ НЕЗРІВНОВАЖЕНОСТІ ПОВІТРЯНОГО ГВИНТА

### (57) Реферат:

Спосіб визначення незрівноваженості повітряного гвинта, відповідно до якого повітряний гвинт встановлюють на балансувальний верстат для динамічного балансуювання і визначають на ньому динамічну незрівноваженість повітряного гвинта  $U_{01}$ ,  $U_{02}$  у двох площинах корекції, де комплексні числа  $U_{01}$ ,  $U_{02}$  визначають як модуль незрівноваженості, так і фазу. Аналогічним чином визначається динамічна незрівноваженість повітряного гвинта  $U_{11}$ ,  $U_{12}$  при реверсивному обертанні повітряного гвинта, а незрівноваженість мас і аеродинамічна незрівноваженість розраховуються таким чином:

$$U_{01}^{(m)} = \frac{U_{01} + U_{11}}{2}, \quad U_{01}^{(a)} = \frac{U_{01} - U_{11}}{2},$$
$$U_{02}^{(m)} = \frac{U_{02} + U_{12}}{2}, \quad U_{02}^{(a)} = \frac{U_{02} - U_{12}}{2}.$$

UA 161332 U



Корисна модель може бути використана для визначення аеродинамічної незрівноваженості і незрівноваженості мас повітряного гвинта.

Відомий спосіб визначення незрівноваженості повітряного гвинта, відповідно до якого повітряний гвинт встановлюють на балансувальний верстат для динамічного балансування і визначають на ньому динамічну незрівноваженість повітряного гвинта  $U_{01}$ ,  $U_{02}$  у двох площинах корекції, де комплексні числа  $U_{01}$ ,  $U_{02}$ , визначають як модуль незрівноваженості, так і фазу. [ДСТУ ISO 21940-21:2017 (ISO 21940-21:2012, IDT) Вібрація механічна. Балансування ротора. Частина 21. Опис та оцінка балансувальних верстатів]. Цей спосіб вибраний як найближчий аналог.

Недоліком способу є те, що визначається динамічна незрівноваженість  $U_{01}$ ,  $U_{02}$ , яка є сумою незрівноваженості мас  $U_{01}^{(m)}$ ,  $U_{02}^{(m)}$ , і аеродинамічної незрівноваженості  $U_{01}^{(a)}$ ,  $U_{02}^{(a)}$ :

$$U_{01} = U_{01}^{(m)} + U_{01}^{(a)}, \quad U_{02} = U_{02}^{(m)} + U_{02}^{(a)} \quad (1)$$

Корисна модель вирішує задачу окремого визначення як незрівноваженості мас, так і аеродинамічної незрівноваженості повітряного гвинта.

Поставлена задача вирішується тим, що у відомому способі визначення незрівноваженості повітряного гвинта, відповідно до якого повітряний гвинт встановлюють на балансувальний верстат для динамічного балансування і визначають на ньому динамічну незрівноваженість повітряного гвинта  $U_{01}$ ,  $U_{02}$  у двох площинах корекції, де комплексні числа  $U_{01}$ ,  $U_{02}$  визначають як модуль незрівноваженості, так і фазу, для окремого визначення як незрівноваженості мас, так і аеродинамічної незрівноваженості, аналогічним чином визначається динамічна незрівноваженість повітряного гвинта  $U_{11}$ ,  $U_{12}$  при реверсивному обертанні повітряного гвинта, а незрівноваженість мас і аеродинамічна незрівноваженість розраховуються таким чином:

$$U_{01}^{(m)} = \frac{U_{01} + U_{11}}{2}, \quad U_{01}^{(a)} = \frac{U_{01} - U_{11}}{2},$$

$$U_{02}^{(m)} = \frac{U_{02} + U_{12}}{2}, \quad U_{02}^{(a)} = \frac{U_{02} - U_{12}}{2} \quad (2)$$

Спосіб працює наступним чином.

Повітряний гвинт встановлюють на балансувальний верстат для динамічного балансування і визначають на ньому динамічну незрівноваженість повітряного гвинта  $U_{01}$ ,  $U_{02}$  у двох площинах корекції, де комплексні числа  $U_{01}$ ,  $U_{02}$  визначають як модуль незрівноваженості, так і фазу.

Оскільки аналогічним чином визначається динамічна незрівноваженість повітряного гвинта  $U_{11}$ ,  $U_{12}$  при реверсивному обертанні повітряного гвинта, то з'являється можливість окремого визначення незрівноваженості мас і аеродинамічної незрівноваженості за формулами (2).

Дійсно, нехай динамічна незрівноваженість повітряного гвинта визначається при реверсивному обертанні повітряного гвинта, тобто, при обертанні повітряного гвинта у протилежному напрямку. Це призведе до зміни повної незрівноваженості:

$$U_{11} = U_{01}^{(m)} - U_{01}^{(a)}, \quad U_{12} = U_{02}^{(m)} - U_{02}^{(a)} \quad (3)$$

Тут враховано, що незрівноваженість мас при реверсивному обертанні повітряного гвинта не зміниться, а аеродинамічна незрівноваженість змінить знак на протилежний.

З (1) і (3) знаходимо формули (2) для визначення складових від незрівноваженості мас і аеродинамічної незрівноваженості повітряного гвинта при обертанні повітряного гвинта у прямому напрямку.

Немає принципового значення на якому балансувальному верстаті чи балансувальному стенді і яким методом визначається динамічна незрівноваженість повітряного гвинта. Складові від незрівноваженості мас і аеродинамічної незрівноваженості повітряного гвинта визначаються точніше для плоских і симетричних лопатей повітряного гвинта.

Спосіб може бути використаний на етапі виготовлення повітряного гвинта як для його балансування, так і для відбракування при значній аеродинамічній незрівноваженості. Повітряним гвинтом може бути пропелер літака чи іншого літального апарату, крильчатка осьового вентилятора чи вітрогенератора тощо.

На кресленні зображено реалізацію способу визначення незрівноваженості повітряного гвинта.

Приклад конкретного виконання способу визначення незрівноваженості повітряного гвинта.

На кресленні зображено повітряний гвинт 1, встановлений на балансувальний верстат для динамічного балансування 2, дві площини корекції 3, 4, складові балансувального верстата для динамічного балансування - вал 5, двигун 6, дві пружні опори 7, 8, два датчики вібрацій 9, 10, датчик обертів 11, балансувальний прилад 12.

Спосіб працює наступним чином.

Повітряний гвинт 1 встановлюється на балансувальний верстат для динамічного балансування 2. Балансувальний верстат має вал 5 для встановлення повітряного гвинта, двигун 6 для надання обертання вала, дві пружні опори 7, 8, що утримують двигун, два датчики вібрацій 9, 10, по одному встановленому біля кожної опори, датчик обертів 11, балансувальний прилад 12, який обробляє сигнали з датчиків вібрацій 9, 10 і з датчика обертів 11, та розраховує незрівноваженість повітряного гвинта у двох площинах корекції.

За допомогою балансувального верстата 2 перший раз визначається незрівноваженість повітряного гвинта при обертанні у прямому напрямку. В результаті визначається динамічна незрівноваженість повітряного гвинта  $U_{01}$ ,  $U_{02}$  у двох площинах корекції 3, 4, відповідно, де комплексні числа  $U_{01}$ ,  $U_{02}$  визначають як модуль незрівноваженості, так і фазу.

Потім, аналогічним чином, визначається динамічна незрівноваженість повітряного гвинта  $U_{11}$ ,  $U_{12}$  при реверсивному обертанні повітряного гвинта. Після цього окремо визначаються незрівноваженість мас і аеродинамічна незрівноваженість повітряного гвинта за формулами (2).

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб визначення незрівноваженості повітряного гвинта, відповідно до якого повітряний гвинт встановлюють на балансувальний верстат для динамічного балансування і визначають на ньому динамічну незрівноваженість повітряного гвинта  $U_{01}$ ,  $U_{02}$  у двох площинах корекції, де комплексні числа  $U_{01}$ ,  $U_{02}$  визначають як модуль незрівноваженості, так і фазу, який **відрізняється** тим, що аналогічним чином визначається динамічна незрівноваженість повітряного гвинта  $U_{11}$ ,  $U_{12}$  при реверсивному обертанні повітряного гвинта, а незрівноваженість мас і аеродинамічна незрівноваженість розраховуються таким чином:

$$U_{01}^{(m)} = \frac{U_{01} - U_{11}}{2}, \quad U_{01}^{(a)} = \frac{U_{01} + U_{11}}{2},$$

$$U_{02}^{(m)} = \frac{U_{02} + U_{12}}{2}, \quad U_{02}^{(a)} = \frac{U_{02} - U_{12}}{2}.$$

