



(12)

## BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2013 00393**

(22) Data de depozit: **24/05/2013**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30/06/2020** BOPI nr. **6/2020**

(41) Data publicării cererii:  
**29/11/2013** BOPI nr. **11/2013**

(73) Titular:  
• **UNIVERSITATEA "TRANSILVANIA" DIN  
BRAȘOV, BD.EROILOR NR.29, BRAȘOV,  
BV, RO**

(72) Inventatori:  
• **ZAHARIA SEBASTIAN MARIAN,  
STR. GRUI, BL. 2, SC. B, AP. 15,  
ZĂRNEȘTI, BV, RO;**

• **STAMATE VALENTIN MARIAN,  
STR. MANOLE DIAMANDI NR.17, AP. 15,  
BRAȘOV, BV, RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:  
**KR 20030017044 A; JPH 04164231 (A)**

(54) **STAND DE TESTARE A REZISTENȚEI LA OBOSEALĂ  
A PALELOR, ȘI METODĂ DE TESTARE**



# RO 129022 B1

1 Invenția se referă la un stand și la o metodă de testare a palelor utilizate în aviație la  
deplasarea aparatelor de zbor, precum și a celor utilizate în domeniul energiilor regenerabile,  
3 pentru funcționarea turbinelor eoliene, scopul invenției fiind determinarea duratei de viață a  
palelor, prin aplicarea unor solicitări complexe.

5 Se cunosc diferite tipuri de standuri de testare a palelor, care utilizează un tip de soli-  
citare a palei pe o singură direcție.

7 Sunt cunoscute din stadiul tehnici brevetele **US 4827773 A**, **US 4864863 A** și  
**US 20120240687 A1**, care descriu modele de standuri utilizate pentru testarea palelor la  
9 oboseală. Cu ajutorul acestor standuri, palele sunt supuse unor solicitări mecanice de  
anduranță și fiabilitate, pentru durate mari de timp.

11 Dezavantajele acestor standuri și ale metodelor de testare sunt următoarele:

13 - se utilizează o singură direcție de solicitare asupra palei, nerespectându-se condițiile  
reale de funcționare, și nu permit modificarea frecvenței și a forței de încovoiere a palei;  
- lipsa controlului asupra solicitării palei;  
15 - testele executate folosesc solicitare punctiformă, și nu distribuită de-a lungul palei;  
- necesită timp îndelungat de realizare a testelor;  
17 - găurirea în zona de prindere a palei duce la apariția unor concentratori de tensiune,  
afectând rezultatele testelor.

19 Din documentul **KR 20030017044 A** sunt cunoscute un aparat și o metodă pentru  
testarea structurii statice și a rezistenței la oboseală a unei lame de rotor de elicopter și a unui  
21 sistem cu butuc, în acest scop butucul rotoric fiind conectat la o armătură de susținere în partea  
superioară a unui suport, o lamă fiind montată între butucul rotorului și un suport pentru utilizare  
23 ca probă de testare, niște operatori hidro-servo-hidraulici asigurând o forță centrifugă axială pe  
ambele părți ale lamei, un operator electro-servo-hidraulic fiind montat deasupra suportului,  
25 pentru aplicarea unei o forțe de excitație în direcție verticală pe lamă, un dispozitiv elastic de  
absorbție a impactului fiind prevăzut pentru a conecta operatorul hidro-servo hidraulic cu o  
27 legătură axială, actuatorii fiind acționați prin intermediul unui sistem de control.

29 De asemenea, documentul **JPH 04164231 (A)** prezintă un stand de testare a unei pale,  
și o metodă de testare, standul având un senzor de deplasare la deformarea elastică a palei  
prin intermediul unui actuator de îndoire și al unui actuator de forță axială, semnalele de mișcare  
31 livrate de la senzorul de deformare fiind transmise către un computer care trimite comenzi către  
o secțiune de control care acționează actuatorii astfel încât să aplice o sarcină controlată pe  
33 pală.

35 Problema tehnică pe care o rezolvă invenția revendicată constă în realizarea unui stand  
de testare a palelor de turbine sau de elice de avion, cu mijloace uzuale și cu costuri relativ  
redușe, care să permită aplicarea reglabilă a unor forțe de testare combinate, de răsucire și de  
37 îndoire a palei cu forță și frecvență variabile, în mod programat, astfel încât să poată realiza  
programat și un regim accelerat al solicitărilor mecanice, prin intensificarea condițiilor de  
39 funcționare ale palei.

41 Standul de testare a palelor la oboseală, conform invenției, rezolvă această problemă  
tehnică prin aceea că este alcătuit dintr-un suport rigid cu o suprafață orizontală de așezare,  
și o suprafață verticală de așezare, pe care sunt poziționate sisteme de prindere reglabile și un  
43 dispozitiv rotativ de angrenare a palelor, acționate de cilindri pneumatici a căror mișcare este  
controlată în plan orizontal și vertical, cu forțe și frecvență variabile. Mai concret, standul de tes-  
45 tare a rezistenței la oboseală a palelor este prevăzut cu un suport rigid cu o suprafață orizontală  
de așezare, pe care este poziționat un dispozitiv rotativ de fixare și niște sisteme de prindere  
47 reglabile, pentru deformarea palei fiind prevăzute niște actuatore comandate electric, de rotire  
și de aplicare a unei forțe perpendiculare pe pală, acționate prin intermediul unei unități

# RO 129022 B1

computerizate, o margine a suprafeței orizontale de așezare fiind solidarizată cu marginea inferioară a unei suprafețe verticale de așezare, de care sunt fixați doi cilindri pneumatici comandați electric, de generare a forței perpendiculare pe pală, produsă prin intermediul unei pârgii formate din câte o bară cilindrică fixată prin câte o articulație mobilă de tija actuatorului cu un capăt, și de un sistem de prindere reglabil pentru reglarea forței în plan vertical, cu celălalt capăt. Pentru transmiterea unei componente orizontale reglabile a forței de deformare a palei în plan orizontal, este prevăzută o pereche de cilindri pneumatici conectați fiecare la câte un sistem de prindere reglabil, deplasabil paralel cu lățimea suprafeței orizontale de așezare, actuatorul de rotire a palei fiind un dispozitiv rotativ de fixare, rotit de un motor electric pas cu pas, conform unor comenzi primite de la unitatea computerizată care comandă și funcționarea cilindrilor pneumatici.

Metoda de testare accelerată a palelor la oboseală, conform invenției constă în fixarea palei cu ajutorul unui dispozitiv rotativ de fixare, prin intermediul unor sisteme de prindere reglabile, și transmiterea unor solicitări asupra palei în plan orizontal, în plan vertical și de rotație în timpul realizării testelor, solicitări obținute ca urmare a acționării controlate a unor cilindri pneumatici și a unui motor electric pas cu pas, cilindrii pneumatici de acțiune în plan orizontal fiind conectați fiecare la câte un sistem de prindere reglabil, deplasabil paralel cu lățimea suprafeței orizontale de așezare.

Avantajele standului și ale metodei de testare accelerată a palelor la oboseală, conform invenției, constau în:

- efectuarea unei game complexe de solicitări mecanice asupra palei, ce se regăsesc în timpul funcționării reale a acesteia;
- utilizarea unor componente de prindere care permit deformații complexe ale palei, existente în timpul funcționării;
- posibilitatea acționării asupra palei cu forțe diferite ca mărime și frecvență de lucru;
- posibilitatea rotirii palei în timpul testelor la diferite unghiuri de înclinare;
- posibilitatea testării palelor de dimensiuni diferite;
- creșterea duratei de funcționare a palelor, prin optimizarea constructivă a acestora ca rezultat al informațiilor obținute în urma testelor accelerate.

Invenția este prezentată pe larg în continuare, printr-un exemplu de realizare a invenției de stand, și de metodă de testare a palelor la oboseală, în legătură și cu fig. 1...4, ce reprezintă:

- fig. 1, vedere izometrică a standului SV de testare a palelor;
- fig. 2, dispozitiv rotativ de fixare a palei;
- fig. 3, sistem de prindere reglabilă pentru mișcarea la solicitare orizontală;
- fig. 4, sistem de prindere reglabilă pentru mișcarea la solicitare verticală.

Metoda de testare accelerată a palelor la oboseală, conform invenției, constă în prinderea prealabilă a palei **1** într-un dispozitiv rotativ de fixare **A**, precum și poziționarea dispozitivului pe masa de testare, compusă dintr-o suprafață orizontală de așezare **2** și o suprafață verticală de așezare **3**. În funcție de tipurile de încercări conforme fișei de testare solicitate, se amplasează pe masa de testare numărul corespunzător de sisteme de prindere reglabile **B** și de sisteme de prindere reglabile **C**, precum și numărul de cilindri pneumatici corespunzători.

Operația de montare a palei **1** în dispozitivul rotativ de fixare **A**, conform fig. 2, se face printr-o fixare rigidă a acesteia prin intermediul unor mecanisme tip șurub-piuliță. În funcție de dimensiunea palei testate se poziționează dispozitivul rotativ **A** de fixare pe masa de testare, se fixează cilindrii pneumatici pe masa de lucru în plan orizontal și vertical, și se racordează la sistemele de acționare a acestora.

# RO 129022 B1

1 Pentru solicitările în plan orizontal ale palei se realizează fixarea sistemelor de prindere  
reglabile **B** conform fig. 3. Aceste sisteme sunt deplasabile în plan orizontal, perpendicular pe  
3 pală și reglabile. O ureche de prindere **4**, aparținând sistemului, permite fixarea dispozitivului  
de pală prin strângere mecanică, utilizând un șurub și tampoane de cauciuc de partea lonjero-  
5 nului palei (zona corespunzătoare bordului de atac). Fiecare sistem de prindere reglabilă **B** are  
o mișcare individuală de lucru, și este acționat de câte un cilindru pneumatic **5**, creând o  
7 mișcare liniară, pe o anumită lungime, cu o anumită forță și frecvență corespunzătoare fișei de  
testare a palei.

9 Pentru solicitările în plan vertical ale palei (fig. 4), este necesară fixarea sistemelor de  
prindere reglabile **C** pe suprafața orizontală de așezare. Se reglează poziția barei cilindrice **6**  
11 și se face prinderea palei în zona corespunzătoare bordului de fugă, prin intermediul clemei de  
prindere **7**. Fiecare sistem de prindere reglabilă **C** având o mișcare individuală de lucru, este  
13 acționat de câte un cilindru pneumatic poziționat pe suprafața verticală de așezare **3**,  
transmițând palei o mișcare cu frecvență variabilă, forță reglabilă și deplasare controlată, prin  
15 intermediul unor roți dințate, dispozitivul rotativ de fixare **A** fiind acționat de un motor pas cu pas  
**8**, care permite poziționarea palei sub un anumit unghi față de poziția verticală. De asemenea,  
17 motorul pas cu pas poate imprima palei o mișcare rotativă în ambele sensuri, completând  
solicitările mecanice realizate de cilindri pneumatici, asigurând astfel o mișcare a acesteia  
19 similară celei din funcționarea reală. Solicitățile realizate prin acționarea motorului pas cu pas,  
precum și ale cilindrilor pneumatici sunt coordonate prin intermediul unui program de către o  
21 unitate de calculator **D**.

23 Sistemele de prindere reglabile **B** și **C**, acționate prin intermediul cilindrilor pneumatici,  
realizează solicitări mecanice, conform fișei de testare a acesteia, utilizând programe specifice  
de control.

25 Metoda de testare accelerată a palelor la oboseală este capabilă de a realiza solicitări  
mecanice complexe, cu valori variabile, pe toată lungimea de lucru a palei, în condiții de  
27 încercare impuse, similare celor din funcționarea reală.

În vederea implementării metodei de testare accelerată a palelor la oboseală, a fost  
29 conceput standul SV, cu rol de efectuare de solicitări mecanice complexe și controlate ale  
palelor utilizate în aviație la deplasarea aparatelor de zbor, precum și în domeniul energiilor  
31 regenerabile, în funcționarea turbinelor eoliene. Standul SV este util pentru determinarea duratei  
de viață a palelor prin folosirea metodei de testare accelerată a palelor la oboseală.

33 Se dă în continuare un exemplu de realizare a standului SV, prezentat în fig. 1. Standul  
SV, conform invenției, este format dintr-un suport rigid, alcătuit din suprafața orizontală de  
35 așezare **2** și suprafața verticală de așezare **3**, prevăzute cu elemente de ghidare **9**.

Pe suprafața orizontală de așezare **2** se montează un dispozitiv rotativ de fixare **A**.  
37 Acesta este alcătuit dintr-un disc gradat **10** de care este atașată rigid pala de testare. Acest disc  
permite reglarea poziției palei, fiind acționat de un motor electric pas cu pas **8**, prin intermediul  
39 unui sistem de roți dințate. Dispozitivul rotativ de fixare **A** are în alcătuirea sa un al doilea disc  
**11**, care, printr-o talpă de susținere cu fixare reglabilă, se poziționează pe suprafața orizontală  
41 de așezare **2**, la înălțimea dorită. Discul **11** asigură susținerea discului gradat **10**, permițându-i  
rotația între anumite repere.

43 Sistemul de prindere reglabil **B** (fig. 3) este alcătuit din următoarele elemente: un lagăr  
de rulare linear cu bile **12**, care se poate poziționa pe oricare dintre elementele de ghidare ale  
45 suprafeței orizontale de așezare **2**; un suport de acționare **13** al palei, care se atașează de  
lagărul de rulare linear cu bile; o tijă **14**, care asigură o legătură rigidă între suportul de

# RO 129022 B1

acționare **13** și urechea superioară **15**, în funcție de dimensiunea palei; la partea superioară a suportului de acționare **13** al palei se fixează urechea de prindere **4**, având posibilitatea de rotire în jurul unui ax **16**; fixarea urechii de prindere **4** de suprafața palei se face prin intermediul unor tampoane de cauciuc **17**, asigurând astfel optimizarea strângerii palei. 1  
3

Deplasarea sistemului de prindere reglabil **B** este asigurată prin acțiunea cilindrului pneumatic **5**, fixat corespunzător de-a lungul elementelor de ghidare pe suprafeței orizontale de așezare **2**. Fiecare cilindru pneumatic **5** este comandat prin distribuitor specific și elemente de reglare și control al frecvenței, al forței și al distanței de deplasare, de către unitatea de calculator **D**. 5  
7  
9

Sistemul de prindere reglabil **C** (fig. 4) este alcătuit din următoarele elemente: un suport transversal de sprijin **18**, poziționat de-a lungul unor ghidaje pe suprafața orizontală de așezare **2**; o balama basculantă **19**, poziționată la partea superioară a suportului transversal de sprijin, având posibilitatea rotirii în jurul axului **20**; bară cilindrică **6**, fixată de balamaua basculantă **19**; clema de prindere **7** a palei **1**; piesă mobilă **21**, deplasabilă de-a lungul barei cilindrice, legată prin axul **22** de clema de prindere. La extremitatea barei cilindrice **6** acționează un cilindru pneumatic **5**, care transmite palei o solicitare în plan vertical. Cilindrii pneumatici sunt fixați de-a lungul elementelor de ghidare pe suprafața verticală de așezare **3**. În vederea asigurării transmiterii unor solicitări mecanice complexe asupra palei, se utilizează atât dispozitivul rotativ de mișcare **A**, cât și un anumit număr de sisteme de prindere reglabile **B** și **C**, astfel ales încât să răspundă cerințelor de testare specificate. Întregul sistem pneumatic este alimentat de la un compresor **23** ce asigură presiunea de lucru necesară. 11  
13  
15  
17  
19  
21

Datorită formei constructive, standul SV permite realizarea unui număr mult mai mare de solicitări mecanice pe o unitate de timp aleasă, comparativ cu cele existente în funcționarea reală, în acest regim accelerat de testare putând fi calculați, cu ajutorul relațiilor și programelor statistice cunoscute, indicatorii de fiabilitate în regim normal de testare. Solicitățile palei pe standul SV se realizează în funcție de condițiile impuse de fișa de testare, de materialul și forma structurală a palei, și de limitele extreme de testare dorite. Ca urmare, rezultatele experimentale de la testarea accelerată a palelor sunt direct legate de condițiile de lucru pe standul SV, și sunt utilizate la reproiectarea optimizată a palelor, ducând la creșterea duratei de viață a acestora. 23  
25  
27  
29

# RO 129022 B1

## Revendicări

1  
3  
5  
7  
9  
11  
13  
15  
17  
19  
21  
23  
25  
27

1. Stand de testare a rezistenței la oboseală a palelor, prevăzut cu un suport rigid cu o suprafață orizontală de așezare (2), pe care este poziționat un dispozitiv rotativ de fixare (A), și niște sisteme de prindere reglabile, pentru deformarea palei fiind prevăzute niște actuatore comandate electric, de rotire și de aplicare a unei forțe perpendiculare pe pală, acționate prin intermediul unei unități computerizate (D), **caracterizat prin aceea că** o margine a suprafeței orizontale de așezare (2) este solidarizată cu marginea inferioară a unei suprafețe verticale de așezare (3), de care sunt fixați doi cilindri pneumatici (5) comandați electric, de generare a forței perpendiculare pe pală, produsă prin intermediul unei pârghii formate din câte o bară cilindrică (6) fixată prin câte o articulație mobilă de tija actuatorului (5) cu un capăt, și de un sistem de prindere reglabil (C) pentru reglarea forței în plan vertical, cu celălalt capăt, pentru transmiterea unei componente orizontale reglabile a forței de deformare a palei în plan orizontal fiind prevăzută o pereche de cilindri pneumatici (5) conectați fiecare la câte un sistem de prindere reglabil (B), deplasabil paralel cu lățimea suprafeței orizontale de așezare (2), actuatorul de rotire a palei fiind un dispozitiv rotativ de fixare (A), rotit de un motor electric pas cu pas, conform unor comenzi primite de la unitatea computerizată (D) care comandă și funcționarea cilindrilor pneumatici (5).

2. Metodă de testare a rezistenței la oboseală a palelor, realizată prin etapele de fixare a palei pe un stand, cu ajutorul unui dispozitiv rotativ de fixare special conceput, prin intermediul unor sisteme de prindere reglabile, și de transmitere a unor solicitări ale palei în plan vertical, și cu posibilitate de rotație în timpul realizării testelor, obținută prin acționarea controlată a unor actuatore comandate electric cu ajutorul unei unități computerizate, **caracterizată prin aceea că** pala testată este supusă și unei solicitări cu acțiune în plan orizontal, generată prin intermediul unei perechi de cilindri pneumatici comandați de unitatea computerizată, conectați fiecare la câte un sistem de prindere reglabil, deplasabil paralel cu lățimea suprafeței orizontale de așezare.

(51) Int.Cl.

**G01M 5/00** (2006.01);

**G01N 3/32** (2006.01);

**B64F 5/60** (2017.01)

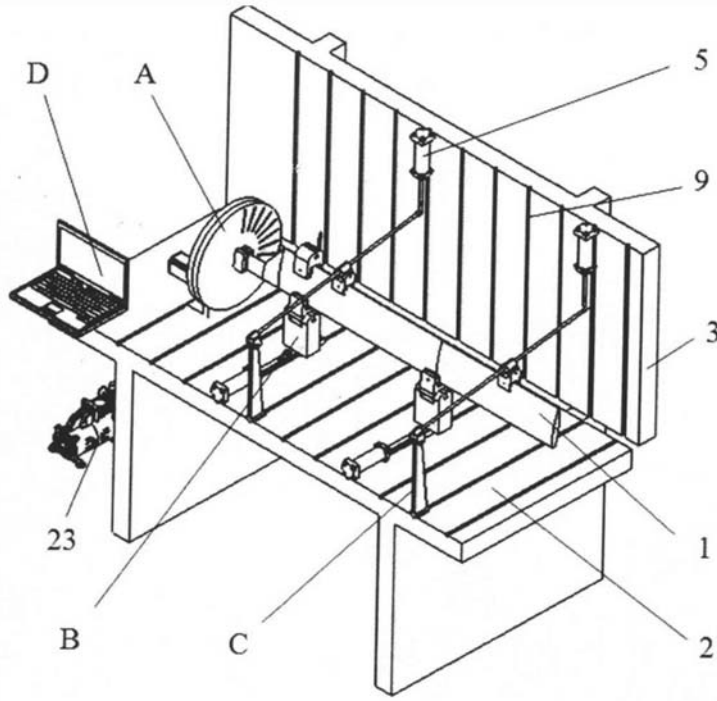


Fig. 1

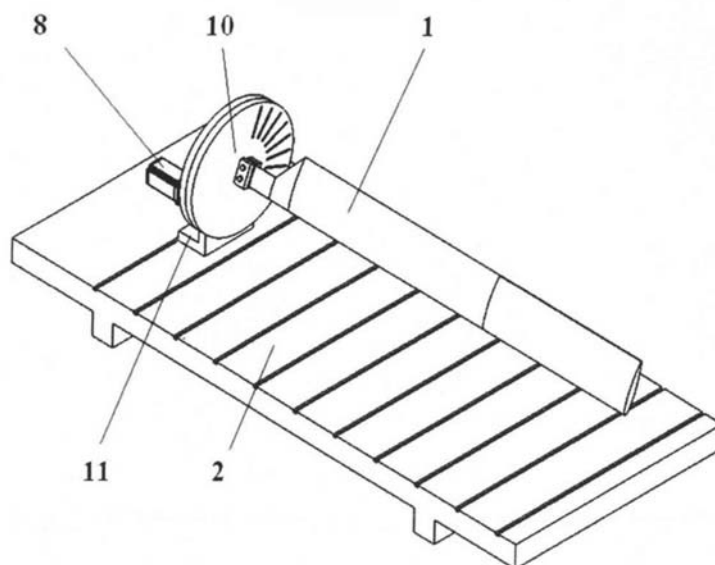


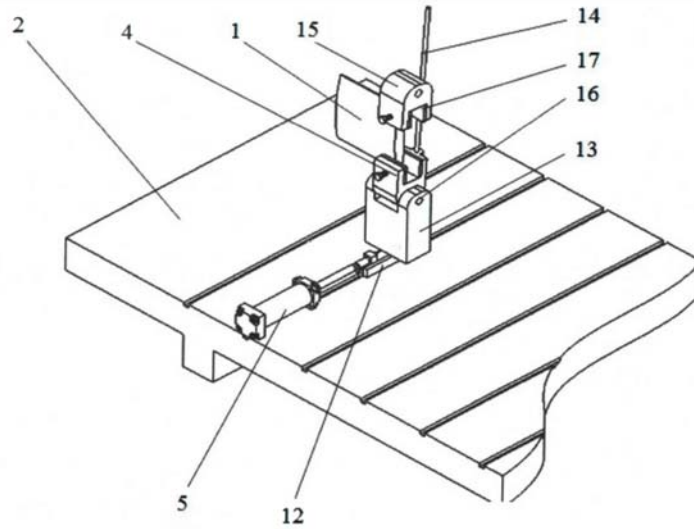
Fig. 2

(51) Int.Cl.

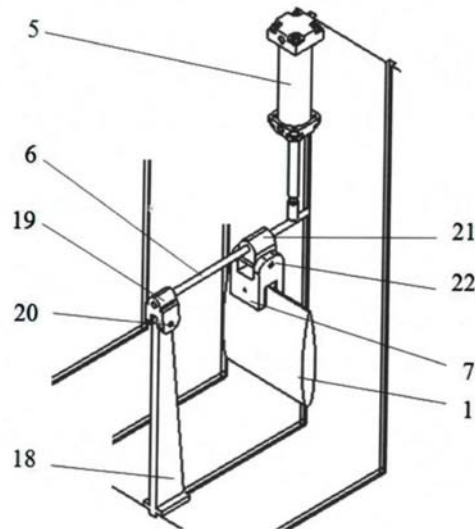
**G01M 5/00** (2006.01);

**G01N 3/32** (2006.01);

**B64F 5/60** (2017.01)



**Fig. 3**



**Fig. 4**

