

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2019 00515

(22) Data de depozit: 28/08/2019

(41) Data publicării cererii:
30/12/2019 BOPI nr. 12/2019

(71) Solicitant:
• INSTITUTUL NAȚIONAL DE
CERCETARE-DEZVOLTARE
AEROSPAȚIALĂ "ELIE CARAFOLI"-
I.N.C.A.S. BUCUREȘTI, BD. IULIU MANIU
NR. 220, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO

(72) Inventatori:
• NICOLIN ILIE,
STR.AMIRAL HORIA MACELARIU 18,
BL.20/1A, SC.C, AP.36, SECTOR 1,
BUCUREȘTI, B, RO;
• NICOLIN BOGDAN ADRIAN,
STR.AMIRAL HORIA MACELARIU, NR.18,
BL.20/1A, SC.C, AP.36, SECTOR 1,
BUCUREȘTI, B, RO

(54) SISTEM ÎMBUNĂTĂȚIT DE RIDICARE LA SUPRAFAȚA APEI
A CUTIILOR NEGRE (FDR ȘI CVR) ALE AERONAVELOR
PRĂBUȘITE ÎN APE ADÂNCI, CU FLOTOR DIN ALIAJ
DE TITAN

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un sistem de ridicare la suprafața apei a cutiilor negre ale oricărui tip de aeronavă prăbușită în ape adânci, care conțin înregistrările datelor de zbor FDR și a conversațiilor din cabină și cu turnul de control CVR, sistemul având în componență un flotor din aliaj de titan cu miez din aglomerat de plută destinat să ridice și să mențină la suprafața apei cutiile negre. Sistemul conform invenției este constituit dintr-un flotor (10) atașat la baza fiecărui FDR sau CVR (9) prin două coliere (11) din bandă de oțel inoxidabil austenitic, închise ferm cu câte o cataramă (12) zimțată, realizată tot din oțel inoxidabil austenitic, flotorul (10) fiind construit cu armură (5 și 7) realizată din aliaj de Ti umplut cu un miez (6) din aglomerat de plută, soluție similară cu soluția tehnică folosită la realizarea unităților (2) de memorie rezistente la prăbușire.

Revendicări: 3
Figuri: 6

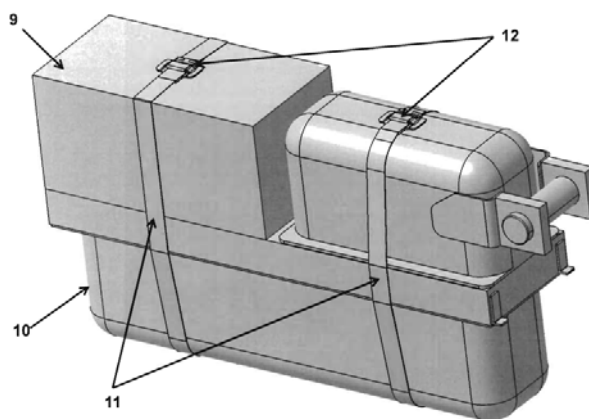


Fig. 5



SISTEM ÎMBUNĂTĂȚIT DE RIDICARE LA SUPRAFAȚA APEI A CUTIILOR NEGRE (FDR ȘI CVR) ALE AERONAVELOR PRĂBUȘITE ÎN APE ADÂNCI, CU FLOTOR DIN ALIAJ DE TITAN

Invenția se referă la un sistem cu flotor din aliaj de titan destinat să ridice și să mențină la suprafața apei cutiile negre, adică **FDR - Flight Data Recorders** (înregistratorul datelor de zbor) și **CVR - Cockpit Voice Recorders** (înregistratorul vocilor din cabină și al comunicațiilor cu turnul de control) ale oricărui tip de aeronavă existentă, echipată cu **FDR** și **CVR**, după prăbușirea în ape adânci.

FDR și CVR sunt alcătuite din (1) **PS - Power Supply**, sursa de energie electrică; (2) **CSMU - Crash Survivable Memory Unit**, unitate de memorie rezistentă la prăbușire; (3) **ULB - Underwater Locator Beacon**, baliză de locație subacvatică; (4) **MS - Mounting Shelf**, caseta suport, prezentată în figura 1.

FDR și CVR sunt proiectate și testate să reziste până la o lună scufundate în apă la o adâncime de până la 6096 m și să reziste cel puțin o ora la o temperatură de 1100°C. Baliza de locație subacvatică (3) atașată de unitățile de memorie rezistente la prăbușire (2) emite semnale ultrasonice în fiecare secunda, timp de 30 de zile de la data prăbușirii.

Structura metalică a FDR și CVR este realizată din otel aliat sau din aliaj de titan. De regulă, FDR și CVR sunt montate în fuselajul posterior al aeronavelor. FDR și CVR sunt vopsite cu culoare portocalie strălucitoare, pentru a fi ușor de găsit după accidentele aviatice.

Invenția este necesară pentru toate aeronavele existente, în special pentru cele care zboară peste ape adânci, deoarece sunt multe situații în care FDR și CVR ale aeronavelor prăbușite în ape adânci nu au putut fi recuperate [1], iar soluțiile propuse în literatura de specialitate se referă la aeronavele viitoare și nu la cele existente [2, 3, 4].

În domeniul aviației sunt cunoscute două mari categorii de sisteme de securitate pentru FDR și CVR, dar care se vor aplica în viitor, la aeronavele noi:

1. O soluție propusă de AIRBUS care va fi folosită începând cu sfârșitul anului 2019 se referă la ejectarea celei de-a doua cutii negre, redundantă, care combină FDR și CVR în **CVDR - Cockpit Voice and Data Recorder**, care va fi instalată pe

avioanele mari care zboară frecvent peste ape adânci sau în zone îndepărtate. AIRBUS va instala o a doua cutie neagră redundantă (CVDR) în spatele fuselajului, cu un sistem de ejectare mecanică. CVDR se va elibera automat dacă aeronava este scufundată la mai mult de doi metri în apă sau dacă senzorii aeronavei detectează o deformare structurală gravă [2].

2. O altă soluție propusă, neaplicată încă, urmând să fie implementată de AIRBUS, este de a transmite în timp real datele înregistrate în cutiile negre către o rețea de sateliți și de acolo către sol, la o stație aleasă de entitatea care deține aeronava [3, 4].

Invenția constă în atașarea unui flotor cu armura de titan, sub caseta suport (4) a fiecărui FDR / CVR. Flotorul este alcătuit dintr-o placă superioară (5), un miez din aglomerat de plută (6) și un corp (7), soluție similară cu soluția tehnică folosită la realizarea unităților de memorie rezistente la prăbușire (2), așa cum se prezintă în figurile 2 și 3.

Reperle (5) și (7) sunt fabricate din aliaj de titan de uz aeronautic Ti6Al4V și ele constituie armura flotorului. Grosimea materialului este de 2 mm pentru ambele repere (5) și (7). Reperul (6) este miezul flotorului și este fabricat din aglomerat de plută (cork), rezistent la temperatură, umezeală și la compresiune, material frecvent utilizat în industria aeronautică și aerospațială [5, 6, 7]. Miezul flotorului are dimensiunile nominale egale cu dimensiunile nominale ale cavității din corpul flotorului (7), dar tolerate negativ (de exemplu f10 sau g10), cu mențiunea că la partea sa superioară este realizat un șanfren de 20x45° așa cum se prezintă în figura 5, pentru a permite îmbinarea prin sudare dintre placa superioară (5) și corpul (7) fără a deteriora miezul din aglomerat de plută. Cordonul de sudură (8) se realizează prin procedeul TIG (Tungsten Inert Gas) sau laser în mediu protector de gaz inert. În plus, șanfrenul este realizat în zona de maximă rezistență la compresiune a flotorului, adică în zona cordonului de sudură (v. figura 3).

După asamblare, flotorul se atașează la partea inferioară a FDR / CVR, sub caseta suport (4), utilizând două coliere din bandă de oțel inoxidabil austenitic și două cataramă din oțel inoxidabil austenitic, așa cum se arată în figura 5.

Principiul invenției este acela că greutatea volumului de apă dislocat de flotor împreună cu unitatea FDR / CVR să fie mai mare decât greutatea proprie a noului

ansamblu (CVR + flotor) sau (FDR + flotor), astfel încât acesta să fie ridicat și menținut la suprafața apei, în conformitate cu principiul flotabilității enunțat de Arhimede.

Cu alte cuvinte, fiecare nou ansamblu (FDR + flotor) sau (CVR + flotor) devine flotabil prin dimensionarea corespunzătoare a volumului flotorului cu armura de titan și miez din aglomerat de plută, așa cum se prezintă în continuare.

Bilanțul forțelor, care acționează asupra unui (FDR + flotor) sau (CVR + flotor) scufundat în apă, este prezentat în tabelul 1.

Masa FDR / CVR pentru care s-au efectuat calculele este de 4,800 kg [9, 10, 11, 12, 13, 14, 15].

Densitatea aliajului de titan de uz aeronautic - Ti6Al4V este de 4420 kg/m³ [16, 17, 18].

Densitatea aglomeratului de plută este 250 - 350 kg/m³ [5], dar în calculele efectuate se folosește valoarea maximă 350 kg/m³, ceea ce este acoperitor pentru calculul efectuat.

Densitatea apei este considerată 1020 kg/m³, deși densitatea apei mărilor și a oceanelor este: 1020 - 1035 kg/m³ [19], ceea ce este, iarăși, acoperitor pentru calculul efectuat.

Forțele negative sunt forțe de greutate și se opun flotabilității, iar cele pozitive sunt forțe de flotabilitate, generate de greutatea volumului de apă dislocat.

Tabelul 1

Denumire	Volum [m ³]	Masa [kg]	Forțe [N]
FDR / CVR	0,009	4,800	-47,040
FLOTOR	0,007	4,101	-40,190
BENZI INOX + CATARAME	0,0001	0,198	-1,940
APA DISLOCATA	0,0161	16,442	160,936
FORȚA FLOTANTĂ REZULTATĂ			71,765

Volumul flotorului a fost calculat astfel încât să existe forță de flotabilitate chiar și în situația puțin probabilă, dar totuși posibilă, în care sursa de energie electrică (1) – cu volumul de 0,004 m³ și / sau caseta suport (4) – cu volumul de 0,002 m³ s-ar deteriora la prăbușirea aeronavei și în ele ar pătrunde apă.

În acest caz, bilanțul forțelor va arata ca în tabelul 2, când forța flotantă se reduce la 11,789 N, dar ea există, este pozitivă și asigură flotabilitatea ansamblului (CVR + flotor) sau (FDR + flotor) deteriorat, în cazul cel mai rău cu puțință.

Tabelul 2

Denumire	Volum [m ³]	Masa [kg]	Forțe [N]
FDR / CVR	0,003	4,800	-47,040
FLOTOR	0,007	4,101	-40,190
BENZI INOX + CATARAME	0,0001	0,198	-1,940
APA DISLOCATA	0,0101	10,302	100,960
FORȚA FLOTANTĂ REZULTATĂ			11,789

Calculul volumului flotorului este simplu de efectuat, conform procedurii descrise anterior, pentru oricare tip de FDR sau CVR de pe aeronavele aflate în exploatare. Suportul din aeronavă, pe care sunt instalate FDR sau CVR trebuie să fie înălțat cu valoarea înălțimii flotorului (10) la care se adaugă 2 mm.

Dimensiunile nominale ale plăcii superioare a flotorului (5) trebuie să fie egale cu cele ale bazei FDR sau CVR, cu excepția grosimii stabilite la 2 mm pentru toate elementele componente ale flotorului fabricat din aliaj de titan de uz aeronautic – Ti6Al4V (în cazul prezentat caseta suport (4) are dimensiunile L = 500 mm, l = 127 mm, deci placa superioara a flotorului (5) va avea dimensiunile L = 500 mm, l = 127 mm, g = 2 mm).

Dimensiunile exterioare ale secțiunii transversale ale corpului (7) al flotorului sunt mai mici cu 5 mm pe contur, decât cele ale plăcii (5) și , adică (L = 490 mm, l = 117 mm, H = 118 mm, g = 2 mm) astfel încât să permită sudarea dintre reperele (5) și (7) prin procedeele TIG (Tungsten Inert Gas) sau laser în mediu protector cu gaz inert și, apoi, instalarea flotorului sub FDR sau CVR și, ulterior, pe suportul înălțat din aeronavă. Razele exterioare de racordare sunt R=30 mm, pentru a crește rezistența la presiune. Prin urmare, singura variabilă în calculul volumului flotorului este înălțimea sa totală (v. figurile 2, 3, 5), care în cazul prezentat a fost calculată pentru a asigura flotabilitatea în toate condițiile și este H = 120 mm.

Corpul din aglomerat de plută (6) are dimensiunile nominale egale cu cele ale spațiului interior al corpului (7), adică (L = 486 mm, l = 113 mm, H = 116 mm), razele exterioare de racordare sunt R=28 mm, iar șanfrenul de la partea sa superioară este de 20x45°, astfel încât corpul din aglomerat de plută (6) să nu se deterioreze la operațiunea de sudare dintre reperele (5) și (7).

Atașarea flotorului cu armură din aliaj de titan (10) la baza FDR sau CVR (9) se face utilizând doua coliere din bandă de oțel inoxidabil austenitic (11) AISI 201

(UNS20100 / EN1.4372 / JIS SUS 201) de 20 x 0,7 mm care se închide ferm cu o catarama zimțată (12), după întindere cu o sculă specială pentru întins și retezat banda de oțel inoxidabil, așa cum este prezentat în figurile 5 și 6.

În figura 6 este prezentat, în detaliu, modul de instalare a colierelor din bandă de oțel inoxidabil împreună cu cataramele de închidere din oțel inoxidabil, folosind o sculă dedicată acestui scop [20].

În cazul prăbușirii unei aeronave decelerația la impact atinge valori de 12G în partea din față a aeronavei, 8G în centrul de greutate al aeronavei și 6G în partea din spate a aeronavei, acolo unde sunt montate FDR și CVR. Rezistența la întindere R_m pentru oțel inoxidabil austenitic AISI 201 este de 750 ... 950 N/mm², deci fiecare bandă poate suporta o forță de tracțiune de $750 \cdot 20 \cdot 0,7 = 10500$ N. Forța de impact - F_i pe care trebuie să o suporte cele doua benzi este dată de masa flotorului cu armură din aliaj de titan multiplicată cu decelerația maximă de impact, adică 12G: $F_i = 4,101 \cdot 12 \cdot 9,8 = 482,278$ N $\ll 10500$ N, forță cu mult mai mică decât cea suportată de fiecare bandă din oțel inoxidabil austenitic cu care este atașat flotorul cu armură din aliaj de titan (10) la baza FDR sau CVR (9).

Avantajul invenției prezentate este ca se poate aplica tuturor FDR sau CVR instalate pe aeronavele existente, utilizând metoda de proiectare și calcul de mai sus.

Modalitatea de realizare a invenției a fost explicată detaliat mai sus și este prezentată în figurile 2, 3, 4, 5 și 6.



INCAS
Director General
Dr. Ing. Catalin NAE

BIBLIOGRAFIE

1. https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_unrecovered_flight_recorders
2. <https://www.cnbc.com/2017/06/21/ejectable-floating-black-box-to-be-installed-on-long-range-airbus-planes.html>
3. https://www.wired.com/2011/06/ff_blackboxes/
4. <http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-3670302/The-cloud-black-box-prevent-plane-crashes-Airbus-install-radical-satellite-technology-aircraft.html>
5. <https://www.apcor.pt/en/cork/processing/industrial-path/composite-agglomerates/>
6. https://www.nasa.gov/centers/johnson/pdf/584728main_Wings-ch4b-pgs182-199.pdf
7. <http://www1.udel.edu/udaily/2012/jun/cork-sandwich-composites-061812.html>
8. www.nssmc.com/en/tech/report/nsc/pdf/n9515.pdf
9. https://www.uasc.com/docs/default-source/documents/brochures/uasc_cvr_fdr_brochure.pdf?sfvrsn=9513985c
10. <http://www.l3aviationproducts.com/products/fa2100-series-cockpit-voice-and-data-recorders/>
11. [https://www.skybrary.aero/index.php/Flight_Data_Recorder_\(FDR\)](https://www.skybrary.aero/index.php/Flight_Data_Recorder_(FDR))
12. https://www.nts.gov/news/Pages/cvr_fdr.aspx
13. <http://www.aaib.gov.mn/uploads/16%20Flight%20Recorders%20-%20FDR%20CVR%20and%20data%20downloading%20and%20analysis.pdf>
14. <https://www.seaerospace.com/sales/product/L3%20Technologies/FA2100%20FDR/2100-4043-00>
15. https://en.wikipedia.org/wiki/Flight_recorder
16. <https://www.azom.com/article.aspx?ArticleID=1569>
17. <http://www.nssmc.com/en/tech/report/nssmc/pdf/106-05.pdf>
18. <https://www.azom.com/properties.aspx?ArticleID=1547>
19. <https://hypertextbook.com/facts/2002/EdwardLaValley.shtml>
20. <https://www.mondoplast.ro/download/1950/S260-S262-S270UserManual.pdf>

INCAS
Director General
Dr. Ing. Catalin NAE



REVENDICĂRI

Invenția descrie un sistem cu flotor din aliaj de titan, cu miez din aglomerat de plută, destinat să ridice și să mențină la suprafața apei cutiile negre: **FDR - Flight Data Recorders** (înregistratorul datelor de zbor) și **CVR - Cockpit Voice Recorders** (înregistratorul vocilor din cabină și al comunicațiilor cu turnul de control) ale oricărui tip de aeronavă existentă, echipată cu **FDR** și **CVR**, după prăbușirea în ape adânci.

Din cercetările efectuate nu există sisteme de ridicare la suprafața apei a FDR sau CVR, similare cu cel prezentat și care să fie aplicabile aeronavelor existente.

1. SISTEM ÎMBUNĂTĂȚIT DE RIDICARE LA SUPRAFAȚA APEI A CUTIILOR NEGRE (FDR și CVR) ALE AERONAVELOR PRĂBUȘITE ÎN APE ADÂNCI, CU FLOTOR DIN ALIAJ DE TITAN, **este caracterizat prin aceea că flotorul (10) este realizat cu armură din aliaj de titan (5) și (7) umplut cu miez din aglomerat de plută (6), soluție similară cu soluția tehnică folosită la realizarea unităților de memorie rezistente la prăbușire (2).**

2. SISTEM ÎMBUNĂTĂȚIT DE RIDICARE LA SUPRAFAȚA APEI A CUTIILOR NEGRE (FDR și CVR) ALE AERONAVELOR PRĂBUȘITE ÎN APE ADÂNCI, CU FLOTOR DIN ALIAJ DE TITAN **este caracterizat prin aceea că flotorul (10) este atașat la baza fiecărui FDR sau CVR (9), utilizând două coliere din bandă de oțel inoxidabil austenitic (11), închise ferm cu cate o cataramă zimțată din oțel inoxidabil austenitic (12).**

3. SISTEM ÎMBUNĂTĂȚIT DE RIDICARE LA SUPRAFAȚA APEI A CUTIILOR NEGRE (FDR și CVR) ALE AERONAVELOR PRĂBUȘITE ÎN APE ADÂNCI, CU FLOTOR DIN ALIAJ DE TITAN **este caracterizat prin aceea că este universal aplicabil oricărui tip de FDR sau CVR (9) instalat pe aeronavele existente folosind metoda de calcul și de proiectare prezentată și prin înălțarea suporturilor FDR sau CVR din aeronavă cu înălțimea flotorului plus 2 mm.**



INCAS
Director General
Dr. Ing. Catalin NAE

ANSAMBLU FDR / CVR

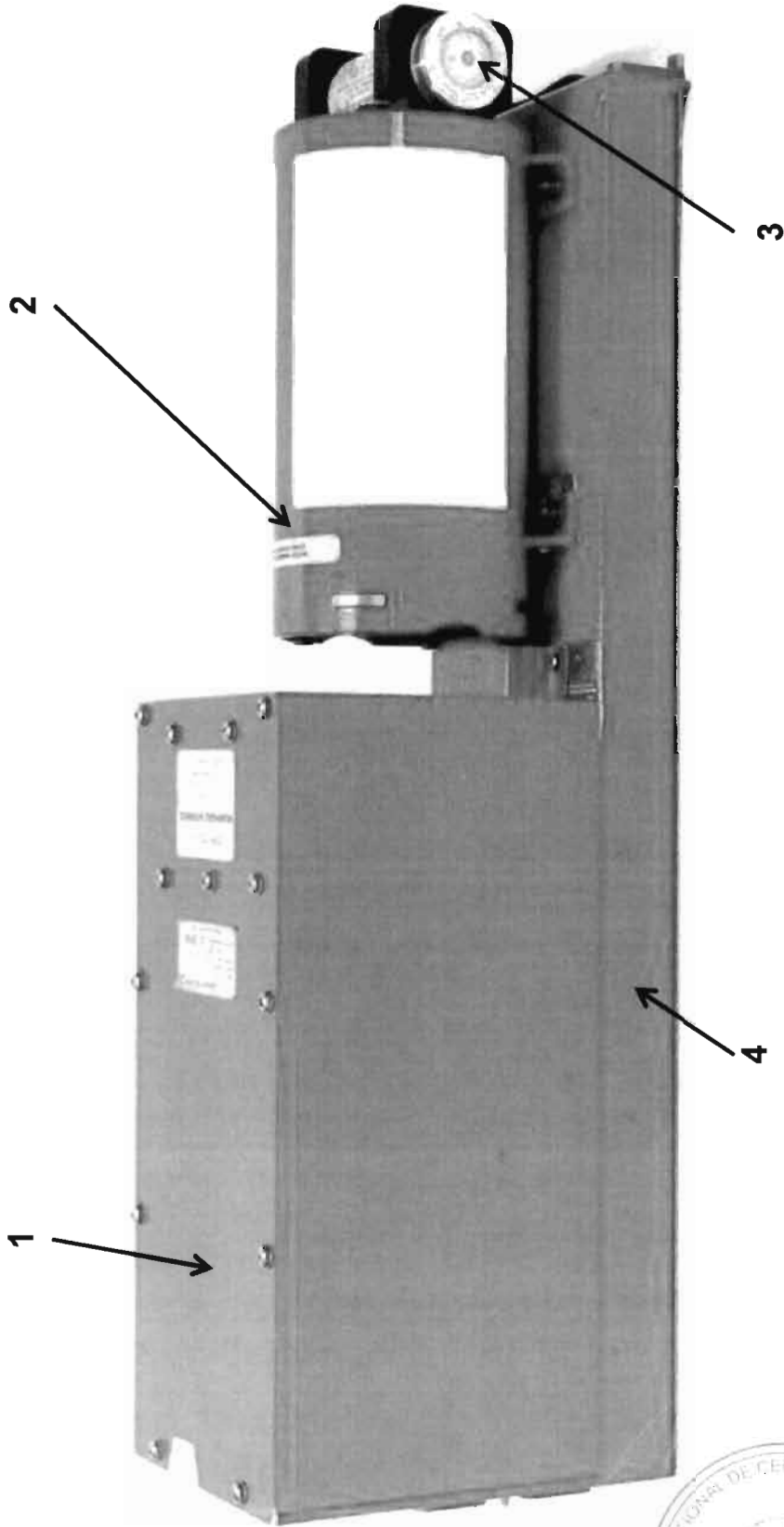


Fig. 1



INCAS
Director General
Dr. Ing. Catalin NAE

ANSAMBLU FLOTOR CU ARMURĂ DIN ALIAJ DE TITAN, EXPLODAT

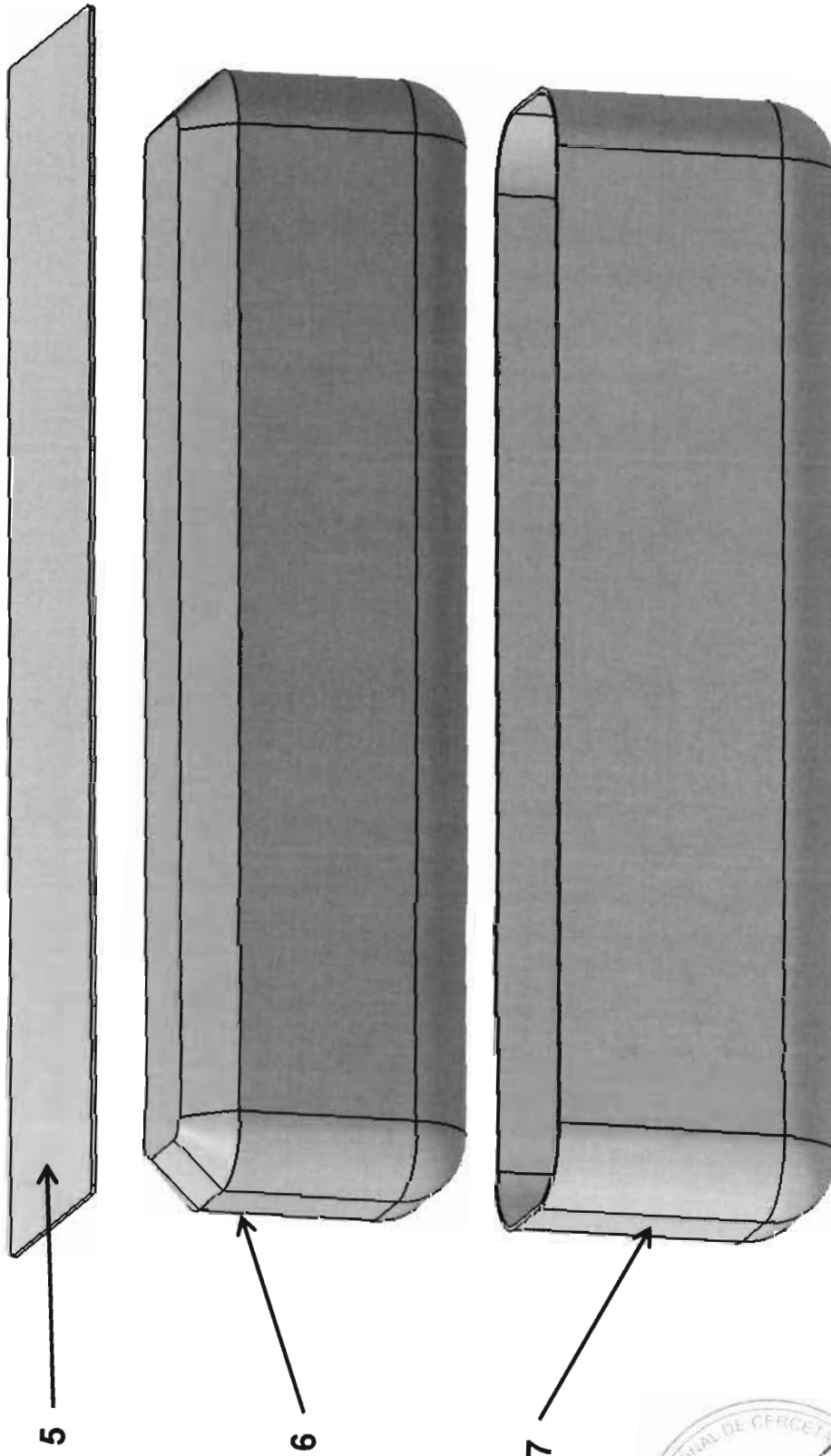
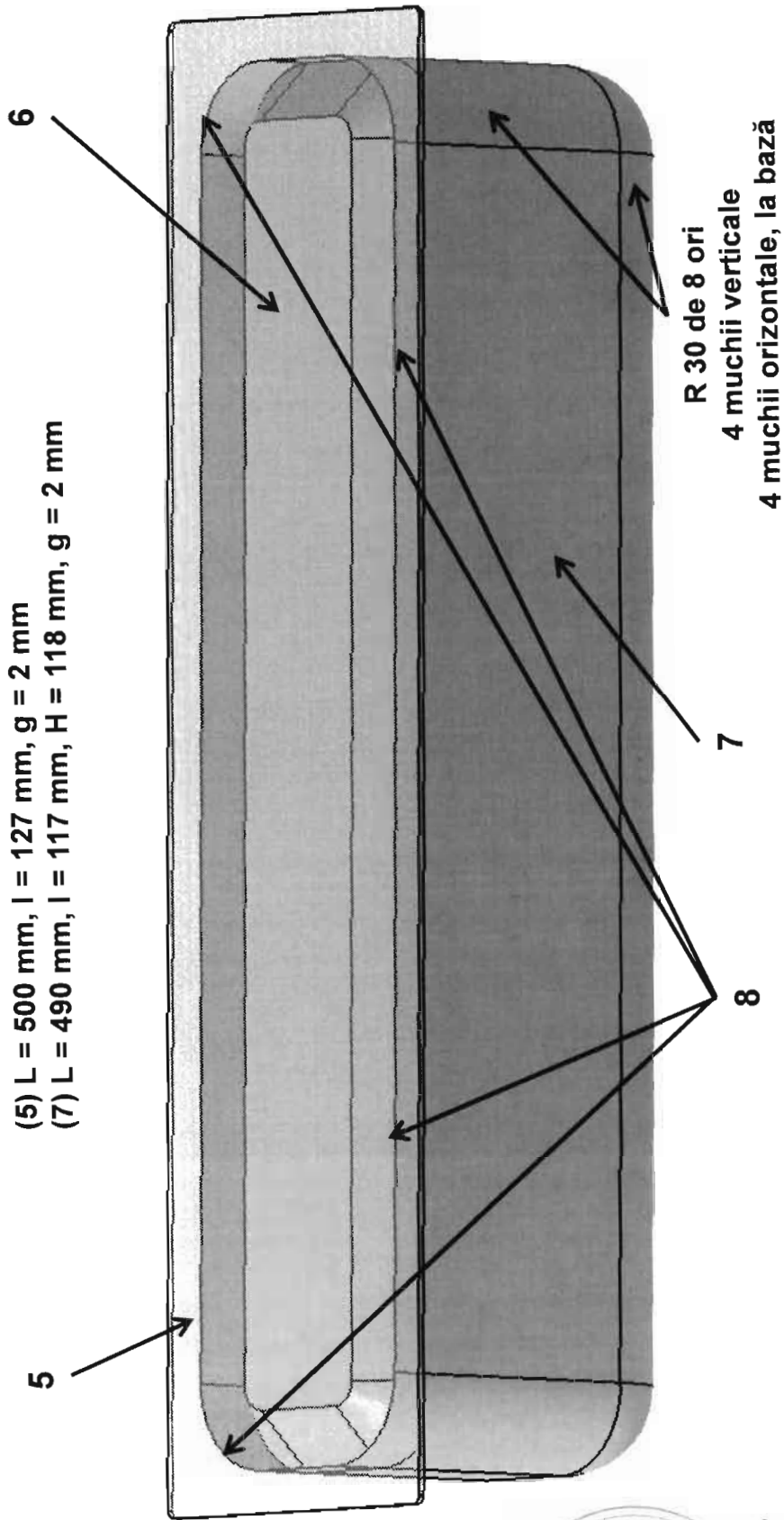


Fig. 2



INCAS
Director General
Dr. Ing. Catalin NAE

FLOTOR CU ARMURĂ DIN ALIAJ DE TITAN ASAMBLAT



NOTA: CAPACUL ESTE REPREZENTAT TRANSPARENT PENTRU A ARĂTA MIEZUL DIN PLUTĂ

Fig. 3



INCAS
Director Ge
Dr. Ing. Catali

5

MIEZ DIN AGLOMERAT DE PLUTĂ

L = 486 mm, l = 113 mm, H = 116 mm

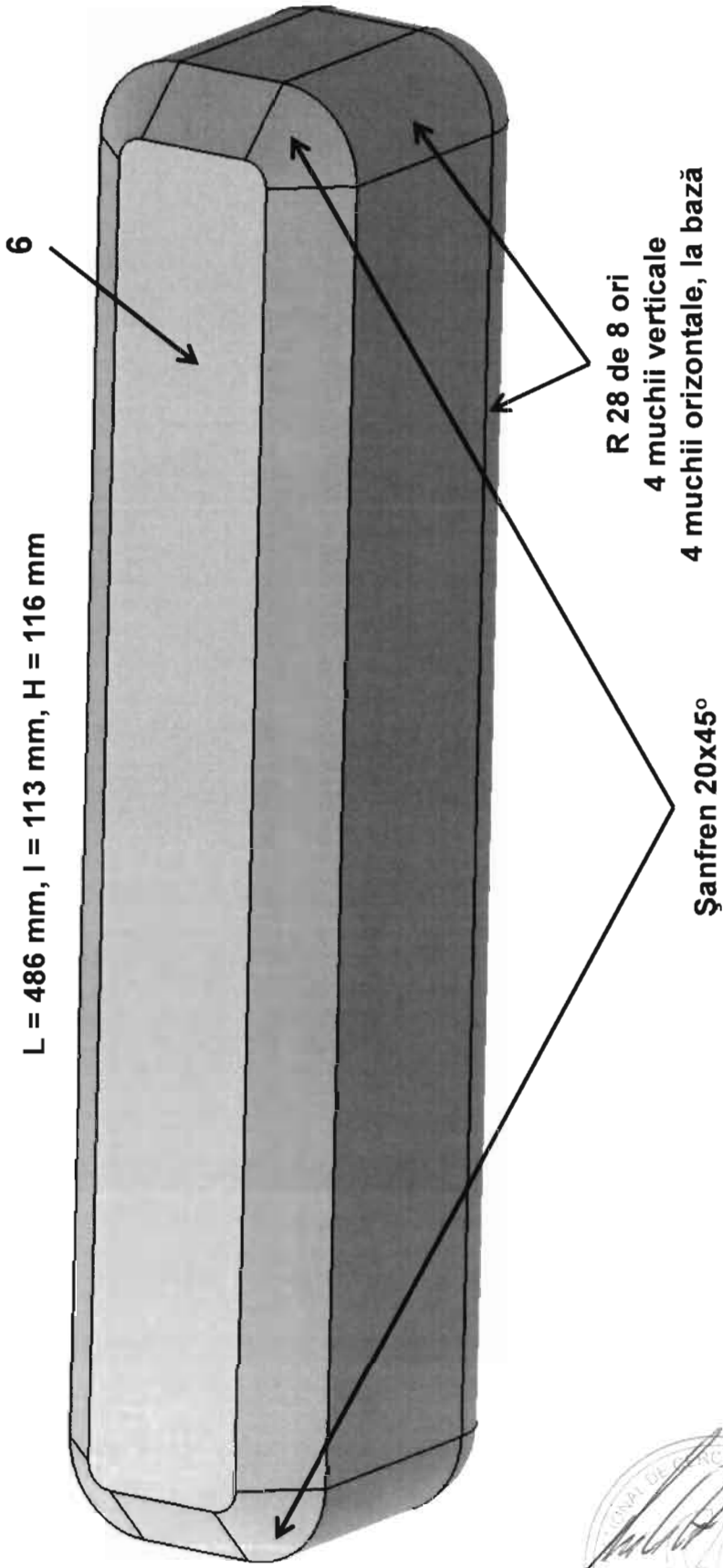


Fig. 4



INCASS
Director General
Dr. Ing. Catalin NAE

ANSAMBLU FDR / CVR CU FLOTOR INSTALAT

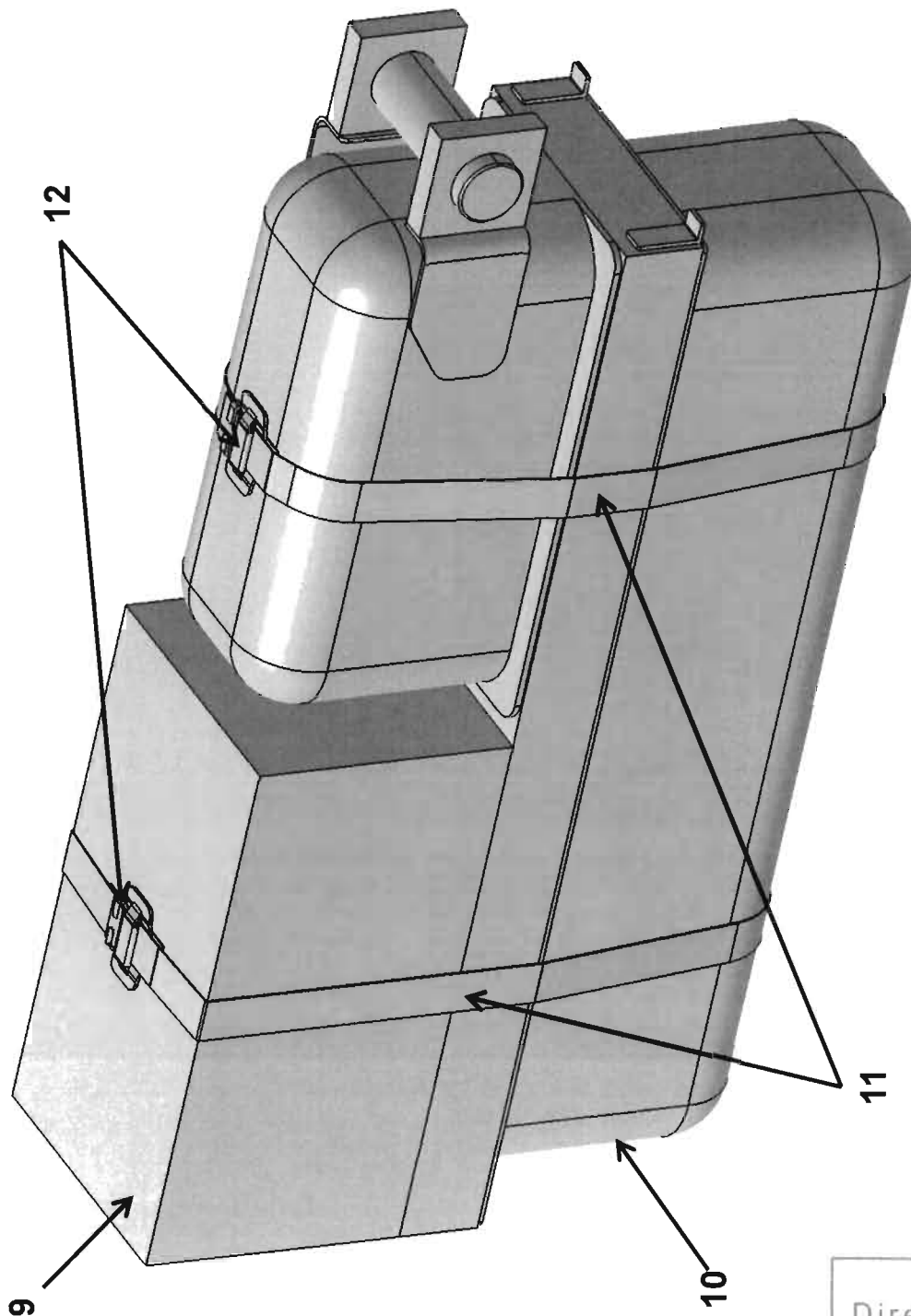


Fig. 5

INCAS
Director General
Dr. Ing. Catalin NAE



1



Introduceți banda prin cataramă, zimbii către utilizator, urechile în sus. Înfășurați încă o dată bandă în jurul obiectului prin cataramă. Îndoțiți capătul benzii sub cataramă.

2



Împingeți mânerul axului, astfel încât banda să poată fi introdusă în fanta de sculei. Împingeți vârful sculei împotriva cataramei.

3



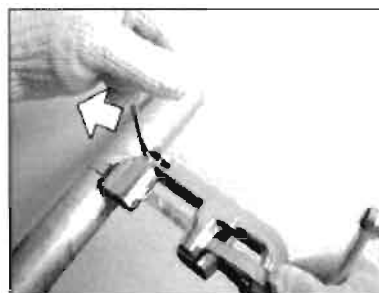
Așezați degetul pe cataramă și aplicați tensiunea prin rotirea mânerului sculei.

4



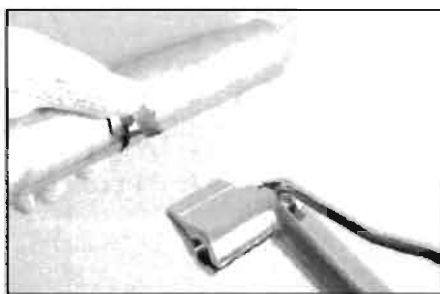
Când se atinge tensiunea dorită, rotiți instrumentul peste cataramă. Această mișcare crește tensiunea benzii și, pentru a evita ruperea benzii mânerul de tensionare trebuie să fie rotit ușor în sens invers când se rotește scula.

5



Trageți de mânerul tăietorului pentru a tăia banda.

6



Scoateți scula, în timp ce țineți banda în jos cu degetul mare.

7



Îndoțiți urechile cataramei în jos pentru a fixa definitiv banda.



Bandă din oțel inoxidabil austenitic



Cataramă din oțel inoxidabil austenitic



Sculă pentru întins și tăiat banda din oțel inoxidabil austenitic

Fig. 6



INCAS
Director General
Dr. Ing. Catalin NAE