



(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2020 00783**

(22) Data de depozit: **25/11/2020**

(41) Data publicării cererii:
30/05/2022 BOPI nr. **5/2022**

(71) Solicitant:
• **CENTRUL DE CERCETARE ȘTIINȚIFICĂ
PENTRU APĂRARE CBRN ȘI
ECOLOGIE-CCSACBRNE,
ȘOS.OLTENIȚEI, NR.225, SECTOR 4,
BUCUREȘTI, B, RO;**
• **INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE
DEZVOLTARE PENTRU FIZICA
MATERIALELOR (INCDFM),
STR.ATOMIȘTILOR, NR.405A, CP.MG-7,
MĂGURELE, IF, RO**

(72) Inventatori:
• **PETRE RĂZVAN,
CALEA 13 SEPTEMBRIE NR.113, BL.109,
SC.1, ET.1, AP.2, SECTOR 5, BUCUREȘTI,
B, RO;**

• **EPURE GABRIEL, STR.PANSELELOR,
NR.1, BL.150, SC.1, ET.6, AP.36,
SECTOR 4, BUCUREȘTI, B, RO;**
• **PETREA NICOLETA, STR.DÂMBULUI
NR.153-155, ET.3, AP.5, SECTOR 4,
BUCUREȘTI, B, RO;**
• **GINGHINĂ RALUCA, STR.ARGEȘELU,
NR.5-7, BL.33, SC.4, ET.1, AP.67,
SECTOR 4, BUCUREȘTI, B, RO;**
• **NEAȚU FLORENTINA,
STR.LIVIU REBREANU, NR.5, BL.52, SC.1,
ET.10, AP.42, SECTOR 3, BUCUREȘTI, B,
RO;**
• **FLOREA MIHAELA, CALEA 13
SEPTEMBRIE, NR.226, BL.V54, SC.1, ET.2,
AP.2, SECTOR 5, BUCUREȘTI, B, RO;**
• **NEAȚU ȘTEFAN, STR.LIVIU REBREANU,
NR.5, BL.52, SC.1, ET.10, AP.42,
SECTOR 3, BUCUREȘTI, B, RO**

(54) **PACHETE BALISTICE PENTRU ECHIPAMENTE DE
PROTECȚIE REZISTENTE LA STRES DINAMIC**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la pachete balistice rezistente la stres dinamic, utilizate în sistemul național de apărare, ordine publică și siguranță națională pentru confecționarea echipamentelor de protecție. Pachetele balistice conform invenției sunt constituite dintr-un material suport care poate fi: foi de kevlar cu grosimea cuprinsă între 1,5...5 mm, placă de polistiren extrudat cu grosimea cuprinsă între 5...15 mm sau placă de burete poliuretanic cu grosimea cuprinsă între 20...50 mm, și un strat de material compozit polimeric ranforsat cu nano-

tuburi de carbon funcționalizate cu grosimea cuprinsă între 0,5...5 mm, pachetele balistice reducând semnificativ suprapresiunea undei de șoc cu mai mult de 90%, reduc cu mai mult de 50% amprenta traumatică față de situația de referință și rezistă la acțiunea efectelor dispozitivelor explozive improvizate, respectiv a schijelor.

Revendicări: 4



PACHETE BALISTICE PENTRU ECHIPAMENTE DE PROTECȚIE REZISTENTE LA STRES DINAMIC

Prezenta invenția se referă la pachete balistice, rezistente la stres dinamic, destinate confecționării de echipamente de protecție.

În cadrul sistemului sistemul național de apărare, ordine publică și siguranță națională protecția personalului este esențială în situațiile de conflict, pericolul fiind extrem de variat, agresiunile constând atât în stres dinamic (muniție, schije, presiuni mari), cât și temperaturi foarte ridicate.

Protecția balistică este un domeniu de cercetare larg și complex, aflat în continuă inovație datorită progresului tehnologic, dar și noilor descoperiri din domeniile conexe, cum ar fi chimia.

În cadrul invenției sunt prezentate modalități de îmbunătățire și dezvoltare a unor noi materiale utilizabile la protecția balistică, cu scopul de a asigura o rezistență mai ridicată la penetrare, a diminua impactul resimțit de organism (amprenta traumatică) și de a reduce masa totală a echipamentelor de protecție.

În acest context, demonstrăm realizarea unor pachete balistice cu proprietăți net superioare celor existente în acest moment la comercializare.

Pachetele balistice cu proprietăți îmbunătățite sunt realizate prin combinarea materialelor suport cu un strat de materiale compozite polimerice pe bază de poliuree, în care sunt introduse ca elemente de ranforsare nanotuburi de carbon funcționalizate cu grupări de tipul amino și/sau hidroxil.

Pachetele balistice realizate conform invenției au un potențial major de aplicabilitate în domeniul echipamentelor de protecție rezistente la stres dinamic, testele demonstrând avantajele certe ale utilizării materialului compozit polimeric ranforsat, ce poate fi depus în straturi de diferite grosimi în funcție de tipul și utilizarea specifică a echipamentului de protecție.

Invenția referitoare la noile tipuri de pachete balistice este structurată astfel încât să cuprindă elemente de noutate prin aceea că pe diverse materiale suport precum kevlar, burete poliuretanic, polistiren extrudat, plută sau țesătură din bumbac etc., de diferite grosimi și densități, au fost pulverizate, sau acoperite mecanic sau prin printare etc. diverse grosimi de material compozit polimeric, astfel încât structurile nou obținute să fie mai rezistente la efectele exploziilor, la impact dinamic cu proiectile și schije, decât materialele de protecție existente pe piață.

Invenția prezintă următoarele avantaje:

- nanocompozitele polimerice utilizate la formarea pachetului balistic se obțin prin reacția rapidă a două componente, printr-o procedură ușoară.
- aderența stratului de material polimeric compozit pe materialul suport este foarte bună, realizându-se un pachet balistic compact.
- pachetele balistice se obțin ușor;
- pachetele balistice conform invenției sunt mai rezistente la stres dinamic decât materialele utilizate în prezent, aflate acum pe piață;
- metoda aleasă de depunere generează formarea unui film în strat uniform și neted, într-un timp relativ scurt (10-15 min);
- pachetele balistice conform invenției sunt rezistente la efectele exploziilor.

- pachetele balistice conform invenției sunt rezistente la impactul cu proiectile (gloanțe de diferite calibre);
- pachetele balistice conform invenției sunt rezistente la schije.

Exemple de realizare a invenției:

Exemplul 1: *Testarea la schije a pachetului balistic realizat pe suport kevlar.* Pachetul balistic a fost realizat din foi de Kevlar lipite, de diferite dimensiuni, (de exemplu pachetul având între 1.5 mm și 5 mm grosime), cu o anumită arie (de exemplu între 25x25 cm² și 75x75 cm²). Materialul compozit polimeric pe bază de poliuree ranforsată cu diferite rapoarte de nanotuburi de carbon funcționalizate cu grupări amino și grupări hidroxilice (de exemplu, între 0,5% și 10%) a fost utilizat la acoperire prin pulverizare, mecanic sau prin printare, a ambelor părți sau doar pe o singură parte a materialului suport, în anumite grosimi (de exemplu între 0,5 mm și 5 mm). Testarea pachetului balistic astfel realizat a fost testat la schije (amestec de 10-30 piulițe și 50-200g exploziv plastic) de la o distanță de 20 cm. S-a observat că pachetul balistic a rezistat la testare.

Exemplul 2: *Testarea la efectele exploziilor a pachetului balistic realizat pe suport kevlar.* Pachetul balistic a fost realizat din foi de Kevlar lipite, de diferite dimensiuni, (de exemplu pachetul având între 1.5 mm și 5 mm grosime), cu o anumită arie (de exemplu între 25x25 cm² și 75x75 cm²). Materialul compozit polimeric pe bază de poliuree ranforsată cu diferite rapoarte de nanotuburi de carbon funcționalizate cu grupări amino și grupări hidroxilice a fost utilizat la acoperire prin pulverizare, mecanic sau prin printare, a ambelor părți sau doar pe o singură parte, a materialului suport, în anumite grosimi, (de exemplu între 0,5 mm și 5 mm). Testarea pachetului balistic astfel realizat s-a efectuat prin procedura specifică de determinare a rezistenței la efectele exploziilor (suprapresiunea undei de șoc, schije/fragmente). Pentru determinarea atenuării suprapresiunii de către placa de protecție se utilizează un stand de prindere a probei și a traductorilor, astfel încât un traductor să măsoare presiunea de explozie în fața probei, iar al doilea traductor este fixat în spatele probei. Materialele explozive utilizate au fost TNT calupi cilindrici de 50- 150 g și capse electrice detonante. Materialele explozive au fost amplasate la o distanță de un metru. Pachetul balistic testat are o rezistență mecanică foarte bună, nu a fost deteriorat după parcurgerea testelor iar atenuarea presiunii a fost mai mare de 90 %.

Exemplul 3: *Determinarea amprentei traumatice la impact mecanic a pachetului balistic realizat pe suport kevlar.* Pachetul balistic a fost realizat din foi de Kevlar lipite, de diferite dimensiuni, (de exemplu pachetul având între 1.5 mm și 5 mm grosime), cu o anumită arie (de exemplu între 25x25 cm² și 75x75 cm²). Materialul compozit polimeric pe bază de poliuree ranforsată cu diferite rapoarte de nanotuburi de carbon funcționalizate cu grupări amino și grupări hidroxilice a fost utilizat la acoperire prin pulverizare, mecanic sau prin printare, a ambelor părți sau doar pe o singură parte a materialului suport, în anumite grosimi, (de exemplu între 0,5 mm și 5 mm). Determinarea amprentei traumatice la impact mecanic s-a efectuat prin procedura specifică de determinare a rezistenței la impact mecanic). Astfel fiecare pachet balistic a fost supus unui număr de lovituri mai mare sau egal cu doi (conform standardelor), cu scopul de a determina amprenta traumatică.



Pachetul balistic a fost plasat deasupra unei lăzi ce conține plastilină balistică, condiționată, iar măsurarea amprente traumatice după executarea loviturilor s-a efectuat cu un șubler cu o precizie de $\pm 0,5$ mm. Greutățile utilizate ca proiectile sunt standardizate și au masele de 2 kg și respectiv 5 kg. Pentru fiecare tip de proiectil utilizat s-au efectuat două încercări de referință în care s-au determinat amprente traumatice în plastilina balistică în absența panoului de protecție, pentru a se putea analiza comparativ în cadrul încercărilor efectuate gradul de eficiență pentru fiecare material de protecție și pentru a se putea cuantifica reducerea amprente traumatice. În urma determinărilor efectuate au fost înregistrate reduceri importante ale amprente traumatice, mai mari de 50 %, ceea ce ne determină să concluzionăm că plăcile realizate se pot utiliza la realizarea unor echipamente de protecție balistică care vor asigura un grad de protecție mai ridicat decât al celor existente în momentul de față în exploatare.

Exemplul 4: *Testarea la efectele exploziilor a pachetului balistic realizat pe placă de polistiren extrudat.* Pachetul balistic a fost realizat din placă de polistiren extrudat cu diferite densități (de ex. între 30-50 kg/m³) cu diferite grosimi (de exemplu între 5-15 mm). Materialul compozit polimeric pe bază de poliuree ranforsată cu diferite rapoarte de nanotuburi de carbon funcționalizate cu grupări amino și grupări hidroxilice a fost utilizat la acoperire prin pulverizare, mecanic sau prin printare, a ambelor părți sau doar pe o singură parte a materialului suport, în anumite grosimi, (de exemplu între 0,5 mm și 5 mm). Testarea pachetului balistic astfel realizat s-a efectuat prin procedura specifică de determinare a rezistenței la efectele exploziilor (suprapresiunea undei de șoc, schije/fragmente). Pentru determinarea atenuării suprapresiunii de către placa de protecție se utilizează un stand de prindere a probei și a traductorilor, astfel încât un traductor să măsoare presiunea de explozie în fața probei, iar al doilea traductor este fixat în spatele probei. Materialele explozive utilizate au fost TNT calupi cilindrici de 50- 150 g și capse electrice detonante. Materialele explozive au fost amplasate la o distanță de un metru. Pachetul balistic testat are o rezistență mecanică foarte bună, nu a fost deteriorat după parcurgerea testelor iar atenuarea de peste 90 % reprezintă o valoare foarte bună având în vedere masa redusă a acestuia.

Exemplul 5: *Determinarea amprente traumatice la impact mecanic a pachetului balistic realizat pe placă de polistiren extrudat.* Pachetul balistic a fost realizat din placă de polistiren extrudat cu diferite densități (de ex. între 30-50 kg/m³) cu diferite grosimi (de exemplu între 5-15 mm). Materialul compozit polimeric pe bază de poliuree ranforsată cu diferite rapoarte de nanotuburi de carbon funcționalizate cu grupări amino și grupări hidroxilice a fost utilizat la acoperire prin pulverizare, mecanic sau prin printare, a ambelor părți sau doar pe o singură parte a materialului suport, în anumite grosimi, (de exemplu între 0,5 mm și 5 mm). Determinarea amprente traumatice la impact mecanic s-a efectuat prin procedura specifică de determinare a rezistenței la impact mecanic). Astfel fiecare pachet balistic a fost supus unui număr de lovituri mai mare sau egal cu doi (conform standardelor), cu scopul de a determina amprenta traumatică. Pachetul balistic a fost plasat deasupra unei lăzi ce conține plastilină balistică, condiționată, iar măsurarea amprente traumatice după executarea loviturilor s-a efectuat cu un șubler cu o precizie de $\pm 0,5$ mm. Greutățile utilizate ca proiectile sunt standardizate și au masele de 2 kg și respectiv 5 kg. Pentru fiecare tip de proiectil utilizat s-au efectuat



două încercări de referință în care s-au determinat amprentele traumatice în plastilina balistică în absența panoului de protecție, pentru a se putea analiza comparativ în cadrul încercărilor efectuate gradul de eficiență pentru fiecare material de protecție și pentru a se putea cuantifica reducerea amprentei traumatice. În urma determinărilor efectuate au fost înregistrate reduceri importante ale amprentei traumatice, mai mari de 50 %, ceea ce ne determină să concluzionăm că plăcile realizate se pot utiliza la realizarea unor echipamente de protecție balistică care vor asigura un grad de protecție mai ridicat decât al celor existente în momentul de față în exploatare.

Exemplul 6: *Testarea la efectele exploziilor a pachetului balistic realizat pe burete poliuretanic.* Pachetul balistic a fost realizat din placă de burete poliuretanic cu diferite densități (de ex. între 25-55 kg/m³) cu diferite grosimi (de exemplu între 20-50 mm). Materialul compozit polimeric pe bază de poliuree ranforsată cu diferite rapoarte de nanotuburi de carbon funcționalizate cu grupări amino și grupări hidroxilice a fost utilizat la acoperire prin pulverizare, mecanic sau prin printare, a ambelor părți sau doar pe o singură parte a materialului suport, în anumite grosimi, (de exemplu între 0,5 mm și 5 mm). Testarea pachetului balistic astfel realizat s-a efectuat prin procedura specifică de determinare a rezistenței la efectele exploziilor (suprapresiunea undei de șoc, schije/fragmente). Pentru determinarea atenuării suprapresiunii de către placa de protecție se utilizează un stand de prindere a probei și a traductorilor, astfel încât un traductor să măsoare presiunea de explozie în fața probei, iar al doilea traductor este fixat în spatele probei. Materialele explozive utilizate au fost TNT calupi cilindrici de 50- 150 g și capse electrice detonante. Materialele explozive au fost amplasate la o distanță de un metru. Pachetul balistic testat are o rezistență mecanică foarte bună, nu a fost deteriorat după parcurgerea testelor iar atenuarea de peste 90 % reprezintă o valoare foarte bună având în vedere masa redusă a acestuia.

Exemplul 7: *Determinarea amprentei traumatice la impact mecanic a pachetului balistic realizat pe burete poliuretanic.* Pachetul balistic a fost realizat din placă de burete poliuretanic cu diferite densități (de ex. între 25-55 kg/m³) cu diferite grosimi (de exemplu între 20-50 mm). Materialul compozit polimeric pe bază de poliuree ranforsată cu diferite rapoarte de nanotuburi de carbon funcționalizate cu grupări amino și grupări hidroxilice a fost utilizat la acoperire prin pulverizare, mecanic sau prin printare, a ambelor părți sau doar pe o singură parte a materialului suport, în anumite grosimi, (de exemplu între 0,5 mm și 5 mm). Determinarea amprentei traumatice la impact mecanic s-a efectuat prin procedura specifică de determinare a rezistenței la impact mecanic). Astfel fiecare pachet balistic a fost supus unui număr de lovituri mai mare sau egal cu doi (conform standardelor), cu scopul de a determina amprenta traumatică. Pachetul balistic a fost plasat deasupra unei lăzi ce conține plastilină balistică, condiționată, iar măsurarea amprentei traumatice după executarea loviturilor s-a efectuat cu un șubler cu o precizie de ± 0,5 mm. Greutățile utilizate ca proiectile sunt standardizate și au masele de 2 kg și respectiv 5 kg. Pentru fiecare tip de proiectil utilizat s-au efectuat două încercări de referință în care s-au determinat amprentele traumatice în plastilina balistică în absența panoului de protecție, pentru a se putea analiza comparativ în cadrul încercărilor efectuate gradul de eficiență pentru fiecare material de protecție și pentru a se putea cuantifica reducerea amprentei traumatice. În urma determinărilor



schijeilor.

Bibliografie

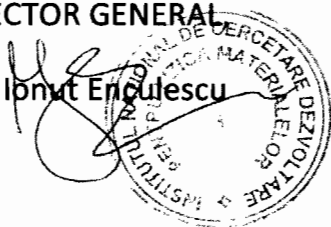
- [1] NIJ Standard 0101.06/2008 - Ballistic resistance of body armour.
 [2] NIJ Standard 0101.04/2000 - Ballistic resistance of personal body armour.
 [3] NIJ Standard 0104.02-80 SUA – Riot helmets and face shields
 [4] NIJ Standard 0115.00-2000 - Stab Resistance of personal Body Armor
 [5] STP-M 40202-99 - Materiale și mijloace individuale de protecție balistică. TESTE BALISTICE. Verificarea rezistenței balistice la acțiunea gloanțelor. Partea I.
 [6] 4.13. STP-M 40203-97 - Protecție balistică individuală.
 [7] T. Reppel, T. Dally, K. Weinberg, On the elastic modeling of highly extensible polyurea, Technische Mechanik 33(1) (2013) 19-33.



- [8] E. Billaudeau, Mechanical behavior of polyurea nanocomposites doped with nanoparticles, Materials (2010).
 [9] DDESB, Approved methods and algorithms for DoD risk-based explosives siting -Technical Paper No. 14, Department of Defense Explosives Safety Board, 2009
 [10] DDESB, Assessing Explosives Safety Risks, Deviations and Consequences Technical Paper No. 23, Department of Defense Explosives Safety Board, 2009
 [11] KINGEREY, BULMASH, Air-blast Parameters from TNT Spherical Air Burst & Hemispherical Surface Burst, Technical Report ARBRL-TR-02555, April 1984
 [12] MED-ENG SYSTEMS INC Blast Effects, January 1996 Rev B

INCD pentru Fizica Materialelor**DIRECTOR GENERAL**

Dr. Ionuț Enculescu

**Centrul de Cercetare Științifică pentru Apărare CBRN și Ecologie**

Șeful CCSACBRNE,

Col.dr.ing. Gabriel Epure



REVENDICARI

1. Procedeu de realizare de pachete balistice, **caracterizate prin aceea că**, se folosește ca material suport foi de kevlar de anumite grosimi (între 1.5 mm și 5 mm grosime) și un strat de material compozit polimeric ranforsat cu nanotuburi de carbon funcționalizate de o anumită grosime (între 0,5 mm și 5 mm).

2. Procedeu de realizare de pachete balistice, **caracterizate prin aceea că**, se folosește ca material suport placă de polistiren extrudat de anumite grosimi (de exemplu între 5-15 mm) și un strat de material compozit polimeric ranforsat cu nanotuburi de carbon funcționalizate de o anumită grosime (între 0,5 mm și 5 mm).

3. Procedeu de realizare de pachete balistice, **caracterizate prin aceea că**, se folosește ca material suport placă de burete poliuretanic de anumite grosimi (de exemplu între 20-50 mm) și un strat de material compozit polimeric ranforsat cu nanotuburi de carbon funcționalizate de o anumită grosime (între 0,5 mm și 5 mm).

4. Procedeu de realizare de pachete balistice, **caracterizate prin aceea că**, sunt rezistente și reduc semnificativ suprapresiunea undei de șoc în cazul exploziilor, cu mai mult de 90 %; reduc cu mai mult de 50% amprenta traumatică față de situația de referință; și rezistă la acțiunea efectelor dispozitivelor explozive improvizate, respectiv a schijelor.