

В.В. Бачинський к.т.н., с.н.с.

Ж.О. Хижняк

О.С. Шелейко

Військова академія (м. Одеса)

## МОЖЛИВОСТІ СПЕЦІАЛЬНИХ ПОКРИТТІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЖИВУЧОСТІ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

*У статті проведений аналіз існуючих і перспективних покриттів для підвищення живучості озброєння і військової техніки. Розглянуті в статті матеріали в майбутньому займуть гідне місце в переліку спеціальних матеріалів, які будуть застосовуватися при розробці нових зразків озброєння. У роботі також наведені результати наукових робіт, проведені співробітниками Військової академії.*

**Ключові слова:** живучість, покриття, матеріали, ОВТ, захист.

### Постановка проблеми

Розвиток засобів збройної боротьби, зміна форм та способів бойового застосування військ, прийняття нових військово-стратегічних концепцій в значній мірі підсилюють увагу військово-політичного керівництва провідних країн світу до питань розвитку озброєння та військової техніки (ОВТ), а саме, підвищення живучості ОВТ.

Сьогодні вже розроблені і тривають розробки матеріалів, про які військові могли тільки мріяти. Сталь і пластик скоро поступляться місцем новим революційним матеріалам — водовідштовхуючим, теплонепроникним і фантастично міцним. Вони будуть дешевші, міцніші, кращі, якісніші в усіх відношеннях. У даній статті розглянуті основні напрямки розвитку матеріалів для спеціальних покриттів, які підвищують живучість ОВТ, а також власні розробки з питань розвитку ОВТ.

### Виклад основного матеріалу

#### Сплави з ефектом пам'яті форми

Сплави запам'ятовують форму матеріалу, яка була до нагрівання. До таких сплавів відноситься нитинол, до складу якого входить 60% нікеля і 40% титану. Якщо деталь деформувати в нагрітому стані і зафіксувати її до охолодження, то ця деталь запам'ятовує форму. Якщо в холодному стані цю деталь деформувати, а потім нагріти, то форма відновлюється. Якщо, як показано на рис. 1 проволочку закрутити в спіраль за високої температури і випрямити за низької, то при повторному нагріванні проволочка знову самовільно закрутиться в спіраль.

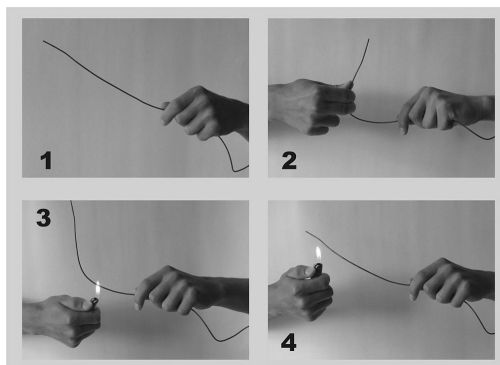


Рис.1 - Сплави з ефектом пам'яті форми

## **Аерогель**

Аерогель, який також називають «замороженим димом», добувається в процесі надкритичної сушки рідких гелів з алюмінію, хрому, оксиду олова або вуглецю. На 99,8% аерогель складається з порожнього простору, що робить його напівпрозорим. У аерогелів неймовірна площа поверхні внутрішніх фрактальних структур — кубик аерогелю з гранню в один дюйм має внутрішньою площею, еквівалентну футбольному полю.

Найбільш досконалими є кварцеві аерогелі, які в 500 разів поступаються за щільністю воді і в 1,5 рази — повітрю. Аерогель здатний витримати навантаження в 2000 разів більше власної ваги. Крихітний блок (2,5 г) прозорого аерогелю може утримувати цеглину вагою 2,5 кг. Аерогель на основі графена — найлегший матеріал у світі. Аерогель мало не кращий на сьогодні теплоізолятор, який застосовується як в скафандрах NASA, так і в куртках для альпіністів завтовшки всього 4 мм. Ще одна його дивовижна властивість — здатність абсорбувати речовини в 900 разів більше власної ваги. Всього 3,5 кг аерогелю можуть абсорбувати тонну нафти, що розлилася.

## **Вуглецеві нанотрубки**

Вуглецеві нанотрубки - найжорсткіший і найміцніший матеріалу у світі з високими електронними характеристиками. Питома міцність вуглецевих нанотрубок — 48,000 кН·м/кг, такою міцністю не може похвалитися навіть високовуглецева сталь (154 кН·м/кг), в 300 разів міцніше сталі. В майбутньому захисне покриття з нанотрубок на основі вуглецю дасть можливість кораблям і літакам цілком нейтралізувати роботу радарів і повністю стати невидимими для противника.

Покриття з нанотрубок перетворювали рельєф танка в абсолютно чорну і рівну поверхню, невидиму на чорному фоні. При цьому весь цей нанотрубковий «чорний ліс» не розсіював і не відображав світло. Покриття практично в повному об'ємі поглинає широкий спектр випромінювань, починаючи від радіохвиль і закінчуючи ультрафіолетовими променями.

Це покриття здатне поглинати велику частину енергії променя лазера, не руйнуючись при цьому і не дозволяючи руйнуватися предмету, який ними захищається. Крім того, це покриття є ефективним засобом захисту від бойових лазерів. Аналіз зібраних даних показав, що покриття успішно поглинуло 97,5% енергії променя лазера і без руйнування витримало рівень енергії в 15 Квт на квадратний сантиметр поверхні.

## **Метаматеріали**

Дані покриття, здатні набувати своїх властивостей від структури, а не складу. Метаматеріали використовувалися для створення мікрохвильових плащів-невидимок, двовимірних плащів-невидимок і матеріалів з незвичайними оптичними властивостями (рис. 2). Такий камуфляж буде корисним для розвідувальних підрозділів і їх бойової техніки, а також може врятувати життя пілотів, вимушених катапультиватися на ворожій території.



**Рис. 2 – Зразок покриття із метаматеріалів**

### **Електронна тканина**

В даний час ведеться розробка альтернативних методів носіння комп'ютерів, і якщо найближчим часом ми побачимо хіба що окуляри і годинник, скоро схеми будуть вшиті безпосередньо в те, що ми надягаємо. Адже чудово говорити з кимось по телефону, просто підносячи руку до вуха. Можливості електронного одягу безмежні. Його відмінною рисою стане можливість безперервного відтворення статичного зображення або відео. Коли електронна тканина отримає достатній розвиток, більшість сьогоденних гаджетів, наприклад, телефон і плеєр — можуть бути вбудовані в одяг. У такому разі досить буде змахнути рукою, щоб активувати мобільний зв'язок, а потім розмовляти за допомогою мікрофону, вбудованого, наприклад, в лацкан піджака. Американські військові розглядають можливість застосування електронної тканини для одягу екіпажів бойових машин.

### **Магнієві сплави**

Для виробництва військових автомобілів доцільно використовувати магнієві сплави, що приведе до зменшення як ваги, так і витрат палива. При розрахунку економічної ефективності виявлено, що зменшення ваги майже до 50 фунтів (22,5 кг) підвищить економію витрат палива машини приблизно на 1%. Згідно звіту Ради із Захисту Природних Ресурсів (NRDC) цей 1% скорочень споживання палива машинами по всій країні міг би зберегти 100,000 барелів нафти за день.

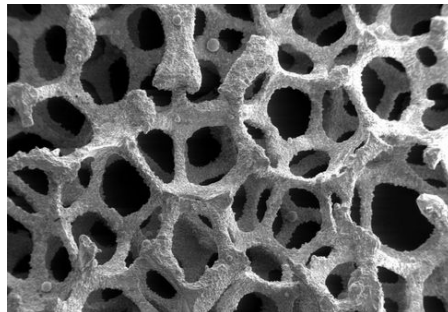
### **Аморфні метали**

Аморфні метали (також називаються металевими склом), складаються з металу з атомною неупорядкованою структурою. Вони можуть бути в два рази міцніше сталі. Через неупорядковану структуру вони можуть розсіювати енергію удару ефективніше, ніж металеві кристали, у яких є слабкі місця. Військові давно поклали око на новий вид металу. Згідно їх розрахунків, зроблена з нього броня буде у декілька разів міцніша тієї, яку виробляють на сьогоднішній.

### **Металева піна**

Металева піна — це те, що виходить, коли додати піноутворювач, порошкоподібний гідрид титану, в розплавленій алюміній, а потім дати йому остигнути (рис. 3). В результаті виходить вкрай міцна субстанція, відносно легка, з 75-95 % порожнього простору. Дякуючи сприятливому співвідношенню міцності до ваги металеві піни були запропоновані як будівельний матеріал для космічних колоній. Деякі форми металеві піни настільки легкі, що плавають на воді, що робить їх відмінним засобом для будівництва плавучих міст.

В майбутньому металева піна може стати невід'ємною частиною військового машинобудування, а також використовуватися у виробництві металокераміки. Матеріал ідеально підходить для створення великогабаритних надзвичайно міцних конструкцій — іншого матеріалу, який здатний забезпечити таке співвідношення міцності і ваги, людство ще не винайшло.



**Рис.3 - Зразок металеві піни**

### **Прозорий алюміній**

Метал, який в три рази міцніший за сталь, і при цьому прозорий, — вже реальність. Перші зразки були отримані німецькими ученими з Лабораторії фізики Фраунгофера (рис. 4). Технологія його

виготовлення полягає в спіканні найдрібніших частинок алюмінію за дуже високих температур. Вчені передрікають прозорому алюмінію велике майбутнє. Висока міцність і прозорість можуть стати в нагоді при будівництві хмарочосів і літальних апаратів. Космічні агентства також виявляють велику зацікавленість до нового матеріалу, в перспективі він може широко застосовуватися при будівництві космічних станцій, знявши обмеження на площу ілюмінаторів, яке сьогодні накладається характеристиками міцності скла. Військові планують використовувати в якості ілюмінаторів бойових машин.



**Рис.4 – Зразок прозорого алюмінію**

#### **Рідка броня**

Російські військові створили новий тип захисту – так звана рідка броня. Застосування рідкої броні дозволить без збільшення основних параметрів якісно поліпшити захист військової техніки, дасть новий поштовх до оснащення армії сучасним озброєнням.

#### **Водовідштовхувальні покриття**

Reactive Surfaces (Остін, штат Техас) відкриє свій новий завод з виробництва біо-домішок в лакофарбові матеріали для військової техніки. Після використання даного покриття поверхня військового транспортного буде швидко очищатися від великої кількості фосфорорганічних нейротоксинів. Це, в першу чергу, скорочує працевитрати і мінімізує витрати часу.

#### **Термостійкі покриття**

Мінпромторг РФ замовив розробку емалі з високим ступенем міцності і термостійкості, що характеризується. Емаль витримуватиме температуру до 200° С. Нова емаль забезпечить меншу помітність військової техніки для тепловізорів. Крім того, вона дозволить захистити корпус техніки від дії ультрафіолетового випромінювання, сонячного світла, миючих засобів, ПММ і рідин, які не замерзають.

#### **Маскувальні покриття**

Конструкторське бюро з машинобудування ім. А.А. Морозова (ХКБМ) і вчені радіофізичного факультету Харківського національного університету ім. В.Н. Каразіна розробили маскувальну мережу для танків «Оплот». Індивідуальна маскувальна мережа на відстані понад 500 метрів робить танк непомітним для людського ока, а всі види електромагнітного випромінювання, за допомогою яких можна виявити танк і навести на нього протитанкові ракети, послаблюються не менше ніж в 10 разів. З того ж матеріалу виготовлений захист і для особового складу - солдати теж стали невидимими.

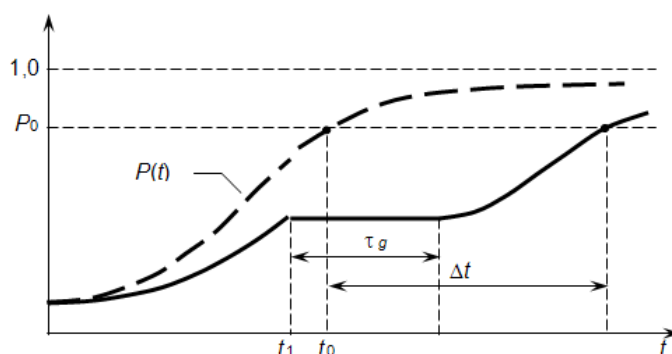
Військова академія має також власні розробки з підвищення живучості.

#### **Захисно-акумуляуючі покриття**

Співробітниками академії були створені захисно-акумуляуючі покриття, які здатні безповоротно поглинати отруйні речовини та тривалий час утримувати їх в покритті. Була запропонована нова

технологія щодо комплексного захисту ОВТ за рахунок превентивного нанесення на їх поверхні нових покриттів, плівка яких здатна безповоротно поглинати отруйні речовини. Були обґрунтовані вимоги до компонентів лакофарбових покриттів ОВТ і принципи надання їм властивостей безповоротно поглинання отруйних речовин, реалізація яких забезпечує безпечну експлуатацію об'єктів ОВТ екіпажами і обслугою при застосуванні отруйних речовин. При розробці цього покриття були враховані особливості ОВТ, побажання експлуатаційників зробити надійний і порівняно недорогий захист металу на можливо більш тривалий термін. Дане покриття, за рахунок утвореної системи капілярів, дозволяє надійно утримувати у своєму обсязі полімерної матриці значну кількість отруйної речовини.

Проведені дослідження показали, що за наявності у противника хімічної зброї, необхідність нанесення пористого захисного покриття на об'єкти ОВТ (насамперед танки, БМП, БТР) виникає, практично, для усіх бойових частин. Застосування цих покриттів для танкового озброєння в умовах впливу отруйних речовин сприяє зростанню ефективності бойового застосування танкового озброєння в реальній ситуації приблизно в 1,6 рази, а для ракетно-артилерійського озброєння – в 2 рази у зв'язку зі зменшенням часу на проведення дегазації. Дане покриття захищено двома патентами на винахід.



$\tau_g$ - час, який витрачено на дегазацію ОВТ при виході із зони зараження;  $t_1$ -час початку дегазації

**Рис.5 – Ефективність бойового застосування ОВТ при веденні дій в умовах хімічного зараження з нанесеним пористим захисним покриттям**

### Спеціальні захисні покриття для протидії високоточній зброї

Результати досліджень, які проводилися у ВА, показали, що застосування маскувальних покриттів є ефективним способом приховування ОВТ, військових об'єктів від засобів розвідки.

Розроблене маскувальне покриття (рис. 6) згідно отриманих оцінок та практичних експериментів, є зручним, надійним, ефективним засобом приховування об'єктів сухопутних військ, яке дозволяє за короткий час забезпечити збереження їх живучості та боєздатності в умовах застосування високоточної та звичайної зброї, і при цьому понести низькі матеріальні витрати.



**Рис.6 - Фрагмент маскувального покриття**

Запропонована модель маскувального покриття на основі хімічної піни може застосовуватися для маскуванню об'єктів ОВТ при використанні противником різних методів виявлення, у тому числі за допомогою тепловізійних засобів, в основу дії яких покладено виявлення цілі (об'єкту) за тепловим контрастом об'єкта і фону (місцевості), в межах якого об'єкт розташовується. Дане покриття захищено шістьма патентами на винахід.

Розроблені склади при спінуванні повітрям отримують капілярно-пористу структуру, яка швидко твердіє, у вигляді піни. Висока стабільність затверділої структури дозволяє застосовувати піну як маскувальне покриття протягом тривалого часу, який вимірюється тижнями і більше.

Маскувальне покриття може бути легко нанесене на поверхню будь-якого складу і форми, за необхідності нанесене покриття може бути легко видалене з поверхні.

### **Висновки**

Таким чином в статті показані основні напрямки розвитку покриттів для підвищення живучості ОВТ. На сьогоднішній день перспективні покриття майбутнього поки що не відкриті. Однак, нові комп'ютерні моделі дозволяють вченим і інженерам передбачати і навіть діагностувати переваги і недоліки новостворюваних покриттів, що може прискорити темп розвитку цих проектів і інновацій.

### **Список використаних джерел**

1. Бачинський В.В., Цехмистер Д.А. *Защита авиационной техники лакокрасочными покрытиями / Тези виступу на 8 наукової конференції ХУПС. – Харків: ХУПС, 2012. – С. 282-283*

2. *Звіт про НДР «Периметр» (заключний) «Удосконалення підготовки та застосування підрозділів і частин РХБ захисту у міжнародних миротворчих операціях»/ НЦБЗСВ при ВІ ОНПУ – Одеса, 2008. – 102 с.*

Рецензент: кандидат військових наук, професор Оленев В.М., Військова академія (м. Одеса).

## **ВОЗМОЖНОСТИ СПЕЦИАЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЖИВУЧЕСТИ ВООРУЖЕНИЯ И ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ**

В.В. Бачинский, Ж.А. Хижняк, Е.С.Шелейко

*В статье проведен анализ существующих и перспективных покрытий для повышения живучести вооружения и военной техники. Рассмотренные в статье материалы в будущем займут достойное место в перечне специальных материалов, которые будут применяться при разработке новых образцов вооружения. В статье также приведены результаты научных работ, проведенные сотрудниками Военной академии.*

**Ключевые слова:** живучесть, покрытие, материалы, ОВТ, защита.

## **POSSIBILITIES OF THE SPECIAL COVERAGES ARE FOR INCREASE OF VITALITY OF ARMS AND MILITARY EQUIPMENT**

V. Bachinskyi, Zh. Khizhnyak, O. Sheleiko

*The analysis of existent and perspective coverages for the increase of vitality of arms and military technique is observed in the article. The materials considered in the article in the future will take the deserving place in the list of the special materials which will be used at development of new standards of armament. The results of the advanced studies, conducted the employees of the Military academy, are also shown in the article.*

**Keywords:** vitality, coverage, materials, arms and military equipment, defence.