

МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ЗАСТОСУВАННЯ ПОРИСТИХ ЗАХИСНИХ ПОКРИТЬ

У статті розглядається проблема використання пористих захисних покриттів для озброєння та військової техніки (ОВТ) з метою забезпечення захисту артилерійського та танкового озброєння від впливу отруйних речовин. Відмінність цих покриттів від відомих лакофарбових полягає в тому, що вони здатні незворотно поглинати отруйні речовини і, тим самим, підвищити ефективність застосування зразка ОВТ.

В статье рассматривается проблема использования пористых защитных покрытий для вооружения и военной техники (ВВТ) с целью обеспечения защиты артиллерийского и танкового вооружения от воздействия отравляющих веществ. Отличие этих покрытий от известных лакокрасочных, заключается в том, что они способны необратимо поглощать отравляющие вещества и, тем самым, повысить эффективность применения образца ВВТ.

The article examines possibility of the use of the porous sheeting for an armament and military technique (MAT) with the purpose of providing of defence of artillery and tank armament om influence of poison matters. These coverages, able irrevocably to take in poison matters and, the same, promote efficiency of application of standard o f MAT.

Бойова ефективність озброєння і військової техніки залежить від їх тактико-технічних (паспортних) характеристик, виучки особового складу й умов бойової обстановки. За інших рівних умов бойова ефективність техніки значно знижується при веденні бойових дій, якщо противником застосовується зброя масового знищення, вражаючі фактори якої істотно впливають як на стан ОВТ, так і на фізичний і психічний стани екіпажів (обслуги)[1].

Захисні покриття є найбільш доступним і ефективним способом захисту зразків ОВТ, що утворюються на їх поверхні в результаті нанесення на них рідких лакофарбових матеріалів і їх висихання. Так, на створення зовнішнього вигляду ОВТ в армії США витрачається щорічно до 10 мільярдів доларів[2]. При цьому, кожен третій долар з цих 10 мільярдів витрачається на знімання старої фарби і нанесення нової.

Вигідно відрізняючись від інших видів захисних покриттів своєю дешевизною, простотою нанесення і надійністю, лакофарбові захисні покриття знайшли широке застосування і є домінуючими. В даний час на більш ніж 80 % усіх металевих виробів ОВТ в ЗС України наносять захисні покриття.

В той же час накази Міністра оборони України, Командувачів видів ЗС України вимагають забезпечення захисту ОВТ на належному рівні за рахунок модернізації покриттів ОВТ.

У зв'язку з цим актуальним є пошук нових наукових підходів до рішення даної задачі. Одним із можливих напрямків розглядається [3] зниження ступеня зараження поверхонь ОВТ отруйними речовинами за рахунок модифікації лакофарбових покриттів. Проте, через недостатню теоретичну й експериментальну розробку впливу складу і властивостей компонентів захисних покриттів на дифузійну рухливість проникаючих у них отруйних речовин, він не носить завершеного характеру.

Актуальність роботи у даному напрямку обумовлена тим, що у даний час відсутні засоби підвищення захисту ОВТ за рахунок використання захисних покриттів.

Таким чином, актуальність рішення задач, пов'язаних з підвищенням захисту ОВТ при веденні бойових дій в умовах можливого застосування отруйних речовин, є безумовною на даний час.

Таким чином, у даний час відсутні науково-технічні підходи, засоби та способи, які б дозволили підвищувати захист ОВТ Сухопутних військ ЗС України в умовах впливу на них отруйних речовин.

Наукова задача статті полягає у дослідженні застосування нових пористих захисних покриттів в умовах дії на ОВТ отруйних (токсичних) речовин.

Метою цієї статті є вирішення питання забезпечення захисту ОВТ в умовах дії отруйних речовин за рахунок використання пористих захисних покриттів.

Наукова новизна даної статті полягає в тому, що запропоновано нову технологію щодо комплексного захисту ОВТ за рахунок превентивного нанесення на їх поверхні нових покриттів, плівка яких здатна незворотно поглинати отруйні речовини.

Практичне значення статті полягає у тому, що обґрунтовано вимоги до компонентів лакофарбових покриттів ОВТ і принципи надання їм властивостей незворотного поглинання отруйних речовин, реалізація яких забезпечує безпечну експлуатацію об'єктів ОВТ екіпажами і обслугою при застосуванні отруйних речовин.

Основною метою застосування будь-якого захисного покриття на поверхні є отримання плівки із заданими властивостями та захисту конструкційних матеріалів від впливу атмосферних факторів і агресивних середовищ (рис.1).

До переваг захисних покриттів, що використовуються в різних умовах експлуатації, можна віднести:

- простота нанесення і можливість застосування для захисту великогабаритних та складних конфігурацій зразків ОВТ;

- можливість поновлення і ремонту захисних покриттів на місці експлуатації;

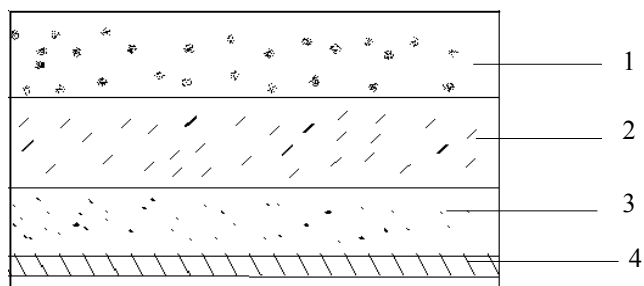


Рис.1 Схема захисного покриття: 1- верхній шар, що контактує з зовнішнім середовищем; 2- проміжний шар; 3- нижній (адгезійний) шар; 4- підложка.

- можливість застосування захисних покриттів з іншими методами захисту;
- більш низька вартість у порівнянні з іншими видами захисних покриттів.

До захисних покриттів, крім надійного захисту від корозії, висуваються і інші вимоги: твердість, еластичність, стійкість до удару, тертя та інших механічних впливів, термостійкість, водо- і паропроникність і т.і.

Призначення і властивості захисних покриттів, що застосовуються для захисту ОВТ, в основному визначаються складом. Одна з головних вимог до всіх захисних покриттів для зовнішніх поверхонь ОВТ – атмосферостійкість. Крім того, необхідними властивостями є термостійкість, ерозіостійкість, стійкість до періодичної дії палива, олій, гідрорідин та інші.

Покриття має задовольняти одночасно декільком вимогам, які іноді важко сполучити повною мірою в одному виді захисного покриття. Наприклад, акрилові емалі характеризуються гарною атмосферостійкістю, але вони не стійкі до синтетичних олій. Епоксидні емалі мають високу стійкість до палив, синтетичних олій, але не високу атмосферостійкість. Поліуретанові покриття мають великий комплекс властивостей, зокрема дуже висока атмосферостійкість, стійкість до усіх видів мастил, палив, ерозіостійкість, однак вони складні при фарбувальних роботах і ремонті.

Однак, незважаючи на широке застосування покриттів для фарбування ОВТ, їхні фізико-хімічні основи з заданими властивостями почали розроблятися порівняно недавно. Причиною цього є відсутність методів і приладів для дослідження процесу формування полімерних покриттів, даних про характер структурних перетворень і їхньої ролі у визначенні властивостей покриттів, складність хімічного складу, не завжди правильне ототожнення структури і властивостей покриттів, плівок, блокових матеріалів.

Умови одержання і якість захисного покриття для ОВТ багато в чому залежать від вихідних матеріалів, що мають відповідати наступним головним вимогам:

- допускати можливість тонкошарового розподілу на поверхні, що покривається;
- бути здатними до плівкоутворення;
- утворювати покриття з комплексом необхідних технічних властивостей.

Першій вимозі найбільш повно задовольняють високодисперсні порошки. Рідкий стан дозволяє легко і багатьма способами одержувати різні по товщині шари, причому нерідко в досить широкому інтервалі температур. При використанні порошкових матеріалів перетворення твердих плівкоутворювачів у в'язкотекучу консистенцію здійснюється не поза підложкою, а безпосередньо на ній. У той же час, при технологічній оцінці властивостей вихідних рідких матеріалів істотне значення має в'язкість, поверхневий натяг, швидкість затвердіння, а для порошкових систем – дисперсність, сипкість, параметри формування покриття. Знання цих показників і методів їхнього регулювання дозволяє цілеспрямовано впливати на технологію і властивості одержуваних покриттів.

Підвищення якості захисних покриттів і відповідність сучасним вимогам, їх стійкість в атмосферних умовах, а також хімічна і термічна стійкість можливі лише після використання у якості плівкоутворювальної речовини синтетичних полімерних матеріалів.

Як відомо [4], вибір типу покриття визначається призначенням виробу. Але захисним покриттям має бути притаманний певний комплекс фізико-механічних властивостей, які забезпечують їх збереження на розрахунковий термін служби. Враховуючи вимоги, які висуваються до покриттів ОВТ, і практичний досвід в цій галузі, для захисту виробів і обладнання використовуються матеріали на основі перхлорвінілових смол, сополімерів вінілхлориду та інш. Так, емалі ХВ-518, ХС-744 застосовують для фарбування бронетанкового і артилерійського озброєння; емалі НЦ-1200, МЛ-12 – автомобільної техніки, емалі АС-1115 – авіаційної. Лакофарбові покриття на основі епоксидних (ЕП-140) і поліуретанових (УР-176) смол набули найбільшого використання в країнах НАТО.

Основна маса лакофарбових матеріалів, що використовуються для фарбування ОВТ, являє собою багатокомпонентні системи, здатні, при нанесенні їх тонкою протокою на поверхню виробів, висихати з утворенням плівки, що утримується силою адгезії. При цьому застосування шкірного компонента заздалегідь визначено або на основі результатів досліджень і подальших випробувань, або на основі багаторічної практики.

Вибір і побудова системи покриття залежать від типу захищеного матеріалу, способу обробки його поверхні й умов експлуатації. Так, наприклад, зовнішні поверхні бронетанкової техніки, ракетно-артилерійського озброєння, засобів інженерного обладнання, транспортних засобів, техніки зв'язку необхідно фарбувати у послідовності, що зазначена у таблиці 1.

Таблиця 1.

Склад покриттів різноманітних поверхонь ОВТ Сухопутних військ

Поверхня, що фарбується	Рекомендований порядок фарбування
Сталь	Ґрунтовка ФЛ-03к (1-2 шари), ХВ-518 (2 шари) Ґрунтовка ФЛ-03к (1 шар), Ґрунтовка АК-070 (1 шар), ХВ-518 (2 шари)
Алюміній	Ґрунтовка АК-070 (1-2 шари), ХВ-518 (2 шари)
Дерево	Ґрунтовка ГФ-021 (1 шар), ХВ-518 (2 шари)

На сьогодні в Науковому центрі бойового застосування Сухопутних військ (НЦ БЗСВ) (м. Одеса) розроблені захисно-акумуляуючі покриття, які дозволяють поглинати отруйні речовини та тривалий час і утримувати їх у своєму шарі [5].

При розробці цього покриття були ураховані особливості ОВТ, побажання експлуатаційників зробити надійний і, порівняно недорогий, захист металу на можливо більш тривалий термін (рис.2).

Для поглинання більш значних крапель необхідно створювати покриття у такій послідовності:

1 шар – ґрунтовка, відповідно до ДСТУ для даної підложки;

2 шар – фарба згідно ДСТУ для визначеного типу ОВТ

3 шар – полімерний лакофарбовий матеріал із частками наповнювача на основі сілікагеля з діаметром часток 0,4 мкм;

4 шар – полімерний лакофарбовий матеріал із частками наповнювача на основі сілікагеля з діаметром часток 5 мкм.

Дане покриття, за рахунок утвореної системи капілярів, дозволяє надійно утримувати у своєму обсязі полімерної матриці значну кількість отруйної речовини. Це пов'язано з тим, що під дією капілярних сил пір і капілярів меншого перетину, процес поглинання отруйних речовин буде значно інтенсивніше.

Таким чином, при варіюванні розміром і кількістю часток наповнювача можна одержувати капілярно-пористу структуру покриття, яка може істотно змінюватися залежно від призначення покриття.

Базова модель такого покриття являє собою дисперсну систему, у якій полімерний матеріал (полімерна матриця) є дисперсійним середовищем, а частки наповнювача дисперсною фазою.

Проникнення крапель (часток) токсичних речовин в полімерне покриття нами розглядається як поступальний процес із переміщенням часток дифузанта по функції розподілу активаційних параметрів. Це означає, що при десорбції в ізотермічних умовах функція розподілу активаційних параметрів дифузії безупинно і незворотно збіднюється молекулами токсичної речовини з більш низькими і збагачується молекулами з більш високими активаційними параметрами. Внаслідок цього проходить безупинне зниження швидкості процесу в часі, а при зсуві функції в діапазон значень, при яких можливість подолання молекулами енергетичного бар'єра стає малою, процес завершиться кінетичним припиненням.

На початковій стадії, при незначних концентраціях сорбата, заповнюються активні центри з мінімальною енергією Гіббса, і для термодинамічно сумісних покриттів енергія взаємодії полімеру із сорбатом склала 100 кдж/міль і більше, що призводило до втрати сорбатом дифузійної рухливості (перехід у іммобільний стан).

На таких стадіях, по мірі збільшення концентрації, навколо активних центрів формувалися сольватні оболонки, які спричинили набрякання полімеру, що зберігає дифузійну рухливість. Для того, щоб покриття поглинало токсичні речовини, необхідно виконання додаткових умов – сумісності токсичної речовини з плівкоутворювачем та зниження його концентрації в обсязі плівки покриття. Перше з них передбачає необхідність добору покриття, плівкоутримувач якого сумісний із токсичною речовиною, друге – збільшення поверхні контакту токсичної речовини з полімерною основою за рахунок надання покриттю капілярно-пористої структури.

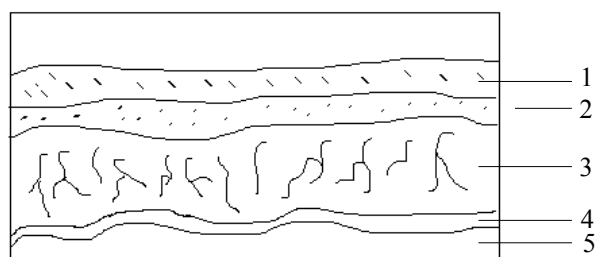


Рис.2 Структура пористого захисного покриття: 1-камфльований (захисний) шар, 2 – пористе захисне покриття, 3 – фарба згідно ДСТУ для визначеного типу ОВТ, 4 - ґрунтовка, 5 - підложка.

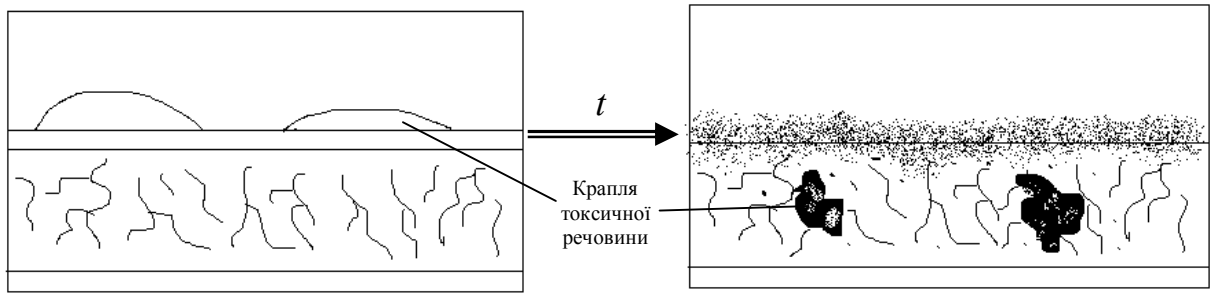


Рис.3 Процес поглинання токсичних речовин пористим захисним покриттям: 1- крапля токсичної речовини

Оптимізація складу пористого захисного покриття, спроможного незворотно поглинати отруйні речовини виконувалася по стандартних методиках із застосуванням повних двофакторних експериментів і розрахунку експериментально-статистичних моделей у системі COMPEX в Одеській Державній академії будівництва й архітектури.

В той же час, традиційно забезпечення бойової ефективності ОВТ при дії вражаючих факторів хімічної зброї розглядається у плані проведення спеціальної обробки ОВТ. Однак це призводить до необхідності виконання бойового завдання у засобах індивідуального захисту, що знижує бойову ефективність ОВТ. Водночас, відповідно до існуючих нормативних документів, повна спеціальна обробка військ, після якої можливе знімання засобів індивідуального захисту, проводиться тільки після виконання ними бойової задачі. Даний захід не сприяє підтримці боєздатності екіпажів й обслуги, ефективності ОВТ безпосередньо при веденні бойових дій. Одним із можливих напрямків вирішення цієї проблеми є зниження ступеня зараження поверхонь ОВТ отруйними речовинами за рахунок модифікації лакофарбових покриттів.

Проведені у НЦ БЗСВ дослідження [6] 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 отруєних 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 (рис. 4).

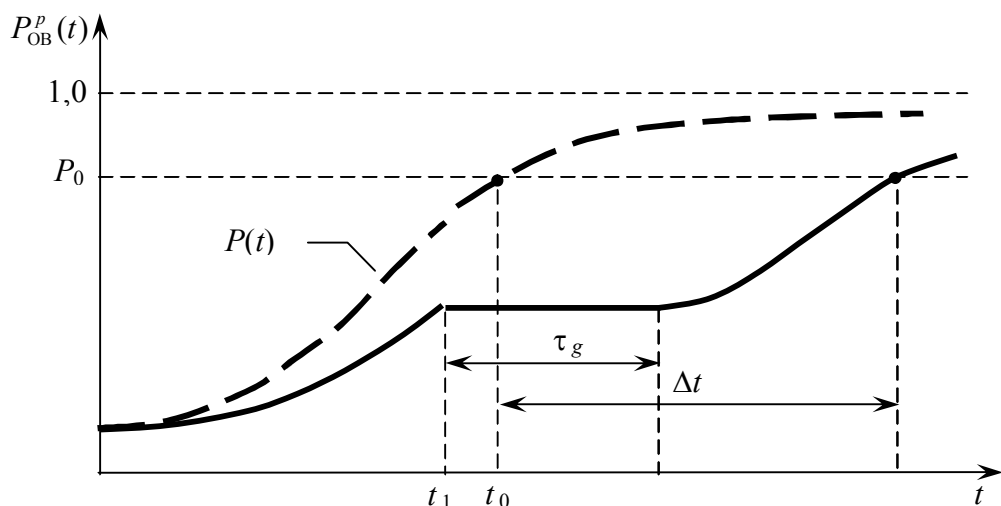


Рис.4 Бойова ефективність ОВТ при веденні дій в умовах використання хімічної зброї з нанесеним пористим захисним покриттям: τ_g - час, який затрачено в ході виконання бойового завдання на дегазацію ОВТ при виході із зони зараження; t_1 -час початку дегазації

У якості показника ефективності бойового застосування ОВТ, з нанесеним на нього пористим захисним покриттям, доцільно використовувати відношення E ймовірності $P_{Op}(t)$ виконання завдання за час, що не перевищує заданий час t_o , підрозділом, на озброєнні якого є ОВТ, в умовах застосування противником отруйних речовин, до ймовірності $P(t)$ виконання противником завдання в умовах відсутності застосування отруйних речовин:

$$E = \frac{P_{Op}(t)}{P(t)}, \quad P(t \leq t_o) = P_o \quad (1)$$

Таким чином, проведені дослідження показали, що створене пористе захисне покриття забезпечує:

- швидке поглинання отруйних речовин плівкою пористого покриття, протягом 2-3 сек, і перерозподіл їх по порах і капілярах (для звичайного покриття час проникнення -1 год.);
- можливість ведення бойових дій без засобів індивідуального захисту після виходу із зон зараження;
- підвищення ефективності бойового використання танкового озброєння в 1,6 рази, а для ракетно-артилерійського озброєння – у 2 рази;
- виключити часткову спеціальну обробку ОВТ та зменшити час на ліквідацію наслідків зараження та скоротити розмір підвозимих у ході бою запасів дегазуючих рецептур зі зменшенням кількості автомобільної техніки.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Каракчиев Н.И. Военная токсикология и защита от ядерного и химического оружия. - М.: Воениздат, 1989. -147 с.1. Свиридов Ю.В. Основные мероприятия оперативной и боевой подготовки ОВС НАТО в 2005 году // Военная мысль.-М.,2005. – С.21-29.
2. Сучасні проблеми захисту Збройних Сил від зброї масового ураження // Матеріали конференції. В/ч А-3788. – 1999. - №7(207). – С.34-48.
3. Зубов П.И., Сухарева Л.А. Структура и свойства полимерных покрытий. – М.: Химия, 1982. – 256 с.
4. Бачинський В.В., Вировой В.М., Оленів М.В., Дем'янчук Б.О. Спосіб отримання покриття капілярно-пористої структури // деклараційний патент на винахід № 63392 А від 15.01.2004 р.
5. Звіт про НДР “Злагода”(проміжний). – НЦ БЗ СВ;. – Одеса, 2009. - 102 с.

Рецензент: **к.в.н., проф. Мінасов В.С.**