

8. Dmitriev S. (2011), "Frantsuskii boevoji kompleks pekotintsa "Fellin" [Franch infantry combat complex "Fellin"]. *Foreign military review*. No. 6, pp. 44–54. [in Russian]

9. Malikov M.V. (2009), "Physiolohija ludyny" [Human physiology]. Zaporigga: ZNU, 2009. 757 p. [in Ukrainian]

10. "Ohlad experimentalnoi polovoi formy na ekipirivku dla vijskovoslugbotsiv SC Ukrainy" [Review of the experimental field form for military personnel MF of Ukraine]. *Military panorama*, 28 November 2012 year. [Electronic resource]. Regime of access: <http://wartime.org.ua> [in Ukrainian]

PRINCIPLES OF PROGNOSIS ESTIMATION OF CO-OPERATION ECOSYSTEM-COMplete SET OF EQUIPMENT OF SERVICEMAN

P. Bolkot, P. Vankevych, B. Drobenko, M. Platonov, B. Kharchyn

Development of compatible method, that complex represents essence and conformities to the law of forming of complex materials and packages exploited in extreme terms, is the urgent necessity of providing by the modern rigging of the soldieries formings, due to the purposeful use of structure and properties of components which are included in the system. Special to actuality acquires forming of model of planning of complex material that answers by set constructive and technology and consumers properties; making of structural classification of components of materials with the theoretical and practical methods of the directed action, which provide achievement of necessary consumers properties; realization of method of application of typical heuristic receptions at planning of complex materials and packages of clothes with the set consumers descriptions; forming of logical structure of intercommunications of parameters of components of complex materials, which provide consumers properties of fabrics and their description on the basis of which creation of complex material or package of clothes (uniforms) is in obedience to the certain requirements. To that end outlined row of factors, which influence on battle actions of the ground forces and the analysis of physiology indexes is conducted at implementation of different sort of the functional loadings for estimation of reactions and determination of bodily condition and health of serviceman subject to the condition certain environment of conduct of battle actions and at the certain nervously and muscular loadings which are important in the process of forming of battle equipment. Determination of indexes of qualities of textile materials is given taking into account the typical methods of verification and units of measuring, base values of indexes of qualities. The key circumstances should be considered to be that the basis for choosing the conditions for comparing the clothing system are two points, such as: the level of safety of the subject; the quality and objectivity of the results obtained.

Key words: ecosystem, protective equipment of man, surrounding an environment, temperature, physiology parameters, basic values of indexes of qualities.

УДК: 623.459.7

DOI: <https://doi.org/10.33577/2312-4458.32.2025.118-124>

О.В. Галак, Н.В. Горохівська, С.М. Індигов, А.С. Горохівський, С.П. Гнатченко

Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету "ХПІ", Харків

Article history: Received 11 February 2025; Revised 21 February 2025; Accepted 04 March 2025

ПЕРСПЕКТИВИ УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМ КОЛЕКТИВНОГО ЗАХИСТУ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

Дослідження сучасних зразків озброєння та військової техніки іноземних держав світу та України включало аналіз систем колективного захисту бронетанкової техніки. Результати дослідження показали, що існуючі системи фільтрації ефективно захищають від зброї масового ураження. Проте питання захисту від небезпечних хімічних речовин залишається відкритим. Перспективним напрямом вирішення цієї проблеми є модернізація фільтрів-поглиначів бронетанкової техніки шляхом використання каталізаторів нейтралізації НХР, зокрема оксидних систем на сплавах титану під дією ультрафіолетового випромінювання. Такий підхід дозволить без істотних конструкційних змін та суттєвих матеріальних витрат підвищити експлуатаційні характеристики фільтровентиляційних систем за рахунок додаткового встановлення у фільтр-поглинач решітки (сітки) з нанесеним шаром каталітичного матеріалу із оксидів титану. На поверхні TiO₂ можуть бути окиснені (мінералізовані) до CO₂ і H₂O практично будь-які органічні речовини.

© О.В. Галак, Н.В. Горохівська, С.М. Індигов, А.С. Горохівський, С.П. Гнатченко

У сучасних фотокаталітичних очисниках повітря широко використовуються газорозрядні лампи низького тиску, що генерують ультрафіолетове (УФ) випромінювання в діапазоні від 320 до 400 нм. Ці лампи монтуються всередині пристрою, як правило, вздовж його центральної осі. Ключовим елементом таких очищувачів є пористі носії з нанесеним шаром фотокаталізатора, який піддається УФ-опроміненню. Повітря, що проходить через ці носії, очищується від забруднень.

Для застосування фотокаталітичних технологій очищення газоподібних токсикантів на військовій техніці та стаціонарних об'єктах пропонується використовувати фільтри-поглиначі з титановою сіткою, на поверхні якої електрохімічним методом нанесено шар титан (IV) оксиду (TiO_2). Триває робота щодо покращення системи колективного захисту стаціонарних споруд та бронетанкової техніки з використанням оксидних каталізаторів на титанових сплавах з подальшим удосконаленням для ефективної нейтралізації небезпечних хімічних речовин.

Ключові слова: фільтровентиляційна установка, озброєння та військова техніка, система колективного захисту, фільтр, світлодіод, небезпечні хімічні речовини, оксидний каталізатор, сплави титану.

Постановка проблеми

Війна, що відбувається в Україні, викликала багато дискусій щодо того, чи буде Москва ескалювати конфлікт, чи то через розчарування повільним прогресом своїх військових операцій, чи у відповідь на дії інших держав, навіть, можливо, вдаючись до зброї масового ураження, зокрема в контексті агресії, які включають терористичні акти та застосування хімічної зброї (як це було задокументовано в Сирії), питання колективного захисту особового складу бронетанкової техніки від небезпечних хімічних речовин (НХР) набуває особливої актуальності.

Аналіз існуючих систем захисту, встановлених на зразках бронетанкової техніки іноземних держав світу та України [1–4] (рис. 1), виявив їх недостатню ефективність у протидії НХР. У разі руйнування об'єктів підвищеної небезпеки фільтровентиляційні установки, якими обладнані ці бойові машини, не забезпечують повноцінний захист особового складу від впливу НХР. Це створює серйозні передумови для значних втрат серед особового складу та суттєвого зниження боєздатності військових підрозділів.



Рис. 1. Сучасні зразки бронетанкової техніки України та іноземних держав світу:

- a* – ізраїльський основний бойовий танк Меркава;
- b* – український основний бойовий танк Т-84У «Оплот»;
- c* – індійський основний бойовий танк «Арджун»;
- d* – російський основний бойовий танк Т-90

Наслідки недостатнього захисту від НХР можуть бути катастрофічними, адже отруйні речовини здатні швидко проникати в організм через дихальні шляхи, шкіру та слизові оболонки, викликаючи важкі отруєння та навіть смерть. У бойових умовах, коли час на реагування обмежений, а особовий склад перебуває під постійним стресом, своєчасний та ефективний захист від НХР є критично важливим для збереження життя військовослужбовців та забезпечення успіху виконання бойових завдань.

З огляду на це модернізація існуючих систем захисту бронетанкової техніки, а також розробка нових, більш ефективних засобів протидії НХР є першочерговим завданням для забезпечення національної безпеки та обороноздатності країни.

Метою статті є:

висвітлення проблеми у фільтровентиляційних установках, що встановлені на бронеоб'єктах захисту від НХР та запропонувати підходи щодо підвищення ефективності роботи систем фільтрації;

визначення типу ультрафіолетового джерела, що здійснює безперебійне потрапляння ультрафіолетового випромінювання, яке піддається вібрації, різним прискоренням і ударам;

здійснення вибору каталітичного матеріалу для подальшого нанесення на сплави TiO_2 методом плазмово-електролітичного оксидування.

Аналіз останніх досліджень та публікацій

Низький ступінь захищеності особового складу суттєво знижує рівень виконання завдань в умовах загрози зруйнування об'єктів підвищеної небезпеки, зокрема хімічних, що мають значні запаси. Тому одним із перспективних напрямів підвищення ефективності функціонування фільтруючих систем є інтеграція каталітичних матеріалів, здатних нейтралізувати токсичні речовини. Серед таких матеріалів особливий інтерес викликають оксидні системи на основі титанових сплавів, що характеризуються високими показниками корозійної стійкості та працездатності в широкому температурному діапазоні. Дослідження,

проведені вченими, засвідчили певні успіхи у створенні каталітичних шарів, що містять оксиди перехідних металів, на носіях із титанових сплавів [5]. Отримані матеріали можуть бути інтегровані в існуючі фільтри-поглиначі з метою ефективної нейтралізації НХР.

На сучасному етапі розвитку систем очищення повітря фотокаталітичний спосіб очищення має низку переваг у порівнянні з традиційними методами [6].

З огляду на основний недолік існуючих фотокаталітичних очищувачів повітря, а саме наявність крихких і нетривких ультрафіолетових ламп, що містять ртуть в концентраціях, що перевищують ГДК, пропонується використовувати як джерело ультрафіолетового випромінювання світлодіодну стрічку. Конструкція заявленого фотокаталітичного очищувача захищена патентом на винахід [7].

Схема фотокаталітичного очищувача надана на рис. 2. Фотокаталітичний очисник повітря складається з корпусу 1, виконаного у вигляді закрученої в спіраль трубки, що утворює фотокаталітичний блок, внутрішня поверхня якого покрита шаром фотокаталізатора 2, що використовується як діоксид титану. Для закачування забрудненого повітря всередину корпусу повітроочисника використовується насос-вентилятор 3, розташований на виході фільтра повітря.

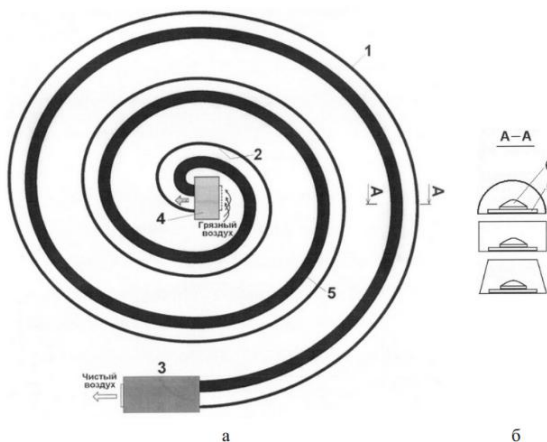


Рис. 2. Фотокаталітичний очисник повітря:

a – вигляд зверху; *б* – форми перетинів корпусу:

1 – спіралеподібний корпус; 2 – шар фотокаталізатора;

3 – насос-вентилятор; 4 – пиловий фільтр;

5 – світлодіодна стрічка; 6 – ультрафіолетові світлодіоди

Для попереднього очищення повітря від пилу на вході фільтра встановлений пиловий фільтр 4 з органічним або неорганічним адсорбентом. На внутрішній поверхні корпусу, розташованої ближче до центру фотокаталітичного блока, на всій його довжині прикріплена світлодіодна стрічка 5 з ультрафіолетовими світлодіодами 6, відстань між якими не перевищує 30 мм (рис. 3 а). Форма поперечного перерізу корпусу може бути виконана прямокутною, трапецієподібною або сегментною (рис. 3 б).

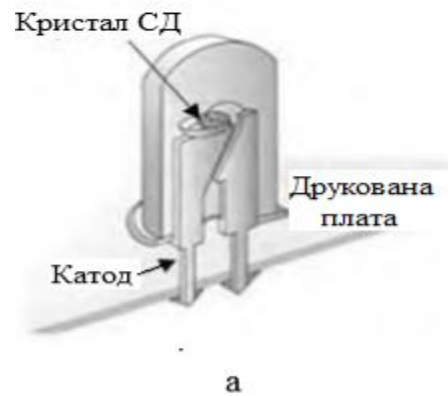


Рис. 3 а. Конструкція звичайного 5-мм світлодіода

У роботі запропоновано використовувати світлодіодну стрічку в так званому “трубчастому фотокаталітичному очищувачі повітря”. У цій конструкції титану (IV) оксид наносять на внутрішню поверхню трубки однаково по всій її довжині, а найбільш технологічним є перетин у вигляді кола (рис. 2). При використанні як джерела ультрафіолетових промінів газорозрядної лампи світильник (трубка з кварцового скла) розташовується по осі повітроочисника і рівномірно опромінює всю внутрішню поверхню, покриту шаром діоксиду титану.

Світлодіод (світловипромінювальний діод) (рис. 3) – це напівпровідниковий прилад з електронно-дірковим переходом або контактом метал-напівпровідник, що створює оптичне випромінювання під час пропускання через нього електричного струму. Випромінюване світло лежить у вузькому діапазоні спектра, його спектральні характеристики залежать у тому числі від хімічного складу використаних у ньому напівпровідників.

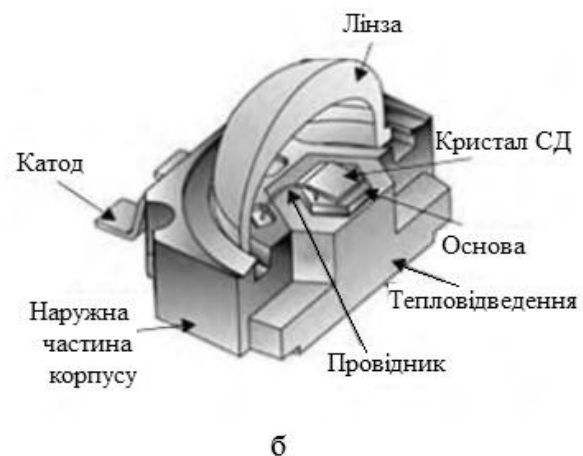


Рис. 3 б. Конструкція потужного (від 1 W) світлодіода

У порівнянні з іншими електричними джерелами світла (перетворювачами електроенергії в електромагнітне випромінювання) світлодіоди мають такі переваги [8]:

- високу світлову віддачу, сучасні світлодіоди зрівнялися за цим параметром із натрієвими газорозрядними лампами і металогалогенними лампами, досягнувши величини 150 люмен на ват;

- високу механічну міцність, вібростійкість (відсутність нитки розжарювання та інших чутливих складових);

- тривалий термін служби – від 30 000 до 100 000 годин (під час роботи 8 годин на добу);

- малу інерційність – вмикаються відразу на повну яскравість, в той час як у люмінесцентних ламп час вимкнення коливається від 1 с до 1 хв, а яскравість збільшується від 30% до 100% за 3 ... 10 хв, залежно від температури довкілля;

- кількість циклів увімкнення – вимкнення істотно не впливає на термін служби світлодіодів (на відміну від традиційних джерел світла ламп розжарювання, газорозрядних ламп);

- різний кут випромінювання – від 15 до 180 °;

- щорічно знижується вартість;

- електро- і термобезпека – не потрібні високі напруги, завжди низька температура світлодіода або арматури, зазвичай не вище 60 °С;

- нечутливість до низьких температур. Однак потрібно мати на увазі, що високі температури проти показані світлодіоду, як і будь-яким напівпровідникам;

- екологічність – відсутність ртуті і з'єднань фосфору, на відміну від люмінесцентних ламп.

Під час виготовлення фотокаталітичного повітроочищувача зі світлодіодною стрічкою однією із проблем було збільшення так званого “корисного опромінення”, що характеризує кількість ультрафіолетових променів від окремого світлодіода, яке досягає опромінюваної ділянки. Ця частина потоку УФ-променів ефективно направляє на робочу поверхню без урахування втрат випромінювання.

У цьому випадку робочою поверхнею є внутрішня поверхня порожнистої трубки, покрита шаром діоксиду титану.

Більшість світлодіодів та світлодіодних світильників займає проміжне положення між цими двома типами опромінювачів.

Втрати випромінювання можуть виникати з трьох причин [9]:

- ультрафіолетові промені частково загороджуються або розсіюються корпусом окремого світлодіода;

- ультрафіолетові промені випромінюються в неправильному напрямку через невірну орієнтацію світлодіодів;

- потік випромінювання послаблюється через забруднення або запилення світловипромінювальної поверхні світлодіода.

Під кривою сили світла (рис. 4) розуміють графік залежності сили світла окремого світлодіода від меридіональних і екваторіальних кутів, які одержані перетином його фотометричного тіла площиною (табл. 2).

Отже, крива сили світла (КСС) описує, як саме вихідне світло розподіляється в просторі.

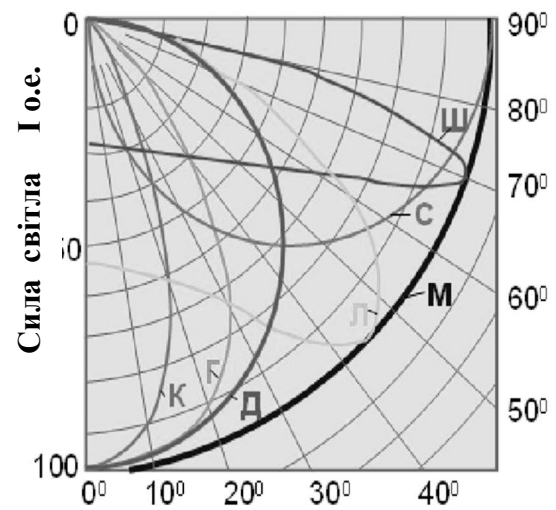


Рис. 4. Сім типів кривої сили світла

Таблиця 2

Типи кривих сили світла

Позначення	Найменування	Зона напрямків максимальної сили світла	Коефіцієнт форми кривої сили світла
К	Концентрована	0...15°	$K_f \geq 3$
Г	Глибока	0...30°; 180...150°	$2 \leq K_f < 3$
Д	Косинусна	0...35°; 180...145°	$1,3 < K_f < 2$
Л	Напівширока	35...55°; 145...125°	$2 \leq K_f$
Ш	Широка	55...85°; 125...95°	$2 \leq K_f$
М	Рівномірна	0...180°	$K_f \leq 1,3$ при цьому $I_{\min} > 0,4 I_{\max}$
С	Синусна	70...90°; 110...90°	$1,3 < K_f$, при цьому $I_0 < 0,7 I_{\max}$

Примітка:

K_f – коефіцієнт форми кривої сили світла;

I_0 – значення сили світла в напрямку оптичної осі світильника ($\alpha = 0$);

I_{\min} , I_{\max} – мінімальне та максимальне значення сили світла.

Чим ширше поперечний розподіл світлового потоку, тим сильніше він буде розсіюватися.

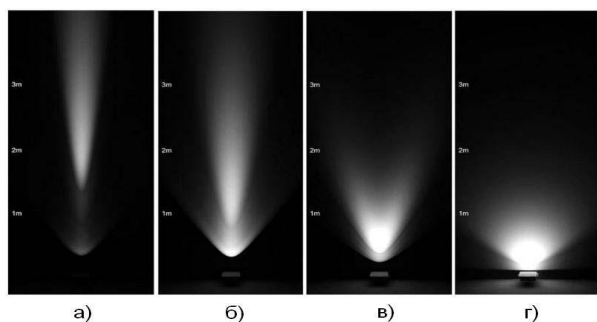


Рис. 5. Розподіл світлового потоку від різних видів світлодіодів:

а – КСС К; б – КСС Г; в – КСС Л; г – КСС Д

Під час розміщення на стрічці окремих світлодіодів на деякій відстані один від одного виникали так звані “мертві зони”, тобто ділянки внутрішньої поверхні трубчастого повітроочищувача, які одержують відносно малий потік УФ-променів. Питання можна було вирішити за рахунок розміщення світлодіодів на меншій відстані або заміні на лампи розжарювання, які є спрямованими і випромінюють світло, а також без додаткового фокусування та екранування. У разі використання окремих світлодіодів у конструкції фотокаталітичного повітроочисника краще КСС типу М або Д, яка, по-перше, не створює малої світлової плями, в якій процес фотокаталізу прискорювався б, а навколо плями – сповільнювався, а, по-друге, відносно малий діаметр трубчастого повітроочисника дозволить уникнути виникнення “мертвих зон” навіть під час достатнього віддалення окремих світлодіодів один від одного. Проте одним із таких завдань наукових досліджень є визначення раціонального співвідношення діаметра повітроводу і відстані між сусідніми світлодіодами на стрічці.

Виклад основного матеріалу

У системах колективного захисту без істотних конструкційних змін і суттєвих матеріальних витрат можливо підвищити експлуатаційні характеристики за рахунок додаткового встановлення очищувальної системи рис. 6, 7 у фільтровентиляційні установки (агрегати) на броне- та автомобільній техніці [11, 12].

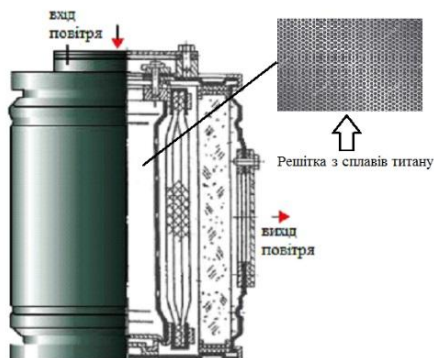


Рис. 6. Встановлення решітки з оксиду титану в систему колективного захисту бронеоб'єкта

Це дасть можливість знешкоджувати (розкласти) токсини різної природи за високих показників робото-спроможності в широкому інтервалі температур та корозійної тривкості.

Фільтровентиляційна установка ФВУ 3,5, що реалізує спосіб очистки повітря від НХР, працює наступним чином. НХР, такі як хлор, аміак і т.п., через електроventилятор 1 потрапляють в патрубок 2 до фільтруючо-поглинальної коробки 4, що очищує тільки грубодисперсні аерозолі з розмірами частинок від 1 мкм і більше (наприклад, аерозолі отруйної речовини, бактеріальні аерозолі, спори, інсектициди, радіоактивний і ґрунтовий пил).

Фільтруючо-поглинальна коробка складається з фільтрувального матеріалу та активованого вугілля.

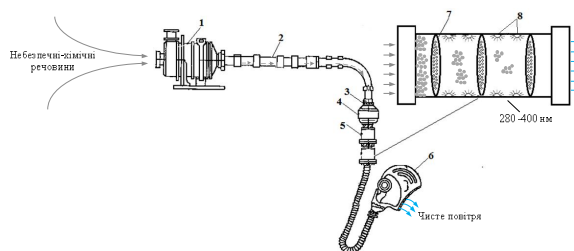


Рис. 7. Схема удосконаленої колекторної фільтровентиляційної установки ФВУ 3,5 на автомобільній техніці:

- 1 – фільтровентиляційний агрегат ФВА–3,5;
- 2 – гнучкий рукав; 3 – клапан;
- 4 – протигазова коробка; 5 – електрокалорифер;
- 6 – лицьова частина; 7 – мережка зі сплаву титану;
- 8 – світлодіоди

Далі через електрокалорифер 5, що підігривається в холодну пору року, НХР потрапляють у очищувальну систему. В очищувальній системі забруднене повітря проходить мережки титан (IV) оксиду з нанесеним шаром каталітичного матеріалу 7, поромінюється ультрафіолетовими променями 8 із встановлених в систему світлодіодів. Це робить TiO_2 дуже сильним окиснювачем, що дозволяє розкласти шкідливі речовини шляхом їх фотокаталітичного окиснення до безпечних H_2O і CO_2 [13].

В очищувальній системі (рис. 8) забруднене повітря проходить мережки титану (IV) оксид із нанесеним шаром каталітичного матеріалу, на які потрапляють ультрафіолетові промені із встановлених у систему світлодіодів. Внутрішній діаметр трубки, як і мережки із сплаву титану, складає 300 мм, діаметр отвору в мережці 2 мм.

У зазначеній очищувальній установці застосовувались світлодіоди, які за класифікацією для косинусної кривої можна виразити математично за формулою [10]

$$I_{\alpha} = I_0 \cos \alpha .$$

Світлодіоди перетворюють електричну енергію в електромагнітне випромінювання, спектр якого

повністю або частково лежить у видимій області. Порівнюючи зорові відчуття за заданої потужності сигналу, можна встановити деякий критерій для оцінювання світлодіодів.

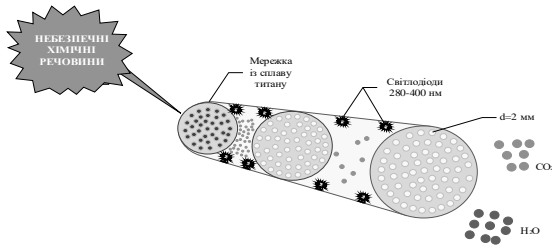


Рис. 8. Схема очищувальної системи

При цьому нам необхідно зіставити електричні одиниці вимірювання електричної потужності: (вати) з фотометричними одиницями (люменами) [14].

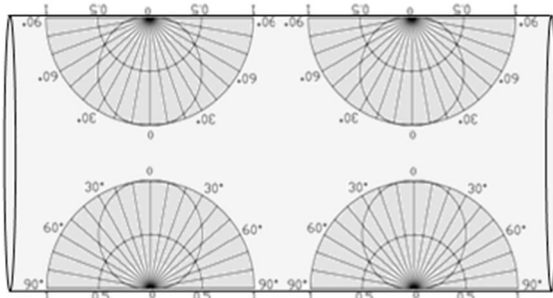


Рис. 9. Потік і сила випромінювання точкового джерела P і енергетична яскравість розподіленого джерела SS

Під час розміщення світлодіодів визначеного маркування кут розсіювання буде складати 60° .

Це дає можливість уникнути ділянок “мертвих зон”, тобто потік УФ-променів буде розповсюджуватись по трубі рівномірно.

На поверхні TiO_2 , будуть відбуватись окисно-відновні реакції з киснем і парами води з повітря або водою.

Застосування металів TiO_2 з безперервним потраплянням ультрафіолетового випромінювання в очищувальну систему, може бути встановлена без істотних конструкційних змін в системі, колективного захисту. Це дасть можливість знешкоджувати (розкласти) токсини різної природи за високих показників працездатності в широкому інтервалі температур.

Перспективами подальшого розвитку цього питання є розміщення світлодіодів в оптимальних місцях для зменшення розмірів і кількості “мертвих зон”, до яких не потрапляє випромінювання, та визначення потужності опромінення, що забезпечить енергоефективну дезінтеграцію токсикантів залежно від їх складу та вмісту в повітряних сумішах.

Висновки

1. Встановлено, що наявні фільтри поглиначі бронетанкової техніки не забезпечують повноцінного захисту від НХР.

2. З метою забезпечення захисту від хімічної небезпеки перспективним є удосконалення наявних систем колективного захисту озброєння та військової техніки, які є на озброєнні держави, використовуючи окисні каталізатори на сплавах титану з подальшим їх встановленням в наявні фільтри поглиначі для ефективного нейтралізації НХР.

3. Визначено оптимальні види світлодіодів, які можуть застосовуватись в очищувальній системі без втрат випромінювання.

Список літератури

1. Israeli Army has developed a new armoured personnel carrier based on Merkava Mk 2 MBT. Armyrecognition.com, 30 October 2015.
2. Ігор Самсон. Танки Оплот и Ятаган - надежда украинского танкопрома. Режим доступу: <http://alternathistory.com/> Процитовано 7 листопада 2016.
3. Основной боевой танк “Арджун” Полная энциклопедия танков мира. 1915-2000 гг. / Сост. Г.Л. Холявский. Мн.: ООО “Харвест”, 1999.
4. Бахметов Анатолий, Дмитрий Михайлов. Т-90 – путевка в жизнь. *Танкомастер*. 1999. № 4.
5. Сахненко Н.Д., Вель М.В., Майба М.В. Конверсионные и композиционные покрытия на сплавах титана: монография. Харьков: НТУ “ХПИ”, 2015. 176 с.
6. Галак О.В., Сахненко М.Д., Каракуркчі Г.Б., Матикін О.В., Белоусов І.О., Косарев О.В. Методи очищення газових викидів від небезпечних хімічних речовин для підвищення ефективності фільтрувальних систем. *Вісник Національного Технічного Університету «ХПИ»*. Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів, 2018. № 18 (1294). С. 23-27.
7. Пат. № 2497584 РУ С1 Б01Й 20/00. Фотокаталитический воздухоочиститель / А.В. Зайнишев, Г.А. Полуниин. № 2012119643; заявл. 12.05.12; опубл. 10.11.13, Бюл. № 31.
8. Байнева И., Байнев В. Программная модель для оценки эффективности и надежности светодиодных источников света и приборов. *Полупроводниковая светотехника*. 2011. № 3, С. 40-42. [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://www.led-e.ru/archive.php?year=2011&number=3>
9. Зайнишев А.В., Полуниин Г.А. Перспективный способ очистки воздуха производственных помещений и кабин мобильных агрегатов от оксида углерода. Материалы международной научно-технической конференции “Достижения науки – агропромышленному производству”. Челябинск: ЧГАА, 2011. Ч. ІВ. С. 84-89.
10. Литвиненко А.С., Черкашина О.Л. Світлові прилади. Х.: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2015. 125 с.
11. Галак О.В., Каракуркчі Г.В., Кошкарів Ю.Ю. Підвищення ефективності роботи фільтровентиляційних установок на броньоб'єктах типу Т-64. *Збірник наукових праць ХНУПС*. 2017. № 1(50). С. 147-150.
12. Галак О.В., Каракуркчі Г.В., Грибинюк Я.В. Фільтровентиляційні установки (агрегати) стаціонарні та на броньоб'єктах. *Системи озброєння і військової техніки*. 2016. № 4(48). С. 5-9.
13. Сахненко М.Д., Вель М.В., Маркова Н.Б., Степанова І.І., Галак О.В. та інші. Металооксидні композити для фотокаталітичної дезінтеграції токсикантів. *Вісник НТУ “ХПИ”*. Серія: Хімія, хімічна технологія та екологія. Харків: НТУ “ХПИ”, 2020. № 2 (4). С. 28-35.

14. Карась В.І., Назаренко Л.А., Карась І.В. Світлодіоди: фізика, технологія, застосування. Х.: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2012. 324 с.

Reference

1. Israeli Army has developed a new armoured personnel carrier based on Merkava Mk 2 MBT Armyrecognition.com, 30 October 2015.
2. Igor Samson. (1999), "Tanky Oplot y` Yatagan – nadezhda ukraïnskogo tankoproma" [Tanks Oplot and Yatagan – the hope of the Ukrainian tank industry]. URL: <http://alternathistory.com/>. Cited November, 7 2016. [in Russian].
3. (1999), "Osnovnoj boevoj tank "Ardzhun" Polnaya encyklopediya tankov my`ra. 1915-2000 gg. / Sost. G.L. Xolyavskiy" [Main battle tank "Arjun" The complete encyclopedia of tanks of the world. 1915-2000 / Const. H.L. Kholyavsky]. Mn.: LLC "Harvest". [in Russian].
4. Bahmetov Anatoly`j and Dmy`try`j My`hajlov. (1999), "T-90 – putevka v zhy`zn`" [T-90 - a ticket to life]. *Tankomaster*. № 4. [in Russian].
5. Sahnenko N.D., Ved` M.V. and Majba M.V. (2015), *Konversy`onnye y` kompozy`cy`onnye pokryty`ya na splavah ty`tana* [Conversion and composite coatings on titanium alloys] : monograph. Khar`kov: NTU "KhPY". 176 p. [in Ukrainian].
6. Galak O.V., Saxnenko M.D., Karakurkchi G.B., Maty`kin O.V., Belousov I.O. and Kosarev O.V. (2018), "Metody` ochy`shhennya gazovy`h vy`ky`div vid nebezpechny`h himichny`h rechovy`n dlya pidvy`shhennya efekty`vnosti fil`trual`ny`h sy`stem" [Methods for cleaning gas emissions from hazardous chemicals to increase the efficiency of filtration systems]. *Bulletin of the National Technical University "KhPI". Series: Innovative research in scientific works of students*. № 18 (1294). pp. 23-27. [in Ukrainian].
7. Patent № 2497584 RU C1 B01J 20/00. "Fotokataly`ty`chesky`j vozduhoochy`sty`tel'" [Photocatalytic air purifier]. A.V. Zajny`shev and G.A. Poluny`n. № 2012119643; appl. 12.05.12 ; publ. 10.11.13, Bull. № 31. [in Russian].
8. Bajneva Y. and V. Bajnev (2011), "Programmnyy model` dlya ocenky` efekty`vnosti` y` nadezhnosti` svetody`odnyh y`stochny`kov sveta y` pry`borov" [Software model for evaluating the efficiency and reliability of LED light sources and devices]. *Semiconductor lighting equipment*. № 3, pp. 40–42. URL: <https://www.led-e.ru/archive.php? year=2011&number=3> [in Russian].
9. Zajny`shev A.V. and Poluny`n G.A. (2011), "Perspekty`vnyj sposob ochy`stky` vozduha proy`zvodstvennyh pomeshheny`j y` kaby`n mobyl`nyh agregatov ot oksy`da ugleroda" [Prospective method of cleaning the air of industrial premises and cabins of mobile units from carbon oxide]. *Materials of International scientific and technical conference "Achievements of science - agro-industrial production"*. Chelyaby`nsk: ChGAA. Ch. IV. pp. 84-89. [in Russian].
10. Ly`tvynenko A.S. and Cherkashy`na O.L. (2015), "Svitlovi pry`lady`" [Lighting devices]. Kh.: KhNUMG named after O.M. Beketov. 125 p. [in Ukrainian].
11. Galak O.V., Karakurkchi G.V. and Koshkarov Yu.Yu. (2017), "Pidvy`shhennya efekty`vnosti roboty` fil`troventy`lyacijny`h ustanovok na broneob`yektah ty`pu T-64" [Increasing the efficiency of filter ventilation units on armored vehicles of the T-64 type]. *Collection of scientific works of KhNUPS*. № 1(50). pp. 147–150. [in Ukrainian].
12. Galak O.V., Karakurkchi G.V. and Gry`by`nyuk Ya.V. (2016), "Fil`troventy`lyacijni ustanovky` (agregaty`) stacionarni ta na broneob`yektax" [Filter ventilation units (units) stationary and on armored vehicles]. *Armament and military equipment systems*. № 4 (48). pp. 5–9. [in Ukrainian].
13. Sahnenko M.D., Ved` M.V., Markova N.B., Stepanova I.I., Galak O.V. and etc. (2020), "Metalooksy`dni kompozy`ty` dlya fo-tokataly`chnoyi dezintegraciyi toksy`kantiv" [Metal oxide composites for photocatalytic disintegration of toxicants]. *Bulletin of NTU "KhPI". Series: Chemistry, chemical technology and ecology*. Kharkiv: NTU "KhPI". № 2 (4). pp. 28–35. [in Ukrainian].
14. Karas` V.I., Nazarenko L.A. and Karas` I.V. (2012), "Svitlodiody`: fizy`ka, tehnologiya, zastosuvannya" [Light-emitting diodes: physics, technology, applications]. Kh.: KhNUMG named after O.M. Beketov. 324 p. [in Ukrainian].

PROSPECTS OF USING UV-LEDS FOR NEUTRALIZATION OF HARMFUL CHEMICALS

O. Halak, N. Horokhivska, S. Indykov, A. Horokhivskiy, S. Hnatchenko

The study of modern samples of weapons and military equipment of foreign countries and Ukraine included an analysis of collective protection systems for armored vehicles. The results of the study showed that existing filtration systems effectively protect against weapons of mass destruction. However, the issue of protection against hazardous chemicals remains open. A promising direction for solving this problem is the modernization of filters-absorbers of armored vehicles by using catalysts for neutralization of NHR, in particular oxide systems on titanium alloys under the influence of ultraviolet radiation. This approach will allow for the improvement of the operational characteristics of filter-ventilation systems without significant structural changes and substantial material costs by additionally installing a grid (mesh) with a layer of titanium oxide catalytic material in the filter absorber. Almost any organic substance can be oxidized (mineralized) to CO₂ and H₂O on the surface of TiO₂.

In modern photocatalytic air purifiers, low-pressure gas-discharge lamps that generate ultraviolet (UV) radiation in the range from 320 to 400 nm are widely used. These lamps are mounted inside the device, as a rule, along its central axis. The key element of such purifiers are porous media with a layer of photocatalyst applied, which is exposed to UV radiation. The air passing through these media is purified from contaminants.

For the application of photocatalytic technologies for the purification of gaseous toxicants on military equipment and stationary facilities, it is proposed to use filter absorbers with a titanium mesh, on the surface of which a layer of titanium (IV) oxide (TiO₂) is applied by electrochemical method. Work continues on using oxide catalysts on titanium alloys to improve the collective defense system for stationary structures and armored vehicles for effective neutralization of hazardous chemical substances.

Keywords: photocatalysis, collective protection system, toxicants, filter ventilation units (units), organic compounds, oxide coatings, alloys, LED, harmful chemicals, titanium.