

О.В. Галак¹, М.Д. Сахненко², М.В. Ведь², С.М. Меньшов¹, С.В. Касьян¹

¹Військовий інститут танкових військ

Національного технічного університету “ХПІ”, Харків

²Національний технічний університет “Харківський політехнічний інститут”, Харків

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ УЛЬТРАФІОЛЕТОВИХ СВІТЛОДІОДІВ ДЛЯ НЕЙТРАЛІЗАЦІЇ НЕБЕЗПЕЧНИХ ХІМІЧНИХ РЕЧОВИН

Практично у всіх фотокаталітичних очисниках використовуються газорозрядні лампи низького тиску з випромінюванням в УФ діапазоні (320 нм – 400 нм), які вбудовуються всередині вздовж порожнього тіла прямо посередині. Головним елементом фотокаталітичних очищувачів повітря є поруваті носії з нанесеним шаром фотокаталізатора, що опромінюється ультрафіолетом, і через які нагнітають повітря. Для практичної реалізації фотокаталітичних технологій дезінтеграції газоподібних токсикантів на засобах бронетехніки та стаціонарних об'єктах військового призначення доцільно встановлювати у фільтр-поглиначі фільтровентиляційних установок мережку зі сплаву титану, на поверхні яких із застосуванням електрохімічних технологій формують шар титану (IV) оксиду. Нагальною потребою сьогодення є визначення вимог до типу джерела ультрафіолету, що буде забезпечувати безперебійне випромінювання в умовах вібрації, різних прискорень і ударів, оптимізувати розміщення джерела ультрафіолетового випромінювання для зменшення розмірів і кількості “мертвих зон”, до яких не потрапляє випромінювання, та визначити потужність опромінювання, яка забезпечить енергоефективну дезінтеграцію токсикантів залежно від їх складу та вмісту в повітряних сумішах.

Ключові слова: фотокаталіз, система колективного захисту, токсиканти, фільтровентиляційні установки (агрегати), органічні сполуки, оксидні покриття, сплави, світлодіод, небезпечні хімічні речовини, титан.

Вступ

Постановка проблеми. Фактично фотокаталіз дає унікальну можливість глибоко окисляти органічні сполуки в м'яких умовах, а простота самих пристроїв дозволяє сподіватися на досить характерні перспективи використання фотокаталізу на практиці. На сьогодні до широкого випуску фотокаталітичних очищувачів повітря приступили такі відомі фірми, як “Toshiba”, “Sharp”, “Daikin” [1].



Рис. 1. Ультрафіолетові газорозрядні лампи

Якщо сам метод є відносно нешкідливим, то виробни на основі фотокаталізу (ті ж очищувачі повітря) становлять небезпеку при утилізації, оскільки в

їх конструкції є ртуть, в приладах що містять ультрафіолетові лампи.

Ультрафіолетові лампи газорозрядні джерела ультрафіолетових променів досить крихкі і недовговічні виробни. Середній термін служби люмінесцентної ультрафіолетової лампи складає 5000 год. Звичайно, це майже в 10 разів перевищує термін служби ламп розжарювання, але не йде в жодне порівняння з терміном служби, наприклад, світлодіодів. Крім того, стійкість роботи ультрафіолетових ламп забезпечується високою якістю електроживлення і дотриманням обмежень за кількістю вмикань і вимикань: кожне вмикання зменшує загальний термін служби лампи приблизно на 2 год. Як зазначалося вище, всі без винятку газорозрядні ультрафіолетові лампи містять ртуть (у дозах от 1 мг до 70 мг, в залежності від потужності). У випадку пошкодження корпусу лампи створюється загроза життю і здоров'ю людей, які перебувають поблизу. Лампи, у яких закінчився термін експлуатації, підлягають демеркурації – а це досить дорога процедура.

Вказані вище проблеми не дозволяють використовувати газорозрядні ультрафіолетові лампи в мобільних машинах, оскільки зазнають вібрації, різних прискорень і ударів. Тому в якості джерела ультрафіолетових променів для фотокаталізатора нами пропонується використовувати ультрафіолетові світлодіоди. За своїми характеристиками вони бувають різних видів [2] табл. 1.

Таблиця 1
Характеристики ультрафіолетових світлодіодів

Колір	Довжина хвилі (нм)	Напруга (В)	Матеріал напівпровідника
Інфрачервоний	$\lambda > 760$	$\Delta U < 1,9$	GaAs, (AlGaAs)
Червоний	$610 < \lambda < 760$	$1,63 < \Delta U < 2,03$	AlGaAs, GaAsP, AlGaInP, GaP
Помаранчевий	$590 < \lambda < 610$	$2,03 < \Delta U < 2,10$	GaAsP, AlGaInP, GaP
Жовтий	$570 < \lambda < 590$	$2,10 < \Delta U < 2,18$	GaAsP, AlGaInP, GaP
Зелений	$500 < \lambda < 570$	$1,9^{[8]} < \Delta U < 4,0$	InGaN / GaN, GaP, AlGaInP, Al-GaP
Синій	$450 < \lambda < 500$	$2,48 < \Delta U < 3,7$	ZnSe, InGaN, SiC як субстрат Si в якості субстрату - (в розробці)
Фіолетовий	$400 < \lambda < 450$	$2,76 < \Delta U < 4,0$	InGaN
Пурпурний	Суміш декількох спектрів	$2,48 < \Delta U < 3,7$	Синій / червоний діод, синій з червоним люмінофором, або білий з пурпуровим пластиком
Ультрафіолетовий	$\lambda < 400$	$3,1 < \Delta U < 4,4$	Алмаз (235 нм), Нітрид бору (215 нм), AlN (210 нм), AlGaIn, AlGaInN – (менш 210 нм)
Білий	Широкий спектр	$\Delta U \approx 3,5$	Синій / фіолетовий діод із люмінофором;

Раніше використання світлодіодів було обмежено досить вузьким спектром випромінювань, які дозволяли генерувати данні вироби. Як було доведено в численних експериментах, найбільш ефективним для фотокаталізаторів на основі діоксиду титану є ультрафіолетове випромінювання діапазонів А і В (довжина хвилі от 280 нм до 400 нм) – при цьому екстремум ступеня очищення повітря досягає за довжини хвилі 320 нм. На сьогодні промисловість, в тому числі вітчизняна, освоїла випуск світ-

лодіодів, які випромінюють ультрафіолетові промені з даними довжинами хвиль.

Метою статті є визначення типу ультрафіолетового джерела, що здійснює безперерйне потрапляння ультрафіолетового випромінювання, яке піддається вібрації, різним прискоренням і ударам. Здійснити вибір каталітичного матеріалу для подальшого нанесення на сплави TiO₂ методом плазмово-електролітичного оксидування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На сучасному етапі розвитку систем очищення повітря фотокаталітичний спосіб очищення має цілу низку переваг у порівнянні з традиційними методами [3].

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 [4].

Схема фотокаталітичного очищувача представлена 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, який використовується як діоксид титану. Для закачування забрудненого повітря всередину корпусу повітроочисника використовується насос-вентилятор 3, розташований на виході фільтра повітря.

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 блоку, на всій його довжині прикріплена світлодіодна стрічка 5 з ультрафіолетовими світлодіодами 6, відстань між якими не перевищує 30 мм (рис. 1, а). Форма поперечного перерізу корпусу може бути виконана прямокутною, трапецієподібною або сегментною (рис. 1, б).

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.

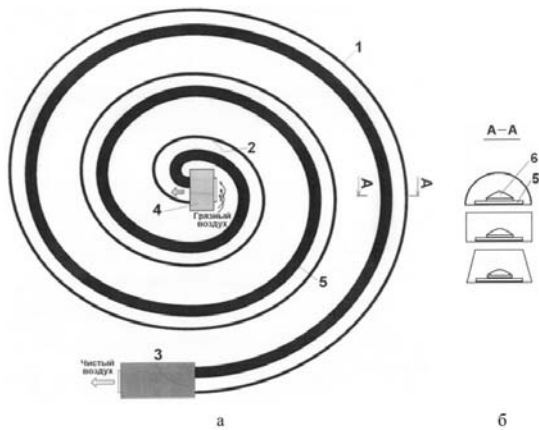


Рис. 2. Фотокаталітичний очисник повітря:

- а – вигляд зверху;
 б – форми перетинів корпусу;
 1 – спіралевидний корпус;
 2 – шар фотокаталізатора; 3 – насос-вентилятор;
 4 – пиловий фільтр; 5 – світлодіодна стрічка;
 6 – ультрафіолетові світлодіоди

Світлодіод (світловипромінювальний діод) (рис. 3) – це напівпровідниковий прилад з електро-дірковою 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.

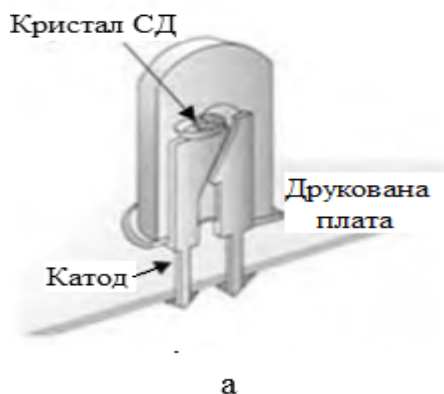


Рис. 3, а. Конструкція звичайного 5-ти мм світлодіода

У порівнянні з іншими електричними джерелами світла (перетворювачами електроенергії в електромагнітне випромінювання) світлодіоди мають такі переваги [5]:

- висока світлова віддача, сучасні світлодіоди зрівнялися за цим параметром із натрієвими газорозрядними лампами і металогалогенними лампами, досягнувши величини 150 люмен на ват;

- висока механічна міцність, вібростійкість (відсутність нитки розжарювання та інших чутливих складових);

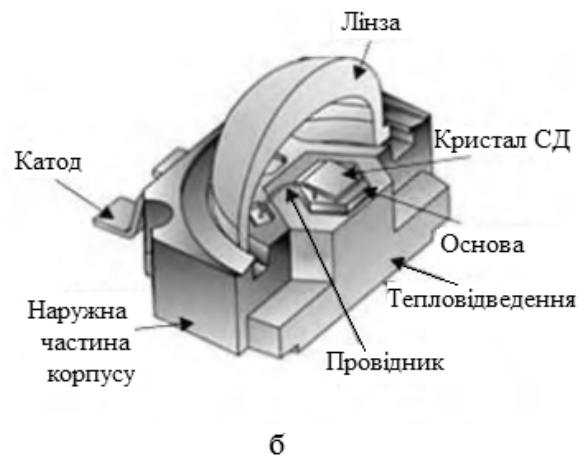


Рис. 3, б. Конструкція потужного (від 1 W) світлодіода

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

- мала інерційність - вмикаються відразу на повну яскравість, в той час як у люмінесцентних ламп час вимкнення коливається від 1 сек до 1 хв, а яскравість збільшується від 30% до 100% за 3–10 хвилин, залежно від температури навколишнього середовища;

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

- різний кут випромінювання – від 15 до 180 градусів;

- щорічно знижується вартість;

- електро і термо безпека – 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 протипоказані світлодіоду, як і будь-яким напівпровідником;

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

Під час виготовлення фотокаталітичного повітря-очишувача 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, що ефективно направляється на робочу поверхню без урахування втрат випромінювання.

В даному 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 [1]:

- ультрафіолетові промені частково загорожуються 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.

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

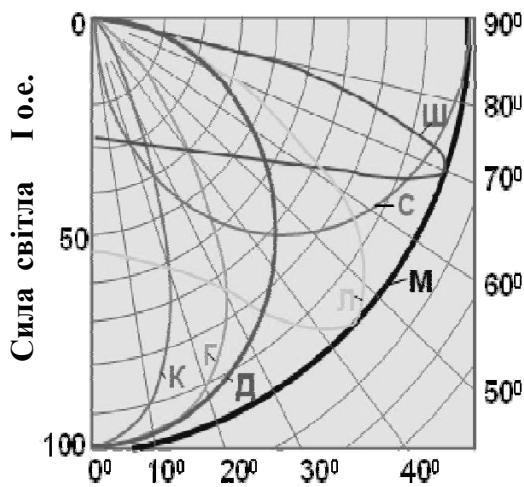


Рис. 4. Сім типів кривої сили світла

Таблиця 2

Типи кривих сили світла [6]

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

У таблиці 2:

- K_{ϕ} – коефіцієнт форми кривої сили світла;
- I_0 – значення сили світла в напрямку оптичної вісі світильника ($\alpha = 0$);
- I_{\min}, I_{\max} – мінімальне та максимальне значення сили світла.

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

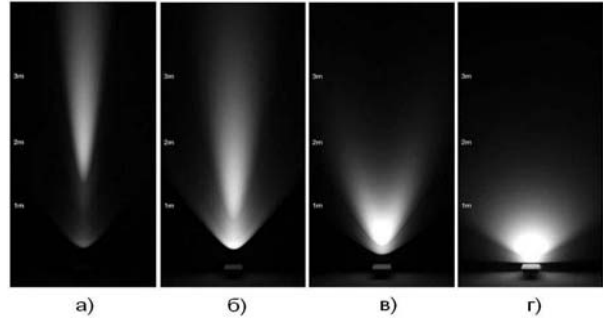


Рис. 5. Розподіл світлового потоку від різних видів світлодіодів:
а – КСС К; б – КСС Г; в – КСС Л; г – КСС Д

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 і 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 видалення окремих світлодіодів один від одного. Проте, одним із таких завдань наукових досліджень є визначення раціонального співвідношення діаметра повітровода і відстані між сусідніми світлодіодами на стрічці.

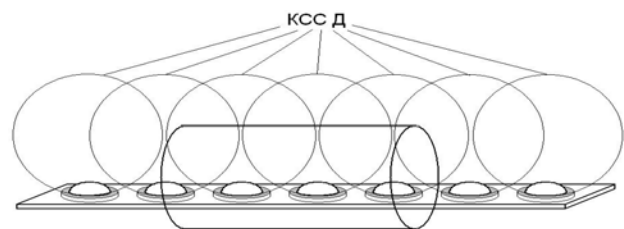


Рис. 6. Взаємне перекриття КСС типу Д окремих світлодіодів у фотокаталітичному повітроочиснику

Виклад основного матеріалу

В системах колективного захисту без істотних конструкційних змін та суттєвих матеріальних витрат можливо підвищити експлуатаційні характеристики за рахунок додаткового встановлення очищувальної системи рис. 7 у фільтровентиляційні установки (агрегати) на бронетехніці та стаціонарні системи [7–8]. Це дасть можливість знешкоджувати (розкласти) токсини різної природи за високих показників роботоспроможності в широкому інтервалі температур та корозійної тривкості. В очищувальній системі забруднене повітря проходить мережки титану (IV) оксид із нанесеним шаром каталітичного матеріалу, на які потрапляють ультрафіолетові промені із встановлених у систему світлодіодів. Це робить TiO₂ дуже сильним окиснювачем, що дозволяє розкласти шкідливі речовини шляхом їх фотокаталітичного окиснення до безпечних H₂O і CO₂. Внутрішній діаметр трубки, як і мережки із сплаву титану, складає 300 мм, діаметр отвору в мережці 2 мм.

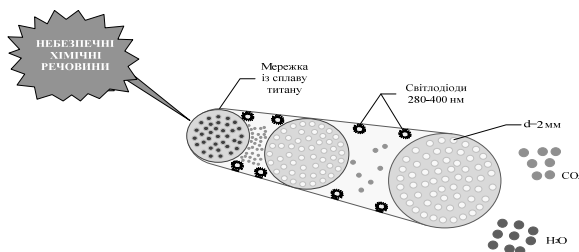


Рис. 7. Схема очищувальної системи

У зазначеній очищувальній установці застосовувались світлодіоди, які за класифікацією для косинусної кривої можна виразити математично за формулою [9]:

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

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.

При цьому нам необхідно зіставити електричні одиниці вимірювання електричної потужності: (вати) з фотометричними одиницями (люменами) [10].

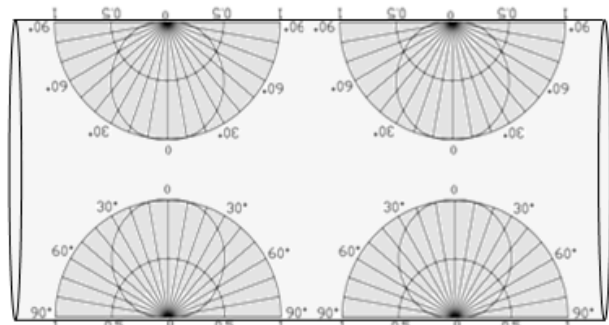


Рис. 8. Потік і сила випромінювання точкового джерела P і енергетична яскравість розподіленого джерела SS

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 трубці рівномірно.

На поверхні TiO₂, будуть відбуватись окисно-відновні реакції з киснем і парами води з повітря або водою.

Висновки

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

Розрахувати оптимальні місця розміщення світлодіодів для зменшення розмірів і кількості “мертвих зон”, до яких не потрапляє випромінювання, та визначити потужність опромінення, що забезпечить енергоефективну дезінтеграцію токсикантів залежно від їх складу та вмісту в повітряних сумішах.

Список літератури

1. Зайнишев А.В. Применение ультрафиолетовых светодиодов в фотокаталитических воздухоочистителях для очистки воздуха кабин мобильных машин [Електронний ресурс] / А.В. Зайнишев, Г.А. Полуниин // Технологии техносферной безопасности. – 2012. – № 6(45), С. 1-10. – Режим доступу: <http://www.academygps.ucoz.ru/ttb/2012-6/2012-6.html>.
2. Байнева И. Программная модель для оценки эффективности и надежности светодиодных источников света и приборов [Електронний ресурс] / И. Байнева, В. Байнев // Полупроводниковая светотехника. – 2011. – № 3, С. 40-42. – Режим доступу: <https://www.led-e.ru/archive.php?year=2011&number=3>.
3. Зайнишев А.В. Применение ультрафиолетовых светодиодов в фотокаталитических воздухоочистителях для очистки воздуха кабин мобильных машин [Електронний ресурс] / А.В. Зайнишев, Г.А. Полуниин // Технологии техносферной безопасности. – 2012. – № 6(45). – С. 1-10. – Режим доступу: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2012-6/12-06-12.ttb.pdf>.
4. Пат. № 2497584 RU C1 B01J 20/00. Фотокаталитический воздухоочиститель / А.В. Зайнишев, Г.А. Полуниин. № 2012119643; заявл. 12.05.12; опубл. 10.11.13, Бюл. № 31.
5. Зайнишев А.В. Перспективный способ очистки воздуха производственных помещений и кабин мобильных агрегатов от оксида углерода / А.В. Зайнишев, Г.А. Полуниин // Материалы L международной научно-технической конференции “Достижения науки – агропромышленному производству”. – Челябинск: ЧГАА, 2011. – Ч. IV. – С. 84-89.

6. Зайнишев А.В. Использование фотокаталитических воздухоочистителей для удаления оксида углерода и паров органических веществ из воздуха кабин мобильных машин / А.В. Зайнишев, Г.А. Полунин // Материалы LI международной научно-технической конференции “Достижения науки – агропромышленному производству”. – Челябинск: ЧГАА, 2012. – Ч. VI. – С. 50-56.
7. Галак О.В. Підвищення ефективності роботи фільтровентиляційних установок на броньованих типах Т-64 / О.В. Галак, Г.В. Каракурчі, Ю.Ю. Кошкарів // Збірник наукових праць ХНУПС. – 2017. – № 1(50). – С. 147-150.
8. Галак О.В. Фільтровентиляційні установки (агрегати) стаціонарні та на броньованих типах / О.В. Галак, Г.В. Каракурчі, Я.В. Грибнюк // Системи озброєння і військової техніки. – 2016. – № 4(48). – С. 5-9.
9. Литвиненко А.С. Світлові прилади / А.С. Литвиненко, О.Л. Черкашина. – Х.: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2015. – 125 с.
10. Карась В.І. Світлодіоди: фізика, технологія, застосування. / В.І. Карась, Л.А. Назаренко, І.В. Карась. – Х.: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2012. – 324 с.

References

1. Zaynishev, A.V. and Polunin, G.A. (2012), “Primenenie ul'trafioljetovykh svetodiodov v fotokataliticheskikh vozdukhoochistitelyakh dlya ochistki vozdukhabin mobil'nykh mashin” [The use of ultraviolet light-emitting diodes in photocatalytic air purifiers for cleaning the air of mobile cars], *Technosphere Safety Technologies*, No. 6(46), pp. 1-10, available at: www.academygps.ucoz.ru/ttb/2012-6/2012-6.html.
2. Baieva, I. and Baiev, V. (2011), “Programmynaya model dlya ocenki efektyvnosti i nadezhnosti svetodyodnykh istochnikov sveta i priborov” [Software model for assessing the effectiveness and reliability of LED light sources and devices], *Semiconductor lighting*, No. 3, pp. 40-42, available at: www.led-e.ru/archive.php?year=2011&number=3.
3. Zaynishev, A.V. and Polunin, G.A. (2012), “Primenenie ul'trafioljetovykh sve-todiodov v fotokataliticheskikh vozdukhoochistitelyakh dlya ochistki vozdukhabin mobil'nykh mashin” [The use of ultraviolet light-emitting diodes in photocatalytic air purifiers for cleaning the air of mobile cars], *Technosphere Safety Technologies*, No. 6(45), pp. 40-42, available at: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2012-6/12-06-12.ttb.pdf>.
4. Zaynishev, A.V. and Polunin, G.A. (2013), Pat. No. 2497584 RU C1 B01J 20/00. Fotokataliticheskii vozdukhoochistitel', № 2012119643; zayavl. 12.05.12; opubl. 10.11.13, Byul. № 31.
5. Zaynishev, A.V. and Polunin, G.A. (2011), “Perspektivnyy sposob ochistki vozdukhabin proizvodstvennykh pomeshcheniy i kabin mobil'nykh agre-gatov ot oksida ugleroda” [A promising method of air purification in industrial premises and mobile units from carbon monoxide], *Materials of the L international scientific and technical conference “Achievements of science for agro-industrial production”*, ChGAA, Ch. IV, Chelyabinsk, pp. 84-89.
6. Zaynishev, A.V. and Polunin, G.A. (2012), “Ispol'zovanie fotokataliticheskikh vozdukhoochistiteley dlya udaleniya oksida ugleroda i parov organicheskikh veshchestv iz vozdukhabin mobil'nykh mashin” [Using photocatalytic air purifiers to remove carbon monoxide and organic matter vapors from the air of mobile cars], *Materials of the LI international scientific and technical conference “Achievements of science for agro-industrial production”*, ChGAA, Ch. VI, Chelyabinsk, pp. 50-56.
7. Halak, O.V., Karakurkchi, H.V. and Koshkarov, Yu.Yu. (2017), “Pidvyshchennya efektyvnosti roboty fil'troventilyatsiynykh ustanovok na broneobyektakh typu T-64” [Suspended performance robots of photovoltaic installations on armored vehicles of type T-64], *Scientific Works of Kharkiv National Air Force University*, No. 1(50), pp. 147-150.
8. Halak, O.V., Karakurkchi, H.V. and Hrybnyuk, Ya.V. (2016), “Fil'troventilyatsiyni ustanovky (ahrehaty) statsionarni ta na broneobyektakh” [Filtroventilyatsiyni installations (aggregates) of stationary on the armored vehicle], *Systems of Arms and Military Equipment*, No. 4(48), pp. 5-9.
9. Lytvynenko, A.S. and Cherkashyna, O.L. (2015), “Svitlovi prylyady” [Light devices], Kharkiv National University of Municipal Economy named after O.M. Beketov, Kharkiv, 125 p.
10. Karas, V.I., Nazarenko, L.A. and Karas, I.V. (2012), “Svitlodiody: fizyka, tekhnolohiya, zasto-suvannya” [Leds: physics, technology, applications], Kharkiv National University of Municipal Economy named after O.M. Beketov, Kharkiv, 324 p.

Надійшла до редколегії 21.12.2018

Схвалена до друку 17.01.2019

Відомості про авторів:

Галак Олександр Валентинович

кандидат технічних наук
начальник кафедри
Військового інституту
танкових військ
Національного технічного університету “ХПІ”,
Харків, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-2590-9291>

Сахненко Микола Дмитрович

доктор технічних наук професор
завідувач кафедри
Національного технічного університету “ХПІ”,
Харків, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-5525-9525>

Information about the authors:

Alexander Galak

Candidate of Technical Sciences
Chief of the Department
of the Military Institute
of Armored Forces
of National Technical University “KhPI”,
Kharkiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-2590-9291>

Nikolay Sakhnenko

Doctor of Technical Sciences Professor
Head of the Department
of National Technical University “KhPI”,
Kharkiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-5525-9525>

Ведь Марина Віталіївна

доктор технічних наук професор
 професор кафедри
 Національного технічного університету “ХПІ”,
 Харків, Україна
<https://orcid.org/0000-0001-5719-6284>

Maryna Ved

Doctor of Technical Sciences Professor
 Professor of the Department
 of National Technical University “KhPI”,
 Kharkiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0001-5719-6284>

Меньшов Сергій Миколайович

аспірант
 старший викладач кафедри
 Військового інституту
 танкових військ
 Національного технічного університету “ХПІ”,
 Харків, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-1854-2794>

Sergey Menshov

Doctoral Student
 Senior Instructor of the Department
 of the Military Institute
 of Armored Forces
 of National Technical University “KhPI”,
 Kharkiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-1854-2794>

Касьян Сергій Вікторович

викладач кафедри
 Військового інституту
 танкових військ
 Національного технічного університету “ХПІ”,
 Харків, Україна
<https://orcid.org/0000-0003-4948-4029>

Serhii Kasian

Instructor of the Department
 of the Military Institute
 of Armored Forces
 of the National Technical University “KhPI”,
 Kharkiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0003-4948-4029>

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УЛЬТРАФИОЛЕТОВЫХ СВЕТОДИОДОВ ДЛЯ НЕЙТРАЛИЗАЦИИ ОПАСНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

А.В. Галак, Н.Д. Сахненко, М.В. Ведь, С.Н. Меньшов, С.В. Касьян

Практически во всех фотокаталитических очистителях используются газоразрядные лампы низкого давления с излучением в УФ диапазоне (320 нм – 400 нм), которые встраиваются внутри вдоль пустого тела прямо посередине. Главным элементом фотокаталитических очистителей воздуха является пористые носители с нанесенным слоем фотокатализатора, что облучается ультрафиолетом, и через которые нагнетают воздух. Для практической реализации фотокаталитических технологий дезинтеграции газообразных токсикантов на средствах бронетехники и стационарных объектах военного назначения целесообразно устанавливать в фильтры-поглотители фильтровентиляционных установок решетку из сплава титана, на поверхности которой с применением электрохимических технологий формируют слой титана (IV) оксида. Насущной необходимостью сегодняшнего дня является определения требований к типу источника ультрафиолета, который будет обеспечивать бесперебойное излучения в условиях вибрации, различных ускорений и ударов, оптимизировать размещение источника ультрафиолетового излучения для уменьшения размеров и количества “мертвых зон”, в которых не попадает излучение, и определить мощность облучения, которая обеспечит энергоэффективную дезинтеграцию токсикантов в зависимости от их состава и содержания в воздушных смесях.

Ключевые слова: фотокатализ, система коллективной защиты, токсиканты, фильтровентиляционные установки (агрегаты), органические соединения, оксидные покрытия, сплавы, светодиод, опасные химические вещества, титан.

PROSPECTS FOR USING ULTRAVIOLET LEDS FOR NEUTRALIZING HAZARDOUS CHEMICAL SUBSTANCES

A. Galak, N. Sakhnenko, M. Ved, S. Menshov, S. Kasyan

Almost all photocatalytic purifiers use low pressure discharge lamps with radiation in the UV range (320 – 400 nm), which are embedded inside the hollow body directly into the middle. The main elements of photocatalytic air purifiers are porous carriers coated with a photocatalyst that is irradiated with UV light, and through which air is injected. For the practical realization of photocatalytic technologies for the disintegration of gaseous toxicants on the means of armored vehicles and stationary military structures, it is advisable to install a titanium alloy mesh in filter-absorbers of filter-ventilator installations, on the surface of which, using electrochemical technologies, a layer of titanium (IV) oxide is formed. Today's urgent need is to determine requirements for the type of source of UV radiation that will provide uninterrupted radiation in terms of vibration, various accelerations and impacts, optimize the placement of the source of UV radiation to reduce the size and amount of “dead zones” that do not get radiation, and determine the radiation power that will ensure the energy-efficient disintegration of toxicants depending on their composition and content of air mixtures. In the purification system, titanium oxide, when absorbing a quantum of light with an energy of more than 3.2 eV (a light with a wavelength of less than 390 nm – UV), generates free charge carriers – negative electrons and positive vacancies (holes). Electrons and holes, going to the surface of TiO₂, enter into redox reactions with oxygen and water or vapors of water in the air. If the compounds include nitrogen or halogen atoms X, then HNO₃ and HX will be observed in the reaction products, which forces the use of activated charcoal postfilters. The only known example of a compound that cannot be oxidized by ultraviolet rays on the surface of TiO₂ is carbon tetrachloride.

Keywords: photocatalysis, collective protection system, toxicants, filter ventilator units (installations), organic compounds, oxide coatings, alloys, light-emitting diode (LED), hazardous chemical substances, titanium.