

ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЇ СТВОРЕННЯ НОВИХ ЗРАЗКІВ РЕЧОВОГО МАЙНА ДЛЯ ЗАХИСТУ ОСОБОВОГО СКЛАДУ ПІДРОЗДІЛІВ ТРАНСПОРТНОЇ ЛОГІСТИКИ ВІД ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ РОЗВІДУВАННЯ ПРОТИВНИКОМ ПІД ЧАС ПЕРЕСУВАННЯ

Дем'янчук Б. О.

*доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри автотехнічного забезпечення
Військової академії (м. Одеса)
ORCID ID: 0000-0002-2862-9412*

Оленєв В. М.

*кандидат військових наук, професор,
провідний науковий співробітник наукового центру
Військової академії (м. Одеса)
ORCID ID: 0000-0002-8622-0201*

Купринюк О. П.

*старший викладач кафедри автотехнічного забезпечення
Військової академії (м. Одеса)
ORCID ID: 0000-0003-3983-8452*

Анотація. У статті розглянуті такі питання: розроблення технології створення нових зразків речового майна для створення системи захисту особового складу від засобів розвідки, а також його життєзабезпечення в будь-яку погоду шляхом розроблення технології отримання струмопровідних композитів із потрібними властивостями перетворення на теплову енергію як електромагнітної, так і електричної енергії; основні напрями, які належать до складників цієї технології, а саме: синтез токопровідних феромагнітних наповнювачів полімерної матриці матеріалів-перетворювачів вказаних видів енергії на теплову; вибір і модифікація полімерної основи для композитів-перетворювачів енергії; доцільні вимоги до композитних тканих матеріалів, які повинні бути прийнятними під час практичного застосування речових тканин із властивостями перетворення енергії.

Ключові слова: система захисту, токопровідний феромагнітний наповнювач, композит-перетворювач, полімерна матриця, композитний матеріал.

Demyanchuk B. O., Olenev V. M., Kuprinyuk O. P. BASICS OF THE TECHNOLOGY OF CREATING NEW SAMPLES OF TANGIBLE PROPERTY FOR THE PROTECTION OF THE PERSONAL COMPOSITION OF TRANSPORT LOGISTICS UNITS FROM TECHNICAL MEANS OF RECONNAISSANCE BY THE ADVERSARY DURING MOVEMENT

Abstract. The article deals with the following issues: the development of technology for creating new samples of tangible property for the creation of a system of personnel protection against intelligence means, as well as their life support in any weather through the development of technology for obtaining conductive composites with the necessary properties of conversion into thermal energy, both electromagnetic and electric energy; what are the main directions related to the components of this technology, namely: synthesis of conductive ferromagnetic fillers of the polymer matrix of materials-converters of the specified types of energy into thermal energy; selection and modification of the polymer base for energy-converting composites; reasonable requirements for composite woven materials, which must be acceptable during the practical application of material fabrics with energy conversion properties.

Key words: protection system, conductive ferromagnetic filler, composite converter, polymer matrix, composite material.

Вступ. Метою розроблення технології створення нових зразків речового майна системи захисту від засобів розвідки та життєзабезпечення особового складу в будь-яку погоду є розроблення технології отримання струмопровідних композитів із потрібними властивостями перетворення на теплову енергію як електромагнітної, так і електричної енергії.

Передусім до складових частин цієї технології відносять: синтез струмопровідних феромагнітних наповнювачів полімерної матриці матеріалів-перетворювачів вказаних видів енергії на теплову; вибір і модифікацію полімерної основи для композитів-перетворювачів енергії.

Доцільні вимоги до композитних тканих матеріалів, які повинні бути прийнятними під час практичного застосування речових тканин із властивостями перетворення енергії, розглянемо насамперед для виконання завдань особовим складом Сухопутних військ, Морської піхоти та національної гвардії.

Ці речові засоби, по-перше, повинні забезпечувати скритність людини від технічних засобів розвідки вдень і вночі за допомогою радіопоглинаючих властивостей тканини, що просичена композитом-перетворювачем електромагнітної енергії в теплову.

Речові тканні засоби, що просякнуті струмопровідним композитом, є необхідними під час виконання людиною завдань у складних метеорологічних умовах, наприклад у морозну, сніжну та дощову погоду. Вони повинні мати струмопровідні властивості й ефективно в холодну погоду перетворювати на теплову енергію постійний струм від легкого портативного переносного джерела багаторазового застосування.

Метою статті є розроблення узагальнювальних вимог до потрібної, наприклад, для розвідника, композитної тканини, яка сприяє його захисту і від радіолокаційних засобів розвідки його противником, і від телевізорних засобів розвідки противником вночі, і від замерзання протягом потрібного терміну під час виконання типового бойового завдання вдень і вночі.

Саме така постановка цього завдання стосовно досягнення універсальності речового майна є прийнятною, тому що це сприятиме

збереженню мобільності та нормального фізичного стану під час виконання бойових завдань і життєдіяльності людини, яка може перебувати на значній відстані від основного місця базування.

Як причини ситуації, що склалася і є пов'язаною з незадовільними зараз результатами розроблення, виробництва та застосування радіопоглинаючих і струмопровідних тканин на практиці, мабуть, доцільно згадати їх імовірний перелік.

Сукупність основних чинників, які на тепер заважають упровадженню у практику навіть уже запатентованих нових розробок, така:

– технологічна складність вирішення завдання синтезу наповнювача композитів із необхідними властивостями, які сприяють поглинанню енергії поля та струму, а також вибору та модифікації полімерної основи для цих матеріалів;

– технологічні рішення саме цих складних завдань синтезу складників потрібного композиту на практиці зараз можуть забезпечити необхідні радіофізичні, електрофізичні властивості, механічні й експлуатаційні характеристики потрібної тканини-перетворювача енергії з універсальними властивостями;

– відсутність загальноприйнятих критеріїв для оцінювання якості таких матеріалів – у кращому разі існують лише технологічні методики, що детально регламентують процес вимірів тих або тих геометричних параметрів зразків цих матеріалів, що мають дуже віддалений стосунок до узагальнювальних оцінок основних кількісних характеристик перетворення енергії для досягнення належної якості таких матеріалів [4 – 9]; (1–6);

– нарешті, перешкоджають також недоліки вузькопрофільної підготовки фахівців для вирішення подібних науково-теоретичних і технологічних завдань на стику фундаментальних наук: радіотехніки, мікроелектродинаміки, термоелектродинаміки, електротехніки та матеріалознавства; нарікання піввікової давності відомого радіофізика А. Хиппель (USA) у його монографії «Діелектрики та хвилі» щодо цього залишилися без наслідків, і нині вони є ще актуальнішими.

Невирішеною частиною загальної проблеми створення потрібних матеріалів є завдання: обґрунтування вимог до електромагнітних і струмопровідних параметрів цих матеріалів-перетворювачів енергії, удосконалення технології синтезу їхніх наповнювачів, а також питання вибору та модифікації їхньої полімерної основи. Прикладами є такі публікації.

Огляд відомих публікацій із проблеми створення композитних матеріалів із потрібними властивостями перетворення енергії показує таке.

У статті надано аналіз електропровідних полімерів, які широко вивчаються також як мікрохвильові поглинаючі матеріали, завдяки їхній легкій вазі, корозійній стійкості, технологічності та провідності в широкому діапазоні змін хвиль. Серед них поліанілінові (PANI) мікрохвильові поглинаючі матеріали вивчено найбільш широко (через прості та недорогі способи їх виготовлення, визначні фізико-хімічні властивості, високу провідність на мікрохвильових частотах).

Але, по-перше, поліанілінові поглиначі не мають зазвичай саме потрібної (достатнього та стабільного рівня для польових умов) електропровідності (через значну технологічну складність отримання молекулярної структури, яка повинна містити декілька сотень (краще – тисячу) мономерних ланцюжків молекули цього полімеру); по-друге, подібні полімерні поглиначі мають незадовільну термостійкість, яка не перевищує декількох десятків градусів Цельсія.

Публікація містить огляд радіопоглинаючих композитів із частинок кофериту та частинок карбонільного заліза як абсорбенту, коли аліфатінполіуретанова смола використовується як матриця для композиту. Діапазон частот електромагнітних хвиль цього композиту дорівнює 4–20 ГГц. Коефіцієнт відбиття: мінус 8–10 дБ. Ці показники занижкі для надійного захисту від засобів виявлення в сучасних умовах технічного розвитку засобів розвідки противника. Термостійкість і показники екологічності також є неприйнятними.

У роботі [6] досліджені поглинаючі властивості середовища на ферито-полімерних

композитах; показані можливості зменшення показників відбиття електромагнітних полів частотних діапазонів хвиль в інтервалі 8–20 ГГц.

Дослідження показують, що звичайні ферито-полімерні композити не забезпечують (через низький рівень їхньої питомої електропровідності) потрібних рівнів параметрів поглинання, яких досить для захисту, наприклад, розвідника від засобів розвідки противника. Їх термостійкість і показники еластичності й екологічності також є неприйнятними.

У роботі розглядається виготовлення електромагнітного поліанілінового композитного поглинаючого покриття для мікрохвильового діапазону частот, що містить магнітні молекулярні композити. Вивчено комплексний коефіцієнт відбиття та проходження в композитному середовищі електромагнітної хвилі із частотою від 30 МГц до 1 ГГц.

Виявлено, що композит із масою поліаніліну 28,12 %, який містить наповнювач у вигляді магнітних нанокompозитів, має максимальне поглинання енергії поля на рівні десятка децибел на частоті 700 МГц для товщини покриття, яке перевищує декілька міліметрів. Тому виготовлені композити можуть бути потенційно застосовані в полі електромагнітного поглинання, але лише для заводських полів низькочастотного діапазону. Дослідження в даному напрямі є перспективними, а практичне застосування показаних результатів обмежується через вузьку смугу частот хвиль, що поглинають ці покриття, а також через слабку термостійкість, еластичність і екологічність.

Визначні поглинаючі характеристики карбиду кремнію, SiC, широко застосовують не тільки як матеріал для активізації взаємодії електромагнітних полів із діелектричними середовищами, але і як прийнятний матеріал для побудови тиглів із метою широкого застосування в технології чистого сплавлення кольорових металів у мікрохвильовому полі. Але відсутність магнітних властивостей у карбиду кремнію, поряд із високою питомою електропровідністю, не сприяє перспективам його використання з метою зменшення відбиття поля від поглинаючих покриттів, тобто для наявності функцій зменшення радіолокацій-

ної помітності людини або металевих об'єктів. Причиною цього є неможливість узгодження хвильових опорів на межі повітря – SiC, де необхідні також параметри магнітних характеристик поглинача, що повинні бути сумісними з даними його електричних характеристик проникності та провідності. Принципову необхідність магнітних характеристик для композиту покажемо на прикладі дії поля на композит.

У статті запропоновані основи технології синтезу дисперсних феритових оксидів перехідних металів із молекулярною структурою шпінелі оберненого типу. Надано аналіз фізичних механізмів під час реалізації технології, що впливають на результати синтезу, запропонована технологія практичного застосування композиту з потрібними електрофізичними властивостями. Саме в цій роботі надані рекомендації для практичного застосування вказаного наповнювача у складі композитного покриття з метою зменшення завадового випромінювання, наприклад, з камер мікрохвильової обробки продукції в польових умовах. У роботі рекомендовані також шляхи досягнення переваг цієї сполуки під час практичного застосування як наповнювача полімерної матриці.

Огляд публікацій виявив невирішену зараз проблему створення поглинаючої струмопровідної композитної тканини для забезпечення живучості та працездатності військового розвідника, наприклад МП. Окрім того, необхідно обґрунтувати основи технології та вирішити завдання висококонцентрованого наповнення нетоксичної та термостійкої матриці еластичного органічного полімеру без втрати механічної міцності композиту після затвердіння.

З урахуванням цих узагальнених досягнень розглянемо далі нову розробку, технологію одержання тканини-перетворювача універсального призначення.

Підкреслимо водночас, що раніше, у попередніх дослідженнях, поглинаючим властивостям тканини-перетворювача енергії поля приділена належна увага, тому далі доцільно докладніше розглянути особливості створення й отримання електронагрівальних споживчих властивостей тканини.

Спосіб одержання тканини-електронагрівача з новими властивостями. Винахід для одержання цієї тканини стосується технології реалізації засобу перетворення електричної енергії портативного зовнішнього джерела постійного струму на теплову енергію поверхневого нагріву людини за допомогою електропровідної тканини-електронагрівача.

Ця тканина-електронагрівач може застосовуватися на практиці: для загального або локального захисту будь-яких частин тіла людини від холоду взимку; для запобігання його переохолодженню під час змушеного тривалого перебування на снігу або під снігом; для захисту ніг людини від обмороження за допомогою устілок із тканини-нагрівача у взутті людини.

Відомі різні способи одержання нагрівачів-перетворювачів електричної енергії на теплову енергію на основі тканини.

Розроблені способи покриття тканини композитною фарбою, що поглинає електричну енергію або енергію електромагнітного поля, завдяки електропровідному наповнювачу у вигляді феритового порошку для кремнійорганічної, поліамідної, поліуретанової полімерної основи фірм-виробників: Emerson and Cuming (США); FDK-corporation (США); GEC MARKONI (Англія); Cony Untro – Magnetic (Корея); Perseus Tech. international Corp. (США, Японія, Тайвань) (e-mail: lei@live.com).

Недоліком цих способів є низький рівень показника перетворення електричної енергії на теплову через великі рівні опору для струму в середовищі зразків на тканині, що одержані згідно з технологіями-аналогами, які вказані, у зв'язку з низькою електропровідністю наповнювача полімерної основи зразка.

Окрім того, для збільшення струмопровідних подібної тканини під час підключення її до деякого переносного джерела струму в цих аналогах неможливо збільшити рівень нагріву тканини збільшенням рівня концентрації дисперсного феритового або, наприклад, дисперсного металевого або іншого наповнювача через значні втрати зразками тканини-електронагрівача механічної міцності й еластичності, за умов збільшення концентрації наповнювача зі слабкою електропровідністю (через відсутність хімічного зв'язку цього наповнювача з полімерною основою композиту).

Відомий інший спосіб градієнтного фарбування тканини IRAM(S), AO-RAM, K-RAM – виробництва фірми “PLESSI” (Англія).

Цей спосіб передбачає операції насичення тканини під тиском сумішню розчину еластичного полімеру, наприклад термоеластопласту, з дисперсним наповнювачем, яким попередньо наповнюють розчин, та подальшим затвердінням суміші на тканині.

Недоліком способу є невисока питома провідність такої тканини-електронагрівача, унаслідок слабо концентрованого наповнення (полімерного композиту на основі органічних розчинів) феромагнітними порошками, через низький рівень питомої електропровідності порошку. Цей рівень є таким, що зазвичай не перевищує 10–5 Сименс/м.

Відомими є також інші аналоги-способи металізованого або градієнтного, або багат шарового фарбування тканини:

– патент Білорусі ВУ16980 від 2009 р. – Спосіб створення металозмістового радіопоглинаючого волокнистого матеріалу;

– авт. свід. SU1790795 від 1993 р. – Поглинач електромагнітних хвиль;

– патент Росії RU248219 від 2013 р. – Радіопоглинаючий матеріал;

– патенти на багат шарові вироби:

– RU2510333 від 2009 р. – Наношкарльні поглиначі ІК-випромінювань у багат шарових формованих виробах;

– US4581384;

– US5223849;

– US7136008;

– US PAP 2013/0214181 A1

Недоліком цих способів є невисока питома провідність таких виробів-перетворювачів електромагнітної або електричної енергії на теплову внаслідок слабоконцентрованого наповнення (полімерного композиту на основі органічних розчинів) феромагнітними порошками або порошками у вигляді вуглецевих нанотрубок, через низький рівень електропровідності наповнювачів.

Окрім того, складною є технологія багат шарового виготовлення та невисокі рівні кое-

фіцієнтів перетворення електричної енергії на теплову.

Так, матеріал, який перетворює електричну або електромагнітну енергію на теплову (згідно з патентом RU2482149 від 20 травня 2013 р., Бюл. № 14), на основі полімерної основи з наповнювачем у вигляді порошкового фериту та карбонільного заліза та вуглецевих нанотрубок поглинає енергію поля (через невисоку провідність) лише на рівні 2,5 разів, тобто перетворює лише 40 % енергії. Водночас для захисту розвідника та металевих об'єктів його бойового спорядження необхідний рівень перетворення більший ніж 90 %.

Висновки

Потрібні характеристики радіопоглинаючої струмопровідної еластичної тканини можна досягти практично в реальному серійному виробництві. Його підготовка й організація сприятимуть вирішенню чотирьох частин загальної науково-технологічної проблеми, а саме досягненню:

1) суттєвого (на порядок) збільшення питомої електропровідності наповнювача, який не потребує дефіцитної сировини та складної технології його синтезу; наприклад, у довіднику (з 5 томів) німецького хіміка К.Х.Ф. Брауера рекомендована технологія, яка дозволяє протягом тижня синтезувати 120 г феритового наповнювача, а технологія ФІ, згідно з [10–16], – необмежено, за допомогою термохімічної реакції в одній печі – не менше ніж 120 кг на тиждень;

2) суттєвого (на порядок) збільшення ширини смуги частот наповнювача (цю критичну характеристику визначає саме наповнювач);

3) обґрунтованого вибору найбільш еластичної, нетоксичної та найбільш термостійкої в'язучої основи для композитної тканини;

4) вирішення завдання висококонцентрованого (до 75 %) наповнення полімерної матриці без втрати механічної міцності композитної тканини після затвердіння.

Література:

1. Бойовий статут механізованих і танкових підрозділів Сухопутних військ. Ч. II (рота, батальйон). Київ : Ком. СВ ЗСУ, 2016.
2. Інженерне забезпечення загальновійськового бою : навчальний посібник / В.А. Мілютін та ін. Львів : АСВ, 2010.
3. Підручник сержанта інженерних військ : навчальний посібник. Кам'янець-Подільський : ФВП К-ПНУ імені Івана Огієнка, 2007.
4. Посібник сержанта інженерних військ : навчальний посібник. Київ : Ком. СВ ЗСУ, 2015.
5. Методичний матеріал з інженерної підготовки для навчання військовослужбовців, призваних за мобілізацією (загальновійськова підготовка в навчальних центрах, військових частинах, навчальних підрозділах). Одеса, 2015.

References:

1. The General Assembly of the Armed Forces of Ukraine (2016). Boiovyi statut mekhanizovanykh i tankovykh pidrozdiliv Sukhoputnykh viisk, chastyna II (rota, batalion) [Combat statute of mechanized and tank units of the Ground Forces, part II (company, battalion)]. Kyiv [in Ukrainian].
2. Milyutin, V.A., Ftemov, Yu.O., Pavlyuchyk, V.P., Kutska, O.M. (2010). Inzhenerne zabezpechennia zahalnoviiskovoho boiu. Navch. posibn [Engineering support of a combined military battle. Education manual]. Lviv : ASV [in Ukrainian].
3. Malchenko, S.V. (2007). Pidruchnyk serzhanta inzhenernykh viisk. Navch. posibn. [Textbook of the sergeant of engineering forces. Education manual]. Kamianets-Podilskyi : Ivan Ohienko University of Applied Sciences K-PNU. 325 p. [in Ukrainian].
4. Comm. SV ZSU (2015). Posibnyk serzhanta inzhenernykh viisk. Navch. posibn [Manual of the sergeant of engineering forces. Education manual]. Kyiv [in Ukrainian].
5. N. a. (2015). Metodichniy material z inzhenernoi pidhotovky dlia navchannia viiskovosluzhbovtsiv, pryzvanykh za mobilizatsiieiu (zahalnoviiskova pidhotovka u navchalnykh tsentrakh, viiskovykh chastynakh, navchalnykh pidrozdilakh) [Methodical material on engineering training for the training of servicemen called up for mobilization (general military training in training centers, military units, training units)]. Odesa [in Ukrainian].