

ЛЮДИНА /// ТЕХНІКА /// ТЕХНОЛОГІЇ

№8 [СЕРПЕНЬ, 2019]

# DEFENSE EXPRESS

ЕКСПОРТ ЗБРОЇ ТА ОБОРОННИЙ КОМПЛЕКС УКРАЇНИ

## ПРЯМА МОВА

**ОЛЕГ  
ВИСОЦЬКИЙ**

НВО «Практика»:  
«ОПК України  
пройшов  
випробування»

## АКТУАЛЬНО

**ОЛЕКСІЙ НОЗДРАЧОВ**

начальник Управління  
цивільно-військового  
співробітництва ЗС України:  
«Нам вдалось заслужити  
довіру цивільного  
населення Донбасу»

БЕЗПЕКОВЕ  
СЕРЕДОВИЩЕ

# 2030

ЩО ЗАГРОЖУЄ УКРАЇНІ?

### І ЩИТ, І МЕЧ

Україна створює нові зразки ракетного озброєння



### ВИБІР КРИЛА

Проблема вибору учбово-тренувального літака



### ПОШУК ДЖЕРЕЛ СИЛИ

Проблемні аспекти енергетичного менеджменту транспортних платформ



# Технології

## Пошук джерел сили

Проблемні аспекти енергетичного менеджменту транспортних платформ – з урахуванням основних трендів та підходів наукових структур НАТО



38

**Фахівці країн НАТО в рамках вирішення завдань довгострокового оборонного планування особливо увагу приділяють підвищенню автономності сил Альянсу в операціях майбутнього. Таке завдання тісно пов'язане з розв'язанням проблем енергетичного менеджменту та потребою зменшення енергетичної залежності операцій військ.**

Зокрема, на думку експертів НАТО, до 2030 року необхідно на 20% скоротити споживання військами палива, що виробляється з корисних копалин, а до 2050 року – на 70%. Водночас у 2036-2042 роках спливає термін експлуатації (End Life of Type, ELOT) усіх наявних на озброєнні в НАТО транспортних засобів. Тому з 2026 року має стартувати програма їхньої заміни, для чого необхідно визначитися з концепцією нових джерел електроенергії.

З цією метою в країнах НАТО проводяться відповідні дослідження та розробки. Зокрема, в Нідерландах заплановано переведення

бойових машин CV9035NL зі свинцево-кислотних батарей на Li-ion акумулятори з відповідною модифікацією конструкції шасі. Виконується дослідний проект з переведення на електричну трансмісію розвідувально-дозорної машини FENNES. Аналогічні програми реалізуються Командуванням сухопутних військ США з розвитку бойових спроможностей (United States Army Combat Capabilities Development Command, CCDC). Зокрема, Міжфункціональна команда (CFT) бойових машин нового покоління (NGCV), яка спрямовує зусилля на модернізацію та оновлення парку бойових машин,





вацій, які вже доступні зараз і отримують поширення у майбутньому. Необхідно визначитися, які інвестиції повинні здійснюватися, які дослідження та розробки слід підтримати.

При цьому аналіз світового ринку доступних батарей типу Li-ion 6T та їх властивостей свідчить, що перспективним військовим вимогам зараз відповідає лише продукція 5 виробників. У цілому ці акумулятори досить дорогі, однак є сподівання, що майбутні розробки знизять їхню вартість до конкурентного рівня. Водночас очікується зменшення різниці в ефективності використання акумуляторів та паливних електрогенераторів. До того ж, для батарей Li-ion 6T необхідно розв'язати проблеми з безпечністю, транспортуванням та іншим логістичним забезпеченням.

Таким чином, загальносвітовий тренд на перехід до електричної трансмісії не є досить простим і безпроблемним.

Альтернативним джерелом електроенергії для транспортних платформ можуть бути паливні комірки (Fuel cell). Дослідження відповідного ринку на технічну зрілість і комерційну доступність допоміж-

**За відсутності довготривалого енергетичного забезпечення не може бути мови про автономність будь-яких платформ та використання ними високоточних засобів ураження. Проблеми енергозабезпечення в їх сучасному стані не дозволяють реалізувати концепцію автономних маневрових батальйонних груп та інші «розширені концепції систем».**



них силових установок (auxiliary power unit, APU) свідчить про використання у цьому типі енергетичних систем або тільки паливних елементів, або їх комбінацій з дизельними реформаторами (diesel reformer), що генерують водень для паливних

елементів з солярки. При цьому, з 28 відомих у світі виробників, лише 6 компаній висловлюють зацікавленість та готовність взятися за розв'язання проблем енергозабезпечення військової техніки. Результати ж аналізу підтверджують відсутність комерційних зразків APU на базі паливних елементів, що відповідали б усім вимогам військових.

Найбільш перспективними дизельними реформерами паливних елементів APU є виробники PowerCell та AVL. Однак, проблемним питанням є якість палива з низьким вмістом сірки. Крім того, ефективність палива для існуючих паливних комірок з реформованим дизельним паливом не суттєво покращилася у порівнянні з дизельним електрогенератором. З огляду на це, фахівці рекомендують подальший розвиток технологій дизельних реформерів та паливних елементів спрямувати на збільшення їх толерантності до паливних домішок, зокрема, підвищеного вмісту сірки в дизельному паливі. Необхідно здійснити пристосування таких агрегатів до транспортних засобів (наприклад, за рівнем робочої напруги, за провадження підтримки CAN-шини, розв'язання проблем самозахисту, відповідності стандартам до електромереж, масштабованості кількості комірок, комбінації з існуючими джерелами енергії (батареями та зарядними пристроями) тощо). Доцільно провести випробування наявних у продажі дизельних реформерів з низьким рівнем сірки шляхом встановлення у бойові машини з метою оцінки рівнів безпеки, логістичного

важливим завданням вважає розробку і демонстрацію модульної масштабованої архітектури електрифікації, що дозволить здійснити перехід від дизельного гібрида до паливних елементів та повністю електричних бойових машин.

Проблема енергетичного менеджменту загострюється через збільшення кількості електронного обладнання, яке споживатиме все більше електроенергії, тоді як додавання додаткових батарей або дизельних генераторів призводить до зростання ваги та обсягу відповідного обладнання. Звідси виникають завдання пошуку технологій та інно-

## Технології

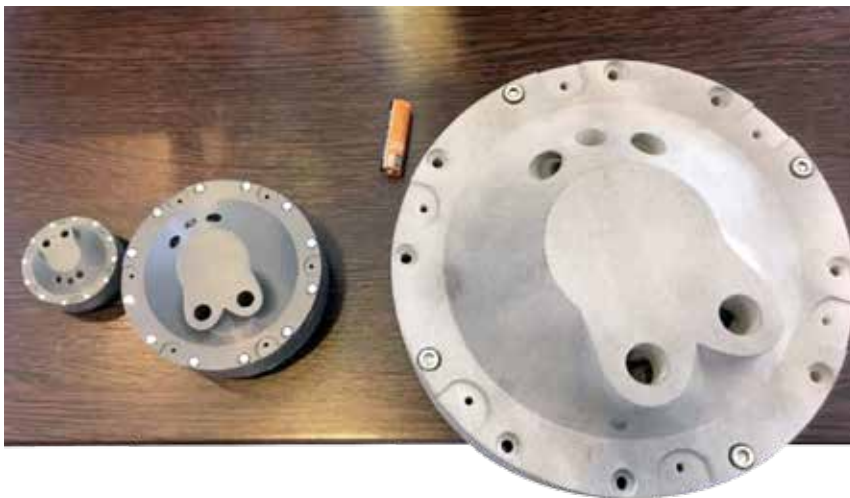
навантаження та додаткової вартості логістичних операцій.

З урахуванням зазначеного, як перспективний напрям слід вказати створення АРУ для військових застосувань на основі комбінації реформера з новою композицією каталізатора та реформера з паливними елементами на базі високотемпературних протонно-обмінних мембран (high-temperature proton exchange membrane fuel cell, НТ-РЕМFC) у поєднанні з усіма необхідними допоміжними компонентами (balance of plant, BoP).

Відповідний проект передбачено реалізувати в інтересах збройних сил Нідерландів. У рамках



Електрогенератор компанії Ve-Rex (вписується у габарит каністри).

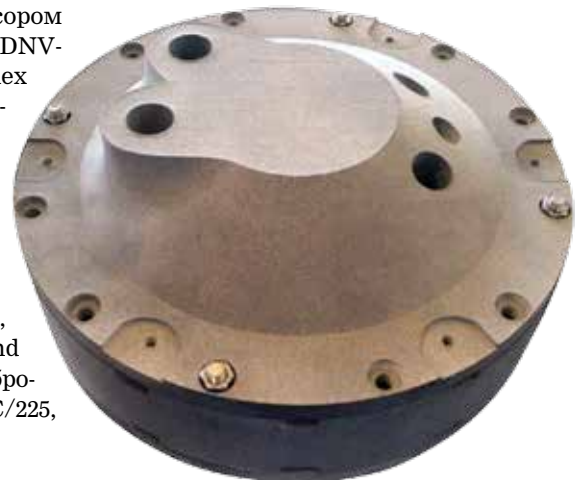


НААГ), Конференції національних директорів з озброєння (10-11 квітня 2018 року, м. Гаага, Нідерланди) дослідний зразок турбінного M-STAR генератора (рис. 1) розрахований на потужність 4 кВт, і має вдвічі менші розміри і вагу, ніж звичайно. Обертання турбіни зі швидкістю понад 3 тис. об/хв забезпечується стисненим повітрям, однак для цього може використовуватися і керосин або дизельне паливо. Вихідна напруга постійного струму має номінал 350 В. Генератор виконаний за принципом роторно-поршневого двигуна Ванкеля (Wankel engine), який доповнений елементами генерації постійного струму.

нього планується створення лабораторного демонстратора генератора з електричною потужністю 2,5 кВт. У межах першої фази проекту передбачається розробити концептуальний дизайн процесів обробки палива з гідродесульфурізацією (HDS), а також паливний процесор, що працюватиме з попередньо обробленим паливом та відповідні паливні елементи. Результатом має стати демонстрація доцільності запропонованих концепцій на рівень компонентів з потужністю до 1 кВт у відповідних умовах експлуатації. На другій фазі проекту планується масштабувати відповідний технологічний демонстратор на необхідні рівні потужності.

Іншим проектом, що отримав назву M-STAR, є створення компактного турбінного електрогенератора, дослідний зразок якого розроблено в компанії Ve-Rex (ve-rex.eu, Нідерланди). Спонсором проекту виступила компанія DNV-GL, тоді як фахівцями Ve-Rex здійснено відповідні розрахунки та моделювання з видрукотом деталей прототипу на 3D принтері.

Продемонстрований на засіданні Групи НАТО з розвитку спроможностей ведення наземного бою (LCGLE, Land Capability Group Land Engagement), Групи з озброєнь сухопутних військ (AC/225,





Представлений генератор легко масштабується на інші потужності, до 20 кВт включно. Зокрема, вже відпрацьований його варіант на потужність 11 кВт (при потужності понад 10 кВт потребує повітряного охолодження). Для потужності 1,5 кВт діаметр корпусу матиме розмір лише 12 см. Зменшення діаметру у 2 рази призводить до зниження потужності приблизно у 8 разів. Подальші вдосконалення генератора спрямовані на зменшення незначної вібрації корпусу. При цьому продемонстрований генератор витримує механічні удари, кидання з висоти 2 м і нечутливий до гіроскопічного ефекту, тобто, на відміну від генераторів на основі ГТД, може працювати під час руху машини.

Малорозмірні модифікації генератора слід використовувати як бортове джерело електроенергії для керованих боєприпасів та ракет, а також як альтернативне портативне джерело електроживлення для солдатів, що буде легше, ніж відомий електрогенератор E-Lighter.

Наведені приклади є одними з небагатьох відомих підходів до розв'язання проблем енергетичного менеджменту на борту транспортних засобів. Загалом зусилля науковців щодо пошуку нових технологій енергозабезпечення, на жаль, не призводять до стрімкого прогресу у вказаній сфері. Причини цього полягають не тільки у складності наукового завдання й наявності фізико-хімічних обмежень, що не дозволяють швидко досягти помітного ефекту, а й в певних організаційних прорахунках, пов'язаних з неоптимальною пріоритетизацією наукових досліджень відповідного спрямування.

Підстави для такого висновку дає, зокрема, поточна діяльність Організації НАТО з науки і технологій (STO). На засіданні Групи НАТО з озброєнь сухопутних військ (AC/225, NAAG), Конференції національних директорів з озброєння (5-6 лютого 2019 року, м. Брюссель, Королівство Бельгія) Головний науковець НАТО, керівник Ради з науки і технологій STO доктор Томас Кілліон (США) поінформував про 10 пріоритетних на-

сутності довготривалого енергетичного забезпечення, не може бути мови про автономність будь-яких платформ та використання ними високоточних засобів ураження (стосується пріоритетних напрямів «автономія», «платформи», «високоточне ведення бою»). Проблеми енергозабезпечення в їх сучасному стані не дозволяють реалізувати концепцію автономних маневрових батальйонних груп та інші «розширені концепції систем».

Такий рівень «уваги» з боку науковців до вказаних проблем свідчить про низьку ймовірність значного зростання спроможностей в енергоресурсній сфері й не дозволяє усунути прогалини в енергозабезпеченні озброєння та військової техніки в середньостроковій перспективі. З урахуванням зазначеного, слід звернути увагу Ради з питань науки і технологій STO на необхідність збільшення ресурсно-наукового потенціалу у сферах енергетики та стимулювання інтенсифікації відповідних досліджень.

Проте ця реальність у більш широкому сенсі свідчить про наступне. Наші національні підходи до розробки перспективної бронетехніки потребують коригування – з урахуванням світових трендів на впровадження нових технологій енергозабезпечення бойових машин. Відповідні дослідження в цій сфері необхідно спрямувати на визначення оптимальних технічних рішень, що задовольняли б середньотривалим вимогам до озброєння і військової техніки. **D**

**Вадим СЛЮСАР,**  
професор, доктор технічних наук, Центральний науково-дослідний інститут озброєнь та військової техніки ЗС України



прямів досліджень та навів розподіл зусиль по них у 2018 році.

Аналіз наведеного розподілу зусиль STO дозволяє зробити висновок про наявність в ньому суттєвого дисбалансу, оскільки дослідження у сфері енергетики фактично мають найнижчий рівень ресурсних витрат (3%). Насправді ж саме цей напрям є системоутворюючим для всього комплексу пріоритетів STO. Без розв'язання нагальних проблем у вказаній сфері, решта зусиль наукової спільноти буде зведена нанівець. Зокрема, за від-