

УДК 629

С.А. Стукота¹, В.Ф. Кохан²¹Університет «Україна», Київ²Національна академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, Львів

АНАЛІЗ ПЕРСПЕКТИВ ЗАСТОСУВАННЯ РІЗНИХ ТИПІВ РУШІЇВ АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ТА СПЕЦІАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

У статті представлені узагальнені дані аналізу застосування різних типів рушіїв автотранспортних засобів та спеціальної наземної рухомої техніки як серійного, так і експериментального виробництва провідних машинобудівних країн світу та дослідників-аматорів. Основним критерієм оцінки існуючого стану розвитку рушіїв є розповсюдженість його застосування на різноманітних зразках наземної техніки. Методами порівняльного аналізу та структурного узагальнення досліджуваного обсягу засобів та зразків техніки розроблене класифікаційне упорядкування різних рушіїв, що складається з типів та їх різновидів. Наведені основні недоліки різних типів рушіїв та можливі шляхи їх усунення. Основним критерієм оцінки перспектив застосування рушіїв є його наявна можливість забезпечення мобільності зразка техніки, що складається з актуальних на сьогодні показників рухомості, енергоавтономності та ресурсу експлуатації. На основі цих даних зроблені припущення щодо перспектив розвитку та застосування рушіїв у найближчі десятиліття.

Ключові слова: автомобільний транспортний засіб, зразок спеціальної техніки, рушії, колесо, гусениця, шинка, крокохід, повітряна подушка.

Вступ

Постановка проблеми. Еволюція створення та розвитку механічних наземних транспортних засобів розпочалася декілька тисячоліть тому зі створення першого типу рушія – колісного. Рушії – це механізм, який перетворює енергію двигуна або іншого зовнішнього джерела через взаємодію з оточуючим середовищем у корисну роботу з переміщення транспортного засобу. На цей час існує шість найбільш розповсюджених типів рушіїв наземної техніки (рис. 1), два з яких – колісний та гусеничний – знайшли широке застосування, три інших тією чи іншою мірою застосовуються в окремих зразках автотранспортних засобів, маглев поки що використовується виключно на залізниці.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Як показує аналіз останніх досліджень і публікацій з розробки транспортних засобів, стрімкий розвиток науки та технологій швидко змінює тенденції масового

застосування тих чи інших рушіїв у найближчі роки та десятиліття як в цивільному секторі, так і в секторі оборони. При цьому єдиного підходу щодо перспектив розвитку та застосування того чи іншого типу рушія виявлено не було. Ця стаття є продовженням дослідження, в якому попередньо було проведено аналіз застосування рушіїв у секторі оборони [1]. Розглянемо історію створення, розвитку та існуючий стан застосування рушіїв у цивільному секторі виходячи з аналізу серійних зразків та концептів, над якими працюють автогіганти та дослідники-аматори автомобілебудування і суміжних машинобудівних галузей різних країн світу.

Метою статті є визначення перспектив застосування різних типів рушіїв автотранспортних засобів та спеціальної техніки в найближчі десятиліття виходячи зі стану їх розвитку на цей час, напрямів створення дослідних зразків та проведення пошукових досліджень з тематики рухомості наземної техніки.

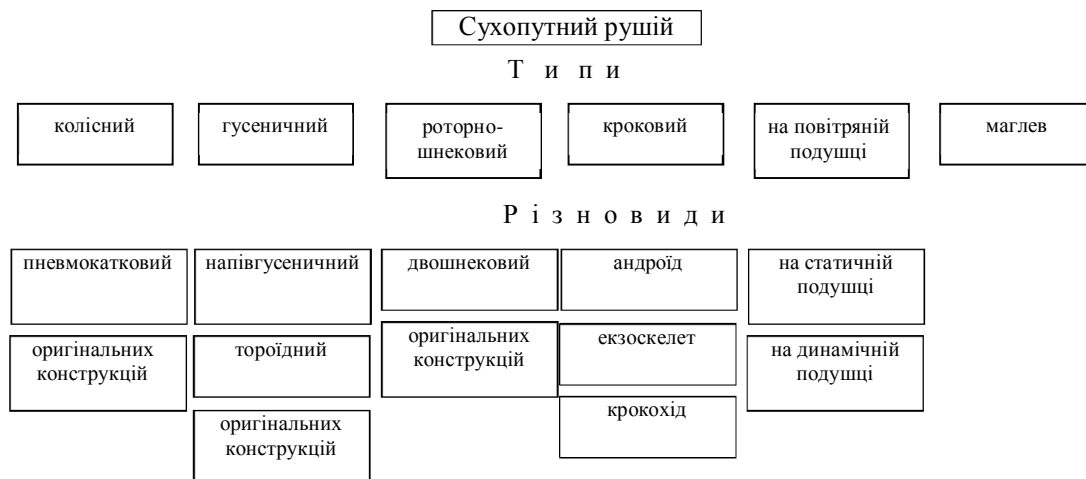


Рис. 1. Класифікація існуючих сухопутних рушіїв за принципом дії та конструктивними ознаками

Виклад основного матеріалу

Основними методами при проведенні дослідження стану розвитку рушіїв автотранспортних засобів і зразків спеціальної техніки обрано методи порівняльного аналізу та структурного узагальнення. З метою систематизації проведення дослідження розроблене класифікаційне упорядкування наявного різноманіття рушіїв, що складається з типів та їх різновидів, наведено на рис. 1. Основним критерієм оцінки існуючого стану розвитку рушія є розповсюдженість його застосування на різноманітних зразках наземної техніки.

Основним критерієм оцінки перспектив застосування рушія є його наявна можливість забезпечення мобільності зразка техніки, що складається з актуальних на сьогодні показників рухомості, енергоавтономності та ресурсу експлуатації. Крім того, до уваги також беруться оголошені напрями та вже отримані результати пошукових досліджень з підвищення рухомості зразків наземної техніки. Найбільш розповсюдженими є колісний та гусеничний рушії. Це класичні механічні конструкції, які зазнали за останні 100 років істотних змін тільки через застосування нових матеріалів у своїй конструкції [2–4]. Вони застосовуються практично на всіх серійних механічних наземних транспортних засобах. Винятком є різновиди цих рушіїв, які застосовуються на спеціальних транспортних засобах у лісовій, сільськогосподарській та гірничій сферах діяльності, а саме кроково-колісний та кроково-гусеничні рушії з лапами-лафетами чи багатокутковою рамною рухомою конструкцією. Це, наприклад, крокуючий екскаватор трансформер XCMG ET110, мобільні крокуючі екскаватори KAISER S2 TELEFUSS, Batemag P100, Terex HS41M, восьмиколісний харверстер HSM 405 H2L 8WD у версії Steep Slope та інші машини [5–8]. Є цікаві за конструкцією дослідні розробки, наприклад, колісно-крокуючий трактор АВГ12 [9].

Сьогодні масові серійні зразки наземної техніки з колісним, гусеничним або колісно-гусеничним чи колісно-крокуючим рушіями складають майже 95% від загального числа всіх зразків. Якщо розглядати також серійні зразки з невеликим обсягом випуску або експериментальні, то ця цифра буде близько 80%. Тобто колісні та гусеничні рушії на цей час є найбільш технічно розвинуті та знаходяться в стані постійної експлуатації в усіх галузях діяльності людства, де є потреба в переміщенні вантажів та людей по поверхні землі.

На цей час і найближчу перспективу ці рушії мають найкращий показник забезпечення мобільності зразків на їх базі через найкращі рівень енергоавтономності та обсяг ресурсу експлуатації.

Головним недоліком колісного рушія є найгірша прохідність серед всіх типів рушіїв, що вимагає будівництва спеціальних шляхів сполучення або ретельний вибір ділянки місцевості, де можливий рух. Для підвищення прохідності колісних машин розробляються додаткові технічні засоби та системи, оригінальні

конструкції коліс та ходової частини в цілому. В окремих випадках це дозволяє досягти з прохідності ефективності гусеничного рушія. На цей час це є єдиним напрямом суттєвого удосконалення прохідності цього типу рушія. До недоліків гусеничного рушія відносяться: висока вартість, підвищена металоємність, складність конструкції, значна витрата часу на обслуговування та малий ресурс використання. Основним напрямком розвитку на цей час є впровадження в конструкцію рушія новітніх матеріалів, що дозволить спростити як його конструкцію, так і підвищити експлуатаційні якості. На цей час проводиться низка пошукових та дослідницьких робіт для усунення перелічених недоліків. Прикладом є розробка тороїдних рушіїв [10], де замість металевої гусениці пропонується застосовувати синтетичний пневматичний або з наповнювачем тор. Це значно покращує прохідність, істотно знижує металоємність, але інші недоліки залишаються.

Роторно-шнековий рушій – це рушій, який рухає транспортний засіб за допомогою двох або більше гвинтів Архімеда. Він застосовувався виключно для руху по важкопрохідній болотистій місцевості для переміщення вантажів та людей (снігоболотохід Marsh Screw фірми Chrysler (США), болотохід Dorothy фірми UNU (Японія), снігоболотоходи радянського виробництва сімейства ГПП) або для проведення рятувально-пошукових робіт (снігоболотоходи радянського виробництва сімейства ЗИЛ) [11]. Сьогодні цей рушій практично не використовується, але проводяться різнопланові конструкторсько-пошукові роботи з його вдосконалення. Так російський винахідник Олексій Бурдін пропонує концепцію шнеків, що трансформуються, «Теш-Драйв» – це поєднання колісного та шнекового рушія на одній рамі [12]. Для цього в міжвитковому просторі шнеко-ротора розміщений елемент зі змінною геометрією, гумовий рукав, який у розширеному стані сприймає вагу транспортного засобу, що дозволяє йому рухатися в режимі кочення – це основний режим руху. Коли на шляху руху з'являються перешкоди у вигляді обводнених, рихлих ґрунтів, «Теш-Драйв» переводиться у шнековий режим шляхом випуску повітря з гумового рукава. Транспортний засіб при цьому починається переміщуватися боком або зігзагами. Винахід знаходиться на етапі макетних випробувань. Є низка та інших дослідних та пошукових розробок.

Головними недоліками цього типу рушія на цей час є висока енергоємність процесу переміщення при відносно невеликих швидкостях, складність конструкції та невеликий ресурс експлуатації. Цей тип рушія незважаючи на своє тимчасове невелике серійне застосування в 60-70-х роках ХХ століття сьогодні не використовується, та відповідно рівень стану розвитку рушія є низьким. Пошукові дослідження ведуться шляхом розробки оригінальних конструкцій із застосуванням новітніх матеріалів окремими винахідниками чи групами аматорів.

Розвиток цього типу рушія в найближчі десятиліття не має перспективи через найгірший показник мобільності: вкрай низькі швидкості переміщення, а, відповідно, і питома енергоавтономність; невеликий ресурс експлуатації. Тому і про масштабні проекти з модернізації існуючих або розробки нових конструкцій цього типу рушія провідними машинобудівними компаніями світу відомостей наразі немає.

Кроковий рушій має найбільше різноманітних конструктивних втілень та знайшов застосування в конструкціях андроїдів, екзоскелетів, крокоходів [13, 14].

Андроїди (чоловікоподібні роботи) з кроковим рушієм поки що створюються виключно як дослідні зразки для майбутньої заміни людей у певних видах діяльності та досліджуються в різноманітних умовах: TOPIO грає в настільний теніс; EveR-1 – для інформування в торговельних центрах та музеях в якості гіда; HRP-4C – робот-дівчина для демонстрації одягу; Repliee R-1 – для догляду за недієздатними та людьми похилого віку тощо. Поки що вони не знайшли розповсюдження і не використовуються в якості транспортних засобів та спеціальних машин.

Екзоскелет – це пристрій, призначений для збільшення сили людини за рахунок зовнішнього каркаса. Як і андроїди, ці пристрої зараз досить інтенсивно досліджуються та розробляються.

Головним напрямом досліджень із цивільного застосування є допомога травмованим людям і інвалідам, людям похилого віку, які в силу свого віку мають проблеми з опорно-руховим апаратом.

Крім того, модифікації екзоскелетів, а також окремі їх моделі можуть суттєво допомогти рятувальникам при розбиранні завалів зруйнованих будівель. При цьому екзоскелет може захистити рятувальника від падіння уламків.

Крокоходи – це механізми, які пересуваються за допомогою ніг різноманітної конструкції. Практичне застосування отримали тільки крокуючі екскаватори та лісозаготівельні машини.

Крокуючий екскаватор – це екскаватор на крокуючому ході, зазвичай із копаючим обладнанням драглайн, рідше з роторним копаючим обладнанням. Застосування крокуючого рушія дозволяє значно знизити навантаження на ґрунт, маса машини може досягати сотень і тисяч тонн.

У нерухомому стані екскаватор спирається на ґрунт опорною плитою в основі. При необхідності зробити крок вага переноситься на опорні башмаки або лижі. Екскаватор піднімається над ґрунтом, зміщується на деяку відстань та знову сідає на ґрунт опорною плитою. Опорні башмаки, в свою чергу, піднімаються над ґрунтом та переносяться вперед і цикл починається знову.

Зазвичай конструкція крокуючого рушія трьохопорна, але розробляються і чотирьохопорні. Привід трьохопорного крокуючого рушія може бути кривошипно-шарнірний з трикутовою рамою, кривошипно-

ползунковий, гідравлічний, двокривошипний, ексцентриковий та електричний. На цей час крокуючі екскаватори достатньо широко застосовуються в гірничій справі на відкритих розробках корисних копалин. Так у Росії випускалися крокуючі екскаватори серії ЕШ. Наприклад російський крокуючий екскаватор ЕШ-40/100 с ємністю ковша 40 м³ та довжиною стріли 100 м, конструкцію вагою 4000 т обслуговує екіпаж з семи чоловік. Він має швидкість переміщення 60–80 м/год. Найбільший у світі крокуючий екскаватор «Біг Маскі» розміром з 22-поверховий дім та ковшем ємністю 168 м³ був побудований американською компанією «Бьюсайрус Ері» в 1969 році та протягом 30 років працював на вугільному розрізі.

У лісозаготівельній галузі було декілька спроб розробити та експлуатувати крокуючі механізми. Найбільш вдалою є розробка в 1999 році дослідницьким підрозділом «Plustech» компанії John Deere харвестера (самохідна, багатоопераційна лісосічна машина) Plusjack. Вона так і не була запущена в серійне виробництво, однак три дослідних зразки пройшли досить вдалі випробування, які наочно продемонстрували переваги безколісної конструкції: екологічний харвестер може працювати на будь-яких крутих і нерівних поверхнях, рухатися в різних напрямках та розвертатися на місці. При цьому машина практично не залишає слідів на землі.

Таким чином, кроковий рушій на масових серійних зразках ні автомобільної, ні спеціальної техніки не застосовується. Окрім невеликих серій або одиничних екземплярів крокуючих екскаваторів, усі інші вже створені зразки техніки є суто експериментальними. Застосування отримали, як наведено вище, змішані колісно-крокуючі рушії. Таким чином, на цей час технічний рівень розробки крокового рушія є низький.

Існуючий рівень мобільності цього типу рушія є невисоким незважаючи на те, що крокуючий рушій має найкращий показник прохідності. Невисокі швидкості переміщення, а також відсутність прийнятних джерел енергії, які могли б протягом тривалого часу дозволити машинам працювати автономно (потужна, ємна та компактна енергоустановка) кардинально знижують мобільність зразків.

Наступний рушій, а саме повітряна подушка – це пневматичний пристрій, який використовується для маневрування великими важкокерованими конструкціями та транспортними засобами. За схемою створення подушка буває камерною, скеговою, сопловою, щільною та криловою. В транспортних засобах застосовують всі, крім камерної.

За способом створення розрізняють статичну (створюється вентилятором – судна на повітряній подушці) і динамічну (створюється за рахунок підняття тиску при русі апарата поблизу опорної поверхні – екраноплани) повітряні подушки.

Судна на повітряній подушці (СПП або hovercraft) – це транспортні засоби, що рухаються за рахунок тяги,

створюваної повітряними гвинтами і оснащені системою створення зони підвищеного тиску під корпусом (повітряної подушки) для здійснення підйому над поверхнею.

Судно на повітряній подушці є амфібійним апаратом, здатним пересуватися по будь-якій відносно рівній поверхні – воді (у тому числі по мілководдю), льоду, піску, траві, болоту і так далі. Подача повітря в повітряну подушку може здійснюватися за допомогою відбору потоку від основних маршевих гвинтів (поєднаний тип) або за допомогою додаткових «нагнітальних» вентиляторів (роздільний тип нагнітаючої установки). Вони рухаються зі швидкістю до 60 вузлів (100 км/год) і долати 5-відсотковий ухил чи перешкоду висотою до третини висоти гнучкого фартуха (скега). При заданих масі і швидкості СПП потребує потужності у 3–4 рази більшої, ніж автомобіль чи звичайне судно. Однак для руху СПП потребує в 2–4 рази меншої потужності, ніж для польоту літального апарату.

Розвитку суден на повітряній подушці з другої половини ХХ століття приділялася значна увага перш за все у військовій сфері [1].

У цивільному секторі також приділяли значну увагу цьому типу рушія. Починаючи з середини ХХ століття по сьогоднішній день, у світі було побудовано багато пасажирських суден на повітряній подушці, в основному в Англії, але також у США, Японії, Франції та СРСР. Сотні таких суден вже перевезли мільйони пасажирів на регулярних лініях у протоці Ла-Манш, Ірландському морі, на середземноморському узбережжі Франції та Італії, в Канаді, США і країнах Карибського басейну, а також в Японії та Австралії. Більшість суден на повітряній подушці мають пасажиромісткість до 100 пасажирів, але з 1968 року почалася експлуатація суден типу 5К4, що вміщують 254 пасажирів і 30 автомобілів. Ці судна пересікали Ла-Манш за 40 хвилин. У 1976 році через Ла-Манш суднами на повітряній подушці (в основному типу 5К4) було перевезено близько 2 млн. пасажирів, що становить 25% від загальної кількості людей, яких перевезли через протоку. Частка суден на повітряній подушці у пасажирських перевезеннях до 1978 г. збільшилася майже до 50%. Цьому сприяло введення в експлуатацію, починаючи з середини 1977 р. 400-місних французьких суден на повітряній подушці типу «Naviplan 500». Це судно, на палубі якого одночасно може перевозитись 45 автомобілів, у 80-90-х роках ХХ століття було найбільшим у світі. Загальна маса судна «Naviplan 500» – 260 тонн, швидкість на спокійній воді – 75 вузлів; потужність енергетичної установки досягала майже 12 тисяч кВт.

Починаючи з 70-х років ХХ століття в Росії було розроблено та випущено серійною промисловістю достатньо велику кількість суден:

1976 р., СПП «Барс» (8 пасажирів) та його модифікації для поштових і пошуково-рятувальних служб, побудовано близько 40 од.;

1984 р., мале СПП «Гепард» (5 пасажирів), побудовано близько 100 од. і СПП «Пума», побудовано більше 20 од.;

1990–1994 рр., мале прогулянкове СПП «Соболь», побудовано близько 30 од.;

1998–2000 рр., річкове пасажирське СПП «Ірбіс» (32 пасажирів), побудовано 4 од.;

2011 р., КПП «Ямал-730», побудовано більше 20 од.

Сьогодні в світі достатньо активно використовують судна на повітряній подушці. Наприклад, компанія «Hovertravel» використовує судна на повітряній подушці для пасажирських перевезень на маршруті Саутсі, Портсмут – Райд, Острів Уайт в Англії. В Росії маршрутні судна на повітряній подушці використовуються для перевезення через широкі замерзлі ріки: через Волгу в Нижньому Новгороді, Москву-річку між м. Литкаріно і с. Андреевське (Логопром), через Амур між російським Благовещенськом та китайським Хезіхе, а також у Казані та Самарі. СПП експлуатуються в США, Японії, Австралії, Південній Кореї, Китаї, Канаді.

Слід зазначити, що СПП не є суто сухопутним рушієм. Як бачимо, основним середовищем пересування СПП була і є вода. Але на цей час світові лідери автомобільної промисловості переглядають цей стан і розглядають можливість застосування статичної повітряної подушки як рушія по суші. Так Volkswagen та Audi розробили свої концепти легкових автомобілів на повітряній подушці: Volkswagen Aqua та Audi Shark.

Основними проблемами СПП, які слід вирішити, є: зменшення потужності, що витрачається на підняття і підтримання судна у завислому стані;

оптимізація співвідношення між висотою підняття і розмірами судна;

удосконалення керування при русі;

зменшення шуму при русі.

І головне: створити судно з економічно ефективним життєвим циклом, особливо протягом експлуатації, тобто зробити машину для щоденного використання в широкому діапазоні застосування.

Таким чином, на цей час масові серійні зразки наземної техніки з рушієм на статичній повітряній подушці складають близько 5% від загального числа всіх зразків техніки, що може пересуватись суходолом. Якщо розглядати також серійні зразки з невеликим обсягом випуску або експериментальні, то ця цифра складе близько 10%. Тобто цей рушій сьогодні має достатньо розвинутий технічний стан та перебуває в режимі експлуатації у певних галузях логістики.

Існуючий рівень мобільності цього типу рушія є високим за рахунок великих швидкостей руху та достатньо високого рівня прохідності. Запас ходу, тобто показник енергоавтономності, також цілком прийнятний, хоча і нижчий, ніж у колісного рушія. Значно нижчим, ніж у колісного рушія, є і показник питомої вантажопідйомності.

Наступний різновид рушія на повітряній подушці – екраноплани. Це судна, які рухаються за рахунок тяги, створеної повітряними гвинтами та природної динамічної повітряної подушки, що виникає від швидкісного натиску набігаючого потоку повітря на повітряне крило при його русі поблизу екрануючої поверхні, а також в його самостабілізації по висоті руху відносно екрана (поверхні землі або води).

З початку п'ятдесятих років минулого століття було створено декілька десятків експериментальних зразків екранопланів, найбільший з яких – КМ радянського виробництва (1980 р.) мав загальну масу в повітрі 544 тонн. Він мав наступні характеристики: висота польоту – 4–14 м, максимальна швидкість – 500 км/год, а дальність польоту – до 1500 км.

На цей час розробки екранопланів та екренольотів (можуть деякий час рухатись як літаки без екрануючої поверхні) продовжуються у РФ, США, Південній Кореї та Китаї. В США компанія Oregon Iron Works, Inc. в рамках проекту SeaScout підписала з Міністерством оборони США контракт на розробку безпілотного аеродесантного високошвидкісного, малопомітного для радарів транспортного засобу з рухом по земній та водній поверхні. В Китаї роботи зі створення екранопланів ведуться з 60-х років ХХ століття. В 2003 році пройшов льотні випробування перший у Китаї дослідний екраноплан. В 2004 році в Китаї розроблена технологія створення 6-місного екраноплана, на базі чого розроблялись 12-ти, 32-х і 38-місні машини. В 2010 році представниками ОАЕ була підписана угода про поставки 17 екранопланів Цзянсуської компанії «Хенчуань». У квітні 2015 року на китайському острові Хайнань успішно завершилися парні випробування 12-місних екранопланів серії CYG-11 розробки хайнанського виробника «Інге». Розробники цього проекту вже отримали замовлення на ці судна від Малайзії та Турції. Представники Інженерно-будівельного інституту в Шанхаї заявили про закінчення створення декількох проектів екранопланів для руху над поверхнею води. Вже до кінця цього десятиліття на регулярні транспортні перевезення вийде близько 200 екранопланів вантажопідйомністю від 10 до 400 тонн як незамінний транспортний засіб для швидкісного пасажирського та вантажного сполучення між островами Південно-Східної Азії.

Основним недоліком цього різновиду рушія як сухопутного є низька можливість ефективного руху над землею. При високих швидкостях руху 400–600 км/год та висоті польоту до 10 м йому потрібна достатньо рівня поверхня. Повороти здійснюються повільно через неможливість різкого нахилу на крило. Крім того, існуючі двигуни вразливі від будь-яких сторонніх предметів у повітрі, а саме на висоті до 10 над землею – великої кількості птахів.

Таким чином, цей різновид рушія на динамічній повітряній подушці почав застосовуватися на серійних

зразках техніки. Технічний стан його дослідження та впровадження ще є низьким. Але проводяться декілька масштабних проектів зі створення потужних масових серійних зразків для використання на морі.

Існуючий рівень мобільності цього типу рушія є найбільш високим за рахунок великих швидкостей руху та майже ідеального рівня прохідності. Запас ходу, тобто показник енергоавтономності, також цілком прийнятний. Але через низьку можливість ефективного руху над землею застосування в якості саме сухопутного рушія є обмеженим.

У новому тисячолітті на рівень серійної експлуатації вийшов і новий тип-принцип рушія – маглев або магнітоплан – рух транспортного засобу в електромагнітному полі. Йому для руху у просторі не потрібні жодні механічні пристосування – він стоїть на місці на нижній поверхні корпусу, а під час транспортування летить над поверхнею. Перша у світі комерційна залізнична лінія на магнітній підвісі побудована в Китаї і з'єднає станцію шанхайського метро «Лун'ян Лу» з міжнародним аеропортом Пудун. Потяг долає відстань 30 км за 8 хв 01 с, розганяючись до швидкості 431 км/год, на якій тримається протягом приблизно 1,5 хв. Будувалася німецькою компанією Transrapid в 2001–2003 рр., введена в експлуатацію 1 січня 2004 р.

Поєднанням маглеву та повітряної подушки є Hyperloop – проект вакуумного потягу, запропонований у 2012–2013 рр. відомим винахідником сучасності Ілоном Маском. В основі створення системи Hyperloop лежить ідея будівництва наземного трубопроводу, в якому зі швидкістю 480–1220 км/год з інтервалом в 30 секунд в одному напрямку будуть переміщуватися поодинокі транспортні капсули довжиною 25–30 м. Існує два типи таких систем, в залежності від типу перевезень – пасажирські чи вантажопасажирські. В якості привода буде застосовуватися лінійний електричний двигун, ротором якого буде сам потяг, а статором – алюмінієві рейки на підлозі тунелю. Електричний струм будуть давати сонячні батареї. На цей час ще не вирішено, чи буде цей рушій пневматичним чи маглев. Розглядаються проекти зі створення масових серійних зразків для використання на принципово нових, спеціально побудованих шляхах сполучення.

Загальний рівень мобільності маглеву як сухопутного рушія є низьким через неможливість використання його поза спеціальними шляхами сполучення. Але на спеціальних шляхах він має найкращі показники прохідності, енергоавтономності зразка через його постійну включеність в загальну мережу та високі швидкості руху. Показники ресурсу ще потребують вивчення.

Висновки

Таким чином, у найближчі десятиліття в транспортних засобах, які рухаються суходолом, будуть

використовуватися всі проаналізовані вище рушії, крім роторно-шнекового. Базовими залишаться колісний та гусеничний рушії. Достатньо стрімко буде розвиватися кроковий рушій, який у поєднанні з колісним та гусеничним створить низку цікавих конструкцій. Рушій на повітряній подушці також очікує потужний розвиток з певною спеціалізацією: статична подушка для сухо-доду та води, динамічна – для водної поверхні. Маглев буде розвиватися суто в межах спеціальних шляхів сполучення регіонального масштабу. Цілком можлива поява рушіїв на нових принципах дії. І головне, більш широкому та масовому застосуванню всіх рушіїв, крім колісного, перешкоджає необхідність проведення досить великого обсягу пошукових робіт зі створення прийнятно економічних конструкцій, які, для впровадження їх у використання, потребують, крім іншого, перебудови існуючої або побудови нової інфраструктури: шляхів сполучення та мережі технічного обслуговування і ремонту. Хоча бурхливий розвиток технологій створення новітніх матеріалів та розвиток двигунів на нових принципах, цілком можливо, кардинально змінять існуючий стан речей.

Список літератури

1. Стукота С.А., Васківський М.І., Міценко Я.С. Класифікаційний аналіз застосування різних типів рушіїв в комплексах озброєння та військової техніки наземного базування: цюквартальний науковий журнал / Системи озброєння і військова техніка. – № 4 (44). – 2015. – С. 36–39.
2. Вахламов В.К. Автомобили: Эксплуатационные свойства / В.К. Вахламов. – М.: Академия, 2005. – 240 с.
3. Гинзбург Ю.В. Промышленные тракторы / Ю.В. Гинзбург и др. – М.: Машиностроение, 1986. – 296 с.
4. Конструирование и расчет колесных машин высокой проходимости: учебник для вузов / под общ. ред. Н.Ф. Бочарова, И.С. Цитовича. М.: Машиностроение, 1983. – 299 с.
5. ET110 – Новый экскаватор - трансформер от ХСМГ // категория «Новости» // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://spectehnika.org/novosti/1-novosti-spectehniki/112-et110novyj-jekskavator-transformer-ot-xcmg.html/> (дата звернення: 23.09.2015).
6. Экскаваторы Kaiser AG // категория «Новости в мире экскаваторов» // [Электронный ресурс]. –

Режим доступа: URL: <http://1-ekskavator.ru/ekskavatory-kaiser-ag/> (дата звернення: 25.09.2015).

7. Характеристики нестандартных экскаваторов Batemag P.100 // категория «Новости в мире экскаваторов» // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: http://ekskavator.ru/excapedia/technic/batemag_p100/ (дата звернення: 25.09.2015).

8. Восьмиколёсный харвестер HSM 405 H2L 8WD steep slope version (крутой склон) // категория «Лесозаготовительная техника» // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://www.npperm.ru/тракторы-hsm/харвестеры/харвестер-hsm-405-h2l-8wd/> / (дата звернення: 25.09.2015).

9. Испытание колесно-шагающего трактора-АВГ12 // категория «Технологии и интернет» // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://rutube.ru/video/822ff87cc773ca04d589a385aab38578/> (дата звернення: 28.09.2015).

10. Шихирин В.Н. Тороидальные движители транспортных средств / В. Шихирин / сборник материалов 2-й Международной научно-практической конференции «Торовые технологии», 21 – 24 сентября 2005 года, Иркутский Государственный технический университет, пленарный доклад, стр. 79-99. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://www.evgars.com/transport.htm/> (дата звернення: 23.10.2015).

11. Шнекороторный вездеход // Материал из Википедии – свободной энциклопедии // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Шнекороторный_вездеход/ (дата звернення: 13.10.2015).

12. Бурдин А., Эволюция шнеко-роторного движителя. Теи-Драйв // категория «Наука и технология: машиностроение» // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://neftegaz.ru/science/view/644?iframe=true&width=90&height=450/> (дата звернення: 13.10.2015).

13. Брискин Е.С., Жога В.В., Чернышев В.В., Малолетов А.В. Основы расчета и проектирования шагающих машин с цикловыми движителями. – М.: ООО "Изд-во Машиностроение-1". 2006. – 164 с.

14. Лапшин В.В. Механика и управление движением шагающих машин – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. – 200 с.

Рецензент: д.т.н., с.н.с. О.М. Купріненко, Національна академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, Львів.

Анализ перспектив использования различных типов движителей автотранспортных средств и специальной техники

С.А. Стукота, В.Ф. Кохан

В статье представлены обобщённые данные анализа использования различных типов движителей автотранспортных средств и специальной наземной подвижной техники как серийного, так и экспериментального производства ведущих машиностроительных стран мира и исследователей-любителей. Основным критерием оценки существующего состояния развития движителя является распространённость его использования в различных образцах наземной техники. Методами сравнительного анализа и структурного обобщения исследуемого объёма средств и образцов техники разработано классификационное упорядочение различных движителей, состоящее из типов и их разновидностей. Представлены основные недостатки различных типов движителей и возможные пути их устранения. Основным критерием оценки перспектив использования движителя является его существующая возможность обеспечения мобильности образца техники, которая состоит из актуальных на сегодня показателей проходимости, энергоавтономности и ресурса эксплуатации. На основе этих данных разработаны предположения относительно перспектив развития и использования движителей в ближайшие десятилетия.

Ключевые слова: автомобильное транспортное средство, образец специальной техники, движитель, колесо, гусеница, шнек, шагоход, воздушная подушка.

Analysis of usage prospects of different types of movers of the vehicles and special machinery

S. Stukota, V. Kohan

In the article there is presented generalized data analysis of using the different types of vehicle movers and movers of special surface transport of the batch production, as well as of the pilot production by world leading engineering countries and amateur researchers. The main criterion for evaluating the current state of development of the mover is the prevalence of its use in a variety of samples of ground equipment.

By methods of comparative analysis and structural synthesis of the studied sample of vehicles and machinery, the arrangement of different classification movers was designed, consisting of different types and their varieties.

There are demonstrated main disadvantages of different types of movers and possible ways of their riddance.

The main criterion for evaluating the prospects of using the mover is its feasibility to provide mobility of the machinery sample, consisting of up-to-date indicators of mobility, energy autonomy and resource exploitation.

Based on this data, the assumption was made regarding the development and usage of movers in the coming decades.

Key words: *automotive vehicle, sample of special machinery, mover, wheel, caterpillar, screw, step-walker, airbag.*

УДК 004.89

П.П. Ткачук¹, В.Л. Живчук¹, В.В. Литвин¹, О.В. Оборська²¹Національна академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, Львів²Національний університет „Львівська політехніка”, Львів**ВИКОРИСТАННЯ ГЕНЕТИЧНИХ АЛГОРИТМІВ У ЗАДАЧАХ ЦІЛЕРОЗПОДІЛУ В АСУ ТАКТИЧНОЇ ЛАНКИ**

У статті розглядається підхід до побудови модуля цілерозподілу в складі автоматизованої системи управління Сухопутних військ Збройних Сил України. Для отримання близького до оптимального цілерозподілу запропоновано використати генетичні алгоритми.

Ключові слова: *цілерозподіл, ймовірність, математичне сподівання, селекція, схрещування, мутація.*

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень і публікацій

Цілерозподіл – це операція, що полягає в призначенні певної цілі певному вогневому засобу. Якщо в наявності декілька цілей, по яких потрібно здійснити вогневий удар, а в нашому розпорядженні є декілька вогневих одиниць (літаків, гармат, ракет), то, вирішуючи завдання цілерозподілу, ми повинні точно вказати, які засоби, в якій кількості і коли направляються на кожну із цілей, яку належить обстріляти [1-2].

Рішення по цілерозподілу являє собою типовий приклад тактичного рішення.

В умовах минулих воєн, коли бойові дії не були такими швидкоплинними, рішення з цілерозподілу зазвичай приймалося командиром на основі бойового досвіду і здорового глузду. В теперішній час такий спосіб не завжди може нас задовольнити. Нерідко зустрічаються умови бою, коли на це просто не вистачає часу (наприклад, при відбитті повітряної атаки). В таких умовах вирішення завдання цілерозподілу доводиться передавати автоматизованим системам.

Бойова обстановка може бути настільки складна, а кількість можливих варіантів настільки велика, що прийняття оптимального рішення без спеціальних розрахунків буде не під силу навіть досвідченому командирі. Щоб завдання цілерозподілу можна було передати машині, повинен бути створений алгоритм вирішення цього завдання (алгоритм цілерозподілу).

Розрізняють два варіанти задачі цілерозподілу:
для засобів оборони;
для засобів нападу.

Різниця їх у тому, що цілерозподіл засобів оборони здійснюється в ході самої операції (наприклад, при відбитті повітряного нальоту), умови якої наперед невідомі і залежать від противника. Цілерозподіл засобів нападу зазвичай проводиться завчасно при плануванні вогневого удару. Якщо мова йде про неповністю розвідані або часто змінювальні дислокацію цілі, чітка різниця між тим чи іншим завданням зникає.

При великій кількості цілей та вогневих засобів для їх ураження завдання цілерозподілу в повному обсязі достатньо складне і потребує врахування багатьох факторів, таких як:

дислокація засобів ураження, їх бойова готовність;