

УДК 623.438

Я.С. Міщенко¹, О.М. Купріненко²¹ Академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, Львів² Центральний НДІ озброєння і військової техніки Збройних Сил України, Київ

АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ НАУКОВО-МЕТОДИЧНИХ ПІДХОДІВ ЩОДО ВИБОРУ ПАРАМЕТРІВ ТА ТИПУ РУШІЯ БОЙОВИХ БРОНЬОВАНИХ МАШИН

Проведено аналіз існуючих науково-методичних підходів, щодо вибору параметрів та типу рушія перспективних бойових броньованих машин, визначені їх недоліки. Обґрунтовано актуальність розробки науково-методичного апарату щодо раціонального вибору параметрів та типу рушія бойових броньованих машин.

Ключові слова: бойова броньована машина, рушій, умови бойового застосування.

Вступ

Постановка проблеми. Досвід воєнних конфліктів останніх десятиріч та, зокрема, антитерористична операція на сході України свідчить, що бойові броньовані машини (ББМ) продовжують відігравати важливу роль у вирішенні широкого спектру бойових завдань, що покладаються не тільки на підрозділи сухопутних військ, а і на підрозділи інших силових структур.

Склад існуючого парку ББМ Збройних Сил України, сформованого у 70-х роках минулого століття, визначався вимогами воєнної доктрини, прийнятої в СРСР після Другої світової війни, та був орієнтований на ведення бойових дій в умовах застосування зброї масового ураження.

Питання застосування ББМ розглядалися стосовно до глибоких наступальних фронтів та армійських операцій на усій території Європи.

Необхідність забезпечення однорідності усіх типів ББМ за рухомістю в широкому діапазоні географічних умов Європи, перш за все в умовах бездоріжжя, була передумовою пріоритетного застосування на ББМ гусеничного рушія [1].

Однак, такий підхід приводить до створення високовартісної техніки, параметри якої не завжди можуть відповідати умовам її бойового застосування, які на сьогоднішній день суттєво відрізняються від умов бойового застосування минулого століття.

Суттєве підвищення ефективності сучасних засобів ураження ББМ, необхідність підвищення рухомості ББМ під час вирішення бойових завдань з розширеними просторовими показниками на території України вимагає створення перспективних ББМ, що відповідають новим умовам їх бойового застосування та економічним можливостям держави.

Враховуючи, що більш дешевий, у порівнянні з гусеничним, колісний рушій надає можливість за-

безпечити кращий рівень маневреності та мобільності ББМ, виникає проблема раціонального вибору типу рушія та його параметрів.

Основний матеріал

За результатами аналізу існуючих науково-методичних підходів щодо вибору параметрів та типу рушія для ББМ встановлено, що на сьогоднішній день експериментальні дослідження, щодо впливу конструктивних параметрів колісного рушія на його експлуатаційні якості, пов'язані з великими економічними витратами і технічними труднощами внаслідок складності створення декількох комплектів шин, які б відрізнялися лише одним параметром, що досліджується.

Аналіз також показав недостатню кількість експериментальних даних, які необхідні для визначення впливу конструктивних параметрів колеса на експлуатаційні властивості ББМ. Слід зазначити, що більшість даних отримані в умовах не дотримання постійних значень параметрів, які не досліджувалися [2]. У всіх підходах враховані наступні показники: повна маса зразка, середній питомий тиск, який створюється в контурній площі рушія з опорною поверхнею (ОП) та призначення самого зразка.

В різних галузях машинобудування застосовують різні підходи щодо визначення оптимальних параметрів та типу рушія машин, з врахуванням основних завдань, для яких створюється зразок та які визначаються в технічному завданні.

Так, в конструкторських бюро, які пов'язані із розробкою колісних машин великої вантажопідйомності, суттєву увагу приділяють значенню глибини колії, яка утворюється в процесі експлуатації, враховуючи необхідний індекс навантаження для колісних рушіїв [3].

Для вибору необхідних параметрів рушія та його типу в сфері сільського господарства найбі-

льшу увагу звертають на значення середнього питомого тиску машини на ОП, який передається через рушій [4].

В конструкторських бюро, які проектують легкові автомобілі, більше уваги звертається на швидкісні характеристики рушія, а саме на значенням індексу швидкості [5]

За результатами проведених досліджень в [6] встановлено, що світова тенденція щодо вибору рушія БМ за останні роки змінилася і спрямована на зменшення кількості використання гусеничних БМ на користь колісних.

Така зміна обумовлена зміною умов бойового використання БМ та ґрунтується на емпіричних підходах.

Зазначені обставини, дозволяють піддати сумніву доцільність використання таких підходів та вимагають розробки відповідних науково-методичних підходів, які б дозволяли здійснювати обґрунтований вибір параметрів та типу рушіїв для перспективних бойових броньованих машин з метою їх раціональної експлуатації у різних фізико-географічних районах світу.

На сьогоднішній день, проблема вибору параметрів та типу рушія для БМ до кінця не вивчена. Особливістю проблеми є складний процес взаємодії рушія з ОП ґрунтів, що деформуються. Відомі науково-методичні підходи, які спрямовані на вирішення даної проблеми не дозволяють повністю врахувати зміну фізико-механічних властивостей ґрунту на протязі календарного року в різних фізико-географічних районах світу.

В роботі [7] представлений спосіб, який полягає у визначенні типу рушія функціональною залежністю

$$T_p = f(M_{TC}; p_s)$$

за умови

$$P_{TC} \leq p_s,$$

де T_p – тип рушія машини;

M_{TC} – повна маса машини, т.;

p_{TC} – середній питомий тиск машини на ОП через контурну площу рушія, Па;

p_s – несуча здатність ОП, Па.

Графічна інтерпретація цього методу зображена у вигляді номограми на рис. 1.

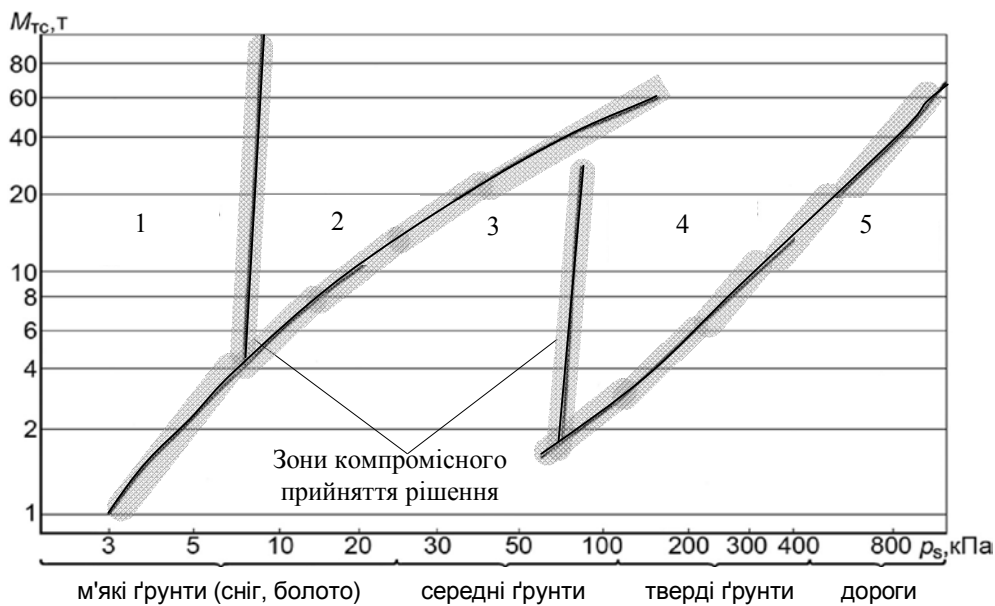


Рис. 1. Зони доцільного використання машини з різними типами рушіїв залежно від її M_{TC} і p_s :

- 1 – апарати на повітряній подушці;
- 2 – зчленовані гусеничні машини;
- 3 – гусеничні машини;
- 4 – багатовісні колісні машини;
- 5 – двовісні машини.

Недолік цього підходу полягає у тому, що вибір типу рушія здійснюється без визначення їх основних параметрів. Тобто, даний підхід має рекомендаційний характер.

По-перше: з [2] відомо, що розрахунки щодо визначення несучої здатності ґрунту проводяться

експериментальним способом та мають суттєві похибки при полігонних випробовуваннях в інших географічних районах світу.

По-друге: з [8, 9] відомо, що основною умовою руху колісної машини по опорній поверхні є така умова:

$$\Pi = \varphi - f > \operatorname{tg} \alpha,$$

де Π – критерій прохідності;
 φ – коефіцієнт зчеплення коліс з ґрунтом;
 f – коефіцієнт опору руху,
 α – кут підйому.

По-третє: з [10] відомо, що значення внутрішнього кута тертя та внутрішнього зчеплення в ґрунті, залежать від розмірів площі штамбу, через який здійснюється навантаження. Крім цього, використовуються середні значення несучої здатності ґрунту і тільки для однорідного типу ґрунту. Враховуючи вище зазначене, можна піддати сумніву доцільність використання такого науково-методичного підходу. До того ж, вздовж ліній розмежування рекомендованих зон використання машин з різними типами рушіїв виникають зони компромісного прийняття рішення, обумовлених наблизеними значеннями площ робочих поверхонь сусідніх типів рушіїв.

Отже, виникає необхідність проведення аналізу існуючих науково-методичних підходів щодо визначення основних параметрів рушіїв.

В [11] доктором технічних наук, професором Опейко Ф.А. для колісного рушія запропоновано визначати співвідношення між зовнішнім діаметром та шириною профілю колеса умовою

$$D \cdot B \geq \frac{P_z}{f_k - p},$$

де D – зовнішній діаметр колеса, м.;
 B – ширина профілю колеса, м.;
 P_z – вертикальне навантаження на колесо, Н.;
 f_k – коефіцієнт опору кочення колеса;
 p – середній питомий тиск рушія на ОП, Па.

Недоліком даного підходу є те, що не враховуються фізико-механічні властивості ОП.

Доктор технічних наук, професор Антонов А.С в [12] запропонував визначати середній питомий тиск на ОП через контурну площу робочої поверхні гусеничного рушія за виразом

$$q_{\text{ср}} = \frac{G}{2LB},$$

де G – вага машини, кгс.;
 $q_{\text{ср}}$ – значення середнього питомого тиску машини на ОП через її рушій, кгс/см²;
 L – довжина робочої поверхні, см;
 B – ширина гусениці, см.

Недоліком даного підходу є: неможливість визначення загальної довжини гусениці; значення середнього питомого тиску машини через рушій на ОП порівнюються із значеннями несучої здатності ґрунтів, які визначаються за середніми даними їх вологості та щільності на умовній глибині заглиблення гусениці в ґрунт на 0,1 м. експериментальним методом.

В [10] доктором технічних наук, професором Агейкіним Я.С. розроблено методику визначення

оптимальних параметрів колісного рушія. Вона дозволяє визначити оптимальні параметри колісного рушія з урахуванням в'язко-пружних характеристик ґрунту при заданому навантаженні.

Недоліками запропонованого підходу є: складність проведення розрахунків пов'язаних з великою кількістю вхідних даних, обмежень і припущень; значення фізико-механічних властивостей ґрунтів приймаються приблизними із середніми значеннями їх вологості; розглядаються тільки однорідні типи ОП, для проведення визначення оптимальних параметрів необхідно мати данні глибини м'якого шару ґрунту.

Котурну площу колісного рушія можна визначити за виразом, який в [13] запропонував Р. Хедекель:

$$S = (r_b - r_c) \cdot \sqrt{D \cdot B},$$

де r_b – вільний радіус колеса, м;
 r_c – статичний радіус колеса, м.

Недоліком даного підходу є те, що не враховані в'язко-пружні властивості ґрунту.

Доктор технічних наук, професор Казаченко Г.В. в [3] запропонував визначити деформацію ОП виразом

$$h_{\text{max}} = \frac{P_{z \text{max}}}{\sqrt{S_k \cdot E}},$$

де h_{max} – значення деформації ОП, м.;
 S_k – контурна площа контакту колісного рушія з ОП, м²;
 E – модуль деформації ОП, МПа.

Даний науковий підхід найбільше підходить для можливого визначення параметрів колісного рушія на етапі проектування. Однак, суттєвим недоліком, який не дозволяє визначити раціональні параметри колісного рушія машини для майбутньої експлуатації в конкретних фізико-географічних районах світу є те, що значення модуля деформації безпосередньо залежать від типу ґрунту та значення відносної вологості на глибині до 0,5 м. В даному випадку, значення модуля деформації ґрунту визначають експериментально, враховуючи найважчі ділянки районів експлуатації машини. Такий підхід не дозволяє визначити раціональні параметри рушія для перспективних ББМ у зв'язку із постійною зміною модуля деформації, значення якого залежать від типу ґрунту та його вологості.

Крім цього, необхідно врахувати, що для збільшення контурної площі контакту колісного рушія доцільно розглядати три варіанти зміни геометричних параметрів колеса в складних дорожніх умовах [2]. При цьому, найбільший вплив на підвищення ефективності експлуатації колісного рушія відбувається при збільшенні ширини та висоти профілю за умови збереження їх постійного співвідношення.

За результатами аналізу існуючих науково-методичних підходів щодо визначення основних параметрів рушія, враховуючи складність процесу взаємодії рушія з ОП та в'язко-пружні властивості зв'язних ґрунтів, встановлено, що на сьогоднішній день прямих залежностей, які б дозволяли здійснювати перехід від значення необхідної раціональної контурної площі до визначення основних геометричних параметрів гусеничної стрічки та колеса під час експлуатації по м'яким та сильно зволоженом поверхням немає.

Отже, існуючі науково-методичні підходи, щодо визначення параметрів та типу рушія ББМ, є складними, ґрунтуються на емпіричних залежностях, не дозволяють на достатньому рівні враховувати фізико-механічні властивості ОП протягом календарного року, визначати його раціональні параметри та здійснювати вибір їх типу, на етапі проектування зразка, для конкретних фізико-географічних районів експлуатації ББМ при різних навантаженнях на рушії.

Таким чином, виникає протиріччя між необхідністю раціонального вибору параметрів і типу рушія ББМ та недосконалістю існуючих науково-методичних підходів.

Висновки

Враховуючи вищезазначене, виникає необхідність у розробці математичних моделей, які б дозволяли, враховуючи особливості фізико-механічних властивостей ґрунту, здійснювати перехід від значень необхідних раціональних контурних площ контакту рушія до значень його геометричних параметрів.

Розроблені математичні моделі дозволять вирішити наукове завдання, яке полягає в розробці методики обґрунтування параметрів та типу рушія перспективних ББМ з урахуванням особливостей фізико-механічних властивостей ґрунту можливого району бойового застосування.

Список літератури

1. Теория и конструкция танка: [в 10 т.] – М.: Машиностроение, 1990. – Том 1: Основы системы управления развитием военных гусеничных машин / [сост. Потемкин Э.К., Вильховченко Н.Н. и др.; ред. Исакова П.П.]. – 1982. – 212 с.
2. Агейкин Я.С. Вездеходные колёсные и комбинированные двигатели / Я.С.Агейкин – М.: Машиностроение, 1972. – 184 с.
3. Казаченко Г.В. Колёсные двигатели горных машин. Методическое пособие / Г.В. Казаченко, Г.А. Басалай, Э.А. Кремчев – Минск.: БНТУ, 2012. – 37 с.
4. Трактори та автомобілі. Частина 3: Шасі / Навч. пос. / А.Т. Лебедев, В.М. Антоценков, М.Ф. Бойко та ін.; ред. Лебедев А.Т. – К.: Вища освіта, 2004. – 334 с.
5. Как подобрать новые шины к автомобилю [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://shina34.su/articles/avtoshiny/Kak%20podobrat%20nove%20shiny%20k%20avtomobilu> – 08.07.2014.
6. Мищенко Я.С. Сучасний стан та проблеми вибору типу рушія бойових броньованих машин / Я.С.Мищенко // Військово-технічний збірник. – 2015. – №12. – С.34-38.
7. Котович С.В. Двигатели специальных транспортных средств. Часть I: Учебное пособие / С.В. Котович. – М.: МАДИ (ГТУ), 2008. – 161 с.
8. Теория, конструкция и расчет боевых колесных машин / [Медведков В.И., Агейкин Я.С., Антонов Д.А. и др.] ; под. ред. В.И. Медведкова. – М.: Академия бронетанковых войск, 1976. – 407 с.
9. Аксенов А.П. Многоосные автомобили / П.В. Аксенов. – [2-е изд.] – М.: Машиностроение, 1989. – 280 с.
10. Агейкин Я.С. Проходимость автомобилей / Я.С.Агейкин – М.: Машиностроение, 1981. – 232 с.
11. Опейко Ф.А. Торфяные машины / Ф.А. Опейко – Минск: Вышэйшая школа, 1968. – 408 с.
12. Антонов А.С. Армейские гусеничные машины / А.С. Антонов, М.М. Запрягаев, В.П. Хавханов – М.: Воениздат, 1973. – 326 с.
13. Бойков В.П. Шины для тракторов и сельскохозяйственных машин / В.П. Бойков, В.Н. Белковский. – М.: Агропромиздат, 1988. – 240 с.

Надійшла до редколегії 30.07.2015

Рецензент: д-р техн. наук, ст. наук. співр. А.М. Зубков, Академія сухопутних військ ім. гетьмана Петра Сагайдачного, Львів.

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ ПО ВЫБОРУ ПАРАМЕТРОВ И ТИПА ДВИЖИТЕЛЯ БОЕВЫХ БРОНИРОВАННЫХ МАШИН

Я.С. Мищенко, А.Н. Куприненко

Проведен анализ существующих научно-методических подходов по выбору параметров и типа двигателя перспективных ББМ, определены их недостатки. Обоснована актуальность разработки научно-методического аппарата для рационального выбора параметров и типа двигателя ББМ.

Ключевые слова: боевые бронированные машины, двигатель, условия боевого применения.

AN ANALYSIS OF THE EXISTING SCIENTIFIC AND METHODOLOGICAL APPROACHES TO THE CHOICE OF PARAMETERS AND THE TYPE OF PROPULSION ARMORED COMBAT VEHICLES

Y.S. Mischenko, O.M. Kuprinenko

The analysis of the existing scientific and methodological approaches, to the choice of parameters and the type of propulsion of advanced armored vehicles is done and identified their limitations. The topicality of the development of scientific-methodological apparatus for the rational choice of parameters and the type of propulsion armored combat vehicles is founded.

Keywords: armored combat vehicles, engine, combat use conditions.