

СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ І ЗАВДАННЯ ЇХНЬОГО ЕРГОНОМІЧНОГО ПРОЕКТУВАННЯ

М.А. Павленко, В.Н. Руденко, П.Г. Бердник, Ю.В. Данюк

У статті запропоновано визначення систем підтримки прийняття рішень. Розглянуто структуру й місце систем підтримки прийняття рішень у системах керування. Запропоновано класифікацію систем підтримки прийняття рішень. Обґрунтовано перелік завдань ергономічного забезпечення розробки систем управління при використанні систем підтримки прийняття рішень.

Ключові слова: системи підтримки прийняття рішень, ергономічне забезпечення.

SYSTEMS OF SUPPORT OF MAKING A DECISION AND TASK OF THEIR ERGONOMETRIC PLANNING

M.A. Pavlenko, V.N. Rudenko, P.G. Berdник, Y.V. Danyuk

Determination of the systems of support of making a decision is offered in the article. A structure and place of the systems of support of making a decision is considered in the system control. Classification of the systems of support of decision making is offered. The list of tasks of the ergonomic providing of development of control systems at the use of decision making support systems is grounded.

Keywords: SPPR, ergonomic support.

УДК 629.113: 656.13.

Ю.І Бударецький, В.В.Прокопенко, С.А.Мартиненко

Академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, Львів

ОСОБЛИВОСТІ ПОБУДОВИ АВТОМАТИЗОВАНОГО КОНТРОЛЬНО-ВИПРОБУВАЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕНЬ ХАРАКТЕРИСТИК ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ ПІДРОЗДІЛІВ

В статті розглянуто автоматизований контрольно – випробувальний комплекс, що забезпечує точну фіксацію фактичних значень швидкості, прискорення руху та пройденого шляху.

Ключові слова: автоматизований контрольно-випробувальний комплекс, радіолокаційний доплерівський вимірювач, витратомір палива.

Вступ

Постановка проблеми. Для передислокації особового складу артилерійських підрозділів та причіпних гармат на вогневі позиції в Збройних Силах України широко використовуються артилерійські тягачі, що мають легке броне покриття (МТ-ЛБ, БТР-1) на гусеничному ході, або повнопривідні колісні тягачі типу ЗИЛ-131, УРАЛ-4320 (КаМАЗ-4310), КрАЗ-5233ВЕ, МАЗ-79111. Особливості проведення ходових випробувань таких транспортних засобів (ТЗ) артилерійських систем (АС) по оцінці їх гальмівних, швидкісних, паливо-економічних та експлуатаційних характеристик полягають в необхідності визначення цих характеристик при русі по ґрунтових і піщаних дорогах та по бездоріжжю (пересіченій місцевості). Тому, як показує аналіз публікацій, використання традиційних для доріг з асфальто-бетонним

покриттям засобів вимірювання на базі «п'ятого колеса», унеможлиблює проведення таких випробувань, оскільки при пересуванні ТЗ по бездоріжжю порушуються умови експлуатації таких засобів вимірювання і вони не забезпечують достатньої точності фіксації фактичної швидкості руху та пройденого шляху [1, 2]. Особливе значення точність визначення цих параметрів має в підсистемах визначення шляху [4] в інтегрованій системі топогеодезичної прив'язки артилерійських систем.

Метою статті є розгляд і обґрунтування принципів побудови складових частин безконтактних радіолокаційних контрольно – випробувальних комплексів, що забезпечують високу точність вимірювання параметрів руху повнопривідних ТЗ при їх пересуванні по дорогах з різним покриттям та по бездоріжжю.

Основний матеріал

Одним з варіантів реалізації безконтактних методів вимірювань є використання для оцінки параметрів руху ТЗ доплерівських вимірювачів швидкості та пройденого шляху. Основні співвідношення, які описують роботу такого вимірювача пояснюються схемою встановлення приймально-передавального модуля (ППМ), що наведена на рис.1.

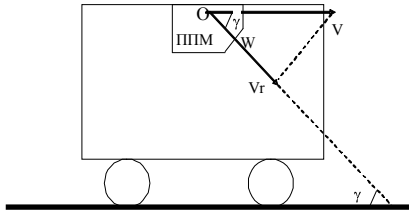


Рис.1. Схема встановлення ППМ доплерівського вимірювача на ТЗ, де W – приймально-передавальна антена

Відомо, що доплерівське зміщення несучої частоти визначається виразом [3]:

$$F_{\delta} = \gamma V_r \frac{f_0}{C}, \quad (1)$$

де F_{δ} [Гц] доплерівське зміщення несучої частоти, V_r [м/с] - радіальна складова швидкості переміщення ППМ, f_0 [Гц] - несуча частота зонduючого сигналу, $C=3*10^8$ [м/с] - швидкість розповсюдження радіохвиль.

Величина V_r пов'язана зі швидкістю переміщення об'єкта встановлення ППМ відносно поверхні, що опромінюється V, як

$$V_r = V \cos \gamma \quad (2)$$

де γ - кут між вектором швидкості об'єкта, на якому встановлено ППМ, і напрямком на поверхню, що опромінюється.

При пересуванні ТЗ по пересіченій місцевості кут γ буде постійно змінюватись за рахунок коливань ППМ відносно точки O. З рис. 1 і виразів (1), (2) видно, що при цьому буде виникати відповідна зміна доплерівської частоти, що веде до похибок оцінки швидкості руху.

Кардинальним рішенням для випробувань, в т.ч. і на бездоріжжі, є безконтактне вимірювання фактичної швидкості, прискорення руху і пройденого шляху за допомогою доплерівського радіолокаційного вимірювача, ППМ якого побудовано з двома приймально – передавальними антенами (рис.2), діаграми спрямованості яких розташовані під кутом 90° і направлені вперед - назад під кутом 45° відносно полотна дороги [3].

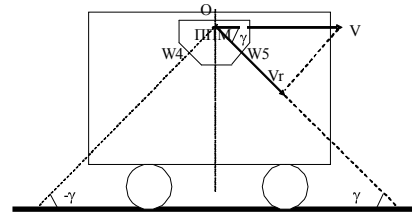


Рис.2. Схема встановлення ППМ з двома приймально-передавальними антенами W4,W5

ППМ такого вимірювача уявляє собою автодинний прийомопередавач. Його структурна наведена на рис. 3 [3, 4], згідно якої він складається з передавального, приймального і антенного тракту.

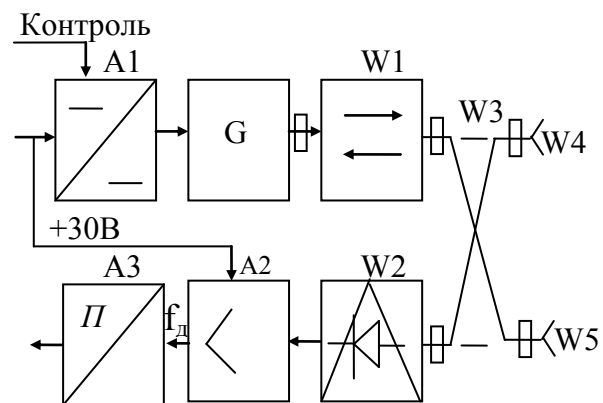


Рис. 3. Функціональна схема ППМ

До складу передавального тракту входять:

- стабілізатор струму A1,
- ЛПД-генератор G,
- вентиль W1.

До складу приймального тракту входять:

- змішувальна камера W2,
- підсилювач доплерівської частоти A2,
- формувач імпульсів A3.

До складу антенного тракту входять:

- щилиний міст W3,
- рупорні антени W4, W5.

За функціональним призначенням робота блоку відбувається наступним чином.

Генератор G видає НВЧ сигнал

$$u_n(t) = I_n \cos \omega t,$$

який через невзаємний пристрій (вентиль) W1, що служить для розв'язки та погодження генератора з антенним трактом, поступає на одно з плеч щилинного мосту W3. Тут відбувається розділення потужності між антенами W4, W5 на дві рівні частини, при чому невелика частина потужності з рівнем (-15...-20) дБ поступає на змішувальну камеру W2.

Сигнал, що відбивається від полотна дороги, приймається антенами W4, W5 і має доплерівське зміщення частоти, яке в першому наближенні, без урахування кінцевої ширини ДСА, описується виразами:

$$\begin{aligned} u_{w4}(t) &= A_4 \times \cos(\omega_o + \Omega_{\Delta} t), \\ u_{w5}(t) &= A_4 \times \cos(\omega_o - \Omega_{\Delta} t), \end{aligned} \quad (3)$$

де $\Omega_{\Delta} = 2\pi F\delta$, $F\delta$ – доплерівське зміщення частоти зондуючого сигналу.

В подальшому ці сигнали додаються в плечі щілинного мосту, якій навантажений на змішувальну камеру. Тут відбувається перемноження відбитих сигналів $u_{w4}(t)$, $u_{w5}(t)$ з сигналом $\sin(t)$, що відгалужується з виходу передавача:

$$\begin{aligned} u_{\Delta}(t) &= u_{w4}(t) \times \sin(t) \oplus u_{w5}(t) \times \sin(t) = \\ &= A_4 \cos(\omega_o + \Omega_{\Delta} t) \times \sin t \oplus \\ &= A_5 \cos(\omega_o - \Omega_{\Delta} t) \times \sin t. \end{aligned} \quad (4)$$

Після фільтрації гармонік з частотою $2\omega_{\Delta}$ виділяється сигнал різницевої частоти доплера, який поступає в підсилювач доплерівської частоти (ПДЧ) А2:

$$\begin{aligned} u_{\Delta}(t) &= A_{\Delta} [\cos \Omega_{\Delta} + \cos(-\Omega_{\Delta})] = \\ &= 2A_{\Delta} \cos \Omega_{\Delta} \end{aligned} \quad (5)$$

Як відмічалось, основною особливістю побудови ППМ є те, що діаграми спрямованості антен W4, W5 розташовані під кутом 90° і направлені під кутом 45° до полотна дороги вперед-назад відносно напрямку руху. Таке розташування антен і наведена схема селекції доплерівських сигналів значно зменшують похибки вимірювань, які виникають за рахунок подовжніх коливань корпусу об'єкту встановлення ППМ відносно його центру мас.

З рис. 1, 2, 3 і виразів (1)...(5) видно, що при наявності в складі ППМ тільки однієї антени W (рис. 1) при пересуванні ТЗ по пересіченій місцевості, кут γ буде постійно змінюватись за рахунок коливань ППМ відносно точки О і при цьому буде виникати відповідна зміна доплерівської частоти, що веде до похибок оцінки швидкості руху. При наявності двох антен W4 і W5 (рис.2) ці похибки компенсуються в наведеній на рис.3 схемі побудови ППМ.

Такі рішення у виборі методу вимірювань і принципу побудови ППМ значно зменшують похибки оцінки параметрів руху за рахунок подовжніх коливань ТЗ відносно його центра мас та повністю виключає характерні суттєві похибки традиційних методів вимірювання за допомогою «п'ятого колеса», які викликані пробуксовуванням ведучих коліс.

Конструктивно ППМ змонтований в оригінальному литому корпусі з габаритами 187x x 164x70 мм. Маса блоку не перевищує 2,5 кг. Реалізація роботи ППМ в тій частині міліметрового діапазону хвиль, в якій згасання в приземному шарі атмосфери досягає максимуму (60 ГГц), забезпечує високі показники скритності, завадостійкості і електромагнітної сумісності роботи ППМ в складі ТЗ [4].

На базі ППМ, що розглянуто, створено автоматизований контрольно-випробувальний комплекс (АКВК) для досліджень характеристик транспортних засобів артилерійських підрозділів, в основу якого покладено:

- використання імпульсного методу для вимірювання пройденого шляху, швидкості, прискорення (сповільнення) руху, витрати палива і часу, що дозволило створити уніфікований цифровий вимірювач на основі однокристального мікроконтролера, який забезпечує обробку інформації від різномісних датчиків, в т.ч. додаткових;

- наявність портативного комп'ютера (ПК), який під керуванням розробленого програмного забезпечення проводить реєстрацію одержаної інформації, її обробку і відображення результатів в реальному масштабі часу як в табличному, так і в графічному вигляді в усіх режимах руху ТЗ [6].

Структурна схема АКВК наведена на рис. 4.

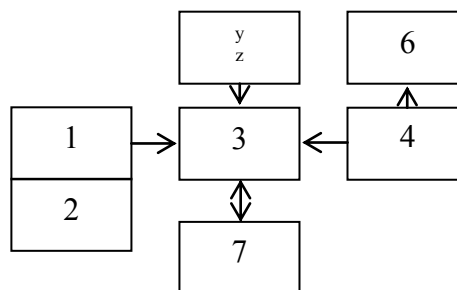


Рис 4. Структурна схема АКВК

АКВК (рис.4) складається з функціонально закінчених блоків і модулів: приймально-передавального модуля (ППМ) 1, магнітної платформи для кріплення ППМ на корпусі ТЗ 2, блоку цифрового вимірювача (БВ) 3, блоку джерел вторинного електроживлення (БЖ) 4, підпедального давача гальм 5, витратоміра палива 6, ПК 7, і комплекту кабелів з'єднання та підключення.

Модульний принцип побудови, конструктивні і програмні особливості побудови АКВК забезпечують зручність його експлуатації, яка полягає в наступному:

- в можливості оперативного встановлення складових части комплексу на корпусі ТЗ за допомогою магнітної платформи (рис. 7);

- в можливості підключення до бортової мережі з напругою як 12 В, так і 24 В;

- в автоматичному введенні калібрувальних коефіцієнтів при проходженні ділянки шляху довжиною 1000 м.

На рис. 5 представлено розміщення складових частин АКВК в кабіні КамАЗ-4310.

В залежності від типу випробувань ПК може розміщатись як в окремому відсіку корпуса типу кейс-дипломат, так і в зручному для оператора місті в межах ТЗ АС (рис.5).



Рис. 5. Розміщення складових частин АКВК в кабіні КамАЗ-4310

На рис. 6, ..., 13 представлено монтаж ППМ за допомогою магнітної платформи на транспортних засобах підвищеної прохідності, що використовуються для передислокації різних типів артилерійських систем.

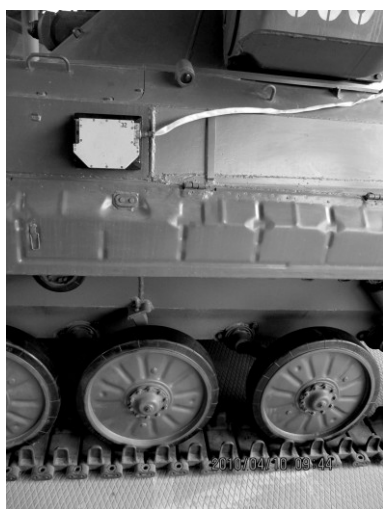


Рис. 6. Монтаж ППМ на РРП (шасі БМП-1)



Рис. 7. Монтаж ППМ на 2С5 (шасі Т72)



Рис.8. Монтаж ППМ на БМ-21 (КРА35233ВЕ)



Рис. 9. Монтаж ППМ на БМ-9А52 (МАЗ79111)



Рис.10. Монтаж ППМ на ПУ 9П117 (МА3543)



Рис.11. Монтаж ППМ на кунзі МТО-АТ (Зіл-131)



Рис.12. Монтаж ППМ на БМ 9П140 (Зіл-135)



Рис.13. Монтаж ППМ на 1В118 (БТР-60ПБ)

Проведені дорожні випробування при встановленні АКВК на повнопривідних автомобілях КамАЗ – 4310 (6×6) та HUMMER M998 (4×4) на 4 типах доріг (асфальт, ґрунтова (супісок), гравійна та трав'яне покриття на пересічній місцевості) підтвердили високу точність і ефективність вимірювального комплексу.

Відносна середньоквадратична похибка вимірювань АКВК не перевищує 0,1% в діапазоні швидкостей руху ТЗ від 1 до 250 км/год незалежно від типу і стану дорожнього покриття, що підтверджено державним сертифікатом України [5].

В порівнянні з механічними засобами вимірювань розроблений АКВК дозволяє збільшити повноту досліджень характеристик ТЗ. Зокрема цікавою є оцінка ступеня пробуксовування ведучих коліс на різних деформованих сухих покриттях, а саме, коефіцієнта пробуксовування (проковзування) шин. Отримані експериментальні результати загалом підтверджують якісний характер зміни коефіцієнту пробуксовування шин в залежності від швидкості руху по конкретному типі дороги та росту його значень при переході на важкі умови руху, що відомо з робіт [7, 8]. При цьому суттєвим чинником є відносна легкість експериментального визначення за допомогою АКВК кількісного значення коефіцієнта пробуксовування.

Висновки

Розглянуті особливості побудови АКВК дозволяють провести повномасштабні випробування ТЗ, що використовуються для передислокації особового складу, самохідних та причіпних гармат артилерійських підрозділів при їх пересуванні як по дорогах з різним типом покриття, так і по бездоріжжю. Крім того, отримані результати теоретичних і експериментальних досліджень складових частин АКВК дозволяють створити на їх основі засоби автономної навігації [4], які значно підвищують точність топогеодезичної прив'язки бойових одиниць артилерійських підрозділів.

Список літератури

1. Колесные автомобили высокой проходимости / [Гринченко И.В., Розов Р.А. и др.]. – М.: Машиностроение, 1967. – 240 с.

2. Аксенов П.В. Многоосные автомобили / П.В.Аксенов. – М.: Машиностроение, 1980 – 207 с.

3. Бударецкий Ю.И. Унифицированный радиолокационный измеритель параметров движения АСВ и топопривязки./ Бударецкий Ю.И., Вишнепольская И.Д., Непорада С.Н. // Сборник трудов 4-й международной конференции «Артиллерийские ствольные системы, боеприпасы, средства артиллерийской разведки и управления огнем. 17-20 октября 2000г. – К.: ГК «Укрспецэкспорт. Госкомполитики Украины, 2000. – С. 208-210.

4. Ю.И.Бударецкий. Особливості побудови підсистеми визначення шляху і експериментальні дослідження її складових частин // Ю.І. Бударецкий, М.Г.Грубель, М.І.Гладкий, С.М.Назаркевич // Військово-технічний збірник. – 2009. – Вип.1. – С. 30-35.

5. Ткачук П.П. Дорожні випробування і оцінка паливної економічності повнопривідних автомобілів на різних типах доріг / П.П.Ткачук, М.Г. Грубель, Л.В. Крайник, Ю.І. Бударецкий // Автошляховик України. – 2007. – №5. – С. 12-15.

6. Бударецкий Ю.І. Конструктивні особливості та алгоритми роботи комплексу оцінки ходових характеристик ДТЗ / Бударецкий Ю.І., Грубель. М.Г., Кулько Н.В., Назаркевич С.М. // Автомобильный транспорт. – 2008. – Выпуск 23. – С.21-25.

7. Говоруценко Н.Я. Основы теории эксплуатации автомобилей / Говоруценко Н.Я. – К.: Вища школа, 1971. – 231 с.

8. Кошарный М.Ф. Технично- эксплуатационные свойства автомобилей высокой проходимости / М.Ф. Кошарный – К.: Вища школа, 1981. – 208 с.

Надійшла до редакції 10.09.2009 р.

Рецензент: доктор технічних наук, професор Ю.В.Шабатура, Академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, Львів.

ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОНТРОЛЬНО-ИСПЫТАТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ХАРАКТЕРИСТИК ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ АРТИЛЛЕРИЙСКИХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ

Ю.И. Бударецкий, В.В. Прокопенко, С.А. Мартыненко

В статье рассмотрен автоматизированный контрольно – испытательный комплекс, который обеспечивает точную фиксацию фактических значений скорости, ускорения движения и пройденного пути.

Ключевые слова: автоматизированный контрольно-испытательный комплекс, радиолокационный доплеровский измеритель, расходомер топлива.

FEATURES OF CONSTRUCTION OF THE AUTOMATIC CONTROL-TEST COMPLEX FOR RESEARCH ON CHARACTERISTICS OF ARTILLERY UNITS VEHICLES

Y.I. Budaretskiy, V.V. Prokopenko, S.A. Martynenko

The automatic control and experimental complex providing the precise fixation of factual speed, acceleration and passed roadway is regarded in the article.

Keywords: automatic control-test complex, radar doppler measuring instrument, a fuel flowmeter.