

DOI: <https://doi.org/10.36910/6775-2524-0560-2023-50-02>

УДК 62-23

Кузавков Василь Вікторович, д.т.н., професор

<https://orcid.org/0000-0002-0655-9759>

Поляк Ілля Євгенійович, ад'юнкт

<https://orcid.org/0000-0002-5469-3215>

Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації імені Героїв Крут, м. Київ, Україна

АНАЛІЗ ТРАНСПОРТНОЇ БАЗИ ДЛЯ ВСТАНОВЛЕННЯ СТАБІЛІЗОВАНОЇ ПЛАТФОРМИ НЕТИПОВОЇ АРТИЛЕРІЙСЬКОЇ СИСТЕМИ

Кузавков В.В., Поляк І.Є. Аналіз транспортної бази для встановлення стабілізованої платформи нетипової артилерійської системи. В роботі проведено аналіз технічних характеристик транспортних засобів з метою встановлення нетипових вогневих засобів тактичної ланки з уніфікованою стабілізаційною платформою. Стабілізаційна платформа забезпечує автоматичну компенсацію збурень обумовлених функціонуванням вогневих засобів. В основу аналізу покладено вимоги до рухомих засобів, перелік нетипових вогневих засобів які вже використовуються в зоні ведення бойових дій та недоліки конструкції саморобного переобладнання транспортних засобів.

Ключові слова: транспортна база, стабілізована платформа, однооб'ємний, двооб'ємний, триоб'ємний автомобіль.

Kuzavkov V.V., Polyak I.E. Analysis of the transport base for the installation of a stabilized platform of an atypical artillery system. In the work, an analysis of the technical characteristics of vehicles was carried out with the aim of installing atypical firearms of the tactical link with a unified stabilization platform. The stabilization platform provides automatic compensation for disturbances caused by the operation of fire equipment. The basis of the analysis is the requirements for mobile vehicles, the list of atypical firearms that are already used in the combat zone, and the shortcomings of the constructions of self-made conversion of vehicles.

Keywords: transport base, stabilized platform, one-volume, two-volume, three-volume car.

Постановка завдання. При застосуванні сучасних зразків техніки, які адаптовані для роботи в умовах швидкої зміни обстановки, основна увага приділяється максимальному спрощенню їх налаштування, ефективному використанню особовим складом з різним рівнем технічної підготовки. Напрямок вдосконалення та модернізації військової техніки повинно бути підвищення ефективності функціонування системи управління до складу якої входить сукупність різнотипних технічних засобів (засобів зв'язку).

Аналіз досліджень. За результатами доступних публікацій [1] Проведено аналіз змін в конструкції сучасних автомобілів вітчизняного й іноземного виробництва. [2] Запропоновано визначення зміни центру маси в залежності від тактико-технічних характеристик встановленого нетипового вогневого засобу.

Метою статті є здійснення аналізу колісних транспортних баз цивільного призначення які використовуються з нетиповими вогневими засобами у тактичній ланці ЗСУ.

Виклад основного матеріалу. В ході збройної агресії РФ проти України швидкоплинність та мобільності ведення бойових дій вимагає масового використання високомобільних транспортних засобів (ТЗ). Волонтерські організації намагаються задовільнити постійно зростаючий запит ЗСУ в таких ТЗ.

На сьогодні вже спостерігається стійка тенденція до адаптації вогневих засобів різного типу та призначення (в тому числі і авіаційних) до наземної транспортної бази. Подалі, такі вогневі засоби називатимемо «не типові вогневі засоби». На даний час використовується транспортна база на колісній або гусеничній базі. Встановлення на нетипові вогневі засоби на високомобільній транспортній базі доводить доцільність створення таких систем.

Водночас, переобладнанні ТЗ в польових умовах призводить до зменшення потенційних можливостей вогневих засобів. Це пов'язано з відсутністю допоміжних систем наведення, керування, стабілізації, які здатні врахувати особливості ТЗ і вогневих засобів як єдиної системи.

Відсутність централізованого керування цим процесом призвело до прояви в тактичній ланці цивільних транспортних засобів різних виробників. Спільною рисою таких транспортних засобів є висока мобільність, висока прохідна здатність та можливість встановлення вогневих засобів ураження нетипових для сухопутних військ. Варіанти таких саморобних конструкцій наведено на рисунках 1,2,3. Відсутність інженерних розрахунків, які б узгоджували технічні характеристики рухомого засобу з певним вогневим засобом, відсутність систем автоматичного керування знижують ефективність самих вогневих засобів та створюють небезпеку для особового складу

бойових розрахунків.



Рисунок 1 Задньопривідний ТЗ з нетиповою установкою РСЗВ



Рисунок 2 Повнопривідний ТЗ з нетиповою установкою РСЗВ



Рисунок 3 Гусеничний ТЗ з НУРСАМИ

Кожен автомобіль, від виробника забезпечується інструкцією з експлуатації. Параметри основних вузлів, механізмів і систем автомобіля, умови застосування, відображені в технічній документації.

Для організації експлуатації ТЗ в реальних бойових умовах та оцінки можливості встановлення вогневого засобу використовуємо наступні технічні параметри:

- номінальна вантажопідйомність (у кг, чи т);
- число місць для сидіння (стояння), включаючи водія;
- маса спорядженого автомобіля (у кг) і розподіл її по осях;
- габаритні розміри (м)-довжина, ширина, висота;
- колія (мм) передніх і задніх коліс або відстань між серединами здвоєних коліс;
- найбільша швидкість руху (км/год) з повним навантаженням по горизонтальній, прямолінійній дорозі з удосконаленим покриттям.

Однією з основних умов є наявність місця для встановлення та кріплення вогневого засобу, також необхідно передбачити можливість усунення демаскуючих ознак приналежності ТЗ до збройних сил.

При проведенні аналізу всі ТЗ розподілена за типом та видом кузова:

- відкриті (седан, універсал);
- закриті (кабріолет, родстер);
- вантажні (пікап, фургон).

До основних видів кузова відносяться: однооб'ємні (мінівен, мікробен); двооб'ємні (універсал, фургон); триоб'ємні (пікап, седан).

Однооб'ємний автомобіль має вантажність в межах 750-1000 кг . Місце для встановлення вогневого засобу (об'єм багажника) в межах 100-300л але потрібні конструктивні зміни в рамі авто. Прохідність (кліренс) в межах 100-190мм та мобільність (розгін та макс. швидкість) лежить в межах 13-19с та 140-160км/г. Має передню підвіску яка реалізована (поперечний важіль, поздовжній тросіон, поперечний стабілізатор, амортизаційна стійка) задня підвіска реалізована (поздовжній важіль, тяга, поперечний стабілізатор, пружина, нахилений важіль). Прохідність (кліренс) в межах 100-190мм та мобільність.

Двооб'ємний автомобіль має вантажність в межах 520-570 кг. Місце для встановлення вогневого засобу (об'єм багажника) в межах 350-500л але потрібні конструктивні зміни в рамі авто. Прохідність (кліренс) в межах 110-140мм та мобільність (розгін та макс. швидкість) лежить в межах 13-14с та 180-190км/г. Має передню підвіску яка реалізована (поперечний стабілізатор, амортизаційна стійка) задня підвіска реалізована (поперечний стабілізатор, гвинтова пружина,). Прохідність (кліренс) в межах 110-140мм.

Триоб'ємний автомобіль має вантажність в межах 1000-1500 кг. Місце для встановлення вогневого засобу (об'єм багажника) в межах вантажності (відкритий) не потрібні конструктивні зміни в рамі авто. Прохідність (кліренс) в межах 200-400мм та мобільність (розгін та макс. швидкість) лежить в межах 14-18с та 150-180км/г. Має передню підвіску яка реалізована (поперечний стабілізатор, пружина) задня підвіска реалізована (поперечний стабілізатор, гвинтова пружина,). Прохідність (кліренс) в межах 200-400мм.

Таблиця 1 Зведена таблиця характеристик ТЗ з перерахованими типами кузовів

Тип авто	Вантажність	Можливість встановлення	Мобільність	Прохідність
Седан	-	-	+	-
Універсал	+	-	+	+
Кабріолет	-	-	+	-
Родстер	-	-	+	-
Пікап	+	+	+	+
Фургон	+	+	-	-
Мінівен	+	+	-	-

Проведений аналіз показав, що найбільш придатним ТЗ для встановлення вогневих засобів є триоб'ємний автомобіль типу «Пікап».

Під час переобладнання ТЗ виникає низка технічних питань. Одне з них - кріплення вогневого засобу до ТЗ. Конструкція створена з підручних засобів без дотримання технологічних умов (іноді без розрахунків) зменшує ефективність використання вогневого засобу (відсутність наведення, зменшення темпу стрільби, зменшення влучності встановленого засобу) та може створювати загрозу для обслуговуючого персоналу.

Під час ведення вогню, не залежно від місця встановлення, вогневий засіб створює тиск на підресорні та непідресорні маси ТЗ змінюючи його коливальні властивості. Це, в свою чергу, змінює умови прицілювання та точність влучення (вогневу ефективність).

Колівальний процес залежить від наступних факторів:

- маса транспортного засобу;
- Розташування вантажу та механізмів;
- знаходження центра ваги ТЗ, ширина та довжина колії автомобіля та розташування підресорених мас по довжині й по висоті;
- радіус коліс та шин;
- твердість та тертя в системі підвіски, твердість амортизаторів, твердість та внутрішній тиск у шинах;
- місцезнаходження вісі крену, напрямку ведення вогню (лінії прицілювання) в горизонтальній та вертикальній площинах.

Колівальний ефект центра маси ТЗ можливо охарактеризувати прискоренням, періодом і амплітудою. Наявність таких характеристик колівального процесу дозволяє аналізувати та моделювати

його за допомогою математичного апарату(перетворення Лапласа та Фур'є) [5] .

При виведенні зі стану спокою об'єкту дослідження, він здійснить вільні коливання. Пружні системи які використовуються завжди мають коливання з визначеною частотою. Позначимо її частотою вільних власних коливань. Частота вільних власних коливань має залежність від маси та твердості системи:

$$n = \frac{30}{\pi} \sqrt{\frac{c}{m}} = \frac{30}{\pi} \sqrt{\frac{cg}{G}} \text{ кол/хв}, \quad (1)$$

де G – маса тіла в кг; c – жорсткість системи підвіски в кг/см.

У випадку використання вогневих засобів виникає необхідність захисту підресореної частини транспортної бази від явища - «пробій». Для математичного опису закону зміни сили відновлення підресорних частин від деформації можливо використати нелінійну функцію. Виходячи з вимог до підвіски, це є степеневий або близький до нього закон зміни відновлювальної сили.

Властивості нелінійності у силі відновлення пружних амортизаторів є труднощами для дослідження та стійкості транспортної бази. Деякі питання пов'язані з динамікою колісних транспортних засобів з об'єктами вогневого ураження із нелінійно-пружною характеристикою сили відновлення розглянуто в [3, 4]. Власні поперечно-кутові та вертикальні коливання спричиняють вплив на підресорну частину ТЗ яка діє на його стійкість. Вказані нетипові збурення спричиняють небажані резонансні коливання на підресорну частину ТЗ - резонансні вертикальні коливання підресореної частини під час використання вогневих засобів.

Дослідженням в цьому випадку підлягають динамічні характеристики підвіски на резонансній частоті коливань та шляхи компенсації вказаних коливань.

Для розв'язку задач що поставлені за модель досліджуваного об'єкту взято двомасову механічну систему(рис. 4).

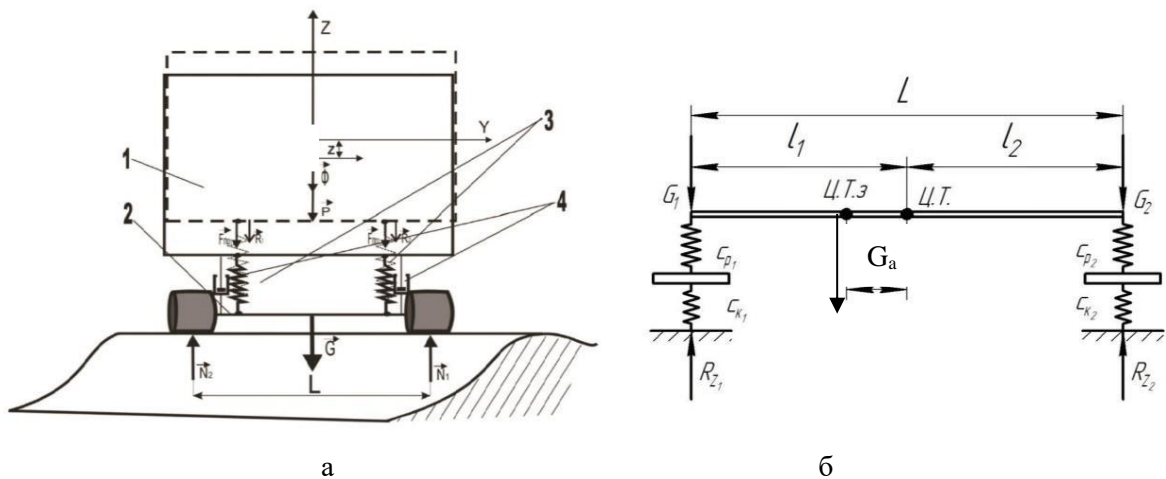


Рисунок 4. Модель транспортного засобу (а) та зміни центра ваги підресорної частини в дослідженні вертикальних коливань (б)

На рисунку 4(а) позначено: 1- підресорена частина 2- непідресорена частина 3- пружинні амортизатори 4- демпферні пристрої.

Окрім того, вважаємо:

відновлювальна сила $F_{пр}$ пружних амортизаторів, як функція їх деформації, описується степеневою функцією:

$$F_{пр} = c\Delta^{v+1}, \quad (2)$$

де Δ — деформація, c, v — сталі;

сила опору демпферних пристроїв - R залежить від деформації пружних амортизаторів;

сила, яка діє на підресорену частину зі сторони демпферних пристроїв описується періодичною функцією часу (рис.5).

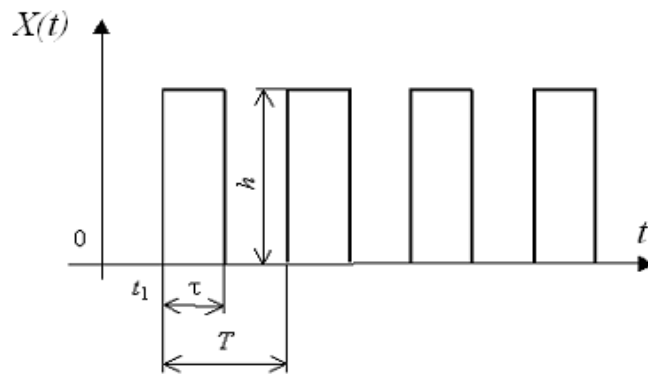


Рисунок 5 Вид та параметри збуджуючого впливу

На рис.5 позначено: T - періодичність пострілу, h сила віддачі діяння τ - тривалість збуджуючої дії геометричні характеристики та силові характеристики підвіски правого та лівого бортів однакові - N ;

центр ваги підресореної частини не збігається з його геометричним центром рис.4 (б).

На рис. 4(б) позначено: Ц.Т. – центр ваги автомобіля; Ц.Т.з – зміщений центр ваги автомобіля; L – база автомобіля; C_{p1} та C_{p2} – жорсткість передніх і задніх пружних елементів підвіски відповідно; $C_{к1}$ та $C_{к2}$ – жорсткість передніх і задніх коліс; R_{z1} та R_{z2} – реакції на передніх і задніх колесах; l_1 та l_2 – відстань від осей до центру ваги автомобіля; G_a – маса автомобіля, Δl – відстань від старого до нового центру ваги автомобіля.

Згідно з умовою рівноваги важеля, зусилля на опорах ($l_1=l_2$):

$$G_1 = G_2 = \frac{G_a \cdot l_1}{L} = \frac{G_a \cdot l_2}{L}, \quad (3)$$

При збільшенні ваги автомобіля на величину ΔG (вага вогневого засобу) його центр ваги зміститься на величину Δl . Тоді розрахункова схема автомобіля набуде вигляду:

$$G_1 = \frac{(G_a + \Delta G) \cdot (l_2 + \Delta l)}{L}, \quad (4)$$

$$G_2 = \frac{(G_a + \Delta G) \cdot (l_1 - \Delta l)}{L}, \quad (5)$$

Підставивши значення Δl ($\Delta l = k \cdot \Delta G$) отримаємо :

$$G_2 = \frac{G_a \cdot l_1}{L} + \frac{l_1 - k \cdot G_a}{L} \cdot \Delta G - \frac{k}{l} \cdot \Delta G^2, \quad (6)$$

За таких припущень підресорена частина перебуває у поступальному русі, а значить її положення однозначно визначається переміщенням центра ваги. Рівняння «динамічної рівноваги» підресореної частини набуває виду:

$$F_{пр} + R + \frac{P}{2} = 0, \quad (7)$$

де P — вага підресореної частини.

Якщо у довільний момент часу фіксувати положення центру ваги відносно його положення статичної рівноваги:

$$\Delta = f(z, \Delta_{ст.}, F_p), \quad (8)$$

де $\Delta_{ст.}$ — статична деформація амортизаторів, z — положення центру ваги підресореної частини у довільний момент часу., F_p — функція зміни збурення.

Очевидно статична деформація визначається співвідношенням:

$$\Delta_{ст.} = (P / C)^{\frac{1}{v+1}}, \quad (9)$$

Колісна та гусенична транспортна база мають відмінності в стійкості до коливального процесу. Звідси і моделі розрахунку компенсаційного впливу будуть різнитися.

Висновки та перспективи подальшого дослідження. Таким чином, для виконання бойових завдань потрібна ТБ з найбільшим тяговим зусиллям і прохідністю, ходова частина повнопривідної колісної ТБ повинна забезпечувати жорстко блокований привід крутильного моменту по мостах при збереженні кінематичної відповідності між ними.

Тож найпоширенішим та менш фінансово затратним є ТЗ з великою кількістю відкритого вільного місця на колісному ході - ТЗ типу «пікап». У зв'язку з цим, науковою задачею є створення відповідних математичних моделей для розрахунку компенсаційного впливу уніфікованої стабілізаційної платформи на основі технічних характеристик ТЗ та нетипового вогневого засобу.

Список бібліографічного опису

1. S. Kurnikov, «Формування ринкової структури автомобільного парку України», Politechnika Rzeszowska, № 11, 2017, pp. 35-39.
2. Сокіл Б. І. Власні вертикальні коливання корпусу автомобіля з урахуванням нелінійних характеристик пружної підвіски / Б. І. Сокіл, Р. А. Нанівський, М. Г. Грубель // Автомобільний транспорт : науково-вироб. журнал. — 2013. — № 5 (235). — С. 15—18.
- 3 Вертикальні коливання підресореної частини колісних транспортних засобів під дією випадкових збурень / [М. Г. Грубель, О. П. Красюк, М. Б. Сокіл, Р. А. Нанівський] // Наукові нотатки :Зб. наук. пр. ; Луцький національний технічний ун-т, Луцьк. — 2014. — В. 46. — С. 112—116.
4. Чудаков Е.А. Теория автомобиля. М. : Машгиз, 1950. 340-345 с.
5. Поляк І. Є. "Варіант будови системи стабілізації уніфікованої платформи транспортного засобу" Збірник тез доповідей II міжнародної науково-технічної конференції *Системи і технології зв'язку, інформатизації та кібербезпеки: актуальні питання і тенденції розвитку* ВІТІ Київ 2022 С.172-174.

References

1. S. Kurnikov, "Formation of the market structure of the car fleet of Ukraine", Politechnika Rzeszowska, No. 11, 2017, pp. 35-39.
2. Sokil B. I. Inherent vertical oscillations of the car body taking into account the nonlinear characteristics of the elastic suspension / B. I. Sokil, R. A. Nanivskyi, M. G. Grubel // Automotive transport: research and development. magazine. — 2013. — No. 5 (235). - pp. 15-18.
- 3 Vertical oscillations of the sprung part of wheeled vehicles under the action of random disturbances / [M. H. Grubel, O. P. Krasniuk, M. B. Sokil, R. A. Nanivskyi] // Scientific notes: Collection. of science Ave.; Lutsk National Technical University, Lutsk. — 2014. — V. 46. — P. 112—116.
4. Chudakov E.A. Theory of the car. M.: Mashgiz, 1950. 340-345 p.
5. Polyak I. E. "Variant of the structure of the stabilization system of the unified platform of the vehicle" Collection of theses of reports of the II international scientific and technical conference *Systems and technologies of communication, informatization and cyber security: current issues and trends of development* VITI Kyiv 2022 P.172-174.