

УДК 629.114.2

НОВІ АСПЕКТИ ЩОДО ПРОЦЕСУ ПЕРЕМІЩЕННЯ МОБІЛЬНОГО ЗАСОБУ ПРИ УМОВІ ІСНУВАННЯ МИТТЄВОГО ЦЕНТРУ ШВИДКОСТЕЙ

Л.М. Петров, канд. техн. наук., Т.М. Борисенко, інж., Ю.С. Козачук,
студент магістратури
Одеський державний аграрний університет

Розглянуті питання визначення дотичних перетворень тягового зусилля в опорній поверхні

Ключові слова: переміщення, колесо, рушій, момент, швидкість, миттєвий осередок.

Вступ. Проведено аналіз процесу переміщення мобільного енергетичного засобу з урахуванням прихованих можливостей цього процесу. Шляхом моделювання показано, що в процесі переміщення мобільного енергетичного засобу його заданий напрямок переміщення відображається на площині руху миттєвого осередку швидкостей.

Проблема. Для підвищення стабільності заданого напрямку руху мобільних енергетичних засобів на високих швидкостях, необхідно врахувати рух миттєвого осередку швидкостей.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. В роботах [1, 2, 3, 4] приведено теоретичне обґрунтування можливості викривлення простору замкнутої мережі, створеної рухомим енергетичним засобом. Але важливе отримати узагальнене рівняння викривлення простору рухомим енергетичним засобом та можливі наслідки викривлення простору на вигляд траєкторії руху енергетичного засобу. Згідно теорії прямолінійного рівномірного руху [5, 6, 7, 8], енергетичний засіб за будь які однакові інтервали часу здійснює однакові переміщення, а вектор переміщення дорівнює пройденому шляху, рис. 1, тобто

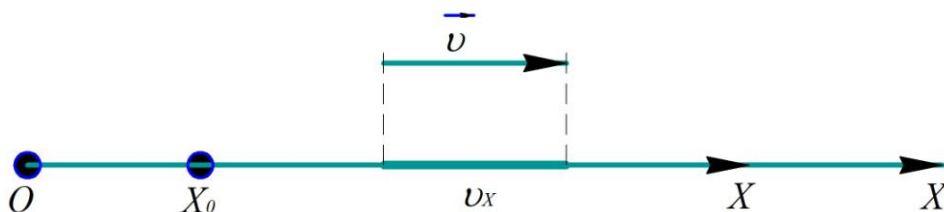


Рис. 1 Прямолінійний рівномірний рух енергетичного засобу.

Мета досліджень: Виявлення впливу горизонтального реактивного моменту ведучого мосту на стабілізацію заданого напрямку руху автомобіля.

Результати досліджень:

Проекція вектора $\Delta \vec{s}$ є

$$S_x = x(t) - x_0, \quad (1)$$

де x_0 і x — відповідна початкова і кінцева координати вектора

Проекцією вектора \vec{v} і v_x .

Векторна рівність

$$\Delta \vec{S} = \vec{v} \cdot t \quad (2)$$

рівнозначна скалярній рівності для проєкцій вектора $\Delta \vec{S}$:

$$S_x = v_x \cdot t \Rightarrow x(t) - x_0 = v_x \cdot t \Rightarrow x(t) = x_0 + v_x \cdot t \quad (3)$$

Отже, для визначення положення енергетичного засобу в довільний момент часу будемо враховувати початок руху та його швидкість v . Тоді графік шляху, пройденому енергетичним засобом за час t , чисельно дорівнює площі прямокутника, рис. 2.

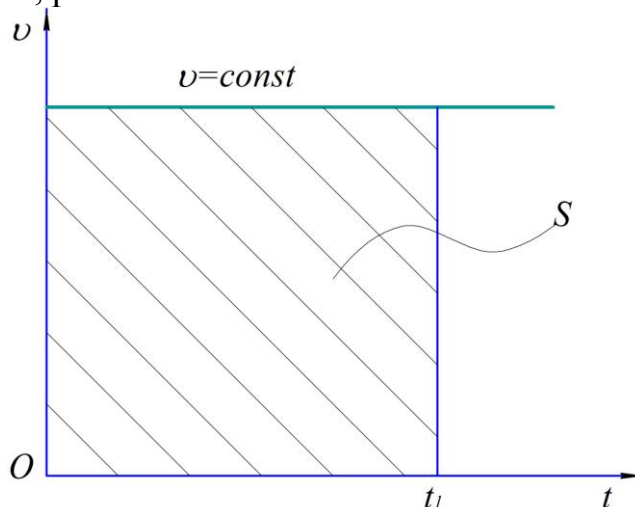


Рис. 2 Шлях енергетичного засобу.

У відповідності з роботою [1] та врахуванням рис. 2 умовний шлях енергетичного засобу в процесі викривлення простору при його русі має вигляд, рис. 3.

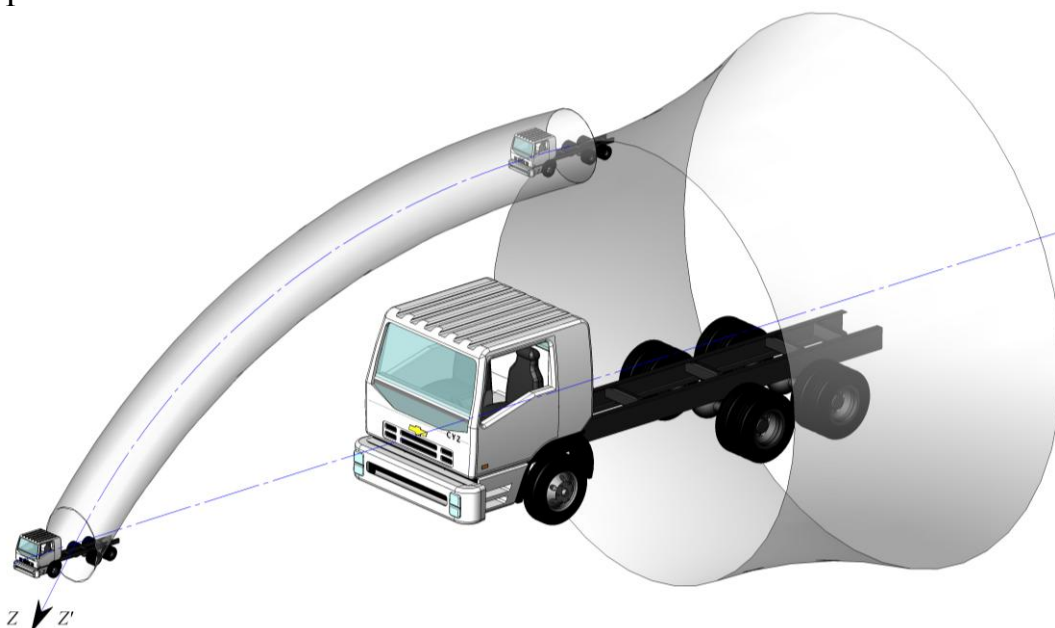


Рис. 3. Шлях енергетичного засобу у процесі викривлення простору

Будемо рахувати, що на рухомий енергетичний засіб діють сила тяги та сила ваги. У початковий момент часу ($t=0$) енергетичний засіб знаходився на осі z

на відстані $z=0$ від початку відліку і йому сповістили початкову швидкість v_0 , вектор якої спрямований паралельно осі z . Прикладені до енергетичного засобу сили \vec{P}_T, \vec{G} та вектор \vec{v}_0 початкової швидкості розташовані у площині zOt , а тому розглядаємо подальший рух енергетичного засобу у цієї та відносно цієї площини, рис. 4.

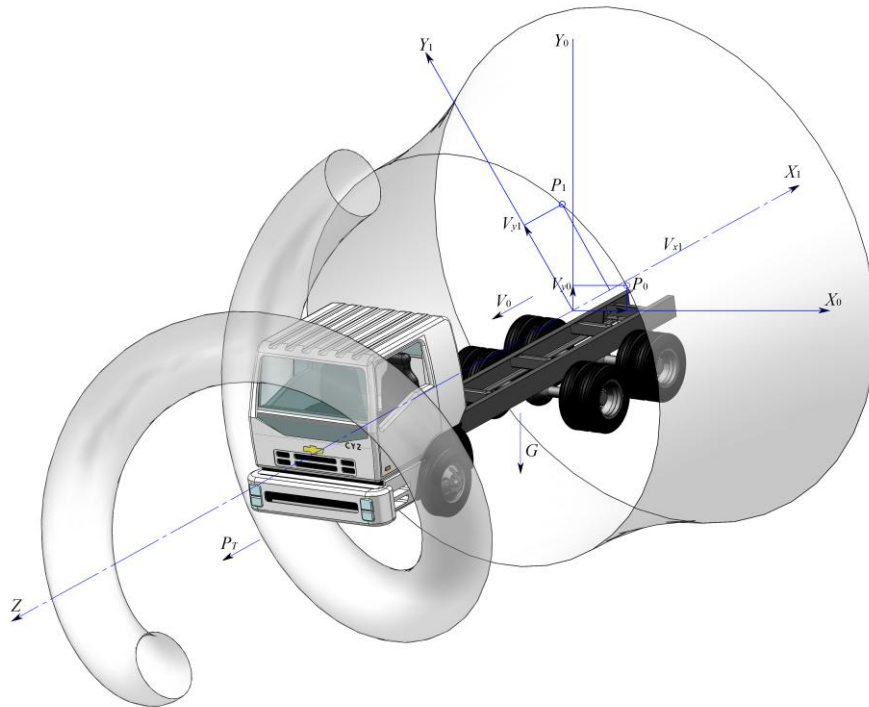


Рис. 4. Рух енергетичного засобу під дією сил \vec{P}_T, \vec{G} та початкової швидкості \vec{v}_0 : \vec{P}_T — вектор сили тяги; \vec{G} — вектор сили ваги; \vec{v}_0 — вектор швидкості.

У випадку, коли сили \vec{P}_T, \vec{G} та вектор початкової швидкості \vec{v}_0 діють безпосередньо у площині zOt і рух енергетичного засобу відбувається у цієї площині, рівняння прямолінійного рівномірного руху дійсні для описання такого руху. При зміні режиму руху, тобто на площину S діє зовнішня сила, рис. 5, точка M з координатами x, y, z . Як в дзеркалі S , відобразиться точка M_1 з координатами x_1', y_1', z_1' . Для спрощення описання точок M та M_1 , розглянемо диференціальні рівняння руху тільки для точки M , які мають вигляд:

$$m \cdot \ddot{x} = c \cdot l \cdot \cos \phi; \quad m \cdot \ddot{y} = +c \cdot l \cdot \sin \phi - G \quad (4)$$

де c — розподілене навантаження;

l — відстань від початку координат O до точки M ;

ϕ — кут розташування m M .

Так як

$$\cos \phi = \frac{x}{l}; \quad \sin \phi = \frac{y}{l}.$$

тому

$$m \cdot \ddot{x} = c \cdot x; \quad m \cdot \ddot{y} = +c \cdot y - G. \quad (5)$$

Розглянемо обидві частини (5) на m та отримуємо диференціальні рівняння:

$$\ddot{x} - \kappa^2 \cdot x = 0 \quad (6)$$

$$\ddot{y} - \kappa^2 \cdot y = -G \quad (7)$$

де $\kappa = \sqrt{\frac{c}{m}}$.

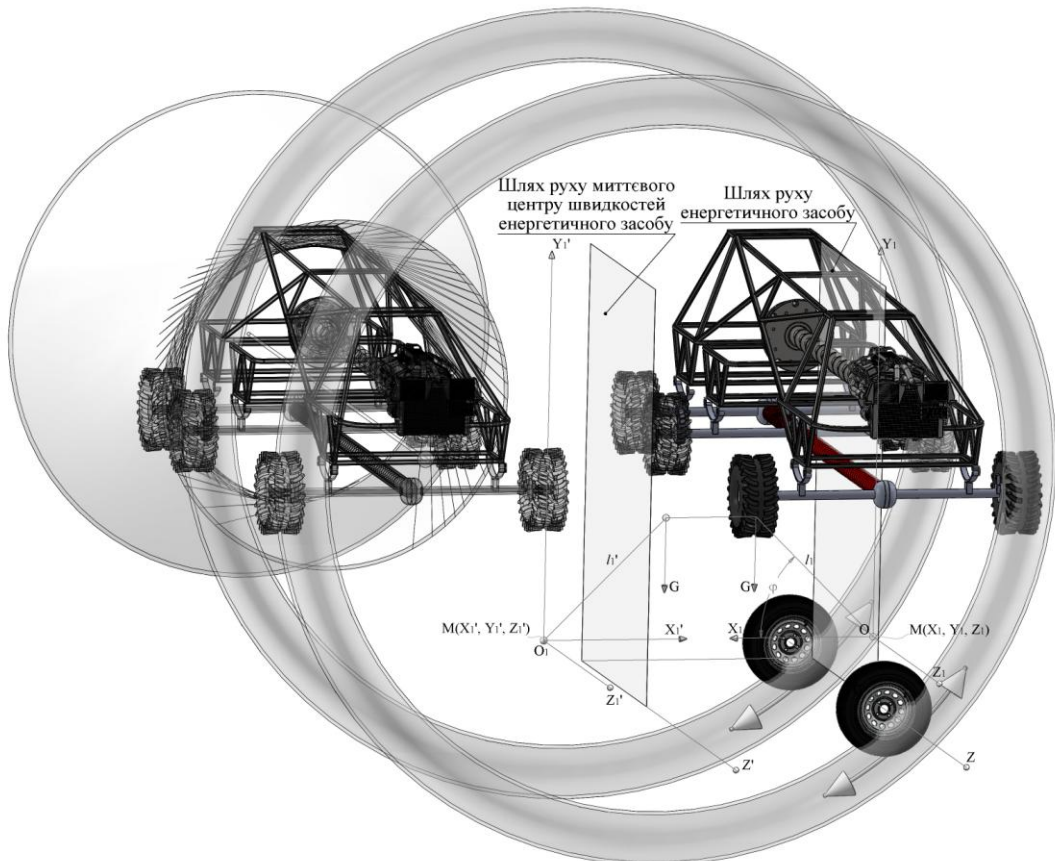


Рис. 5. Викривлення простору при зміні режиму роботи енергетичного засобу.

Розглянемо обидві частини (5) на m та отримуємо диференціальні рівняння:

$$\ddot{x} - \kappa^2 \cdot x = 0 \quad (6)$$

$$\ddot{y} - \kappa^2 \cdot y = -G \quad (7)$$

де $\kappa = \sqrt{\frac{c}{m}}$.

Рівняння (6, 7) є лінійними диференціальними рівняннями другого порядку з постійними коефіцієнтами. Рівняння (6) є однорідним, а рівняння (7) не однорідне.

Рішення рівнянь (6) та (7) мають вигляд

$$x = c_1 \cdot \cos \kappa \cdot t + c_2 \cdot \sin \kappa \cdot t \quad (8)$$

$$y = c_3 \cdot \cos \kappa \cdot t + c_4 \cdot \sin \kappa \cdot t - g / \kappa^2 \quad (9)$$

перша похідна цих рівнянь, тобто (8) та (9) має вигляд:

$$\dot{x} = -c_1 \cdot \kappa \cdot \sin \kappa \cdot t + c_2 \cdot \kappa \cdot \cos \kappa \cdot t \quad (10)$$

$$\dot{y} = -c_3 \cdot \kappa \cdot \sin \kappa \cdot t + c_4 \cdot \kappa \cdot \cos \kappa \cdot t \quad (11)$$

Постійні інтегрування c_1, c_2, c_3, c_4 знайдемо з початкових умов, які умовно приймемо такими:

при $t=0$

$$x_0 = 0; \quad y_0 = n. \quad (12)$$

$$\dot{x}_0 = m; \quad \dot{y}_0 = 0. \quad (13)$$

Підставимо (12) і (13) у (8), (9) та (10), (11), отримуємо

$$x_0 = c_1; \quad y_0 = c_3 - g / \kappa^2. \quad (14)$$

$$\dot{x}_0 = c_2 \cdot \kappa; \quad \dot{y}_0 = c_4 \cdot \kappa. \quad (15)$$

Шляхом перетворення формул (14) та (15) отримуємо

$$c_1 = 0; \quad c_2 = \frac{m}{\kappa}; \quad c_3 = n + g / \kappa^2; \quad c_4 = 0. \quad (16)$$

Підставимо (5) в (8) і в (9), отримаємо

$$x = \frac{m}{\kappa} \cdot \sin \kappa \cdot t. \quad (17)$$

$$y = (n + g / \kappa^2) \cdot \cos \kappa t - g / \kappa^2. \quad (18)$$

Запишемо рівняння руху (17) і (18) у вигляді

$$\sin \kappa t = \frac{x}{m / \kappa}; \quad (19)$$

$$\cos \kappa \cdot t = \frac{y + g / \kappa^2}{n + g / \kappa^2}. \quad (20)$$

Возведемо обидві частини рівнянь (19) і (20) у квадрат, складемо їх та отримуємо рівняння траєкторії точки M :

$$\frac{x^2}{(m / \kappa)^2} + \frac{(y + g / \kappa^2)^2}{(n + g / \kappa^2)^2} = 1.$$

Аналогічне рівняння руху можна отримати для точки M_1 .

Тобто точки M та M_1 сумісно обертаються відносно створеного ними додаткового миттєвого осередку швидкостей.

У разі розгляду руху точок відносно трьох координат M та M_1 з врахуванням їх швидкості відносно осей отримуємо їх сумісний рух у вигляді, приведену на рис. 6.

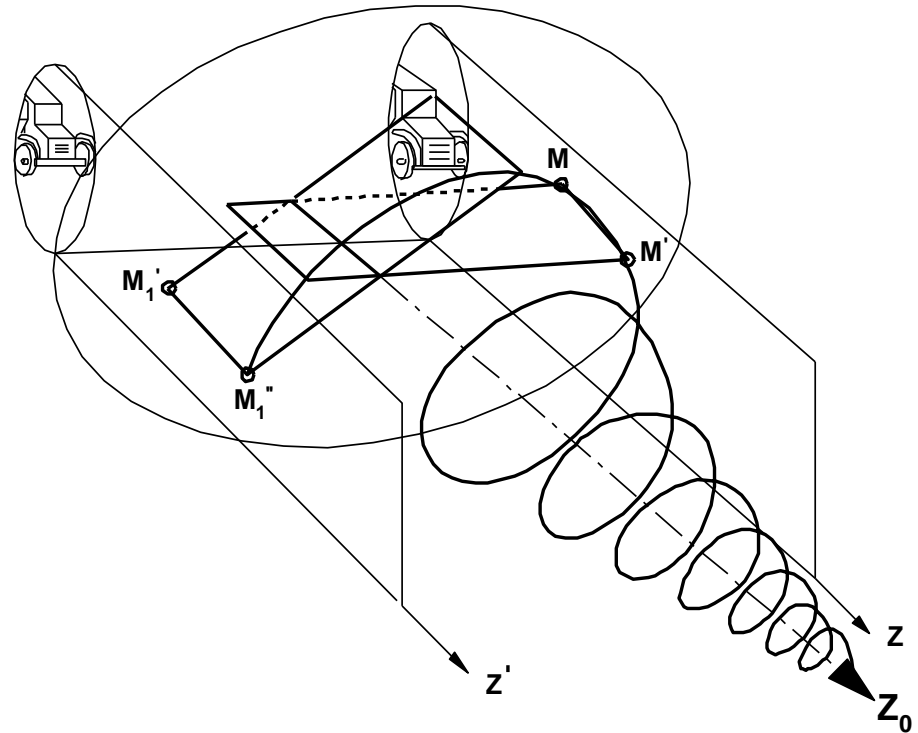


Рис. 6. Рух енергетичного засобу – автомобіля в особливих умовах зі створенням миттєвої осі обертання.

Коли в якості енергетичного засобу буде застосований літак, то його рух буде виглядати згідно рис. 7.

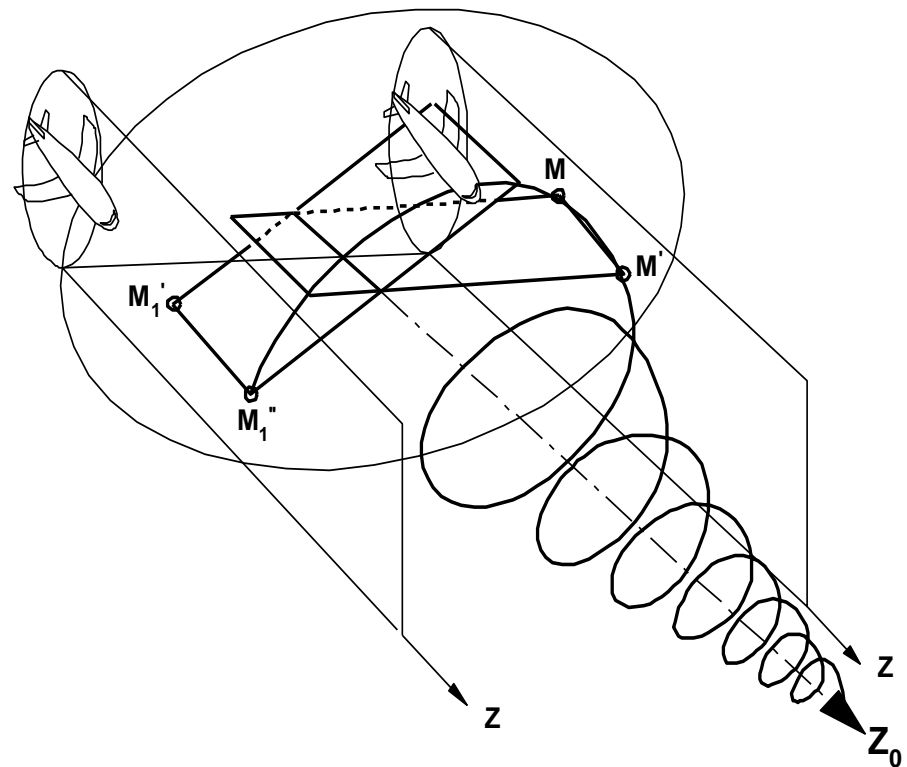


Рис. 7. Рух енергетичного засобу – літака в особливих умовах зі створенням миттєвої осі обертання.

Висновки. Виявлено, що рух мобільного енергетичного засобу в реальних умовах експлуатації супроводжується створенням миттєвої осі обертання. Шляхом теоретичних досліджень встановлено, що при русі мобільного енергетичного засобу в реальних умовах експлуатації, які супроводжуються динамічним впливом на цей засіб можливо виникнення обертання мобільного енергетичного засобу та миттєвого осередку швидкостей біля створеної ними миттєвої осі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бутенин Н.В. Введение в аналитическую механику. М., 1971 – с. 365.
2. Лойцянский Л.Г., Лурье А.И. Курс теоретической механики, ч. I, II. М., 1954. – с. 455
3. Добронравов В.В., Никитин Н.Н. Курс теоретической механики. М., 1954. – с. 581.
4. Гернет М.М. Курс теоретической механики М., 1965. – с. 388.
5. Старжинский В.М. Теоретическая механика., М., 1980. – с. 343.
6. Тарг С.М. Курс теоретической механики, М., 1963. – с. 333.
7. Яблонский А.А., Никифорова В.М., Курс теоретической механики, ч. I М., 1971. – с. 403.
8. Яблонский А.А., Курс теоретической механики, ч. II, М., 1971. – с. 407.

НОВЫЕ АСПЕКТЫ ПО ПРОЦЕССУ ПЕРЕМЕЩЕНИЕ МОБИЛЬНОЙ СРЕДСТВА ПРИ УСЛОВИИ СУЩЕСТВОВАНИЯ МГНОВЕННОГО ЦЕНТРА СКОРОСТЕЙ

Петров Л.Н., Борисенко Т.М., Козачук Ю.С.

Ключевые слова: перемещение, колесо, двигатель, момент, скорость, мгновенный центр.

Резюме

Рассмотрены вопросы определения касательных преобразований тягового усилия в опорной поверхности.

NEW ASPECTS OF MOVEMENT FOR MOBILE AGENTS IN TERMS OF EXISTENCE INSTANT CENTER SPEED

Petrov L.M., Borisenko T.N., Kozachuk Y.S.

Key words: displacement, wheel, engine, moment, velocity, instantaneous center.

Summary

The problems of determining the shear traction changes in the supporting surface.

