

**УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО
ТРАНСПОРТУ
ТРАНСПОРТНА АКАДЕМІЯ УКРАЇНИ
ПІДЙОМНО-ТРАНСПОРТНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ім. М. ОСТРОГРАДСЬКОГО
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ім. В. ДАЛЯ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІНФРАСТРУКТУРИ ТА ТЕХНОЛОГІЙ
UNIVERSITY OF ZILINA IN ZILINA
TECHNICAL UNIVERSITY OF SOFIA
TADEUSZ KOŚCIUSZKO CRACOW UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
POZNAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
UNIVERSITY OF OCCUPATIONAL SAFETY MANAGEMENT IN
KATOWICE
KAZIMIERZ PULASKI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY AND
HUMANITIES IN RADOM
LANZHOU JIAOTONG UNIVERSITY
ПАТ «УКРЗАЛІЗНИЦЯ»**

**Тези доповідей
міжнародної науково-технічної конференції**

«ТЕХНОЛОГІЇ ТА ІНФРАСТРУКТУРА ТРАНСПОРТУ»

Харків 2018

Міжнародна науково-технічна конференція «Технології та інфраструктура транспорту», Харків, 14 – 16 травня 2018 р.: Тези доповідей. – Харків: УкрДУЗТ, 2018. - с.

Збірник містить тези доповідей науковців вищих навчальних закладів України та інших країн, підприємств транспортної та будівельної галузі за такими секціями: технології виготовлення та відновлення виробів транспортного призначення; проектування, виробництво та сервіс засобів транспорту; транспортні технології та логістика; проблеми безпеки на транспорті, в промисловості та інфраструктурі; захист довкілля, екологічна безпека та ресурсозберігаючі технології; забезпечення конкурентоспроможності підприємств транспорту і промисловості; інтеграційні процеси фінансово-економічного розвитку транспортної галузі.

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ

«ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ТА ВІДНОВЛЕННЯ ВИРОБІВ ТРАНСПОРТНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ»

<i>М. В. Загирняк, В. В. Драгобецкий, Е. А. Наумова, С. В. Шлык, А. А. Шаповал</i> МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ПЛАСТИЧЕСКИ ДЕФОРМИРУЕМЫХ ЛИСТОВЫХ ДЕТАЛЕЙ	29
<i>О. Г. Чернета, В. І. Кубіч, Р. Г. Волощук</i> ДОСЛІДЖЕННЯ МІКРОТВЕРДОСТІ ДЕТАЛЕЙ ІЗ СТАЛІ 45 ДО І ПІСЛЯ ЛАЗЕРНОГО БОРУВАННЯ	31
<i>О. Г. Чернета, В. І. Кубіч, Р. Г. Волощук</i> ПОВЕРХНЕВИЙ ШАР ДЕТАЛЕЙ ІЗ СТАЛІ 45 ПІСЛЯ БОРУВАННЯ З НАСТУПНОЮ ЛАЗЕРНОЮ ОБРОБКОЮ	33
<i>С. В. Воронін, Б. С. Асадов</i> МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ЗМАЩУВАЧІВ АЕРОЗОЛЬНОГО ТИПУ	35
<i>А.О. Задорожний, А. П. Ковревський, Ю. В. Човнюк, М. П. Ремарчук</i> ОСОБЛИВОСТІ ТЕЧІЇ РІДИН ЗМІННОЇ В'ЯЗКОСТІ ПО ТРУБОПРОВОДУ РІЗНОЇ ФОРМИ ПОПЕРЕЧНОГО ПЕРЕТИНУ	37
<i>О. В. Устенко, С. С. Тимофеев, Н. Р. Огульчанська, М. В. Грибанов, Д. Г. Воскобойников</i> АНАЛІЗ РУЙНУВАННЯ ГОЛОВОК РЕЙОК	39
<i>О. А. Охріменко, А. В. Мініцький, М. О. Сисоєв, Н. В. Мініцька</i> ПОВЕРХНЕВЕ ЗМІЦНЕННЯ ПОРОШКОВИХ ЗАЛІЗОВУГЛЕЦЕВИХ СПЛАВІВ	40
<i>В. О. Стефанов, Д. В. Онопрейчук, В. В. Пащенко, Г. О. Радіонов</i> ОБҐРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ КОНЦЕНТРАЦІЇ ПРОТИЗНОШУВАЛЬНОЇ ПРИСАДКИ В ГІДРАВЛІЧНИХ ОЛИВАХ ВИРОБІВ ТРАНСПОРТНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ	42

<i>І. Е. Мартинов, Н. С. Кладько</i> ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ БУКСОВИХ ПІДШИПНИКОВИХ ВУЗЛІВ ШЛЯХОМ ЗАСТОСУВАННЯ АДАПТЕРІВ	129
<i>І. Е. Мартинов, А. В. Труфанова, В. М. Петухов</i> ДО ПИТАННЯ УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ ВИЗНАЧЕННЯ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСУ КУЗОВА ПАСАЖИРСЬКОГО ВАГОНУ	131
<i>А. Р. Мілянч</i> ОПТИМАЛЬНЕ ПЛАНУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РЕЖИМІВ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ПРИ ОБМЕЖЕНИХ ТЕРМІНАХ РЕМОНТНИХ РОБІТ ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ	133
<i>С. В. Михалків, В. Г. Равлюк, А. М. Ходаківський</i> ВЛАСТИВОСТІ СПЕКТРА КВАДРАТИЧНОЇ ОБВІДНОЇ ВІБРАЦІЇ З ВИЗНАЧЕННЯ ДІАГНОСТИЧНИХ ОЗНАК ПОШКОДЖЕНЬ ПІДШИПНИКІВ КОЧЕННЯ БУКСОВИХ ВУЗЛІВ	135
<i>М. А. Подригало, Д. М. Клец, Р. О. Кайдалов, С. А. Кудімов</i> ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТІЙКОСТІ РУХУ АВТОМОБІЛІВ З КОМБІНОВАНОЮ ЕНЕРГЕТИЧНОЮ УСТАНОВКОЮ	137
<i>В. Г. Пузир, Ю. М. Дацун, О. М. Обозний</i> РОЗРОБКА АЛГОРИТМІВ КЕРУВАННЯ РОБОТИЗОВАНИМИ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ КОМПЛЕКСАМИ В РЕМОНТНОМУ ВИРОБНИЦТВІ	138
<i>М. В. Хворост, Р. В. Воронов</i> ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ РУХОМОГО СКЛАДУ МЕТРОПОЛІТЕНУ	140
<i>С. М. Черненко, Е. С. Клімов, О. А. Харьков</i> МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПЛОСКОЇ КЕРМОВОЇ ТРАПЕЦІЇ АВТОМОБІЛЯ	142
<i>Ю. М. Черних</i> ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ГАЛЬМІВНОЇ СИСТЕМИ ЛОКОМОТИВА	144
<i>Ю.В. Черняк, В.О. Гатченко, С.В. Каращук</i> АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ РОЗГОНУ ЕЛЕКТРОВОЗА ПОСТІЙНОГО СТРУМУ ДО РОЗРАХУНКОВОЇ ШВИДКОСТІ	145

УДК 629.114.2

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПЛОСКОЇ КЕРМОВОЇ ТРАПЕЦІЇ АВТОМОБІЛЯ

MATHEMATICAL MODEL OF STEERING TRAPEZOID CAR PLANE

Канд. техн. наук С.М. Черненко, канд. техн. наук Е.С. Клімов, О.А. Харьков
Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського (м. Кременчук)

S. Chernenko, PhD (Tech.), E. Klimov, PhD (Tech.), O. Kharkov
Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University (Kremenchuk)

Кермова трапеція автомобіля є одним із механізмів системи управління яка забезпечує поворот керованих коліс на різні кути. Дослідження кінематики таких механізмів наведені, наприклад, в роботах [1], [2]. Трапеція реального автомобіля не є плоскою, проте при малих кутах повороту керованих коліс і незначних кутах нахилу шворнів результати розрахунків для плоскої та просторової трапеції майже співпадають. Створимо математичну модель плоскої кермової трапеції, призначену для визначення конструктивних параметрів самої трапеції для довільного автомобіля.

Схема визначення функціональної залежності між кутами повороту лівого та правого керованих коліс для плоскої рульової трапеції наведено на рис. 1.

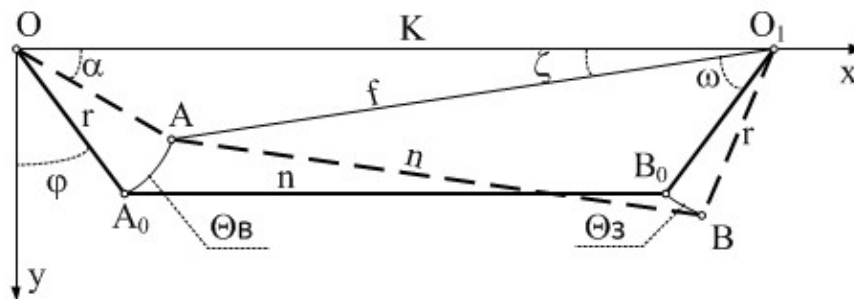


Рис. 1 – Схема для визначення функціональної залежності між кутами повороту внутрішнього та зовнішнього коліс для плоскої кермової трапеції

Лівий важіль трапеції в нейтральному положенні коліс знаходиться під кутом φ до поздовжньої осі y . Величину кута та довжину важеля можна визначити, якщо відомі координати точки A_0 :

$$\varphi = \arctg \frac{x_0}{y_0}; \quad r = \sqrt{x_0^2 + y_0^2} \quad (1)$$

де φ - кут установки лівого важеля трапеції; x_0 , y_0 - координати точки A_0 кермової трапеції в нейтральному положенні коліс; r - довжина важеля трапеції.

Повернемо лівий важіль трапеції на довільний кут Θ_b , що буде відповідати повороту автомобіля ліворуч, тоді точка A_0 переміститься по дузі радіусом r і займе нове положення A . При цьому правий важіль повернеться невідомий кут Θ_3 .

Розглянемо трикутник AOO_1 . Його кут $AOO_1 = \alpha$ можна легко визначити з наступного співвідношення

$$\alpha = \frac{\pi}{2} - (\varphi + \Theta_a) \quad (2)$$

Тоді в цьому трикутнику можна знайти довжину сторони $AO_1 = f$, застосовуючи теорему косинусів

$$f^2 = r^2 + K^2 - 2 \cdot K \cdot r \cdot \cos \alpha \quad (3)$$

Далі використовуючи теорему синусів знайдемо із цього самого трикутника величину кута $OO_1A = \xi$:

$$\frac{r}{\sin \xi} = \frac{f}{\sin \alpha} \Rightarrow \xi = \arcsin\left(\frac{r}{f} \cdot \sin \alpha\right) \quad (4)$$

Розглянемо ще один трикутник AO_1B . У ньому сторона $AO_1 = f$, сторона AB є поперечною тягою, а її довжина не змінюється, а сторона O_1B також відома і дорівнює довжина важеля. Таким чином, цей трикутник є визначеним за трьома сторонами тому ми можемо знайти його кут AO_1B , застосовуючи співвідношення для теореми косинусів:

$$n^2 = f^2 + r^2 - 2 \cdot f \cdot r \cdot \cos AO_1B \Rightarrow \angle AO_1B = \arccos \frac{f^2 + r^2 - n^2}{2 \cdot f \cdot r} \quad (5)$$

На наступному етапі визначимо кут AO_1B_0 . Його величина знаходиться за наступним співвідношенням оскільки сторона B_0O_1 є правим важелем, який також має кут установки, що дорівнює величині φ відносно повздовжньої осі:

$$\angle AO_1B = \frac{\pi}{2} - \varphi - \xi \quad (6)$$

Як видно з рис. 1, кут повороту правого важеля є різницею кутів AO_1B та AO_1B_0 , отже

$$\Theta_c = \angle AO_1B - \angle AO_1B_0 \quad (7)$$

Підставивши до останнього виразу отримані вище формули для визначення кутів, отримаємо остаточний вираз для визначення величини кута повороту правого важеля

$$\Theta_c = \arccos \frac{f^2 + r^2 - n^2}{2 \cdot f \cdot r} - \frac{\pi}{2} - \arctg \frac{x_0}{y_0} + \arcsin\left(\frac{r}{f} \cdot \sin \alpha\right) \quad (8)$$

Таким чином, отриманий вираз визначає співвідношення між кутами повороту лівого та правого важелів кермової трапеції при будь-якому радіусі повороту автомобіля.

[1] Сазонов И.С. Кинематика четырёхзвенной рулевой трапеции и оптимизация её параметров / И.С. Сазонов, Ю.Е. Атаманов, С.Н. Турлай // Вестн. Белорусско-Российского университета. Транспорт. – 2007. - № 1 (14). – С. 40-46

[2] Eric Constans. An efficient position solution for the fourbar linkage / E. Constans, Tirupathi R. Chandrupatla, Hong Zhang // Int. J. Mechanisms and Robotic Systems, Vol. 2/. Nos 3/4, 2015, P. 365-373