

chemical heat treatment also changes their chemical composition, which significantly expands the range of variation of physical and mechanical properties

The paper considers the mechanism of possible destruction of parts operating in aggressive conditions. The methods of surface protection of internal combustion engine parts are considered. The complex of physical and mechanical properties of chrome coatings alloyed with titanium obtained on the valves is investigated. The wear rate of boron alloyed chromium alloyed coatings is $115-125 \cdot 10^{-4} \text{ g/m}^2$, and without coating it is 1.9-2.3 times higher.

When chromium layers are alloyed with titanium, a diffusion coating is formed, consisting of a light zone up to 100 microns thick and microhardness up to 16500 MPa. The main phases on the steel surface during chromium-titanium plating are a complex consisting of chromium carbide Cr_xC_y and titanium carbide TiC ; a two-layer coating is formed on the steel surface, consisting of a layer based on chromium carbide Cr_7C_3 \square Cr_{23}C_6 and titanium carbide TiC , which is located on the outer side of the coating.

An adequate model was obtained that allows us to calculate the value of the optimization parameter for any point in the studied factor space. Using the method of mathematical planning of the experiment, the optimal powder CBC charge of the following composition was obtained: $23\text{Cr} + 14\text{Cr} + 14\text{Ti} + 5\text{GTA} + 44\text{Al}_2\text{O}_3$... The economic calculation of the feasibility of innovative technology implementation was carried out [3].

List of references

1. Surface strengthening of structural materials working with the use of composite saturating media: monograph / B.P. Sereda, I.V. Kruglyak, O.S. Baskevych et al: DSTU, 2019. -246 с.
2. Surface hardening of materials working under conditions of complex influence of aggressive substances: monograph / B.P. Sereda, L.P. Bannikov, S.V. Nesterenko, I.V. Kruglyak and others: DSTU, 2019. -173 с.
3. Korobochka O.M. Fundamentals of calculations, design and operation of technical equipment for road transport: DSTU. - 2007 - 252 p..

УДК 629.028

О.В. Орисенко¹, к.т.н., доцент,
М.М. Нестеренко¹, к.т.н., доцент,
А.І. Криворот¹, к.т.н.,
М.О. Скорик¹, ст. викладач.

¹Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

УРАХУВАННЯ ПРОСТОРОВОЇ ВЗАЄМОДІЇ ЛАНОК АВТОПОЇЗДА КАТЕГОРІЇ М1 ПРИ МОДЕЛЮВАННІ ПРОЦЕСУ РУХУ

Постановка проблеми

Під час руху автопоїзда категорії М1 відбувається динамічна взаємодія між його ланками, тобто автомобілем і причепом. Ця взаємодія впливає на низку експлуатаційних показників автопоїзда, а саме: стійкість, гальмівні властивості, динаміку руху, безпеку руху та ряд інших і відбувається через тягово-зчіпний пристрій, оскільки саме він пов'язує між собою ланки автопоїзда. Виходячи із вище вказаного можна зробити висновок, що знання навантажень, які створює кожна окрема ланка автопоїзда на вузол тягово-зчіпного пристрою дозволяє враховувати вплив цієї ланки на іншу.

У переважній більшості наукових праць присвячених силовій взаємодії ланок автопоїзда при складанні рівнянь руху застосовуються плоскі розрахункові схеми у вертикальній чи горизонтальній площині, що не дозволяє враховувати вплив складових, які в результаті просторової взаємодії будуть виникати в інших площинах, відмінних від розрахункових [1].

Формування мети дослідження

Для обліку складових просторової взаємодії ланок причепа пропонується застосувати математичний апарат, який дозволить вести облік таких сил. Вирішення даного питання вбачається шляхом застосування таблиць переходу між системами координат, які жорстко пов'язані з окремими ланками автопоїзда та таблиць переходу між цими системами координат.

Виклад основного матеріалу

Для складання таблиці переходу застосовуємо дві просторових системи координат, рухому та нерухому, з початком у центрі кульового шарніру тягово-зчіпного пристосування. Нерухомою $OXYZ$ вважаємо систему що пов'язана з автомобілем, а рухомою $Oxyz$ – пов'язану з причепом (Рис. 1).

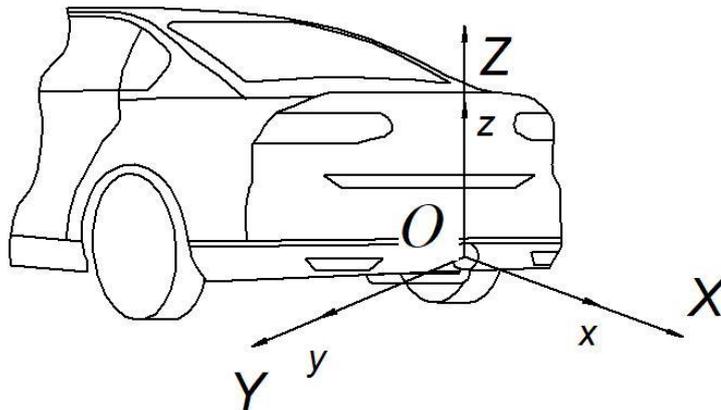


Рис. 1 Розкладення сили впливу причепа на автомобіль-тягач на проекції по осям координат. (лівостороння система координат – поворот від осі Ox до осі Oz здійснюється за годинниковою стрілкою)

В початковий період часу осі обох систем координат співпадають. Припускаємо, що автомобіль-тягач не змінює свого положення і знаходиться на рівній горизонтальній поверхні. Далі, у процесі руху, за рахунок відхилення причепа від початкового положення рухома система координат починає відхилятися від нерухомої. Опишемо це відхилення у вигляді трьох поворотів навколо осей Ox , Oy і Oz відповідно на кути α , β , γ [2]. Кожен із поворотів відповідно можемо описати за допомогою матриць у вигляді

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \alpha & -\sin \alpha \\ 0 & \sin \alpha & \cos \alpha \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} \cos \beta & 0 & \sin \beta \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin \beta & 0 & \cos \beta \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} \cos \gamma & -\sin \gamma & 0 \\ \sin \gamma & \cos \gamma & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}. \quad (1)$$

Прийнявши певну послідовність поворотів та знайшовши добуток матриць (1) отримуємо результуючу матрицю. Так, наприклад, при послідовності поворотів навколо осей Ox , Oy і Oz результуюча матриця поворотів набуде вигляду

$$\begin{pmatrix} \cos \beta \cdot \cos \gamma & \sin \alpha \cdot \sin \beta \cdot \cos \gamma - \cos \alpha \cdot \sin \beta \cdot \cos \gamma + \\ & -\cos \alpha \cdot \sin \gamma & +\sin \alpha \cdot \sin \gamma \\ \cos \beta \cdot \sin \gamma & \sin \alpha \cdot \sin \beta \cdot \sin \gamma + \cos \alpha \cdot \sin \beta \cdot \sin \gamma - \\ & +\cos \alpha \cdot \cos \gamma & -\sin \alpha \cdot \cos \gamma \\ -\sin \beta & \sin \alpha \cdot \cos \beta & \cos \alpha \cdot \cos \beta \end{pmatrix}. \quad (2)$$

Після транспонування матриці (2) отримаємо таблицю переходу від рухомої системи координат до нерухомої у вигляді таблиці 1.

Таблиця 1. Перехід між рухомою та нерухомою системами координат

Осі систем координат	OX	OY	OZ
Ox	$\cos \beta \cdot \cos \gamma$	$\cos \beta \cdot \sin \gamma$	$-\sin \beta$
Oy	$\sin \alpha \cdot \sin \beta \cdot \cos \gamma -$ $-\cos \alpha \cdot \sin \gamma$	$\sin \alpha \cdot \sin \beta \cdot \sin \gamma +$ $+\cos \alpha \cdot \cos \gamma$	$\sin \alpha \cdot \cos \beta$
Oz	$\cos \alpha \cdot \sin \beta \cdot \cos \gamma +$ $+\sin \alpha \cdot \sin \gamma$	$\cos \alpha \cdot \sin \beta \cdot \sin \gamma -$ $-\sin \alpha \cdot \cos \gamma$	$\cos \alpha \cdot \cos \beta$

Висновки

Запропонована таблиця переходу між системами координат, які жорстко пов'язані з окремими ланками автопоїзда дає можливість враховувати просторову взаємодію цих ланок при математичному моделюванні процесу руху.

Список використаної літератури

1. Orysenko O.V., Skoryk M.O., Kryvorot A.I., Shapoval M.V. The Dynamic Processes Mathematical Modeling in the Traction Coupling Device From Cars to the Trailers. *International Journal of Engineering & Technology*. 2018, № 7(4.8). С. 473–477.
2. Павловський М.А. Теоретична механіка / М.А. Павловський. – К.: Техніка, 2002. – 511 с.

УДК 681.873.35

М.П. Колісник¹, кандидат технічних наук, професор,

О.С. Лиходій¹, кандидат технічних наук, завідувач кафедри експлуатації та ремонту машин,

А.Л. Червоноштан¹, магістр,

М.С. Красношапка¹, студ. гр. АТ-22мп.

¹Придніпровська державна академія будівництва та архітектури

МОДЕЛЮВАННЯ СТІЙКОСТІ АВТОМОБІЛЯ, ЯК ЗРАЗКА ТЕХНІЧНОЇ СИСТЕМИ, ПРИ ПОВЗДОВЖНЬОМУ ПЕРЕКИДАННІ

Розглянуто визначення стану стійкості автомобіля, як технічної системи, при русі вниз по уклону дороги, а саме, при гальмуванні та можливому повздовжньому перекиданні