

Тут можна зробити висновок, що досить складна текстура на рис. 5 створена достатньо простою блок-схемою процедурного методу на рис. 6.

Таким чином нам вдалося процедурним методом без використання кривих і сіток створити примітивні фігури і на їх основі більш складні. При цьому легко можемо контролювати їх колір, масштаб і кут повороту, а також координати кожного примітива окремо на загальній композиції.

Література

1. URL: <https://www.blender.org/> (дата звернення: 26.09.2022)
2. Roger D. Wickes Foundation Blender Compositing. Friends of a Designer to a Designer. An Apress company. USA. 2009. - 468 p. (ISBN-13 (pbk): 978-1-4302-1976-7)
3. Romain Caudron, Pierre-Armand Nicq, Enrico Valenza Learning Path Blender 3D: Designing Objects. BIRMINGHAM – MUMBAI. Published by Packt Publishing Ltd. 2016. – 1278 p. (ISBN 978-1-78712-719-7)
4. Enrico Valenza Blender 2.6 Cycles: Materials and Textures Cookbook. BIRMINGHAM – MUMBAI. Published by Packt Publishing Ltd. 2013. – 280 p.
5. Enrico Valenza, Christopher Kuhn, Romain Caudron, Pierre-Armand Nicq Blender 3D: Characters, Machines, and Scenes for Artists. BIRMINGHAM – MUMBAI. Published by Packt Publishing Ltd. 2016. – 1340 p.

Колісник Микола Прокопович, канд. техн. наук, професор, ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», kolisnyk.mykola@pdaba.edu.ua

Лиходій Олександр Сергійович, канд. техн. наук, доцент, «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», lykhodii.oleksandr@pdaba.edu.ua

Червоноштан Андрій Леонідович, інженер ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», andrew.chervonoshtan@pdaba.edu.ua

Кріпак Микита Сергійович, магістрант ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури» 17250.KRIPAK@pdaba.edu.ua

МОДЕЛЮВАННЯ СТІЙКОСТІ АВТОМОБІЛЯ, ЯК ЗРАЗКА ТЕХНІЧНОЇ СИСТЕМИ, ПРИ ПРОЇЗДІ ЗАОКРУГЛЕННЯ ДОРОГИ

У фізичному розумінні стійкість автомобіля при проїзді заокруглення дороги це спроможність системи (автомобіля) повертатись у своє попереднє

положення після того, як вона (він) була виведена із цього стану будь-якими внутрішніми або зовнішніми діючими факторами.

Так як автомобіль, як зразок технічної системи, на заокругленій дорозі є вільнорухоючим, то його стійкість проти перекидання забезпечується лише власною масою (вагою) [1].

Розглядаємо стійкість автомобіля від бічного перекидання на основі проектних рішень моделей, а саме, динамічної та математичної.

Приймаємо, що динамічна модель утворюється на основі формалізованих складових у вигляді окремої маси на яку діють відповідні силові фактори, а математична модель прийнята на основі динамічної моделі аналогічної моделюємому оригіналу, за формалізованою математичною трактовкою його сутності у вигляді диференційних рівнянь руху.

У нашому випадку об'єкт, що моделюється, прийнятий у вигляді окремої жорсткої маси на пружних опорах на які діють утримуюча сила ваги та перекидаюча сила відцентрова.

Він рухається рівномірно із швидкістю V по рівній дорозі, тому інші можливі силові фактори та ухил не враховуємо.

Автомобіль, рис. 1., знаходиться на горизонтальній площині і спирається на ліву опору, точка A з приведеною жарккістю C_n , і праву опору точка B , ЦВ – центр ваги автомобіля, I_{np} – приведений до центру ваги момент інерції системи, G_{ym} – утримуюча вага автомобіля, $F_{прк}$ – приведена до центра ваги перекидаюча сила, що являє собою дію сил пружної опори A із врахуванням відцентрової сили, ω – кутовий напрям повороту системи.

Кути: φ_{np} – пружного нахилу системи до відриву від опори A ; φ – текучий кут повороту, який може змінюватись від початкового положення до кута критичного $0 \leq \varphi \leq \varphi_{кр}$; $\varphi_{кр}$ – кут критичний, після повороту на який система буде знаходитись у стані нестійкої рівноваги; α – кут між кутом пружності та вертикальною площиною, що проходить через ребро перекидання B ; R – радіус повороту центра тяжіння системи; $R \sin(\alpha + \varphi_{np} - \varphi)$ і $R \cos(\alpha + \varphi_{np} - \varphi)$ – плечі діючих сил; A – пружний зв'язок – опора.

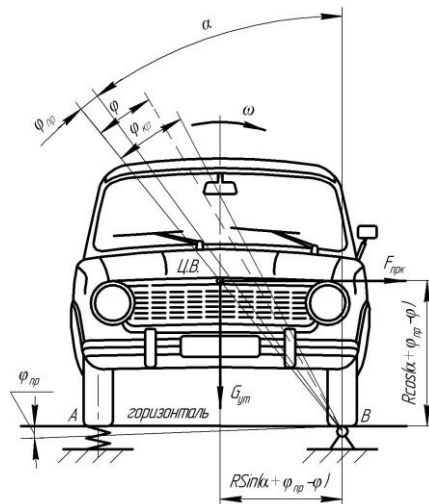


Рисунок 1 – Динамічна модель автомобіля

Математична модель та аналіз її рішення.

Для визначення математичної моделі використовуємо принцип механіки можливих переміщень, а саме, якщо система, що знаходиться у рівновазі, отримує можливе переміщення, то повна робота усіх сил на цьому переміщенні дорівнює нулю [2].

Відповідно умова стійкості при проїзді заокруглення дороги може бути у вигляді

$$A_{\text{ут.}\varphi_{\text{кр}}} \geq A_{\text{нрк.}\varphi}, \quad (1)$$

де $A_{\text{ут.}\varphi_{\text{кр}}}$ – робота сил утримуючих при нахиланні автомобіля на кут критичний (запас енергії) відносно ребра перекидання (точка B);

$A_{\text{нрк.}\varphi}$ – робота сил перекидаючих при нахиланні автомобіля на кут φ .

Робота сил утримуючих

$$A_{\text{ут.}\varphi_{\text{кр}}} = \int_0^{\varphi_{\text{кр}}} G_{\text{ym}} \cdot R \cdot \sin(\alpha + \varphi_{\text{нр}} - \varphi) d\varphi = G_{\text{ym}} \cdot R [\cos(\alpha + \varphi_{\text{нр}} - \varphi_{\text{кр}}) - \cos(\alpha + \varphi_{\text{нр}})], \quad (2)$$

Робота сил перекидаючих при нахиланні на кут φ дорівнює роботі сил утримуючих при повороті на кут φ

$$\begin{aligned} A_{\text{нрк.}\varphi} &= \int_0^{\varphi} F_{\text{нрк}} \cdot R \cdot \cos(\alpha + \varphi_{\text{нр}} - \varphi) d\varphi = \int_0^{\varphi} G_{\text{ym}} \cdot R \cdot \sin(\alpha + \varphi_{\text{нр}} - \varphi) d\varphi = \\ &= G_{\text{ym}} R [\cos(\alpha + \varphi_{\text{нр}} - \varphi) - \cos(\alpha + \varphi_{\text{нр}})]. \end{aligned} \quad (3)$$

Підставивши значення (2) і (3) у (1), отримали

$$\begin{aligned} G_{\text{ym}} R [\cos(\alpha + \varphi_{\text{нр}} - \varphi_{\text{кр}}) - \cos(\alpha + \varphi_{\text{нр}})] &\geq G_{\text{ym}} R [\cos(\alpha + \varphi_{\text{нр}} - \varphi) - \cos(\alpha + \varphi_{\text{нр}})]; \\ \text{або} \quad \cos(\alpha + \varphi_{\text{нр}} - \varphi_{\text{кр}}) &\geq \cos(\alpha + \varphi_{\text{нр}} - \varphi). \end{aligned} \quad (4)$$

Отримали рішення математичної моделі у вигляді нерівності.

Проведемо аналіз рішення математичної моделі, якщо:

$$\begin{aligned} 1. \quad \varphi_{\text{кр}} &= \varphi_{\text{нр}}, \quad \varphi = \varphi_{\text{нр}} - \Delta\varphi_1, \text{ то} \\ \cos(\alpha + \varphi_{\text{нр}} - \varphi_{\text{нр}}) &\geq \cos(\alpha + \varphi_{\text{нр}} - \varphi_{\text{нр}} + \Delta\varphi_1); \\ \cos\alpha &> \cos(\alpha + \Delta\varphi_1) - \text{система стійка}; \end{aligned} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} 2. \quad \varphi_{\text{кр}} &= \varphi_{\text{нр}}, \quad \varphi = \varphi_{\text{нр}}, \text{ то} \\ \cos(\alpha + \varphi_{\text{нр}} - \varphi_{\text{нр}}) &\geq \cos(\alpha + \varphi_{\text{нр}} - \varphi_{\text{нр}}); \\ \cos\alpha &= \cos\alpha - \text{система у стані нестійкої рівноваги}; \end{aligned} \quad (6)$$

$$\begin{aligned} 3. \quad \varphi_{\text{кр}} &= \varphi_{\text{нр}} + \Delta\varphi_2, \quad \varphi = \varphi_{\text{нр}} - \Delta\varphi_3, \text{ то} \\ \cos(\alpha + \varphi_{\text{нр}} - \varphi_{\text{нр}} - \Delta\varphi_2) &> \cos(\alpha + \varphi_{\text{нр}} - \varphi_{\text{нр}} - \Delta\varphi_2 + \Delta\varphi_3); \\ \cos(\alpha - \Delta\varphi_2) &> \cos(\alpha - \Delta\varphi_2 + \Delta\varphi_3) - \text{система стійка, але є зазор} \\ &\text{між опорою і основою (точка } A); \end{aligned} \quad (7)$$

$$\begin{aligned} 4. \quad \varphi_{\text{кр}} &= \alpha + \varphi_{\text{нр}}, \quad \varphi = \alpha + \varphi_{\text{нр}}, \text{ то} \\ \cos(\alpha + \varphi_{\text{нр}} - \alpha - \varphi_{\text{нр}}) &= \cos(\alpha + \varphi_{\text{нр}} - \alpha - \varphi_{\text{нр}}); \text{ система знаходиться у стані нестійкої} \\ &\text{рівноваги при опорі } A \text{ із зазором.} \end{aligned} \quad (8)$$

Визначання значення кутів, що входять у рішення математичної моделі, проводимо графічно-аналітичним методом.

Висновки

1. Розглянуто питання стійкості автомобіля, як технічної системи при проїзді заокруглення дороги. Отримано залежності рівності (нерівності) тригонометричних функцій стійкості.

2. Виявлені математичні залежності які характеризують стійкість системи для положень стійких, нестійких і нестійкої рівноваги.

3. Математична модель стійкості правомірна, а її рішення зрозумілі і раціональні в залежності від складових кутів пружності, критичного, фактичного із врахуванням положення центра ваги відносно опор автомобіля.

Література

1. Волков В.П. Теорія руху автомобіля: підручник / В.П. Волков, Г.Б. Вільський. – Суми: Університетська книга, 2015. – 320с.

2. Колісник М.П. Фізичні основи стійкості стрілових самохідних кранів із жорсткою підвіскою стріли при раптовому знятті вантажу // М.П. Колісник, А.М. Березюк, Г.В. Заєць, А.Ф. Шевченко, А.Л. Червоноштан. // Науково-технічний та виробничий журнал «Підйомно-транспортна техніка». – Одеса, 2020. – №1(62). – С. 70-83.

Сараєв Олексій Вікторович, доктор технічних наук, декан, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків, Україна, e-mail: sarayeva9@gmail.com

Данець Сергій Віталійович, кандидат технічних наук, заступник директора Харківського науково-дослідного експертно-криміналістичного центру МВС України, Харків, Україна

Сохін Андрій Андрійович, аспірант кафедри автомобілів ім. А.Б. Гредескула, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків, Україна

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ АВТОТЕХНІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ

Сучасна автотехнічна експертиза пов'язане з застосуванням автоматизованих цифрових систем виміру й розрахунку на всіх етапах дослідження обставин дорожньо-транспортної пригоди (ДТП). У першу чергу, – це застосування лазерного вимірювання (сканування) місця ДТП, на підставі чого можливе автоматизоване складання схеми ДТП зі встановленням усіх необхідних розмірів. По-друге, це використання записів різних реєстраторів даних про події, які дозволяють фіксувати параметри руху транспортного засобу (ТЗ) в процесі ДТП, що може бути покладено в основу отримання об'єктивних вихідних даних до експертного розрахунку. По-третє, це застосування спеціальної цифрової апаратури при проведенні слідчих експериментів. І в четвертих, це широке використання прикладних програм для розрахунку механізму ДТП. Найкращій результат можна очікувати, якщо