УДК 629.113

ДО ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ СТІЙКОСТІ АВТОПОЇЗДА

Сахно В.П., доктор технічних наук
Тімков О.М., кандидат технічних наук
Гуменюк П.О.
Файчук М.І.

Вступ. Необхідність постійного контролю за кутами встановлення керованих коліс не викликає сумнівів. Це необхідно для забезпечення тривалого терміну служби шин, низького опору кочення коліс, належних показників стійкості та безпеки руху, а також економії палива. Тим не менш, до недавнього часу мало уваги було зосереджено на кутах встановлення некерованих мостів із залежною підвіскою. Неперпендикулярність осей мостів і рами напівпричепа (причепа) обумовлює їх перекос.

Непаралельність задніх мостів викликає надмірне тертя шин з поверхнею дороги, викликає підвищений опір коченню коліс і створює небажані бічні сили.

За даними досліджень Tom Gelinas [1] встановлено, що 80% сідельних тягачів і більше 90% напівпричепів мають проблеми з кутами встановленням мостів.

Навіть новим вантажівкам необхідне регулювання положення некерованих мостів. За результатами інших досліджень, проведених в парку із 100 вантажних автомобілів, до 70% нових автомобілів потребують корекції встановлення заднього мосту. "Шістдесят відсотків випадків зносу шин керованої осі викликано неправильними кутами встановлення коліс осі" [2].

Метою статті є визначення показників стійкості руху автопоїздів з урахуванням кутів встановлення мостів, масово-геометричних та конструктивних параметрів їх ланок, які б найбільш повно задовольняли критеріям стійкості руху транспортного засобу в діапазоні експлуатаційних швидкостей і навантажень.

Основна частина. Рішення задачі про стійкість руху автопоїзда базується на розв'язку системи диференціальних рівнянь руху автопоїзда. Ця система записана у роботі [3] і доповнена залежностями кутів відведення осей автопоїзда з урахуванням кутів встановлення його мостів. Вона дозволяє визначити реакції ланок автопоїзда при одиночному збурені (різкий поворот рульового колеса автомобіля-тягача), а також критичну швидкість автопоїзда.

$$
\begin{gathered}
(m_1+m_2)\dot{u}+\dot{\omega}_1 m_2(b_1-c_1)+m_2 a_2(\dot{\omega}_1+\ddot{\varphi}_1)\dot{\omega}_0-v_1\omega_1= \\
=k_1\delta_1+k_1\delta_{1r}-m_1\omega_1 v_1-(X_2+X_{2r})* \\
*\sin\psi_2+(k_2\delta_2+k_2\delta_{2r})\cos\psi_2+(X_3+X_{3r})\sin\psi_3+ \\
(k_3\delta_3+k_3\delta_{3r})\cos\psi_3+(X_4+X_{4r})\sin\psi_4+ \\
+(k_4\delta_4+k_4\delta_{4r})\cos\psi_4+(X_5+X_{5r})\sin\psi_5+(k_5\delta_5+k_5\delta_{5r})\cos\psi_5;
\end{gathered}
$$

$$
\begin{gathered}
m_2(\dot{u}_1-\dot{\omega}_1(b_1-c_1)-a_2(\dot{\omega}_1-\ddot{\varphi}_1)+v_1\omega_1)=I_1\dot{\omega}_1-(k_1\delta_1+k_1\delta_{1r})a_1- \\
-(X_1+X_{1r})*(h_1+\varepsilon)+X_2(h_2-b_1\sin\psi_2)-X_{2r}(h_2+b_1\sin\psi_2)+ \\
+(k_2\delta_2+k_2\delta_{2r})b_1\cos\psi_2+(X_3+X_{3r})\sin\psi_3+(k_3\delta_3+k_3\delta_{3r})\cos\psi_3+ \\
+(X_4+X_{4r})\sin\psi_4+(k_4\delta_4+k_4\delta_{4r})\cos\psi_4+ \\
+(X_5+X_{5r})\sin\psi_5+(k_5\delta_5+k_5\delta_{5r})\cos\psi_5;
\end{gathered}
$$

© Сахно В.П., Тімков О.М., Гуменюк П.О., Файчук М.І., 2013

$$
\begin{gathered}
I_2(\dot{\omega}_1-\ddot{\varphi}_1)-m_2a_2(\dot{u}-\dot{\omega}_1(b_1-c_1)-a_2(\dot{\omega}_1-\ddot{\varphi}_1)+v_1\omega_1)=-(X_3+X_{3r})\sin\psi_3-\\
-(k_3\delta_3+k_3\delta_{3r})\cos\psi_3-(X_4+X_{4r})\sin\psi_4-(k_4\delta_4+k_4\delta_{4r})\cos\psi_4-(X_5+X_{5r})\sin\psi_5-\\
-(k_5\delta_5+k_5\delta_{5r})\cos\psi_5+X_3(h_3-b_3\sin\psi_3)-X_{3r}(h_3+b_3\sin\psi_3)+X_4(h_4-\\
-b_4\sin\psi_4)-X_{4r}(h_4+b_4\sin\psi_4)-(k_4\delta_4+k_4\delta_{4r})b_4\cos\psi_4+X_5(h_5-\\
-b_5\sin\psi_5)-X_{5r}(h_5+b_5\sin\psi_5)-(k_5\delta_5+k_5\delta_{5r})b_5\cos\psi_5,
\end{gathered}
\tag{1}
$$

Після розв’язку цих рівнянь відносно старших похідних, одержимо:

$$
\dot{u}_1=-\frac{m_2B0-m_2(b_1-c_1)+A0m_2C^2I_1+m_2I_2a_2{}^2A0+A0I_2I_1}{m_2C^2m_1I_1+m_2I_2B^2m+m_2I_1I_2+m_1I_1I_2};
$$

$$
\dot{\omega}_1=-\frac{m_1m_2(b_1-c_1)^2B0+m_2I_2B0+m_2I_2A0+I_2m_1B0}{m_2C^2m_1I_1+m_2I_2B^2m_1+m_2I_1I_2+m_1I_1I_2};
\tag{2}
$$

$$
\ddot{\varphi}_1=-\frac{m_2(b_1-c_1)m_1B0+m_2B^2m_1C0+m_2C^2m_1B0+m_2I_2B0}{m_2C^2m_1I_1+m_2I_2B^2m_1+m_2I_1I_2+m_1I_1I_2},
$$

де

$$
\begin{aligned}
A0&=\left(\frac{A2}{v_1}+\left(m_1+m_2\right)v_1\right)\omega_1+\frac{A1u}{v_1}+A3\varphi_1-\frac{A4\dot{\varphi}_1}{v_1};\\
B0&=\left(\frac{B2}{v_1}-m_2\left(B+2C\right)v_1\right)\omega_1+\frac{B1u_1}{v_1}+B3\varphi_1+\frac{B4\dot{\varphi}_1}{v_1};\\
C0&=\left(m_2v_1C+\frac{C2}{v_1}\right)\omega_1+\frac{C1u_1}{v_1}+C1\varphi_1+\frac{C3\dot{\varphi}_1}{v_1}.
\end{aligned}
\tag{3}
$$

Коефіцієнти Ai, Bi, Ci визначаються компонувальними і масовими параметрами автопоїзда.

Система рівнянь у векторно-матричної формі:

$$
\left\|a_{ij}\right\|_1^3\cdot\begin{vmatrix}\dot{u}_1\\ \dot{\omega}_1\\ \ddot{\varphi}_1\end{vmatrix}+\left\|b_{ij}\right\|_{3,4}\cdot\begin{vmatrix}u_1\\ \omega_1\\ \varphi_1\\ \dot{\varphi}_1\end{vmatrix}=0.
\tag{4}
$$

Для знаходження необхідних і достатніх умов стійкості прямолінійного руху автомобіля потрібно скласти характеристичне рівняння системи (1) у вигляді (5). Часткове рішення системи, приведеної до векторно-матричної форми, будемо шукати у вигляді $u_1,\ \omega_1,\ \varphi_1=(a_1,\ a_2,\ a_3)\exp(\lambda\, t)$, якщо і тільки якщо λ є коренем характеристичного рівняння

$$
D(\lambda)=A_0\lambda^4+A_1\lambda^3+A_2\lambda^2+A_3\lambda+A_4=0.
\tag{5}
$$

Матриця характеристичного рівняння у загальному вигляді

$$\begin{vmatrix} a_{11}\lambda + b_{11} & a_{12}\lambda + b_{12} & a_{13}\lambda^2 + b_{13}\lambda + b_{14} \\ a_{21}\lambda + b_{21} & a_{22}\lambda + b_{22} & a_{23}\lambda^2 + b_{23}\lambda + b_{24} \\ a_{31}\lambda + b_{31} & a_{32}\lambda + b_{32} & a_{33}\lambda^2 + b_{33}\lambda + b_{34} \end{vmatrix} = \sum_{i=0}^{n=4} A_i \lambda^{n-i} = 0; \quad (6)$$

де a_{ij} та b_{ij} – відповідні коефіцієнти, що залежать від геометричних параметрів автопоїзда, та отримані аналітично у програмі Maple 12.

За критерієм стійкості Рауса-Гурвіца [4], необхідна, але недостатня умова стійкості полягає у тому, щоб усі коефіцієнти A_i були позитивні. Система буде стійкою, якщо визначник і його мінори позитивні. Аналіз коренів характеристичного рівняння може характеризувати стан системи.

У загальному випадку можливі наступні значення коренів характеристичного рівняння: λ є дійсна і позитивна величина – система нестійка, рух буде нестійким; λ – дійсна і від'ємна величина – система з часом повертається до стійкого положення. Якщо коефіцієнт λ являє собою комплексне число, то його позитивна дійсна частина свідчить про наявність наростаючих коливань, а від'ємна дійсна частина про наявність загасаючих коливань.

Визначники Гурвіца характеристичного рівняння (5) перший Δ_1 – відповідає за наявність додатних дійсних коренів, а третій Δ_3 – за наявність додатної дійсної частини уявних комплексно сполучених коренів. З рівняння (2) отримаємо фактори, від яких залежить критична швидкість

$$v_{\hat{e}\partial} = f\left(m_1, m_2, a_1, L_1, c_1, L_2, k_1, k_2, k_3, k_4, ..\right). \quad (7)$$

За формулою (7) можливо провести аналіз рівномірного прямолінійного руху, а саме, визначити величину критичної швидкості прямолінійного руху автопоїзда і виявити характер впливу факторів, у тому числі і кутів встановлення мостів автопоїзда.

Розрахунки показників стійкості виконані для автопоїзда у складі автомобіля-тягача DAF XF 95.430 та напівпричепа KRONE – SDP 24 категорії N3+O4.

Структура характеристичного визначника (5) системи (6), а також вирази його коефіцієнтів a_{ij}, b_{ij} настільки громіздкі в аналітичному вигляді, що в подальшому будемо використовувати загальні вирази коефіцієнтів A_0, A_1, A_2, A_3, A_4 і визначника Δ_3 характеристичного рівняння. Тому, необхідні коефіцієнти будемо обчислювати чисельним методом за допомогою комп'ютерного моделювання у середовищі Maple 12.

У загальному випадку значення експлуатаційних та конструктивних параметрів автопоїзда, при яких визначник системи $\grave{A}_4 = 0$, назвемо критичними, а при $\Delta_3 = 0$ – флатерними. При розгляді динаміки автопоїзда з урахуванням кутів встановлення мостів основним фактором, що визначає стійкість прямолінійного руху, є курсова швидкість V руху транспортного засобу. Типовими є ситуації:

$$\grave{A}_4 = 0 \Rightarrow V = V_{\hat{E}\hat{D}};\ \grave{A}_4 > 0 \Rightarrow V < V_{\hat{E}\hat{D}};\ \grave{A}_4 < 0 \Rightarrow V > V_{\hat{E}\hat{D}}, \quad (8)$$

де V – швидкість руху автопоїзда;

$V_{\hat{E}\hat{D}}$ – критична швидкість руху автопоїзда;

$$\Delta_3 = 0 \Rightarrow V = V_0;\ \Delta_3 < 0 \Rightarrow V > V_0;\ \Delta_3 > 0 \Rightarrow V < V_0, \quad (9)$$

де V – швидкість руху автопоїзда;

V_0 – гранична швидкість коливальної нестійкості руху автопоїзда.

Оскільки $V_{ÊÐ}$ і V_0 є функціями параметрів автопоїзда, то в просторі цих параметрів рівняння $V = V_{ÊÐ}$ і $V = V_0$ визначають гіперповерхні, на яких характеристичне рівняння (2) має один нульовий і пару комплексних коренів. Перші рівняння виразів (8) та (9) можна записати як функції швидкості руху автомобіля:

$$\begin{aligned} \grave{A}_4 &= f(V_{ÊÐ}, ³í ø ³ ô àêò î ðè) \\ \Delta_3 &= f(V_0, ³í ø ³ ô àêò î ðè) \end{aligned}, \qquad (10)$$

Отже, існують два характерних значення швидкості руху автопоїзда $V = V_{ÊÐ}$ і $V = V_0$, які можна отримати із рівнянь (9). Проте їх приведення до явного вигляду в зв'язку з великою розмірністю і кількістю вхідних параметрів складає в загальному випадку не вирішувану задачу і не уможливлює використання чисто аналітичних методів дослідження.

Отримати зазначені залежності можливо за допомогою числових методів комп'ютерного моделювання. Оскільки явних виразів рішень рівнянь (9) немає, то для знаходження залежностей $V_{ÊÐ} = f(A_4)$ і $V_0 = f(\Delta_3)$ скористаємося інтервальним методом. Даний метод дозволяє обчислювати будь які залежності неявного вигляду.

У випадку $V_{ÊÐ}$ і V_0 для $\grave{A}_4 = 0$ і $\Delta_3 = 0$ відповідно маємо:

$$\grave{A}_4 = (V, X_i) = 0 \text{ і } \Delta_3 = (V, X_i) = 0, \; i = 1...n,$$

де V – поточне значення швидкості автопоїзда;

X_i – параметри автопоїзда;

n – кількість параметрів.

Збільшуючи поточну швидкість автопоїзда V від $V_{\min}$ до $V_{\max}$ на величину $V = \frac{V_{\max} - V_{\min}}{n}$, в інтервалі від $V_{\min}$ до $V_{\max}$ на кожному кроці перевіряються умови $\grave{A}_4 = 0$ або $\Delta_3 = 0$. Якщо якась з умов виконується, то поточне значення V присвоюється відповідній з екстремальних швидкостей $V_{ÊÐ}$ або V_0. Таким чином можливо отримати залежності швидкостей $V_{ÊÐ}$ і V_0 від будь-якого з параметрів автопоїзда.

При русі автопоїзда по прямолінійних ділянках доріг, особливо з нерівним зношеним покриттям, на нього діють зовнішні сили, що передаються через колеса на його остов. Ці зусилля викликають випадкові стохастичні повороти не тільки керованих коліс навколо шворнів в межах зазорів між деталями рульового приводу, але й до поворотів некерованих ведучих та підтримуючих мостів та їх пружних деформацій. Ці явища, можуть підсилюватись кінематичним розлагодженням між підвіскою та рульовим приводом. Якщо транспортний засіб потенційно нестійкий, то після закінчення дії збурення з'являється ймовірність виникнення коливань модулів або зміни напряму руху автопоїзда, втрати стійкості.

Аналіз отриманих характеристик дозволяє виявити показники якості руху, суттєві параметри та їх вплив на стійкість транспортного засобу і визначити напрями зміни цих характеристик для знаходження оптимального рішення.

Критеріями стійкості прямолінійного руху будуть екстремальні швидкості $V_{ÊÐ}$ і V_0, які визначаються з рівнянь (1). Результатами числово-аналітичного дослідження стійкості будуть січення простору параметрів автопоїзда, за допомогою яких можливо проаналізувати вплив кожного з параметрів [5,6].

За вихідними даними для автопоїзда у складі сідельного тягача DAF XF 95.430 та напівпричепа KRONE – SDP 24 критична швидкість прямолінійного руху складає близько 30,6 *м/с* або 110,16 *км/год.*

Розглянемо вплив наступних масово-геометричних та конструктивних параметрів на стійкість та маневреність автопоїзда із порушенням геометрії ходової частини:

- перекосу мостів сідельного тягача від – 3 до +3 [град];
- перекосу кожного мостів напівпричепа від – 3 до +3 [град];
- виносу опорно-зчіпного пристрою сідельного тягача від 0,12 до 1,1 [м];
- маси напівпричепа від 8 000 до 33 610 [кг];
- маси сідельного тягача від 5 000 до 10 000 [кг];
- коефіцієнту відведення осей автопоїзда від 100 до 400 [кН/рад].

Січення простору параметрів прямолінійного руху автопоїзда отримані для кожного з параметрів за допомогою комп'ютерного моделювання. Січення, показані обмеженими кривими екстремальних швидкостей $V_{ÊÐ}$ і V_0, відповідають областям стійкості та нестійкості прямолінійного руху транспортного засобу.

Проаналізуємо вплив кожного з параметрів на стійкість прямолінійного руху автомобіля.

На рис.1 показано вплив перекосу мостів автопоїзда на критичну швидкість прямолінійного руху. На рисунку позначено вплив перекосу заднього мосту напівпричепа 1, вплив перекосу заднього мосту автомобіля-тягача 2, вплив перекосу другого мосту напівпричепа 3 та першого мосту напівпричепа 4.

Збільшенням перекосу будь-якого мосту в будь який бік, зменшує критичну швидкість автопоїзда. Найбільш суттєво впливає перекос заднього моста напівпричепа. Так, перекос цього моста на 1º знижує критичну швидкість автопоїзда на 15,1%, другого моста автомобіля-тягача – на 12,2%, другого та першого моста напівпричепа – на 6,2 та 5,1% відповідно. Подальше зростання перекосу понад 3º призводить до коливальної нестійкості автопоїзда.

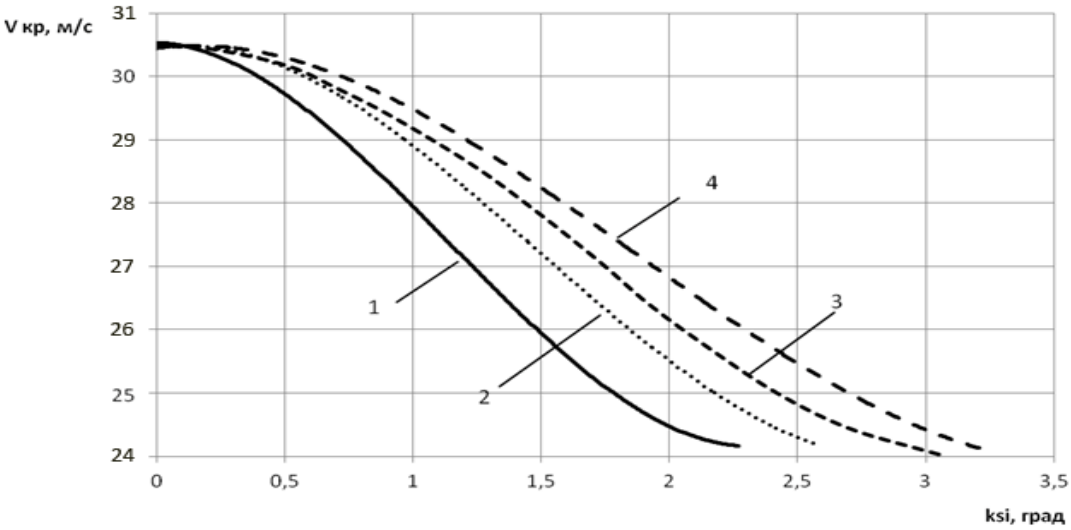


Рисунок 1. – Зміна критичної швидкості прямолінійного руху від перекосу мостів автопоїзда

Поєднання перекосу різних мостів є функцією чотирьох змінних $V_{êð} = f(\psi_1, \psi_2, \psi_3, \psi_4)$, графічно представити яку неможливо. Тому, розглянемо лише вплив напряму перекосу для типових схем встановлення мостів напівпричепа. Як приклад, на рис. 3.2: *а*) схема 1, без перекосу мостів; *б*) схема 7 з різнобічним перекосом двох мостів напівпричепа; *в*) схема 9, з однобічним прекосом мостів напівпричепа.

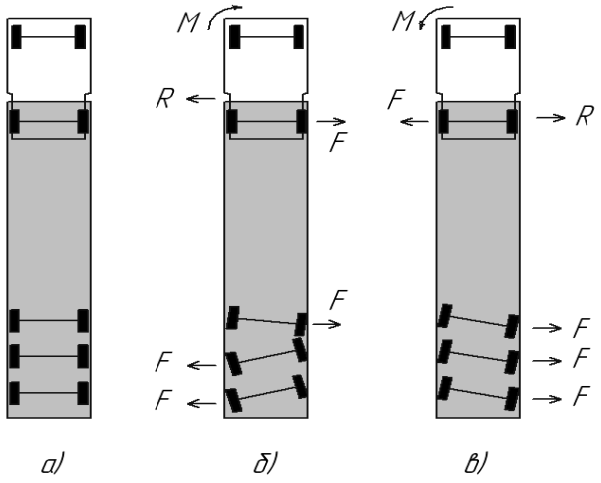


Рисунок 2. – Схеми перекосу мостів напівпричепа, що досліджувались

У табл. 1 наведено фактори, що впливають на обрані схеми перекосу, а саме перекос першого моста напівпричепа X1, перекос другого (середнього) моста напівпричепа X2, перекос третього моста напівпричепа X3.

Таблиця 1 – Фактори, прийняти при експериментальному дослідженні

Рівень фактору	X1	X2	X3
Основний рівень	0	0	0
Інтервал	1	1	1
Верхній рівень (+)	3	3	3
Нижній рівень (–)	–3	–3	–3

Додамо два випадку однобічного перекосу, що співпадає та не співпадає з напрямком повороту автопоїзда. План експерименту наведено у табл. 2.

Таблиця 2. – План експериментальних досліджень

№ п/п	X1	X2	X3
1	2	3	4
Схема 1	+1	0	0
Схема 2	– 1	0	0
Схема 3	0	+1	0
Схема 4	0	– 1	0
Схема 5	0	0	+1

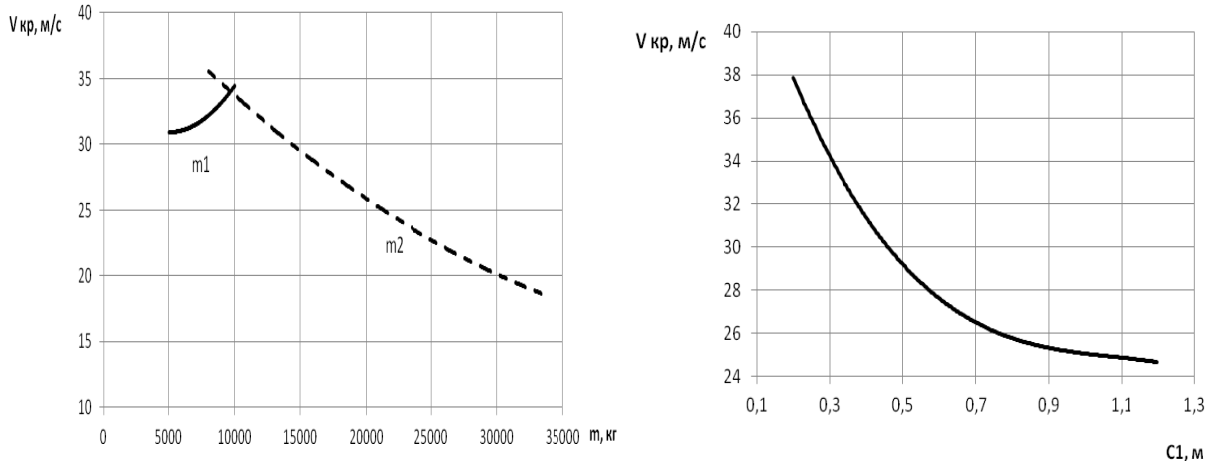
Значення критичної швидкості для зазначених схем, наведені в табл. 3.

Таблиця 3 – Критична швидкість автопоїзда за різних схем перекосу

Найменування	**Критична швидкість, м/с**	**Найменування**	**Критична швидкість, м/с**
Схема 1	32,4	Схема 6	29,6
Схема 2	31,2	Схема 7	29,3
Схема 3	30,2	Схема 8	28,9
Схема 4	29,6	Схема 9	28,6
Схема 5	29,2	Схема 10	27,1

На рис. 3 наведено результати аналізу стійкості прямолінійного руху автопоїзда залежно від характерних значень конструктивних параметрів: m_1 – маси сідельного тягача,

m_2 – маси напівпричепа, c_1 – відстані від заднього мосту сідельного тягача до точки зчіпки з напівпричепом.



а) б)

Рисунок 3. – Зміна критичної швидкості прямолінійного руху автопоїзда від: масових параметрів автопоїзда (а) і виносу опорно-зчіпного пристрою сідельного тягача (б)

Із наведених графіків слідує, що збільшення маси автомобіля-тягача призводить до зростання критичної швидкості руху автопоїзда, у той час як збільшення маси напівпричепа призводить до її зменшення. Зменшення відстані від заднього мосту сідельного тягача до точки зчеплення з другою ланкою призводить до збільшення критичної швидкості руху автопоїзда. Це потребує поглибленого обґрунтування компонувальної схеми автопоїзда при його проектуванні, а також раціонального розміщення вантажу в процесі експлуатації автопоїзда.

На рис. 4 наведено залежність критичної швидкості прямолінійного руху автопоїзда від жорсткісних характеристик шин. Збільшення жорсткості шин некерованих осей у всіх випадках покращує стійкість, у той час як керованої осі її зменшує, але не суттєво. Серед осей напівпричепа найбільш впливає жорсткість шин останньої осі.

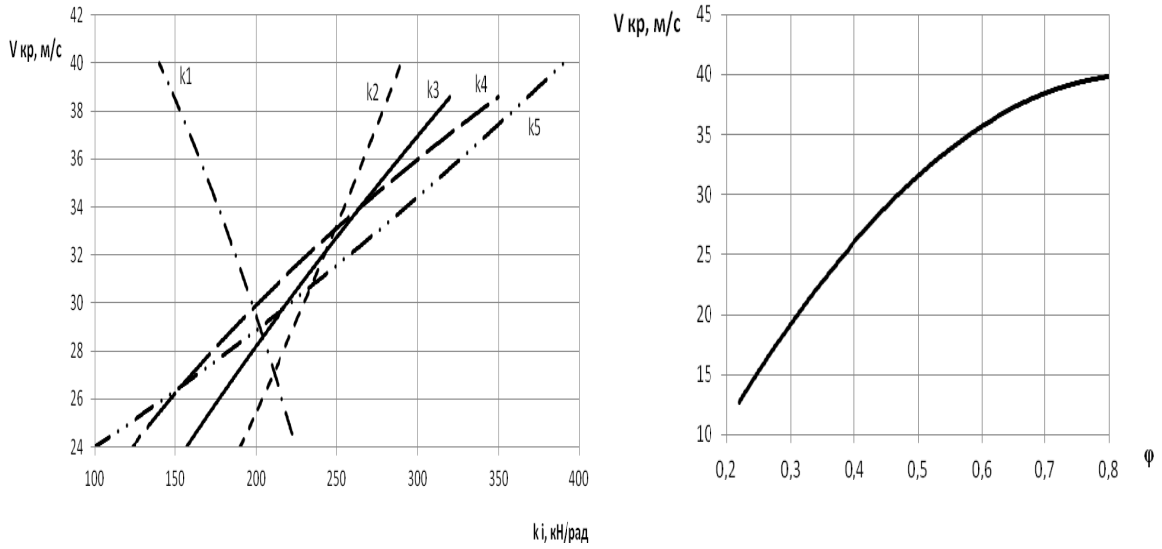


Рисунок 4. – Зміна критичної швидкості прямолінійного руху автопоїзда: від жорсткісних характеристик шин (а) і коефіцієнта зчеплення коліс з дорогою (б)

Аналіз наведених залежностей, рис. 3 та 4, показує, що на підвищення поперечної горизонтальної стійкості автопоїзда позитивно позначається збільшення коефіцієнтів опору бічному відведенню шин та коефіцієнта зчеплення коліс з дорогою φ . Вплив інших параметрів або незначний, або зовсім відсутній.

Висновки. Збільшенням перекосу будь-якого мосту автомобіля-тягача і напівпричепа в будь який бік зменшує критичну швидкість автопоїзда. Найбільш суттєво впливає перекос заднього моста напівпричепа. Так, перекос цього моста на 1º знижує критичну швидкість автопоїзда на 15,1%, другого моста автомобіля-тягача – на 12,2%, другого та першого моста напівпричепа – на 6,2 та 5,1% відповідно. Подальше зростання перекосу понад 3º призводить до коливальної нестійкості автопоїзда.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Tom Gelinas. Mis Alignment: The Tire Killer // Fleet Equipment. – 1999. – V.18, N 2. – P.20.

2. Tom Gelinas. Preventative Suspension Maintenance // Fleet Equipment. – 1991. – V. 17, N 12. – P. 9.

3. Сахно В.П. Вплив конструктивних параметрів керованого колісного модуля на стійкість прямолінійного руху автомобіля та автопоїзда / В.П. Сахно, А.В. Вакуліч // Проектування, виробництво та експлуатація автотранспортних засобів і поїздів. – 1996. – № 1. – С.116–120.

4. Ляпунов А.М. Собрание сочинений / Ляпунов А.М. – М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1956. – Т.2. – 475 с.

5. Смирнов Г.А. Теория движения колесных машин: [Учеб. для студентов машиностроит. спец. вузов] / Смирнов Г.А. – М.: Машиностроение, 1990. – 352 с.

6. Эллис Д.Р. Управляемость автомобиля: Пер. с англ. – М.: Машиностроение, 1975. – 216 с.

РЕФЕРАТ

Сахно В.П., Тімков О.М., Гуменюк П.О., Файчук М.І. До визначення показників стійкості автопоїзда. /Володимир Прохорович Сахно, Олексій Миколайович Тімков, Павло Олександрович Гуменюк, Микола Іванович Файчук // Вісник Національного транспортного університету. – К.: НТУ – 2013. – Вип. 27.

Необхідність постійного контролю за кутами встановлення керованих коліс не викликає сумнівів. Це необхідно для забезпечення тривалого терміну служби шин, низького опору кочення коліс, належних показників стійкості та безпеки руху, а також економії палива. Неперпендикулярність осей мостів і рами напівпричепа (причепа) обумовлює їх перекос, що може призвести до порушення стійкості руху.

Рішення задачі про стійкість руху автопоїзда базується на розв’язку системи диференціальних рівнянь руху автопоїзда. Встановлено, що на критичну швидкість автопоїзда найбільш суттєво впливає перекос заднього моста напівпричепа. Так, перекос цього моста на 1º знижує критичну швидкість автопоїзда на 15,1%, другого моста автомобіля-тягача – на 12,2%, другого та першого моста напівпричепа – на 6,2 та 5,1% відповідно. Подальше зростання перекосу понад 3º призводить до коливальної нестійкості автопоїзда.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: АВТОМОБІЛЬНИЙ ПОЇЗД, АВТОМОБІЛЬ-ТЯГАЧ, НАПІВПРИЧІП, КРИТИЧНА ШВИДКІСТЬ, БІЧНА СИЛА, ПЕРЕКОС МОСТУ, КУТ ВСТАНОВЛЕННЯ

ABSTRACT

Sakhno V.P., Timkov O.M., Gumenyuk P.O., Faychuk M.I. To determination of indexes of stability of lorry convoy. /Vladymir Sakhno, Alexsandr Timkov, Pavlo Gumenyuk, Mickol h Faychuk // Herald of the National Transport University. - K.: NTU - 2013. - Issue. 27.

The necessity of permanent control after the corners of setting of the guided wheels does not cause doubts. It is necessary for providing of the protracted term of service of tires, low resistance of woobling of wheels, proper indexes of stability and safety of motion, and also economy of fuel. Unperpendicularity of axes of bridges and frame of semitrailer (trailer) is stipulated by their defect.

Out-of-parallelism of back bridges is caused by the surplus friction of tires with a surface dear, causes enhanceable resistance woobling of wheels and creates undesirable lateral forces which can result in violation of stability of motion.

The decision of task about stability of motion of lorry convoy is based on the decision of the system of differential equalizations of his motion. It is set such decision, that in any direction diminishes stalling speed of lorry convoy the increase of defect of любого|какого-нибудь| bridge of car-tractor and semitrailer. Perekos| of back bridge of semitrailer influences most substantially. So, перекос| of this bridge on 10 reduces stalling speed of lorry convoy on 15,1%, second bridge of car-tractor – on 12,2%, second and first bridge of semitrailer – on 6,2 and 5,1% accordingly. Subsequent growth of defect over 30º of swaying instability of lorry convoy leads.

KEYWORDS: LORRY CONVOY, CAR-TRACTOR, SEMITRAILER, STALLING SPEED, LATERAL FORCE, DEFECT OF BRIDGE, CORNER OF SETTING.

РЕФЕРАТ

Сахно В.П., Тимков А.Н., Гуменюк П.А., Файчук Н.И. К определению показателей устойчивости автопоезда. /Владимир Прохорович Сахно, Алексей Николаевич Тимков, Павел Александрович Гуменюк, Николай Иванович Файчук // Вестник Национального транспортного университета. - К.: НТУ – 2013. - Вып. 27.

Необходимость постоянного контроля за углами установки управляемых колес не вызывает сомнений. Это необходимо для обеспечения длительного срока службы шин, низкого сопротивления качения колес, надлежащих показателей устойчивости и безопасности движения, а также экономии топлива. Неперпендикулярность осей мостов и рамы полуприцепа (прицепа) обусловливает их перекос, что может привести к нарушению устойчивости движения

Решение задачи об устойчивости движения автопоезда базируется на решении системы дифференциальных уравнений его движения. Установлено, что на величину критической скорости автопоезда наиболее существенно влияет перекос заднего моста полуприцепа. Так, перекос этого моста на 1^0 снижает критическую скорость автопоезда на 15,1%, второго моста автомобиля-тягача – на 12,2%, второго и первого моста полуприцепа – на 6,2 и 5,1% соответственно. Последующий рост перекоса свыше 3^0 приводит к колебательной неустойчивости.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: АВТОМОБИЛЬНІЙ ПОЕЗД, АВТОМОБИЛЬ-ТЯГАЧ, ПОЛУПРИЦЕП, КРИТИЧЕСКАЯ СКОРОСТЬ, БОКОВАЯ СИЛА, ПЕРЕКОС МОСТА, УГОЛ УСТАНОВКИ.