

УДК 629.3.017.3

**А.В. Костенко, доцент, канд. техн. наук**

Донецька академія автомобільного транспорту  
пр. Дзержинського, 7, м. Донецьк, Україна, 83086  
andr13kost@list.ru

**ВПЛИВ КІЛЬКОСТІ ВІСЕЙ БАГАТОВІСНОГО АВТОМОБІЛЯ НА ПОВОРОТКІСТЬ**

*В статті розглянуте питання про вплив кількості задніх осей багатовісного автомобіля на поворотність, наведено схеми розташування осей та отримані діаграми поворотності.*

**Ключові слова:** автомобіль багатовісний, поворотність, рівняння керованості.

**Постановка проблеми.** На даний час спостерігається помітно зростаючий інтерес дослідників до вивчення динаміки автопоїздів, що можна пояснити збільшенням їх кількості, зростанням інтенсивності їх руху, збільшенням у цілому транспортного потоку. Поворотність багатовісного автомобіля є однією з основних характеристик, яким приділяється підвищена увага дослідників. Поворотність – це здатність транспортного засобу змінювати напрям руху без повороту керованих коліс. Є дві основні причини поворотності: відведення коліс, викликане поперечною еластичністю шин, і поперечний крен кузова, пов'язаний з еластичністю підвіски. Конструктивні рішення, що визначають вибір числа й розміщення колісних осей, вибір схеми рульового керування, впливають на поворотність автомобілів [1].

**Мета статті.** Дослідження поворотності за допомогою рівняння керованості для вантажного автомобіля з двома, трьома та чотирма осями.

**Матеріали та результати дослідження.** В роботі [2] було досліджено величину критичної швидкості для трьох варіантів розташування осей, як вказано на рисунку 1. Також визначено, що зміна кількості осей призводить до зміни стійкості та поворотності вантажних автомобілів.

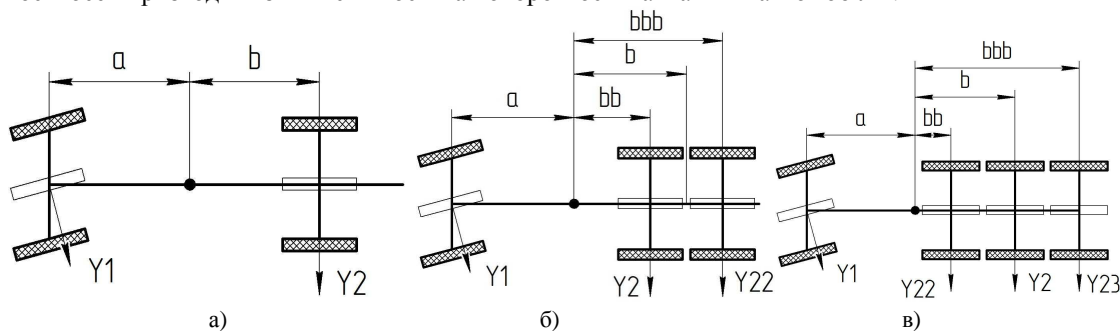


Рисунок 1 – Варіанти розташування осей у вантажного автомобіля

Параметри автомобіля:  $m=23665$  кг;  $a=5,4$  м;  $b=2,2$  м;  $l=7,6$  м; відстань між наближеними осями 1,6 м. Бічна сила описується згідно теорії Рокара, тобто

$$Y_i = k_i \delta_i. \quad (2)$$

Скористаємось для оцінки впливу кількості осей на поворотність автомобіля рівнянням керованості [3], яке пов'язує кут повороту керованих коліс, радіус руху та швидкість автомобіля.

У випадку моделі із пружними по І. Рокару колесами радіус траєкторії точки на поздовжній осі автомобіля, швидкість якої лежить уздовж поздовжньої осі, може бути представлений у вигляді

$$R = \frac{l}{\theta + \delta_2 - \delta_1},$$

де вираз в знаменнику  $(\theta + \delta_2 - \delta_1)$  – кут Акермана, геометричний зміст якого – кут між радіусами-векторами, що з'єднують центр повороту із серединами передньої й задньої осей. Для моделі з абсолютно твердими колесами він переходить просто в кут повороту керованих коліс  $\theta$ . Кут Акермана можна представити у вигляді

$$\theta + \delta_2 - \delta_1 = \frac{k_1 k_2 l^2 \theta}{k_1 k_2 l^2 - m V^2 (k_1 a - k_2 b)} = \frac{\theta}{1 - \frac{V^2}{V_{kp}^2}}$$

Для руху з постійним значенням радіуса R при зростанні швидкості V необхідне виконання наступного співвідношення

$$l/R = \theta / (1 - V^2/V_{kp}^2); \Rightarrow \theta = l \cdot (1 - V^2/V_{kp}^2) / R.$$

Питоме бічне навантаження автомобіля в круговому сталому режимі ( $A_y / g$ ), можна виразити через кут Акермана

$$A_y / g = \frac{V^2}{gl} (\theta + \delta_2 - \delta_1) = \frac{V^2}{gl} \frac{\theta}{(1 - V^2/V_{kp}^2)}$$

Для автомобіля з надлишкової поворотністю питоме бічне навантаження монотонно росте з ростом швидкості й прямує до нескінченності при критичній швидкості, для автомобіля з недостатньої поворотністю питоме бічне навантаження прагне до певного значення.

Для руху з постійним значенням радіуса R при зростанні швидкості V необхідне виконання співвідношення

$$\theta = l(1 - V^2/V_{kp}^2) / R = l/R + \left(\frac{\bar{k}_2 - \bar{k}_1}{k_1 k_2}\right) A_y / g.$$

При русі екіпажа по окружності радіуса R з різними значеннями параметра швидкості V (поздовжня складова швидкості центру мас) кут Акермана повинен залишатися постійним

$$l/R = \theta + \delta_2 - \delta_1.$$

На рисунку 2 наведено зразки прямих поворотності автомобіля. Форма ліній графіка залежить від моделі взаємодії шини та дороги. У випадку, що розглядається, використовується лінійна модель Рокара.

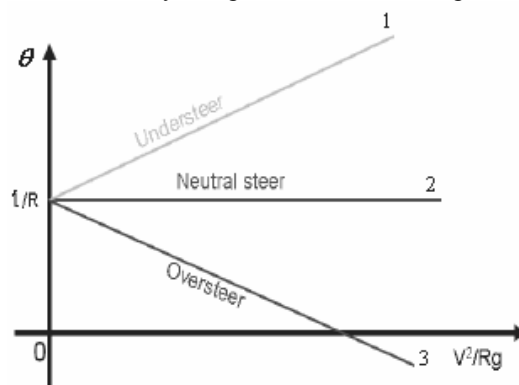


Рисунок 2 – Діаграма керованості:

1- недостатня керованість; 2- нейтральна керованість; 3- надлишкова керованість

Для побудови прямої керованості використаємо рівняння

$$R_d = \frac{V}{\omega}.$$

Запишемо рівняння керованості

$$\theta = \frac{l}{R_d} - \frac{k_1 - k_2}{k_1 k_2} A_y,$$

де  $A_y = \frac{V^2}{Rg}$ .

На рисунку 3а представлені результати розрахунку за рівнянням керованості при русі по радіусу  $R=30$  м та швидкості  $v=10$  м/с. На рисунку 3б представлені результати розрахунку за рівнянням керованості при русі по радіусу  $R=10$  м та швидкості  $v=10$  м/с. На рисунку 3в представлені результати розрахунку за рівнянням керованості при русі по радіусу  $R=30$  м та швидкості  $v=20$  м/с.

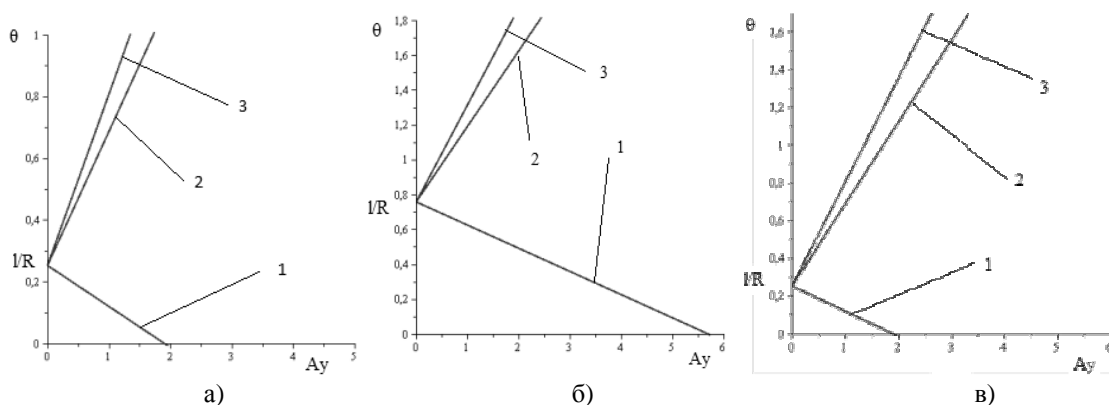


Рисунок 3 – Прямі керованості для автомобіля, що має:  
1 – дві осі; 2 – три осі; 3 – чотири осі

Як видно з рисунку 3а, маємо надлишкову поворотність, тобто існує критична швидкість для двохвісного автомобіля, оскільки пряма керованості перехрещується із віссю  $A_y$ . Для автомобілів з трьома та чотирма осями лінія йде вгору, що вказує на недостатню поворотність.

Результати дослідження не протирічають результатам розрахунку критичної швидкості, що було виконано в роботі [2].

**Висновки.** В роботі досліджено поворотність багатівісних автомобілів, в результаті чого встановлено, що збільшення кількості задніх осей призводить до набуття автомобілем недостатньої поворотності, що, в свою чергу, покращує стійкість руху.

#### **Бібліографічний список використаної літератури**

1. Аксенов П.В. Многоосные автомобили / П.В. Аксенов. – М. : Машиностроение, 1989. – 279 с.
2. Костенко А.В. Влияние количества осей багатівісного автомобіля на величину критичної швидкості руху / А.В. Костенко // Вісник СевНТУ : зб. наук. пр.. Серія: Машиноприладобудування та транспорт. – Севастополь, 2012. – Вип. №134/2012. – С. 113 – 116.
3. До питання про визначення характеристик поворотності легкового автомобіля / В.Г. Вербицький, А.В. Костенко, А.М. Єфименко [та ін.] // Наукові нотатки : міжвузівський збірник. – Луцьк, 2010. – Вип. 29. – С. 41 – 47.

Надійшла до редакції 12.06.2013 р.

#### **Костенко А.В. Влияние количества осей многоосного автомобиля на поворачиваемость**

В статье рассмотрен вопрос о влиянии количества задних осей многоосного автомобиля на поворачиваемость, приведены схемы расположения осей и получены диаграммы поворачиваемости.

**Ключевые слова:** автомобиль многоосный, поворачиваемость, уравнение управляемости

#### **Kostenko A. Influence of axles quantity of multiaxial vehicle on the turnability**

In the article the question of influence of back axles quantity of multiaxial vehicle on the turnability is considered, schemes of axles layout are given and the diagram of turnability are made.

**Keywords:** multiaxial vehicle, turnability, equation of steerability