

УДК 656.113

В. П. Греков, А. А. П'янков, О. В. Іванченко, С. Є. Вискребенцев

ОСОБЛИВОСТІ МАНЕВРУВАННЯ ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ НА ПРЯМОКУТНИХ ПЕРЕХРЕСТЯХ ДОРІГ РІЗНОЇ КАТЕГОРІЇ З УРАХУВАННЯМ ЗАДНЬОГО ЗВИСУ

Запропоновано аналітичний метод визначення діаграми управління для транспортних агрегатів і створення математичного апарату, що дозволяє оцінювати маневреність транспортних агрегатів при розворотах на прямокутному перехресті доріг різної категорії.

Постановка проблеми. На внутрішні війська МВС України покладено велику кількість завдань, одним із яких є охорона громадського порядку з метою забезпечення громадської безпеки під час проведення масових заходів, припинення масових безладь у містах та населених пунктах. Як показує досвід, застосування важкої бронетехніки у внутрішніх військах та інших збройних формуваннях, призводить до її ушкодження або виходу з ладу. Виникає достатньо серйозна технічна задача щодо евакуації ушкодженої техніки. По-перше, для евакуації важкої бронетехніки потрібні евакозасоби з великими габаритними розмірами та вантажепідемністю. По-друге, ці евакозасоби повинні добре маневрувати по місту.

Стаття містить деякі результати досліджень маневреності одноланцюгових агрегатів. Ціль досліджень: створення математичного апарату, який дозволяє оцінювати маневреність одноланцюгових агрегатів при розворотах на прямокутних перехрестях доріг різної категорії.

Аналіз останніх публікацій [1 – 3] показує, що постановка і розв'язання задач, що дозволяють оцінювати можливість одноланцюгових агрегатів здійснювати розвороти на прямокутних перехрестях доріг різної категорії з урахуванням заднього звису, відсутні.

Метою статті є виклад суті постановки і розв'язання задач визначення можливості проїзду транспортними засобами поворотів на прямокутних перехрестях доріг різної категорії з урахуванням заднього звису.

Основна частина. Введемо деякі визначення.

Маневреність транспортного засобу (ТЗ) – сукупність властивостей, що забезпечують безперешкодний поступальний криволінійний рух його по опорній поверхні, яка має обмеження в розмірах проїзної площі і її формі.

Маневреність містить у собі більш прості властивості: керованість, поворотність і вписуваність.

Керованість – властивість ТЗ рухатися по траєкторіях різної кривизни в результаті дії водія на засоби керування: кермове колесо і через кермовий привід на керовані колеса.

Поворотність – властивість ТЗ робити повороти по траєкторіях можливо більшої кривизни при мінімально можливій площі на опорній поверхні.

Вписуваність – властивість ТЗ, що забезпечує відповідність його габаритній смузі криволінійного руху зовнішнім обмеженням на опорній поверхні.

Керований криволінійний рух ТЗ характеризується ступенем відповідності форми траєкторії його руху керуючим впливам водія. Передбачається, що ця відповідність повна, і, отже, керований рух може бути описано функціональними залежностями, що зв'язують такі геометричні параметри руху як кривизну траєкторії, ширину габаритної смуги руху тощо з величиною і швидкістю зміни кутів повороту керованих коліс.

Надалі будемо розглядати маневреність ТЗ при відносно малих швидкостях, характерних для маневрів ТЗ у стислих умовах з позицій кінематики руху. Такий підхід виправданий тим, що вплив еластичності шин на параметри криволінійного руху настільки малий, що ним цілком можна знехтувати. Дійсно, зіставлення експериментальних траєкторій руху з розрахунковими траєкторіями без урахування бічного відведення еластичних шин, показало, що відхилення їх одна від одної не перевищувало 4–5 %.

Найбільш повне уявлення про можливості проїзду ТЗ прямокутного перехрестя дає діаграма вписуваності.

© В. П. Греков, А. А. П'янков,
О. В. Іванченко, С. Є. Вискребенцев

Діаграма вписуваності (рис. 1) являє собою криву, побудовану в прямокутній системі координат. По осі абсцис відкладена ширина вхідного проїзду, а по осі ординат – ширина вихідного проїзду, що відповідає дійсній габаритній смужі руху автомобіля. Крива розмежує області вписуваності у прямокутний проїзд. Над кривою розташована область значень ширини входу і виходу, що дозволяють заданому ТЗ вписатися у проїзд.

Побудова діаграми вписуваності одиночного автомобіля

Розглянемо розворот одиночного автомобіля на прямокутному повороті (рис.1). У момент початку повороту передні колеса автомобіля встановлюються на максимально можливий кут. Автомобіль починає рух по колу, що може бути охарактеризовано радіусами окремих його крапок.

Визначимо величини цих радіусів:

$$R0 = \sqrt{(Rm - 0.5b)^2 - L^2},$$

$$Rzn = \sqrt{(R0 + 0.5Bt)^2 + Cz^2},$$

$$Rv = R0 - 0.5Bt,$$

$$Rpn = \sqrt{(R0 + 0.5Bt)^2 + (Cp + L)^2},$$

де Rm – мінімальний радіус повороту по осі сліду зовнішнього переднього колеса; $R0$ – радіус повороту задніх коліс при круговому русі; Rpn – мінімальний габаритний радіус повороту передньої зовнішньої точки; Rzn – мінімальний габаритний радіус повороту задньої зовнішньої точки; Rv – мінімальний габаритний радіус повороту задньої внутрішньої точки; b – колія; Bt – габаритна ширина автомобіля; Cz – задній звис автомобіля; Cp – передній звис автомобіля.

Величини Bk вихідного і Bn вхідного проїздів пов'язані з радіусами повороту рівняннями

$$Rv \cdot \cos(\alpha) = Rzn - Bn,$$

$$Rv \cdot \sin(\alpha) = Rpn - Bk.$$

Виключивши кут повороту, одержимо залежність, що пов'язує ширину вихідного Bk і вхідного Bn проїздів із радіусами повороту:

$$Rv^2 = (Rzn - Bn)^2 + (Rpn - Bk)^2.$$

Вирішуючи рівняння відносно Bk , маємо

$$Bk = Rpn - \sqrt{Rv^2 - (Rzn - Bn)^2}. \quad (1)$$

Залежність величини вихідного проїзду від величини вхідного проїзду представлена на рис. 2.

Залежність (1) являє собою діаграму вписуваності

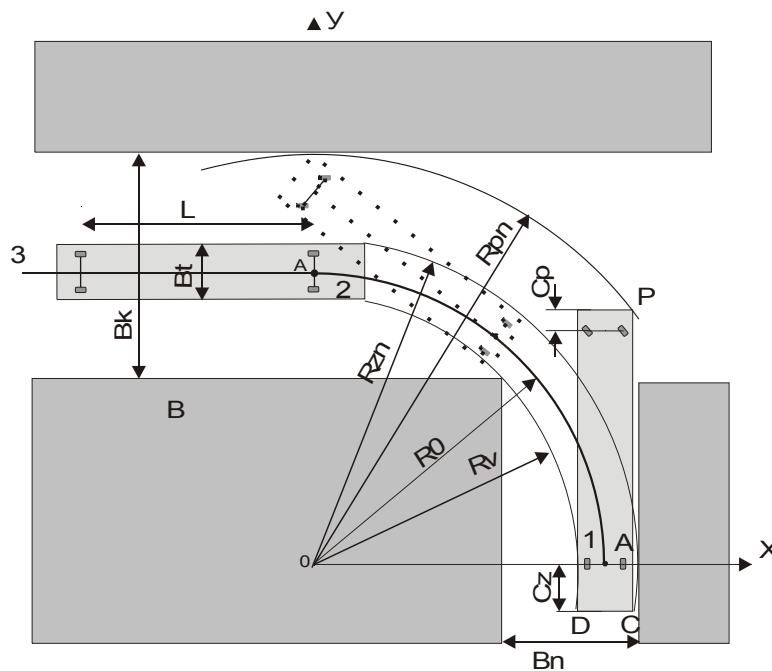


Рис. 1. Схема повороту одиночного автомобіля на кут 90°

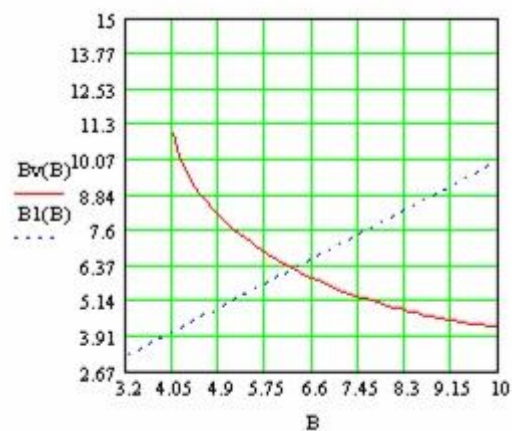


Рис.2. Залежність, що пов'язує ширину вихідного Bk від вхідного Bn проїзду при повороті на 90°. Пунктирна лінія – лінія рівних проїздів.

одиначного автомобіля. Діаграма вписуваності без урахування заднього звису наведена у списку використаних джерел, наприклад [1].

Отримана діаграма вписуваності дозволяє дати відповідь на питання:

- чи може одиначний автомобіль здійснити розворот на конкретному прямокутному перехресті?
- яка ширина виїзду дозволяє здійснити розворот?
- яка ширина в'їзду і виїзду дозволяє здійснити розворот при рівнозначних проїздах?

Звичайно у довідковій літературі й у технічних даних на ТЗ не приводиться значення радіусу повороту заднього колеса (коліс) при круговому русі, що викликає труднощі з його визначенням. Скориставшись приведеним у джерелах значенням мінімального радіуса повороту по осі сліду переднього колеса Rm , визначимо радіус повороту $R0$ заднього колеса (коліс) при круговому русі:

$$R0 = \sqrt{(Rm - 0.5b)^2 - L0^2},$$

де Rm – мінімальний радіус повороту по осі сліду переднього колеса; b – колія автомобіля.

Висновки

Викладено постановку задачі визначення можливості проїзду транспортними засобами прямокутних поворотів і перехресть доріг різної категорії з урахуванням заднього звису. У результаті рішення цієї задачі запропоновано спосіб побудови діаграм вписуваності транспортних засобів, що дозволяє:

- визначати можливість проїзду одноланцюговими агрегатами прямокутних поворотів і перехресть доріг різної категорії з урахуванням заднього звису;
- визначати параметри в'їзду і виїзду, що дозволяють одноланцюговим агрегатам здійснити розворот на прямокутних поворотах і перехрестях при рівнозначних проїздах.

Список використаних джерел

1. Закин Я. Х. Маневреність автомобіля й автопоїзда / Я. Х. Закин. – М.: Транспорт, 1986
2. Короткий автомобільний довідник. – М. : Транспорт, 1982.
3. Лобас Л. Г. Механіка багатоланкових систем з коченням / Л. Г. Лобас. – К. : Наук. думка, 2000.

Стаття надійшла до редакції 28.10.2009 р.