

Мурований І.С., к.т.н., Стельмашук В.В., к.т.н.

ЛНТУ, м. Луцьк

## ВИЗНАЧЕННЯ ТРАЄКТОРІЇ РУХУ ЛАНОК ТРИЛАНКОВОГО ПРИЧІПНОГО АВТОПОЇЗДА З ПІДКАТНИМ ВІЗКОМ

*Визначені кути складання та зміщення траєкторії головних точок причіпних ланок та наведені результати розрахунків габаритної смуги руху автопоїздів різних компоновальних схем.*

### Вступ

Аналіз наведених залежностей показує, що, незалежно від обраного задаючого параметра на кут повороту коліс тієї чи іншої осі автопоїзда, передаточне відношення приводу управління змінюється за лінійним законом, який досить просто можна реалізувати в конструкції приводу управління (використання прямого керуючого зв'язку). За знайденими кутами складання причіпних ланок і передаточних відношень приводу управління можна побудувати траєкторії руху будь-якої точки автопоїзда.

**Метою роботи** є визначення кутів складання та зміщення траєкторій головних точок причіпних ланок в керованих осях підкатного візка автопоїзда.

### Основна частина

Головною точкою автомобіля-тягача є траєкторія руху точки середини ведучого моста або ведучого візка. За аналогією до цього вважаємо, що головною точкою причіпної ланки є середина осі або візка, які позначимо через  $M_1$  і  $M_2$ .

Так як кути складання ланок є функціями від кута повороту керованих коліс автомобіля-тягача ( $\gamma_1 = f(\gamma_0)$ ,  $\gamma_2 = f(\gamma_0, \gamma_1)$ ), то траєкторії руху головних точок причіпних ланок необхідно будувати в залежності від руху головної точки автомобіля-тягача. Так, згідно схеми (рис. 1) траєкторію руху головних точок доцільно будувати за двома координатами [1]. Зважаючи на те, що траєкторія головної точки автомобіля-тягача позначається як  $x_0$  та  $y_0$ , то траєкторії точок  $M_1$  і  $M_2$  позначатимемо  $x_1, y_1$  та  $x_2, y_2$  відповідно.

Тоді отримаємо такі залежності:

$$\begin{aligned} x_1 &= x_0 - c_0 \cos(\delta_0) - L_1 \cos(\delta_0 - \gamma_1), \\ y_1 &= y_0 - c_0 \sin(\delta_0) - L_1 \sin(\delta_0 - \gamma_1), \\ x_2 &= x_1 - c_1 \cos(\delta_0 - \gamma_1) - L_2 \cos(\delta_0 - \gamma_1 - \gamma_2), \\ y_2 &= x_1 - c_1 \sin(\delta_0 - \gamma_1) - L_2 \sin(\delta_0 - \gamma_1 - \gamma_2), \end{aligned}$$

де  $\delta_0$  — кут нахилу дотичної до траєкторії головної точки автомобіля-тягача;

$\gamma_1, \gamma_2$  — відповідно кути складання першої і другої причіпної ланки;

$c_0$  — відстань від головної точки автомобіля-тягача до точки зчипки з першою причіпною ланкою;

$c_1$  — відстань від головної точки першої причіпної ланки до точки зчипки з другою причіпною ланкою.

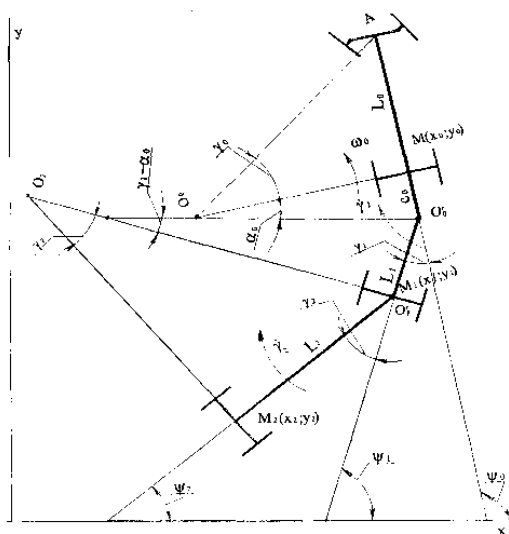


Рис. 1. Схема повороту триланкового автопоїзда

Розглядаючи автомобіль як плоский прямокутник [2], можна визначати розташування будь-якої точки в його межах за двома “координатами”: відстанню від цієї точки до головної точки М уздовж поздовжньої осі зі знаком “+”, якщо точка розташована спереду за напрямком руху, і зі знаком “-” — якщо точка розташована позаду. Ця відстань буде позначатися через  $l_i$ . Другою “координатою” буде відстань від заданої точки до поздовжньої осі автомобіля по перпендикуляру, що опущений з неї на цю вісь.

Розглянемо три можливі випадки руху:

- прямолінійний, коли всі точки автомобіля рухаються траєкторіями, що паралельні траєкторії головної точки М;
- круговий, коли всі точки рухаються по дузі кола з центром в точці С і радіусом головної точки  $R_0$ . Зважаючи на те, що усі точки автомобіля рухаються по концентричним дугам кіл, простіше за все визначати не координати заданої точки, а її радіус

$$\rho_i = \sqrt{(R_0 + b_i)^2 + l_i^2};$$

- по перехідній криволінійній траєкторії. Координати будь-якої точки автомобіля визначаються як

$$x_i = x_0 \pm l_i \cos(\delta_0) \pm b_i \sin(\delta_0);$$

$$y_i = y_0 \pm l_i \sin(\delta_0) \pm b_i \cos(\delta_0).$$

При аналізі маневрових властивостей автопоїзда практичне значення мають лише траєкторії його габаритних точок. Так для побудови габаритної смуги руху автопоїзда необхідно лише побудувати траєкторії руху таких двох точок, які рухаються по дугам кіл найбільшого і найменшого радіусів.

При цьому слід враховувати, що кожна з ланок автопоїзда обертається навколо власного центру, і тому при визначенні координат внутрішньої і зовнішньої габаритних ліній виникають певні проблеми. Тому для спрощення побудови приймемо, що найбільш віддаленою точкою кожної з ланок буде передня габаритна точка (розташована ззовні від центра повороту), а найменш віддаленою — точка умовного перетину задньої вісі (або середини візка) з внутрішнім (по відношенню до центра повороту) бортом ланки автопоїзда.

Оскільки при повороті триланкових автопоїздів спостерігається ситуація, коли тягач вже майже виконав поворот, а остання ланка лише його розпочинає, то більш доцільним є визначати зміщення траєкторій головних точок причіпних ланок, а потім будувати габаритну смугу руху автопоїзда.

Із застосуванням розробленої методики з використанням програмного забезпечення Mathcad були визначені кути складання та зміщення траєкторій головних точок причіпних ланок для автопоїздів за №№1-7. Результати розрахунків представлені [3] на рис. 2.

У табл. 1 наведені результати розрахунків габаритної смуги руху автопоїздів різних компоновальних схем за отриманими значеннями зміщень траєкторій причіпних ланок при повороті автопоїзда на кут  $90^\circ$  за передаточних відношень приводів управління, що визначені за усталеного колового руху автопоїзда:  $i_0$  — передаточне відношення прямого приводу управління на колеса задньої осі автомобіля-тягача;  $i_1$  — передаточне відношення прямого приводу управління на задню вісь підкатного візка;  $i_2$  — передаточне відношення прямого приводу управління на задню вісь напівпричепа;  $i_3$  — передаточне відношення прямого приводу управління на передню вісь напівпричепа;  $i_4$  — передаточне відношення прямого приводу управління на дві задні осі напівпричепа.

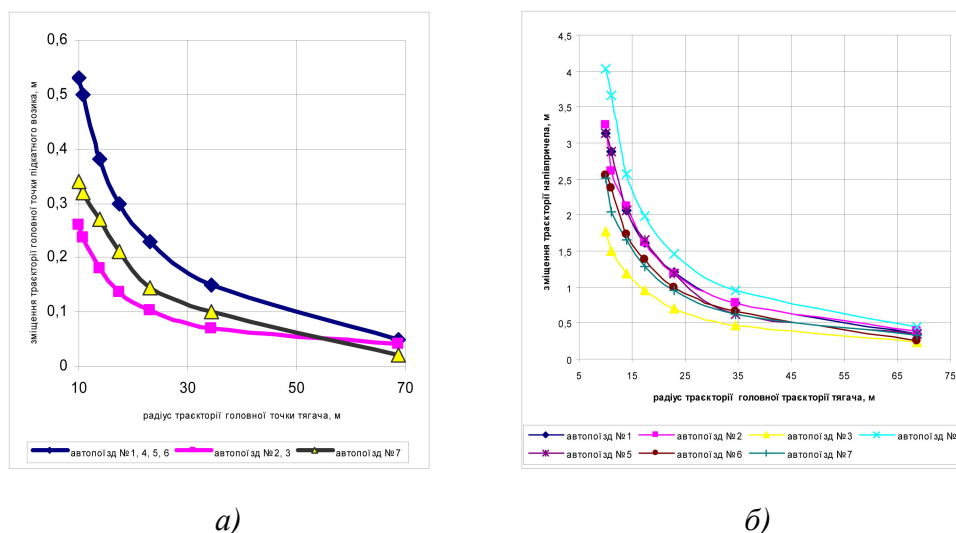


Рис. 2. Зміщення траєкторій головних точок:  
а) причепа (підкатного візка); б) напівпричепи

Таблиця 1  
Габаритна смуга руху триланкових автопоїздів різних компоновальних схем

Тип автопоїзда						
№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7
Передаточне відношення приводу управління						
—	$i_0=0,25$	$i_0=0,25; i_2=0,60$	$i_3=0,75$	$i_4=0,32$	$i_2=0,83$	$i_1=0,74$
Габаритна смуга руху при повороті на $90^\circ$ , м						
6,78	6,32	5,58	6,75	6,13	6,30	6,56
Габаритна смуга руху при усталеному коловому русі, м						
8,02	7,57	6,97	7,93	7,41	7,53	7,83

### Висновок

Аналіз результатів розрахунку показує, що на усталеній круговій траєкторії за обраних передаточних відношень приводів управління тільки автопоїзд з задньою керованою віссю тягача і задньою керованою віссю напівпричепи задовольняє вимогам по ГСР, у той час як при повороті на  $90^\circ$  усі автопоїзди задовольняють цій вимозі.

### Список літератури

1. Сахно В.П. До визначення габаритної смуги руху трьохланкових автопоїздів / В.П. Сахно, І.Ф. Вороніна, С.С. Угляниця, В.В. Стельмашук // Вісник Східноукраїнського національного університету імені В. Даля. — 2004. — №7 (77) Ч. 1. — С. 30-36.
2. Закин Я.Х. Маневренность автомобиля и автопоезда / Я.Х. Закин. — М.: Транспорт, 1986. — 137 с.
3. Мурований І.С. Поліпшення показників маневреності та стійкості триланкових причіпних автопоїздів. Автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук / І.С. Мурований. — К., 2008. — 20 с.

Стаття надійшла до редакції 11.05.09  
© Мурований І.С., Стельмашук В.В., 2009