

УДК 629.113

*САХНО В.П., д.т.н., професор; КОВАЛЬЧУК Г.О., доцент; МОЙСЯ Д.Л., аспірант  
Національний транспортний університет, м. Київ;  
МАРЧУК Р.М., к.т.н., асистент*

*Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне*

## ДО ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ МАНЕВРНОСТІ АВТОПОЇЗДА- КОНТЕЙНЕРОВОЗА

*Встановлено, що за швидкості 3 м/с автопоїзд-контейнеровоз з некерованим напівпричепом не відповідає вимогам Директиви 2002/7/ЕС, тоді як автопоїзд з керованим напівпричепом шляхом гальмування коліс одного борту і за рахунок СКМ напівпричепи цим вимогам відповідають.*

*Ключові слова: автопоїзд-контейнеровоз, стійкість, показники маневреності, керований напівпричіп*

### Постановка проблеми

Контейнерні перевезення – одні із найбільш зручних і економічних видів доставки вантажів. Вантажні автомобільні перевезення здійснюються як за локальної, так і міжнародної організації перевезень. Зважаючи на те, що вантажні перевезення контейнерів вирізняються високим рівнем безпеки і простотою митного оформлення, вони широко розповсюджені у всьому світі і об'єми їх перевезень зростають із року в рік [1].

Сучасний стан розвитку рухомого складу автомобільного транспорту для перевезень контейнерів характеризується різноманіттям типів і видів автомобілів, причепів і напівпричепів. Для дво- і тривісних напівпричепів і причепів-контейнеровозів шляхом тривалого добору встановлені значення параметрів, що забезпечують задані показники техніко-експлуатаційних властивостей автопоїздів, зокрема вантажопідйомності, що тісно пов'язана з типом контейнерів, що перевозяться. При цьому, однак, залишається відкритим питання оптимальності конструкції, що направлена на перевезення тільки одного типу контейнера. Більш раціональними є універсальні причепи і напівпричепи, здатні перевозити усю можливу гаму контейнерів. Так, фірма *Fliegl* випускає широку гаму контейнеровозів, серед яких є універсальні для транспортування всіх типів контейнерів, у тому числі і цистерн-контейнерів, розмірністю від 20 до 45 футів і контейнерів типу *HQ* [2].

Для універсальних контейнеровозів при перевезеннях 45-футових контейнерів необхідно подовжувати автопоїзд, а це погіршує вписуваність його в поворот. Збільшення габаритної смуги руху (ГСР) створює небезпеку для зустрічного транспорту, утрудняє проїзд у міських умовах і, в остаточному підсумку, знижує середньотехнічну швидкість руху усього транспортного потоку. Поліпшення вписуваності автопоїзда в поворот можливе за рахунок самовстановлювальних або керованих осей (коліс) причепів і напівпричепів [3].

Відомо, що у керованих автопоїздах поворот коліс залежить від кута складання автопоїзда і швидкості руху: при маневруванні з малою швидкістю, коли відведенням коліс автопоїзда можна знехтувати, колеса напівпричепи повертаються убік, протилежний повороту коліс автомобіля-тягача, причому кут їхнього повороту тим більше, чим менше швидкість руху. З підвищенням швидкості руху кут повороту керованих коліс напівпричепи зменшується і при досягненні певної швидкості взагалі стає рівним нулю. Проте сказати заздалегідь, як поворот коліс напівпричепи вплине на керованість і стійкість автопоїзда при русі з великою швидкістю, коли кути відведення осей мають істотне значення, не виконавши відповідних досліджень неможливо.

Проведеними до теперішнього часу дослідженнями встановлено, що експлуатація сидельних автопоїздів на граничних режимах руху (максимальні швидкості, мінімальні радіуси повороту) може вимагати конструктивних змін ланок автопоїзда-контейнеровоза. Ефективність використання сидельних автопоїздів при транспортуванні усієї гами контейнерів в значній мірі залежить від їх здатності вписуватися в допустиму смугу руху і не створювати перешкод для транспортного потоку. Розв'язання цієї проблеми можливе при обладнанні напівпричепів самовстановлювальними або керованими колесами за рахунок створення гальмівного моменту на колесах одного борту напівпричепа. Тому **метою роботи** є визначення параметрів маневреності автопоїзда з керованим напівпричепом.

### Результати досліджень

Параметри маневреності автопоїзда з керованим напівпричепом можна визначати шляхом розв'язання системи диференціальних рівнянь, що описує плоскопаралельний рух автопоїзда, загальний вигляд якого показано на рис.1, 2. Тягач представляє собою трьохвісний автомобіль, умовно розділений на два модулі – керуючий колісний (ККМ) та остов. ККМ включає в себе приведене керуюче переднє колесо, рульове колесо і елементи рульового керування, які знаходяться між ними (рульовий привід, рульовий механізм тощо). Остов – це корпус автомобіля з двома задніми некерованими осями.

Трьохвісний напівпричіп умовно розділений також на два модулі – остов напівпричепа з двома передніми некерованими осями та самоустановлювальна задня вісь (самоустановлювальний колісний модуль – СКМ). СКМ – це приведене колесо, яке має один ступінь волі відносно остова напівпричепа – поворот навколо осі шворня.

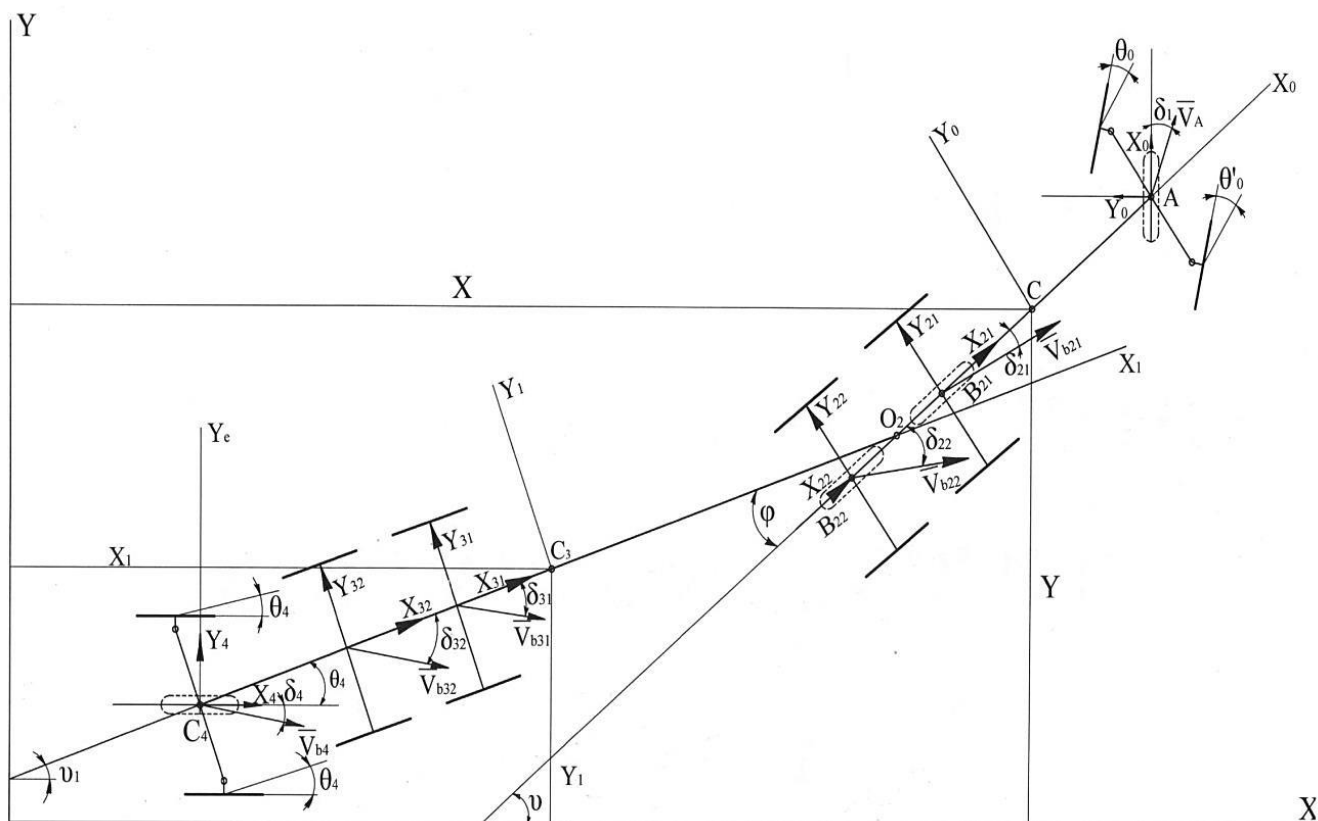
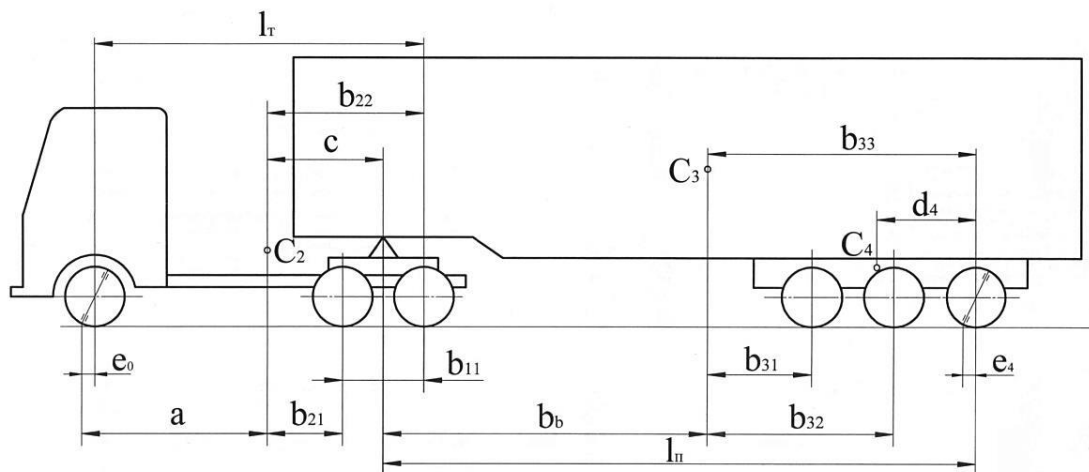


Рис.1. Компонувальна схема автопоїзда-контейнеровоза.



**Рис.2. Геометричні параметри автопоїзда-контейнеровоза.**

У роботі [4] наведена система рівнянь, що описує плоскопаралельний рух автопоїзда, яка доповнена рівняннями для СКМ і гальмівним моментом від гальмівних сил одного борту, записана у вигляді (1).

В системі рівнянь (1) прийняті такі позначення:

- $a$  – відстань від центра мас тягача до точки кріплення передньої (керованої) осі тягача;
  - $c$  – відстань від центра мас тягача до точки зчипки із напівпричепом;
  - $c_4$  – відстань від центра мас напівпричепи до точки зчипки з самоустановлювальною віссю;
  - $d$  – відстань від центра мас напівпричепи до точки зчипки з тягачем;
  - $d_4$  – відстань від центра мас візка до його задньої осі;
  - $b_{11}$  – відстань між задніми осями тягача;
  - $b_{21}$  – відстань від центра мас тягача до середньої (другої) осі тягача;
  - $b_{22}$  – відстань від центра мас тягача до задньої (третьої) осі тягача;
  - $b_{31}$  – відстань від центра мас напівпричепи до його передньої осі;
  - $b_{32}$  – відстань від центра мас напівпричепи до його середньої осі;
  - $b_{33}$  – відстань від центра мас напівпричепи до його задньої осі;
  - $l_n$  – база напівпричепи;
  - $\theta$  – встановлюваний кут повороту коліс керованого модуля тягача;
  - $\theta_4$  – кут повороту самостабілізуючого колісного модуля напівпричепи;
  - $\phi$  – кут складання ланок автопоїзда;
  - $v, u$  – поздовжня й поперечна проекції вектора швидкості центра мас на осі, пов'язані з тягачем;
  - $\omega$  – кутова швидкість тягача щодо вертикальної осі;
  - $m, J$  – маса й центральний момент інерції автомобіля-тягача.
- Індекси "0", "1", "2" у масах і швидкостях руху відносяться відповідно до керуючого колісного модуля тягача, кістяка тягача і напівпричепи.

Система рівнянь (1) для математичного описання плоскопаралельного руху автомобільного поїзда записана з використанням наступних спрощень та припущень [5]:

- гіроскопічні моменти та невірноважені моменти частин, які обертаються, не враховані;
- в шарнірах рульового приводу відсутні люфти;
- автомобіль рухається по рівній горизонтальній поверхні;

$$\begin{aligned}
& (m_0 + m + m_1 + m_2)\dot{V} + \{m_0 c \sin \theta - m_1 d_4 \sin \phi - m_2 [(d_4 + b_{33}) \sin \phi + \\
& + c_4 (\sin \theta_4 \cos \phi + \cos \theta_4 \sin \phi)]\} \dot{\omega} + m_0 c \sin \theta \cdot \ddot{\theta} + \{m_1 d_4 \sin \phi + \\
& + m_2 [(d + b_{33}) \sin \phi + c_4 (\sin \theta_4 \cos \phi + \cos \theta_4 \sin \phi)]\} \ddot{\phi} + m_2 c_4 (\sin \theta_4 \cos \phi + \\
& + \cos \theta_4 \sin \phi) \ddot{\theta}_4 - \omega u (m_0 + m + m_1 + m_2) + m_0 c (\omega + \dot{\omega})^2 \cos \theta + (m_1 + m_2) \times \\
& \times (\omega - \dot{\phi})^2 d_4 \cos \phi + \omega^2 (m_1 d + m_2 d - m_0 a) + m_2 (\omega - \dot{\phi})^2 \times b_{33} \cos \phi + \\
& + m_2 (\omega - \dot{\phi} - \dot{\theta}_4)^2 c_4 (\cos \theta_4 \cos \phi - \sin \theta_4 \sin \phi) = \\
& = X_1 \cos \phi - Y \sin \theta + X_{21} + X_{22} + (X_{31} + X_{32}) \cos \phi + (Y_{31} + Y_{32}) \sin \phi - \\
& - X_4 (\sin \theta_4 \sin \phi - \cos \theta_4 \cos \phi) + Y_4 (\sin \theta_4 \cos \phi + \cos \theta_4 \sin \phi); \\
& (m_0 + m + m_1 + m_2)\dot{u} + \{m_0 (a - c \cos \theta) - m_1 (d_4 \cos \phi + d) - \\
& - m_2 [c_4 (\cos \theta_4 \cos \phi - \sin \theta_4 \sin \phi) + (b_{33} + d) \cos \phi]\} \dot{\omega} - m_0 c \cos \theta \cdot \ddot{\theta} + \\
& + \{m_1 d_4 \cos \phi + m_2 [b_{33} \cos \phi + c_4 (\cos \theta_4 \cos \phi - \sin \theta_4 \sin \phi)]\} \ddot{\phi} + m_2 c_4 \times \\
& \times (\cos \theta_4 \cos \phi - \sin \theta_4 \sin \phi) \ddot{\theta}_4 - \omega V (m_0 + m + m_1 + m_2) + m_0 c (\omega + \dot{\theta})^2 \sin \theta - \\
& - m_2 (\omega - \dot{\phi})^2 b_{33} \sin \phi - m_2 (\omega - \dot{\phi} - \dot{\theta}_4)^2 \times c_4 (\cos \theta_4 \sin \phi + \sin \theta_4 \cos \phi) = \\
& = X_1 \sin \theta + Y_1 \cos \theta + Y_{21} + Y_{22} - (X_{31} + X_{32}) \sin \phi + (Y_{31} + Y_{32}) \cos \phi - \\
& - X_4 (\cos \theta_4 \sin \phi + \sin \theta_4 \cos \phi) - Y_4 (\sin \theta_4 \sin \phi - \cos \theta_4 \sin \phi); \\
& [I + m_1 d (d + d_4 \cos \phi) + m_0 a (a - c \cos \phi) + m_2 d [d + c_4 (\cos \theta_4 \cos \phi - \\
& - \sin \theta_4 \sin \phi) + b_{33} \cos \phi] \dot{\omega} - \{m_1 d d_4 \cos \phi + m_2 d [c_4 (\cos \theta_4 \cos \phi - \\
& - \sin \theta_4 \sin \phi) \dot{\theta}_4 + [m_0 a - (m_1 + m_2) d] \dot{u} - m_0 a c \cos \theta \cdot \ddot{\theta} + (m_0 a - m_1 d - m_2 d) \times \\
& \times \omega V + m_0 a c (\omega + \dot{\theta})^2 \sin \theta + m_1 d (\omega - \dot{\phi})^2 d_4 \sin \phi + m_2 d (\omega - \dot{\phi})^2 \times b_{33} \sin \phi + \\
& + m_2 d (\omega - \dot{\phi} - \dot{\theta}_4)^2 c_4 (\cos \theta_4 \sin \phi + \sin \theta_4 \cos \phi)\} = X_1 a \sin \theta + Y_1 a \cos \theta - \\
& - Y_{21} b_{21} - Y_{22} b_{22} + (X_{31} + X_{32}) d \sin \phi - (Y_{31} + Y_{32}) d \cos \phi + X_4 d (\cos \theta_4 \sin \phi + \\
& + \sin \theta_4 \cos \phi) + Y_4 d (\sin \theta_4 \sin \phi - \cos \theta_4 \cos \phi) + M_o - M_{cT21} - M_{cT2}; \\
& [I_1 + m_2 l_n (b_{33} + c_4 \cos \theta_4) + (m_1 d_4 + m_2 l_n) d_4] \ddot{\phi} - [I_1 + (m_1 d_4 + m_2 l_n) \times \\
& \times (d_4 + d \cos \phi) + m_2 l_n (b_{33} + c_4 \cos \theta_4)] \dot{\omega} + (m_1 d_4 + m_2 l_n) \sin \phi \cdot \dot{V} + \\
& + (m_1 d_4 + m_2 l_n) \cos \phi \cdot \dot{u} + m_2 l_n c_4 \times \cos \theta_4 \cdot \ddot{\theta}_4 + [(m_1 d_4 + m_2 l_n) (\omega V \cos \phi - \\
& - (u - \omega d) \omega \sin \phi) - m_2 l_n (\omega - \dot{\phi} - \dot{\theta}_4)^2 c_4 \sin \theta_4] = M_{cm31} + M_{cm32} - M_4 \pm \\
& \pm M_{zan} + Y_{31} (b_{31} + d_4) + Y_{32} (b_{32} + d_4) + Y_4 l_n \cos \theta_4 - X_4 l_n \sin \theta_4; \\
& [I_2 + m_2 c_4 (d_4 + b_{33}) \cos \theta_4 + m_2 c_4^2] \ddot{\phi} + [I_2 + m_2 c_4^2] \ddot{\theta}_4 + [m_2 c_4 d (\sin \phi \sin \theta_4 - \\
& - \cos \phi \cos \theta_4) - m_2 c_4 (d_4 + b_{33}) \cos \theta_4 - m_2 c_4^2 - I_2] \dot{\omega} + m_2 c_4 (\cos \phi \sin \theta_4 + \\
& + \sin \phi \cos \theta_4) \dot{V} + m_2 c_4 (\cos \phi \cos \theta_4 - \sin \phi \sin \theta_4) \dot{u} + m_2 c_4 [-\omega V \sin \phi - \\
& - (u - \omega d) \omega \cos \phi + (\omega - \dot{\phi})^2 (d_4 + b_{33})] \sin \theta_4 + m_2 c_4 [\omega V \cos \phi - (u - \omega d) \times \\
& \times \omega \sin \phi] \cos \theta_4 = M_4 + M_{cm4} + Y_4 c_4
\end{aligned} \tag{1}$$

- розглядається плоска «велосипедна» схема автомобільного поїзда;
- кути повороту зовнішнього і внутрішнього коліс ККМ і СКМ рівні між собою, тобто  $\theta_3 = \theta_6 = \theta, \theta_{4_3} = \theta_{4_6} = \theta_4$ ;
- основною траєкторією є траєкторія центра мас автомобіля-тягача;
- взаємодія коліс з опорною поверхнею в бічному напрямку описана через реакцію полотна дороги як функція кута відведення залежністю Д.А.Антонова [6]:

$$Y = q_N q_T k_{yoe} \delta, \quad (2)$$

$$\text{де } q_N = 1 - 0,6 \left( \frac{\Delta R_{ZE}}{R_{ZE}} \right)^2 + 0,4 \left( \frac{\Delta R_{ZE}}{R_{ZE}} \right)^3 - 0,1 \left( \frac{\Delta R_{ZE}}{R_{ZE}} \right) - 0,1 \left( \frac{\Delta R_{ZE}}{R_{ZE}} \right)^2 \operatorname{sgn} \frac{\Delta R_{ZE}}{R_{ZE}}$$

- стабілізуючі моменти шин також описані як нелінійні залежності від кута відведення

$$M_{cm} = \sigma_1 \delta^1 - \sigma_2 \delta^3 + \sigma_3 \delta^5 - \dots, \quad (3)$$

де:  $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$  – приведені характеристики відповідно ККМ і СКМ;

- моменти в'язкого тертя в ККМ і СКМ пропорційні кутам повороту приведених коліс [4]:

$$M_1 = h_1 \times \dot{\theta} \quad , \quad M_2 = h_2 \times \dot{\theta}_4 \quad (4)$$

Отримана система диференціальних рівнянь описує модель руху двохланкового автопоїзда в загальному випадку (тривісний автомобіль-тягач і тривісний напівпричіп) як чотирьохмасової системи, яка враховує вплив керуючого колісного модуля (ККМ) тягача та самоустановлювального колісного модуля напівпричепи та гальмівного моменту на колесах одного борту напівпричепи. Система дозволяє дослідити вплив конструктивних параметрів автомобіля-тягача та напівпричепи на показники маневреності і стійкості руху автопоїзда, як при використанні самовстановлюваного колісного модуля (при цьому гальмівний момент  $M_{гал} = 0$ ), так і при управлінні за рахунок гальмування коліс одного борту (при цьому із системи рівнянь (1) виключається останнє рівняння).

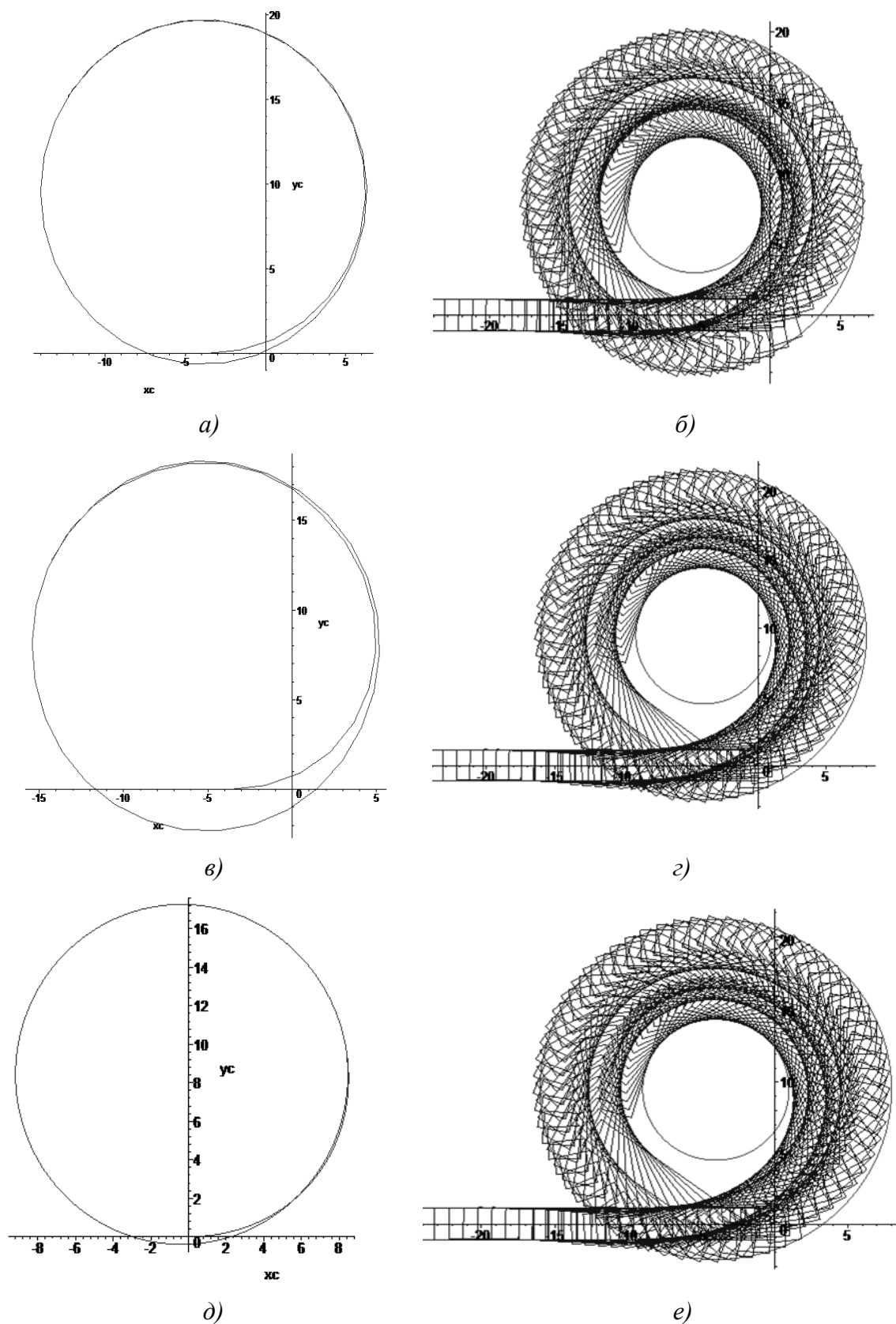
Показники маневреності автопоїзда, зокрема координати центра мас тягача, кут складання автопоїзда, зовнішній і внутрішній габаритні радіуси, габаритна смуга руху автопоїзда, як і показники стійкості руху, визначалися для автопоїздів-контейнеровозів шляхом інтегрування чисельними методами вихідної системи рівнянь (1) за двох схем управління напівпричепом: шляхом гальмування коліс одного борту (автопоїзд №2) і самоустановлювального колісного модуля (автопоїзд №3). В якості бази для порівняння приймався автопоїзд з некерованим напівпричепом (автопоїзд №1).

Розрахунок показників маневреності всіх автопоїздів було виконано за таких вихідних даних:

$$a = 2,4 \text{ м}; \quad b_{21} = 0,9; \quad b_{22} = 2,2; \quad b_{11} = 1,3 \text{ м}; \quad c = 1,55 \text{ м}; \quad c_4 = 3,98 \text{ м}; \quad b_b = 3,8 \text{ м}; \quad d_4 = 1,71 \text{ м}; \quad b_{31} = 3,15 \text{ м}; \quad b_{32} = 3,5 \text{ м}; \quad b_{33} = 4,15 \text{ м}; \quad l_n = 7,2 \text{ м};$$

$$m = 23400 \text{ кг}; \quad J = 65760 \text{ кг}\cdot\text{м}^2; \quad m_0 = 600 \text{ кг}; \quad J_0 = 1644 \text{ кг}\cdot\text{м}^2; \quad m_1 = 25480 \text{ кг}; \quad J_1 = 66468,1 \text{ кг}\cdot\text{м}^2; \quad m_2 = 800 \text{ кг}; \quad J_2 = 1876 \text{ кг}\cdot\text{м}^2; \quad k_{yoe_{1m}} = 160000 \text{ Н/рад}; \quad k_{yoe_{2,3m}} = 220000 \text{ Н/рад}; \quad k_{yoe_{nm}} = 240000 \text{ Н/рад};$$

$$M_{гал} = 10 \text{ кН}\cdot\text{м}.$$



**Рис.3. Траєкторія центра мас автомобіля тягача і ГСР автопоїзда:**

*а, б – з некерованим напівприцепом;  
в, г – при управлінні напівприцепом шляхом гальмування коліс одного борту;  
д, е – при управлінні напівприцепом за рахунок СКМ*

За обраними вихідними даними, на першому етапі розрахунків визначалися координати центра мас автомобіля тягача і ГСР для всіх автопоїздів. Розрахунки виконані при куті повороту керованих коліс тягача:  $\theta = 0,57$  рад, СКМ напівпричепа:  $\theta_4 = 0,24$  рад, гальмівного моменту на колесах одного борту:  $M_{зал} = 10$  кНм (при цьому забезпечується радіус повороту автомобіля-тягача на рівні 10,2 м і внутрішній габаритний радіус повороту автопоїзда  $R_{вн} = 5,3$  м) і швидкості 3 м/с, коли відцентровими силами і креном ланок автопоїзда можна знехтувати.

Аналіз наведених даних показує, що за швидкості 3 м/с автопоїзд-контейнеровоз з некерованим напівприцепом не відповідає вимогам Директиви ( $R_{зг}=12,98$  м,  $R_{вн}=5,3$  м,  $V_r=7,68$  м), рис. 3б, тоді як автопоїзд з напівприцепом з управлінням шляхом гальмування коліс одного борту:  $V_r = 7,187$  м, рис. 3г, і за рахунок СКМ напівпричепа:  $V_r=7,08$  м, рис. 3е, цим вимогам відповідають.

На рис. 4 наведені траєкторії руху окремих ланок автопоїзда при повороті на  $90^\circ$ . Характерною особливістю такого повороту є те, що на вході в поворот напівпричіп автопоїздів №2 і №3 зміщується у зовнішню по відношенню до центра повороту сторону, а на виході з повороту – у внутрішню. За однакового характеру зміщень, ГСР автопоїзда із СКМ напівпричепа (5,9 м) дещо менша в порівнянні з автопоїздом із системою управління напівприцепом шляхом гальмування коліс одного борту (6,1 м). При цьому ГСР автопоїзда №1 (6,8 м) більша ГСР автопоїзда №2 – на 10,3%, а автопоїзда №3 – на 13,3%.

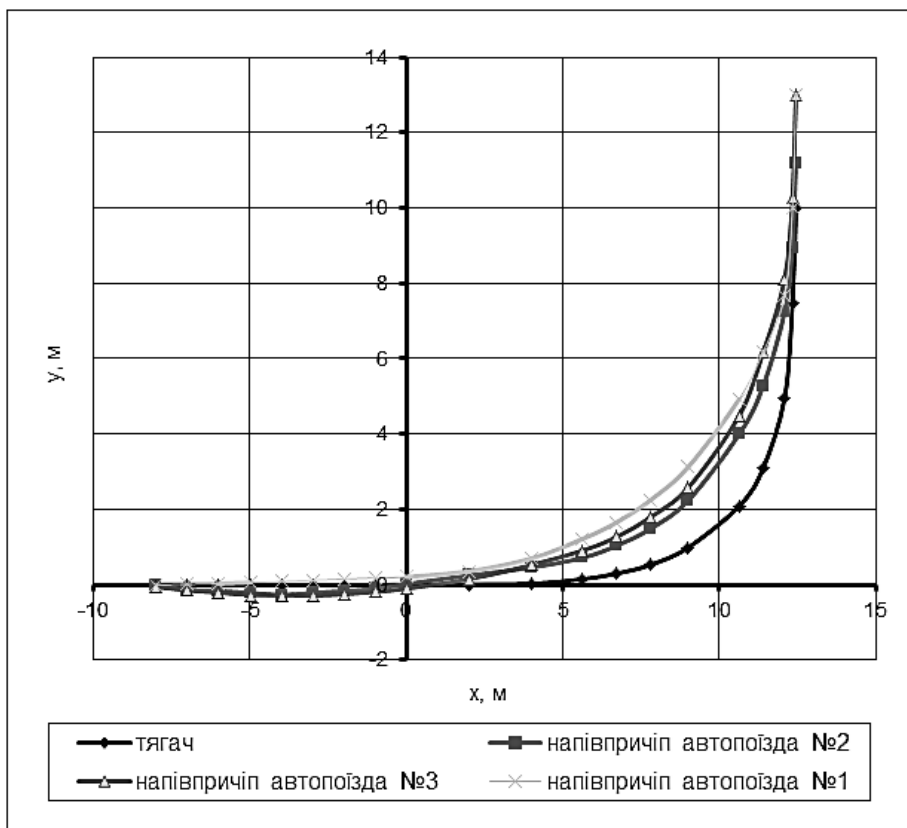
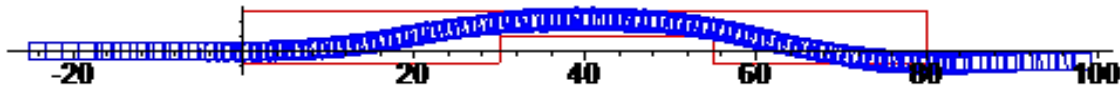


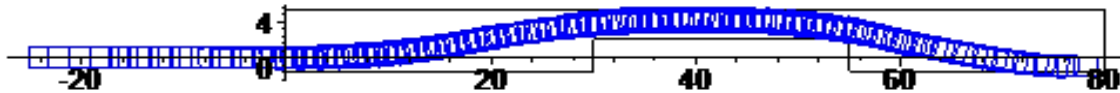
Рис. 4. Траєкторії руху центрів мас ланок автопоїзда при його повороті на  $90^\circ$

Дещо інші результати отримані для автопоїздів при виконанні маневру ISO, рис. 5, за швидкості 10 м/с:

автопоїзд №1:



автопоїзд №2:



автопоїзд №3:

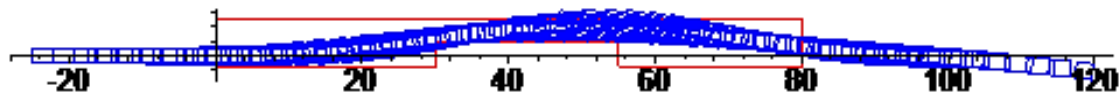


Рис.5. Траєкторії руху автопоїзда при виконанні маневру ISO

Відмічені напрямки зміщення траєкторій напівпричепи автопоїздів №2 і №3 призводять до збільшення поперечних прискорень центру мас напівпричепи. Якщо для автопоїзда №2 поперечні прискорення ще не призводять до порушення стійкості автопоїзда, то для автопоїзда №3 мають місце значні поперечні коливання напівпричепи, що потребує зменшення швидкості виконання маневру для забезпечення стійкості автопоїзда.

### Висновки

Встановлено, що за швидкості 3 м/с автопоїзд-контейнеровоз з некерованим напівпричепом не відповідає вимогам Директиви 2002/7/ЕС тоді як автопоїзд з управлінням напівпричепом шляхом гальмування коліс одного борту і за рахунок СКМ напівпричепи цим вимогам задовольняють. При повороті на  $90^0$  ГСР автопоїзда №1 більша ГСР автопоїзда №2 – на 10,3%, а автопоїзда №3 – на 13,3%.

### Список літератури

1. Сахно В.П. До визначення конструктивних і компоувальних параметрів автопоїзда-контейнеровоза /В.П. Сахно, В.П. Онищук, В.М. Придюк // Вісник Національного транспортного університету.–К., НТУ, 2009.- Вип. 19. – С.80-83.
2. Сахно В.П. До аналізу конструкцій автопоїздів-контейнеровозів /В.П. Сахно, Р.М. Марчук, В.П. Онищук, В.М. Придюк //Збірник доповідей 13 Міжнародної науково-практичної конференції «Ринок послуг комплексних транспортних систем та прикладні проблеми логістики». – Київ. – 2011. – С.180-182.
3. Закин Я.Х. Маневренность автомобиля и автопоезда / Я.Х. Закин – М. Транспорт, 1986. – 137 с.
4. Сахно В.П. До визначення показників стійкості автопоїзда-контейнеровоза /В.П. Сахно, Р.М. Кузнєцов, Р.М. Марчук, В.П. Онищук// Проблеми автомобільного транспорту: Збірник наукових праць: Випуск 8. – Київ: НТУ, 2011. – С.157-165.
5. Сахно В.П. До визначення показників стійкості автопоїзда-контейнеровоза у прямолінійному русі /В.П. Сахно, Р.М. Кузнєцов, Р.М. Марчук, В.П. Онищук //Вісник СевНТУ. Збірник наукових праць. Серія Машиноприладобудування та транспорт. Випуск 121/2011. – С. 3-6.
6. Антонов Д.А. Теория устойчивости движения многоосных автомобилей. – М.: Машиностроение, 1978. – 216 с.



**Сахно В.П., Ковальчук Г.А., Мойся Д.Л., Марчук Р.Н. К определению показателей маневренности автопоезда-контейнеровоза**

***Аннотация.** Установлено, что при скорости 3 м/с автопоезд-контейнеровоз с неуправляемым полуприцепом не удовлетворяет требованиям Директивы 2002/7/ЕС, тогда как автопоезд с управлением полуприцепом путем торможения колес одного борта и за счет СКМ полуприцепа этим требованиям удовлетворяют.*

***Ключевые слова:** автопоезд-контейнеровоз, устойчивость, показатели маневренности, управляемый полуприцеп*

**Sakhno V.P., Kovalchuk H.O., Moisia D.L., Marchuk R.M. Defining indicators of flexibility lorry convoy**

***Abstract.** It is set that at speed 3 m/ss a lorry convoy with an out of control semitrailer dissatisfies the requirements of Directive of 2002/7/EC, while lorry convoy with a management a semitrailer by braking of wheels of one side and due to SKM of semitrailer it is satisfied these requirements.*

***Keywords:** lorry convoy, stability, indicators of flexibility, a management a semitrailer*

*Стаття надійшла до редакції 10.03.2014 р.*