

УДК 629.3.07

В.В. Кав'юк, Б.Г. Васильєв

Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків

ІННОВАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ КЕРУВАННЯ ПОВОРОТОМ АВТОПОЇЗДА ДЛЯ БУКСИРУВАННЯ ШТОВХАННЯМ ОДНОВІСНОГО ПРИЧЕПА, ПРИЄДНАНОГО ШАРНІРНО ДО ТЯГАЧА ПОПЕРЕДУ

Розглядається створена вперше у світі інноваційна технологія керування поворотом автопоїзда для буксирування штовханням одновісного причепа, приєднаного шарнірно до тягача попереду. Технологія дозволяє за допомогою існуючого рульового механізму тягача керувати одразу двома модулями автопоїзда і тягачем, і одновісним причепом з неповоротними колесами. Забезпечується керованість та стійкість руху у повороті.

Ключові слова: засоби технічного забезпечення польотів (ЗТЗП) повітряних суден (ПС), двохланкові модульні схеми, керування поворотом, інноваційна технологія, патент на винахід.

Вступ

Постановка проблеми, аналіз останніх досліджень та публікацій, мета даної роботи. Перспективи розвитку ЗТЗП ПС у сучасних умовах пов'язують з питаннями використання модульних схем колісних машин.

Єдиною технологією повороту таких машин в усьому світі є тільки технологія Аккермана (за допомогою рульової трапеції), яка запатентована 200 років тому. Однак ця технологія не дозволяє керувати поворотом двохланкового модульного автопоїзда, у якого одновісний причеп з неповоротними колесами шарнірно приєднаний до тягача попереду. За такою схемою потребується виконувати такі аеродромні машини як теплові, шнекороторні снігоочисники та ін. На практиці для можливості руху шарнірне з'єднання блокують і двохланкова схема автопоїзда перетворюється у одноланкову схему машини [1–3].

У літературі цій проблемі присвячено тільки дві роботи [4–5], у яких визначено можливість і напрямок вирішення проблеми. Однак не визначено остаточно жодної технології керування поворотом.

Мета даної статті – створення інноваційної технології керування поворотом автопоїзда для буксирування штовханням одновісного причепа, приєднаного шарнірно до тягача попереду.

Основна частина

Сутність технології, на який отриманий патент на винахід [6], керування поворотом автопоїзда для буксирування штовханням одновісного причепа, приєднаного шарнірно до тягача попереду полягає у наступному.

Шляхом повороту кермового колеса тягача 1 повертають його поворотні колеса, розташовані у точці 2 (рис. 1–2).

Визначають напрямок та величину відносного кута γ_2 цих коліс (вектора швидкості \vec{V}_2 у точці 2, наприклад, за допомогою датчика у кермовому колесі).

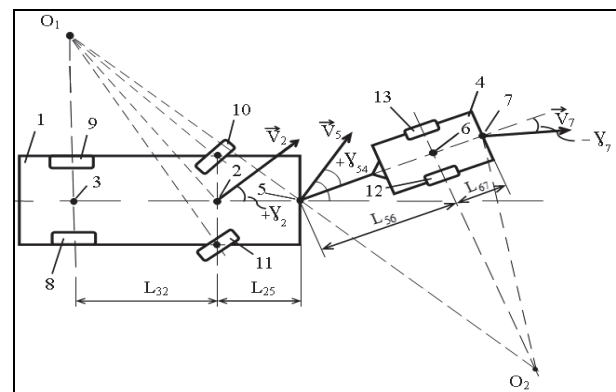


Рис. 1. Схема руху на повороті дійсного автопоїзда

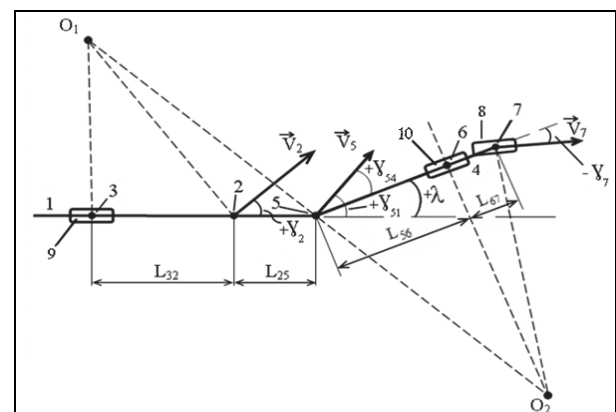


Рис. 2. Схема руху на повороті еквівалентного автопоїзда з віртуальними колесами

За позитивний напрямок усіх відносних кутів векторів швидкості приймають кут при відхиленні вектора ліворуч (тобто коли вектор повертається

проти годинникової стрілки). За позитивний напрямок повороту кермового колеса також приймають поворот проти годинникової стрілки. Тягач 1 рухається навколо свого центру повороту O_1 , який розташовано на перетині радіусів повороту поворотних коліс у точці 2 та неповоротних коліс, розташованих у точці 3. Прицеп 4, приєднаний до тягача 1 попереду у точці 5, рухається як ланка автопоїзда навколо свого центру повороту O_2 , який розташовано на перетині радіуса повороту неповоротних коліс у точці 6 та радіуса повороту у шарнірній точці 5, у якій причеп 4 приєднано до тягача 1. Одночасно визначають також напрямок та величину кута складання λ ланок автопоїзда у точці 5, який вимірюють за допомогою датчика кута. За позитивний напрямок цього кута приймають поворот причепа відносно тягача проти годинникової стрілки.

За отриманими результатами та з урахуванням геометричних параметрів ланок автопоїзда ($L_{3,2}$, $L_{2,5}$, $L_{5,6}$, $L_{6,7}$) та умов руху кожної ланки навколо свого миттєвого центру повороту (O_1 , O_2), визначають відносний кут повороту вектора швидкості однієї з двох точок стеження – точки 7 переднього звису причепа (кут γ_7 вектору \vec{V}_7) або точки 5 (кут $\gamma_{5,4}$ вектору \vec{V}_5). Ці кути визначають за алгебричними формулами:

$$\gamma_{5,4} = \arctg \left(\left(1 + \frac{L_{2,5}}{L_{3,2}} \right) \operatorname{tg} \gamma_2 \right) - \lambda. \quad (1)$$

$$\gamma_7 = \arctg \left(\frac{L_{6,7}}{L_{5,6}} \operatorname{tg} \left(\lambda - \arctg \left(\left(1 + \frac{L_{2,5}}{L_{3,2}} \right) \operatorname{tg} \gamma_2 \right) \right) \right), \quad (2)$$

де $\gamma_{5,4}$ – відносний кут вектора \vec{V}_5 (відносно поздовжньої лінії причепа);

γ_2 – відносний кут вектора \vec{V}_2 ;

λ – кут складання ланок автопоїзда;

γ_7 – відносний кут вектора \vec{V}_7 ;

$L_{2,5}$, $L_{3,2}$, $L_{6,7}$, $L_{5,6}$ – геометричні параметри автопоїзда.

Для цього використовують електронно-обчислювальні пристрої або їх механічні аналоги, наприклад, важільний механізм – система важелів та тяг від кермової трапеції у точці 2 до точки 5, а потім, якщо потрібно – до точки 7. Усі подальші дії та умови виконання дій здійснюють однаково у будь-якій з двох точок стеження (5 або 7), за винятком знаків напрямків поворотів.

Якщо стеження проводять у точці 5, то відображують отриманий кут $\gamma_{5,4}$ згідно (1) у вигляді стрілки у точці 5 (або на панелі приладів) для можливості нагляду за його змінами або за змінами відносного повороту вектора \vec{V}_5 . При цьому можливі

наступні варіанти руху автопоїзда та керування його поворотом.

Для руху з постійними радіусами повороту точок причепа фіксують (запам'ятовують) кут $\gamma_{5,4}$ і стежать, у який бік (у процесі подальшого руху та змін кута складання) відхилиться вектор (стрілка) \vec{V}_5 . При відхиленні вектора праворуч починають повертати кермове колесо ліворуч ($+\omega_2$), щоб повернути вектор у початкове положення, тобто у тому ж напрямку – ліворуч ($+\omega_5$) (рис. 3).

Швидкість повертання кермового колеса збільшують до того моменту, доки не буде подолано вплив зміни кута складання – це момент початку повороту вектора ліворуч. Цей процес припиняють при досягненні вектором початкового значення кута $\gamma_{5,4}$. При відхиленні вектору ліворуч проводять ті самі коректуючі дії, але у протилежному напрямку – праворуч ($-\omega_2, -\omega_5$) (рис. 4).

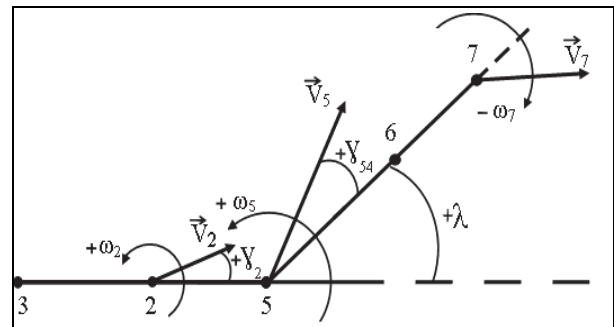


Рис. 3. Схема здійснення режиму повороту для руху з постійними радіусами і відхиленням вектора праворуч

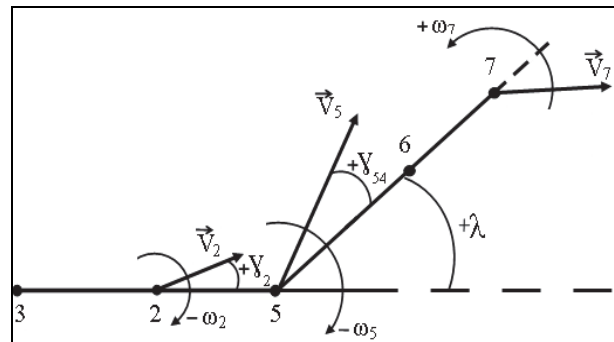


Рис. 4. Схема здійснення режиму повороту для руху з постійними радіусами і відхиленням вектора ліворуч

Для зменшення радіусів повороту точок причепа поворотом кермового колеса коректують відносний поворот вектора \vec{V}_5 щодо збільшення куту $\gamma_{5,4}$. Для цього стежать за напрямком розташування вектора \vec{V}_5 відносно поздовжньої лінії та необхідним напрямком його повороту. При розташуванні його

ліворуч стежать, щоб він повертався теж ліворуч ($+\omega_5$) (рис. 5).

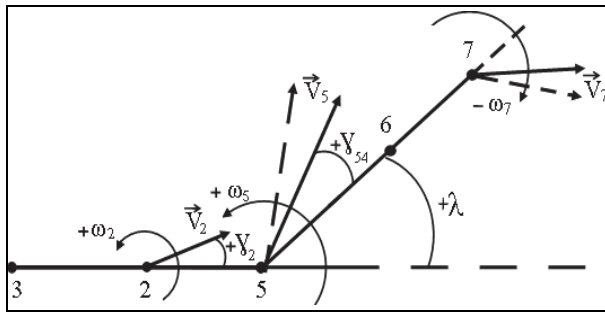


Рис. 5. Схема здійснення режиму повороту для зменшення радіусів повороту причепа при розташуванні вектора ліворуч

Якщо цього не відбувається (за рахунок змін кута складання), то повертають кермове колесо з необхідною швидкістю у тому ж напрямку – ліворуч ($+\omega_2$). Поворот зупиняють, коли зникає потрібність подальшого зменшення радіусів повороту. При розташуванні вектору \vec{V}_5 праворуч проводять ті ж самі дії, тільки у протилежному напрямку – праворуч ($-\omega_2, -\omega_5$) (рис. 6).

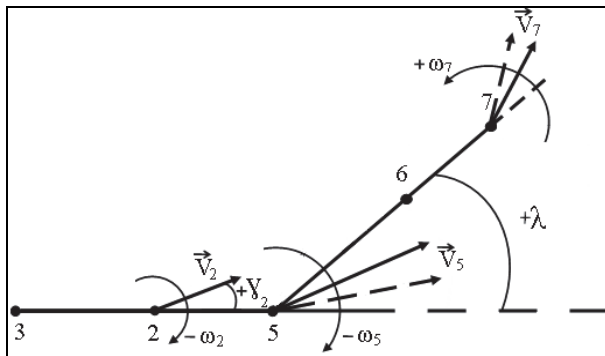


Рис. 6. Схема здійснення режиму повороту для зменшення радіусів повороту причепа при розташуванні вектора праворуч

Для збільшення радіусів повороту точок причепа поворотом кермowego колеса коректують відносний поворот вектора \vec{V}_5 щодо зменшення кута $\gamma_{5,4}$. Для цього при розташуванні його ліворуч по довжній лінії стежать за тим, щоб він повертався праворуч ($-\omega_5$) (рис. 7).

Якщо цього не відбувається (за рахунок змін кута складання), то починають повертати кермове колесо з необхідною швидкістю у тому ж напрямку – праворуч ($-\omega_2$). Поворот зупиняють, коли зникає потрібність подальшого збільшення радіусів повороту причепа. При розташуванні вектора \vec{V}_5 праворуч призводять ті ж самі дії, тільки у протилежному напрямку – ліворуч ($+\omega_2, +\omega_5$) (рис. 8).

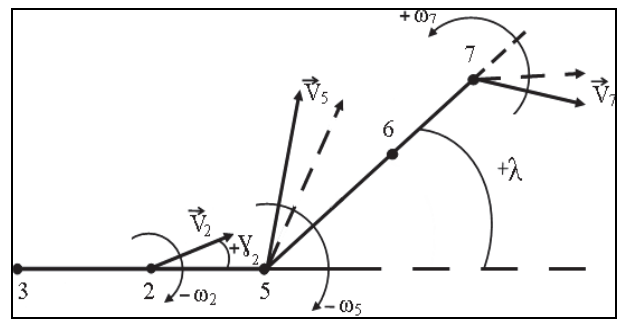


Рис. 7. Схема здійснення режиму повороту для збільшення радіусів повороту причепа при розташуванні вектора ліворуч

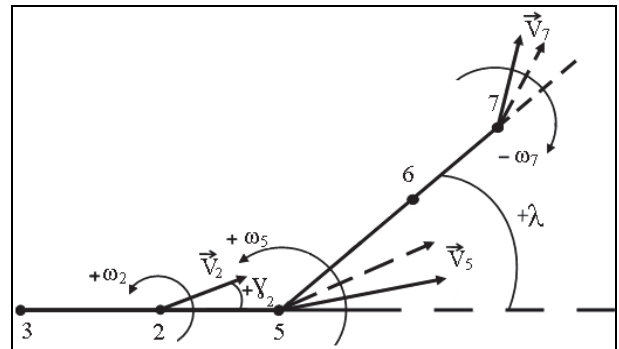


Рис. 8. Схема здійснення режиму повороту для збільшення радіусів повороту причепа при розташуванні вектора праворуч

Якщо з будь-яких причин (умови компоновки, умови стеження, умови виконання технології робіт і таке інше) бажано здійснювати стеження не у точці 5, а у точці 7 переднього звису причепа, то усі дії способу та їх умови (режими) виконують у повному обсязі так саме, за винятком напрямку повороту кермowego колеса, який виконують у протилежному напрямку необхідного повороту вектора швидкості \vec{V}_7 , тобто при ($+\omega_7$) виконують ($-\omega_2$), а при ($-\omega_7$) виконують ($+\omega_2$).

Висновки

Аналіз показав, що в усьому світі існує тільки одна технологія повороту колісних машин – технологія Аккермана (за допомогою рульової трапеції – механічної або електронної), яка запатентована 200 років тому. Однак ця технологія не дозволяє керувати поворотом двухланкового модульного автопоїзда.

Вперше у світі створена інноваційна технологія керування поворотом автопоїзда для буксирування штовханням одновісного причепа, приєднаного шарнірно до тягача попереду, на яку отримано патент на винахід [6].

Створена технологія дозволяє за допомогою існуючого рульового приладу тягача керувати одночасно двома ланками автопоїзда – тягачем та одновісним причепом з неповоротними колесами,

який приєднаний шарнірно до тягача попереду. Технологія забезпечує керуваність та стійкість руху на повороті.

Список літератури

1. Трёхзвенные автопоезда / Я.Е. Фаробин, А.М. Якобашвили, А.М. Иванов и др.; под общ. ред. Я.Е. Фаробина. – Машиностроение, 1993. – 224 с.
2. Закин Я.Х. Маневренность автомобиля и автопоезда / Я.Х. Закин. – М.: Транспорт, 1986. – 136 с.
3. Закин Я.Х. Прикладная теория движения автопоезда / Я.Х. Закин. – М.: Транспорт, 1967. – 252 с.
4. Повышение маневренности и мобильности модульных машин аэродромно – технического обеспечения полетов авиации / Б.Г. Васильев, Ю.В. Баистов, С.А. Бодько, В.В. Кириченко // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. – Х.: ХУПС, 2011. – Вип. 1(27). – С. 31-34.
5. Решение проблемных задач модульного построения средств аэродромно-технического обеспечения полётов / Н.Н. Момот, Б.Г. Васильев, Ю.В. Баистов, Р.В. Гунько, К.В. Койдан // Збірник наукових

праць Харківського університету Повітряних Сил. – Х.: ХУПС, 2013. – Вип. 1(34). – С. 54-59.

6. Способ керування поворотом автопоезда для буксирування штовханням одноосного причепа, приєднаного до тягача попереду: патент на корисну модель №95107, МКІ В62D 15/00, 49/00, 53/00/ В.В. Кав'юк, Б.Г. Васильев, І.В. Прохоров, В.С. Сніцин, Д.А. Стояновський, М.І. Федотов (Україна) № u201407214; Заявлено 26.06.2014; Опубл. 10.12.2014, Бюл. №23. – 5 с.

Надійшла до редколегії 16.11.2016

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Г.В. Худов, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ УПРАВЛЕНИЯ ПОВОРОТОМ АВТОПОЕЗДА ДЛЯ БУКСИРОВКИ ТОЛКАНИЕМ ОДНООСНЫХ ПРИЦЕПОВ, ПРИСОЕДИНЕННЫХ ШАРНИРНО К ТЯГАЧУ ВПЕРЕДИ

В.В. Кавьюк, Б.Г. Васильев

Рассматривается созданная впервые в мире инновационная технология управления поворотом автопоезда для буксирования толканием одноосного прицепа, присоединенного шарнирно к тягачу впереди. Технология позволяет управлять с помощью существующего рулевого механизма тягача сразу двумя модулями автопоезда – и тягачом, и одноосным прицепом с неповоротными колёсами. Обеспечивается управляемость и устойчивость движения в повороте.

Ключевые слова: средства технического обеспечения полётов (СТОП) воздушных судов (ВС), двухзвенные модульные схемы, управление поворотом, инновационная технология, патент на изобретение.

INNOVATIVE TECHNOLOGY CONTROL TURNING ROAD TRAINS FOR TOWING PUSHING THE UNIAXIAL TRAILER ATTACHED ADJOINT HINGED TO THE TRACTOR AHEAD

V.V. Kav'yuk, B.G. Vasil'ev

Considered created the world's first innovative technology controls turning the auto train to tow pushing uniaxial trailer attached to a tractor articulated ahead. The technology allows controlled using existing steering mechanism control once the tractor train two modules – and uniaxial trailer, and tractor with a rotary wheels. Provides manageability and stability of motion in turn.

Keywords: technical means of flight aircraft, two links of the modules, turn control, innovative technology, patent for an invention.