

УДК 629.113

В.В.Стельмашук, В.М.Придюк

Луцький національний технічний університет

ВПЛИВ ТИПУ ТА СКЛАДУ ПРИЧІПНИХ ЛАНОК НА ПОКАЗНИКИ МАНЕВРЕНОСТІ ТРИЛАНКОВОГО АВТОПОЇЗДА

У роботі проведений аналіз використання причіпних ланок, та їх вплив на показники маневреності триланкового автопоїзда із метою розробки його компоновальної схеми, що забезпечить задані навантаження на осі, і системи керування причіпними ланками.

Ключові слова: показник маневреності, автомобільний поїзд, система керування.

Постановка проблеми. Сучасний стан розвитку рухомого складу автомобільного транспорту характеризується різноманіттям типів і видів автомобілів, причепів і напівпричепів. Для дво- і тривісних напівпричепів і причепів масового користування вантажопідйомністю 12...18 і 24...27 т шляхом тривалого добору встановлені значення параметрів, що забезпечують задані показники техніко-експлуатаційних властивостей автопоїздів, у тому числі і триланкових, у різних умовах експлуатації. При цьому, однак, залишається відкритим питання оптимальності емпірично обраних параметрів.

Аналіз останніх досліджень. Найбільше значні роботи, пов'язані з дослідженнями маневреності автомобільних поїздів, проведені Я.Х.Закінім [1,2]. Ним виконані детальні дослідження з проблем горизонтальної стійкості автопоїзда і його маневреності. Докладно розглянуте питання маневреності автомобільних поїздів, що засноване на кінематичних положеннях з урахуванням режиму повороту, тобто швидкості руху автопоїзда, кута і швидкості повороту рульового колеса тягача. У роботах Я.Х.Закіна, як і в більшості інших [3], що цитуються, відзначається, що на поворотах і закругленнях доріг ГСР автопоїзда збільшується. Це, в свою чергу, погіршує усі вимірювачі і показники маневреності АТЗ.

Формулювання цілей статті. Дана робота присвячена аналізу використання причіпних ланок, та їх впливу на показники маневреності триланкового автопоїзда із метою розробки його компоновальної схеми, що забезпечить задані навантаження на осі, і системи керування причіпними ланками.

Основна частина. При русі автопоїзда всі його точки здійснюють поступальне переміщення по своїх траєкторіях, що у співкупності утворюють габаритну смугу руху (ГСР), яку визначити теоретично досить складно і неможливо оцінити невеликим числом параметрів. Тому для оцінки маневреності використовують такі вимірювачі і характеристики: мінімальний і максимальний габаритні радіуси повороту, параметр маневреності при круговому русі, поворотна ширина по сліду коліс, габаритна смуга руху, апроксимована ГСР, концентрична апроксимована ГСР, чинник і показник маневреності, під яким розуміється ступінь зсуву траєкторії руху веденої ланки автопоїзда відносно ведучої.

За відомим показником маневреності і заданими геометричними параметрами автопоїзда можуть бути визначені всі інші вимірювачі маневреності, тому що усі вони визначаються параметрами криволінійного руху автопоїзда.

При збільшенні кількості ланок автопоїзда погіршується його маневреність, тому при формуванні чи проектуванні триланкових автопоїздів необхідно визначити границю їх використання за маневреністю. Ця задача не може бути вирішена без аналізу умов експлуатації і виявлення необхідного рівня маневреності конкретного триланкового автопоїзда в конкретних умовах експлуатації.

Задовільна маневреність триланкового автопоїзда виражається в можливості його вписування в усі повороти, що зустрічаються на маршрутах руху, і маневрувати (робити повороти й у разі потреби рухатися заднім ходом) у пунктах навантаження і розвантаження.

Експлуатаційні властивості включають дев'ять показників маневреності, шість з яких є кінематичними, а три динамічними. Однак для триланкового автопоїзда основними варто вважати два кінематичних одиничних показники маневреності, а саме:

- габаритну смугу руху (ГСР);
- можливість рухатися заднім ходом.

Таким чином, для визначення ступеня пристосованості конкретного триланкового автопоїзда до конкретних умов експлуатації по маневреності необхідно вивчити передбачувані маршрути руху, розрахувати чи експериментально визначити значення показників маневреності і шляхом зіставлення з необхідними значеннями, установленними з аналізу реальних маршрутів, судити про відповідність досягнутого рівня маневреності необхідному.

Розрахункові дослідження дозволили виявити вплив різних конструктивних параметрів автопоїздів на величину максимальної ширини ГСР. Для триланкового автопоїзда зміна ширини ГСР показана в залежності від зміни параметрів кожного причепа окремо, а не спільний вплив параметрів обох причепів. Доведено, що на підвищення маневреності сприятливо позначається зменшення довжини дишла і бази причепів. При цьому встановлено, що вплив конструктивних параметрів переднього і заднього причепів триланкового автопоїзда на показники його маневреності майже однаковий. Позитивно впливає на величину ГСР збільшення виносу тягово-зчіпного пристрою. Це, однак, приводить до росту габаритної довжини АТЗ. Тому доцільно одночасно зі збільшенням виносу тягово-зчіпного пристрою зменшувати довжину дишла наступного причепа, не змінюючи при цьому відстань між сусідніми осями автопоїзда.

Проведено ряд досліджень триланкового причіпного автопоїзда у складі автомобіля-тягача і двох причепів з рознесеними осями, в якій показники маневреності автопоїзда визначалися за кінематичною моделлю за кутами складання автопоїзда.

Габаритна смуга руху триланкового автопоїзда визначалася за умови, що колеса усіх ланок жорсткі у боковому напрямку і відомі кути складання автопоїзда.

Автопоїзд на повороті послідовно проходить такі стадії руху:

- 1) вхідна перехідна траєкторія;
- 2) рух автомобіля-тягача по колу;
- 3) вихідна перехідна траєкторія;
- 4) прямолінійний рух автомобіля-тягача.

Встановлено, що на сталих поворотах різних радіусів за різних швидкостей руху автопоїзда траєкторії руху причіпних ланок не збігаються з траєкторіями тягача, причому відхилення збільшуються зі зменшенням радіуса повороту і збільшенням швидкості руху.

Крім того, встановлено:

- на неусталених поворотах трьохланкового автопоїзда зсув траєкторій причіпних ланок щодо траєкторії тягача значно менший у порівнянні з усталеним поворотом;
- відведення коліс автопоїзда призводить до збільшення зсуву причіпних ланок як на вході в поворот, та і на виході з нього;
- зсув траєкторій ланок автопоїзда збільшуються зі збільшенням швидкості руху автопоїзда незалежно від того, причіпний-причіпний чи сидельно-причіпний автопоїзд;
- на розмір зсувів траєкторій руху причіпних ланок щодо траєкторії тягача значно впливає режим неусталеного повороту тягача.

Розглянуті засоби підвищення маневреності можуть бути застосовані як для причіпних, так і для сидельних автопоїздів.

Одноосові причепа загальнотранспортного призначення виконуються звичайно без поворотних пристроїв. Вважаємо, що автопоїзди – розпуски, а також автобусні автопоїзди як причіпні, так і зчленовані через специфічні особливості їхньої конструкції є автопоїздами особливого типу. Тому поворотні пристрої цих автопоїздів не розглядаємо.

Поворот дво- і тривісних некерованих причепів здійснюється за допомогою спеціальних пристроїв, що представляють собою вертикальні шарніри, які забезпечують гнучкість автопоїздів у горизонтальній площині. З'єднання кінематичних ланок здійснюється, в основному, поворотним кругом.

Застосовуються три типи поворотних кругів:

- центрально-шкворневі з тертям ковзання;
- центрально-шкворневі з тертям кочення;
- безшкворневі з тертям кочення.

Більш розповсюдженими є безшкворневі кулькові поворотні круги, для яких характерні належна герметичність і сприятливі умови змащення, і висока зносостійкість та мале тертя при поворотах. Для поліпшення стійкості прямолінійного руху причепів і попередження виляння керованих коліс вісь поворотного круга зміщують вперед щодо центра мас причепа. Доцільність цього заходу була підтверджена в роботі

У тривісних причепів задні ходові осі виконують, як правило, некерованими, хоча за такого компоновання дещо підвищується зношення шин. З метою зниження останнього застосовують різні варіанти так званих самоустановлювальних задніх ходових осей.

Застосовуються три типи самоустановлювальних осей:

- причіпна самоустановлювальна вісь;
- самоустановлювальна вісь з рівнобіжним відносним поворотом ресор і ходових осей;
- самоустановлювальна вісь з поворотними цапфами (автомобільного типу).

Найбільше застосування одержали самоустановлювальні осі автомобільного типу.

При повороті автопоїзда задня вісь причепа самоустановлюється під дією бічних складових реакцій дороги. При цьому єдиний центр повороту причепа розташовується (без урахування бічної еластичності шин) на продовженні середньої ходової осі причепа, що відповідає зменшенню бази причепа і забезпечує стійкий прямолінійний рух. Для можливості маневрування заднім ходом самоустановлювальна вісь блокується. Керуючі поворотні пристрої застосовуються головним чином у конструкціях спеціальних причепів і причепів – ваговозів. Існують конструкції двохосьових причепів, передній міст яких виконується з керованими колесами, що з'єднані між собою рульовою трапецією, уніфікованих з передніми мостами основних тягових автомобілів, чи таких, що мають незначні конструктивні доробки. Важливою особливістю подібних поворотних пристроїв є суперечливість вимог з погляду поліпшення маневреності і стійкості прямолінійного руху до величини передаточного числа приводу. Для зменшення додатного (до центру повороту) зміщення траєкторії причепа при русі автопоїзда на поворотах значення передаточних чисел поворотних пристроїв повинні складати близько 2-2,5. Однак при цьому погіршується стійкість прямолінійного руху автопоїздів, тому в межах експлуатаційних швидкостей знижують величину передаточних чисел у реалізованих конструкціях до 1,0-1,5. Іншою важливою особливістю є зростання інтенсивності виляння причепів у міру виникнення і збільшення зазорів у шарнірних з'єднаннях приводів поворотних пристроїв.

Відзначені особливості знижують передбачуване поліпшення маневреності автопоїздів, і керуючі поворотні пристрої з керованими колесами не одержали масового поширення, а застосовуються головним чином у конструкціях спеціальних причепів, до яких пред'являються підвищені вимоги маневреності, а також зниженню висоти розташування рами. Сучасний стан розвитку конструкцій автомобільних поїздів характеризується збільшенням експлуатаційних швидкостей руху, а звідси – підвищені вимоги до стійкості їх прямолінійного руху. Тому необхідно удосконалювати конструкції причепів відповідно до нових вимог.

Слід зазначити, що будь-які поворотні пристрої причепів у більшій чи меншій мірі знижують показники стійкості прямолінійного руху автопоїзда. Тому перспективним рішенням є конструкція причепа з двома зближеними (тандемними) осями.

Наявність двох зближених осей дозволяє забезпечити вертикальне навантаження на зчпний гак автомобіля відповідно до вимог ДСТУ 3163-54 (навантаження в статичному положенні не повинно перевищувати 500 Н). Така конструкція причепа є дуже простою і надійною в порівнянні з існуючими. Відсутність поворотних пристроїв забезпечує таким причепам кращі показники стійкості прямолінійного руху, можливість руху заднім ходом, низьке розташування вантажної платформи і великий внутрішній об'єм кузова, меншу трудомісткість технічного обслуговування і ремонту. На шасі такої конструкції можливе виготовлення широкої номенклатури причіпного складу – це причепи різної вантажопідйомності, причепи - дачі, контейнеровози, самоскидні причепи, причепи до легкових автомобілів. Проте питання маневреності та стійкості автопоїздів з такими причепами вивчені ще недостатньо. Нову еру в дослідженнях криволінійного руху САТЗ відкрило застосування ЕОМ, що значно полегшує рішення складних задач, пов'язаних із визначенням впливу різноманітних конструктивних і експлуатаційних чинників на маневреність автопоїзда, дозволяє врахувати різноманітні нелінійні характеристики, а також використовувати в розрахунках дуже складні моделі просторових схем автопоїздів.

Розглянуті засоби підвищення маневреності можуть бути застосовані як для причіпних, так і для сидельних автопоїздів.

Проте, поліпшення маневреності за рахунок застосування керованих осей (колес) візків напівпричепів призводить до погіршення стійкості руху САТЗ.

1. Закин Я.Х. Маневренность автомобиля и автопоезда. - М.: Транспорт, 1986. - 137 с.
2. Закин Я.Х. Основы теории движения транспортных и специализированных автомобильных поездов / Арэф. дис... доктора техн. наук. – Л., 1960. – 39 с.
3. Трехзвенные автопоезда / Я.Е.Фаробин, А.М.Якобашвили, А.М.Иванов и др. Под общ. ред. Я.Е.Фаробина – Машиностроение, 1993. – 224 с.: ил.