

УДК 656.136:629.017

Т.О.Бабич, В.В.Стельмашук, Ю.А.Томашевська  
Луцький національний технічний університет**ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКАЗНИКІВ СТІЙКОСТІ, МАНЕВРНОСТІ ТА КЕРОВАНОСТІ  
НАПІВПРИЧІПНОГО БАГАТОЛАНКОВОГО АВТОПОЇЗДА**

*Проаналізовано вплив конструктивних параметрів триланкових автопоїздів на показника маневреності та стійкості руху. Виявлено можливість покращення даних показників для сидельно-причипного автопоїзда шляхом заміни останньої ланки.*

Ключові слова: *стійкість, керованість, маневреність, вписуваність, габаритна смуга руху, критична швидкість.*

Вступ. Вдале гео економічне положення України, сприяє збільшенню об'ємів міжнародних автотранспортних перевезень її територією. Це призводить до збільшення частки вантажних автопоїздів на дорогах, виникнення заторів, підвищення забруднення навколишнього середовища. Тому задача підвищення продуктивності автопоїздів, шляхом застосування багатоланкових автопоїздів, не втрачає своєї актуальності. Можливими шляхами її підвищення є зниження власних мас та збільшення вантажності причепів та напівпричепів. Використання довгомірних триланкових автопоїздів особливо ефективно у міжнародних транспортних коридорах. Використання таких автопоїздів дозволяє різко підвищити ефективність автоперевезень, скоротити витрату палива на 20%, токсичність відпрацьованих газів на одиницю вантажу, що перевозиться, до 30% та зменшення загального пробігу у середньому на 32%. Рівень викиду вуглекислого газу, а також оксидів азоту NOx, на пряму залежить від витрати палива, що покращує також і екологічну ситуацію у Європі та Україні.

Аналіз останніх досліджень. Практичне використання багатоланкових транспортних засобів висуває підвищені вимоги до їх активної безпеки, і в першу чергу, до керованості і стійкості. Значні роботи, пов'язані з дослідженням маневреності автопоїздів, проведені Я. Х. Зикінім. Багатьма науковцями було досліджено властивості та параметри стійкості та маневреності трьохланкових автопоїздів багатьох компоновальних схем (сидельно-причипний, причіпно-причипний, причіпний з напівпричепом на підкатному візку, комбінований B-Double).

Дослідження різних авторів показують можливість значного підвищення стійкості за рахунок застосування стабілізуючих і блокуючих пристроїв, дія яких заснована на збільшенні моменту опору відносно повороту ланок автопоїзда аж до повного їхнього блокування. Більш ефективною і конструктивно простою є схема установки амортизаторів між дишлем та рамою причепа (у поворотному колі). Дана схема може забезпечити і повне блокування шарніра, якщо використати сучасні амортизатори з магніто-реологічною рідиною, які змінюють свою жорсткість.

Дослідження показали, що автомобілі-тягачі причіпних автопоїздів мають позитивний запас статичної стійкості (володіють недостатньою повороткістю). При виконанні маневрів «поворот» і «переставка» керованість триланкового сидельно-причипного автопоїзда є цілком достатньою, оскільки значення критичної швидкості вище нормативних значень. При виконанні маневру «переставка  $S_p = 20m$ » бічне прискорення причепа сидельно-причипного автопоїзда у порівнянні з тягачем збільшується на 25%, а швидкість ризикання – на 20 %, але стійкість та керованість не порушуються. Менші значення даних величин отримані для причіпного автопоїзда.

Разом з тим встановлено, що для причіпного та причіпно-причипного автопоїзда характерна недостатня повороткість, а для сидельно-причипного – надлишкова як на усталених, так і неусталених режимах руху.

Формулювання цілей статті. В даній роботі розглядається можливість покращення маневреності та стійкості триланкового сидельно-причипного автопоїзда шляхом заміни останньої ланки.

Основна частина. Оцінка стійкості та керованості зводиться до визначення критичної швидкості виконання маневрів чи прямолінійного руху, яка характеризує межу переходу стійкого руху в нестійкий. На величину критичної швидкості впливає весь комплекс характеристик автомобіля й умови руху.

Збільшити критичну швидкість за стійкістю можна різними шляхами. Найбільш дієвий спосіб – зміна різниці кутів відведення групи задніх та передніх коліс: необхідно зменшувати цю різницю. Якщо різниця кутів від’ємна, то критичної швидкості по стійкості для даного автомобіля не існує, він завжди стійкий проти відведення, але можуть виникнути проблеми з його поворотливістю і повороткістю.

Таким чином, оцінка схем автомобілів зводиться до оцінки величин кутів відведення на осях, до їх розподілу між осями й обчислення критичної швидкості руху.

Стійкість руху як і керованість, розглядається для двох схем керування АТЗ – розімкнутої та замкнутої. При розімкнутій схемі керування оцінюється потенційна стійкість руху самого АТЗ, при замкнутій – стійкість руху системи водій-АТЗ. Рух системи водій-АТЗ є більш стійким, ніж рух керованого, але некоректованого АТЗ у цих же умовах. Таким чином, якщо забезпечується стійкість руху самого АТЗ, то стійкість руху системи водій-АТЗ також забезпечується, причому з великим запасом. Для триланкових автопоїздів запропонований додатковий показник – коефіцієнт динамічного посилення бічного прискорення останньої ланки автопоїзда, що дозволяє оцінити ступінь зменшення максимальної стійкості триланкових автопоїздів у порівнянні з відповідними дволанковими автопоїздами.

Основними напрямками забезпечення високої курсової і траєкторної стійкості триланкового автопоїзда є виконання наступних вимог – всі ланки автопоїзда повинні мати невелику недостатню повороткість. При експлуатації автомобіля-тягача в складі триланкового автопоїзда його проектна недостатня повороткість може перейти в нейтральну, а потім і в надлишкову внаслідок зменшення сумарного коефіцієнта опору бічному відведенню шин задніх коліс. Тому запас недостатньої повороткості повинен бути трохи більше в автомобілів-тягачів дволанкових автопоїздів меншої повної маси.

Аналіз проведених робіт показує, що на поперечній горизонтальній стійкості автопоїзда позитивно позначається зменшення тиску повітря в шинах передньої осі і збільшення в шинах задньої осі причепів, також позитивно впливає зсув центра мас причепів до передньої осі, збільшення бази причепів, збільшення довжини дишла, зсув осі поворотного кола вперед щодо передньої осі, переміщення точки зчипки автомобіля-тягача з підкатним возиком ближче до центру мас тягача, збільшення коефіцієнтів опору бічному відведенню шин та коефіцієнта зчеплення коліс з дорожнім покриттям. Вплив інших параметрів незначний або зовсім відсутній.

Аналізуючи дані теоретичних та експериментальних досліджень виявлено можливість подальшого вдосконалення триланкового сидельно-причіпного автопоїзда з рознесеними осями причепа шляхом заміни останньої ланки напівпричепом на підкатному віску Dolly. Дослідна експлуатація автопоїздів такого типу почалася в Японії ще в 70-і роки, але загальна довжина їх не перевищувала 20 м.

Зважаючи, що обмежуючою ланкою при виконанні маневрів сидельно-причіпним автопоїздом була остання ланка, тому для покращення показників стійкості та керованості доцільно збільшити базу причепа. Це доцільніше виконати шляхом заміни причепа з рознесеними осями напівпричепом на підкатному віску тому, що у результаті весь автопоїзд складатиметься зі стандартних модулів, що значно спрощує його комплектування та розкомплектування, оскільки при цьому немає потреби у внесенні серйозних конструктивних змін до існуючого рухомого складу. При цьому такий автопоїзд буде мати більшу вантажність та корисний об’єм кузова при збереженні допустимих навантажень на осі.

Для проведення теоретичних досліджень автопоїзд було складено з таких ланок: автомобіль-тягач- Volvo FH16 4x2, двох напівпричепів Schmitz – SCS 24/1-13.62, підкатний візок Dolly.

При побудові габаритної смуги руху приймалися такі припущення: оскільки швидкість автопоїзда при виконанні руху по колу  $R=12.5\text{м}$  є малою, тому вважається, що колеса є абсолютно жорсткими, а центр повороту дво- і тривісних візків лежить на лінії середини їх баз.

Аналізуючи вплив конформувальних факторів на стійкість триланкового автопоїзда, були зроблені наступні зміни у конструкції напівпричепів та підкатного возика з метою підвищення стійкості та керованості даного автопоїзда: точка зчипки напівпричепа з підкатним возиком максимально наближена до центру мас напівпричепа; довжина дишла підкатного возика збільшена до 5325мм; база підкатного возика збільшена до 1700мм; вісь опорно-зчипного пристрою підкатного возика зміщена вперед на 200мм.

Осі обох напівпричепів виконанні некерованими. Другий напівпричіп впишеться у нормовану величину габаритної смуги ( $R_3=12,5\text{м}, R_в=5,3\text{м}$ ) руху тільки за умови, що вісь опорно-

зчіпного пристрою підкатного візка буде рухатися по тому ж радіусі, що і вісь опорно-зчіпного пристрою автомобіля-тягача, тому осі підкатного возика виконано керованими.

Визначено, що для забезпечення вписуваності автопоїзда у нормовану величину габаритної смуги руху, повороти коліс осей підкатного возика повинні становити 51 та 55 градусів відповідно для коліс першої та другої осі. При цьому кут повороту керованих коліс автомобіля-тягача становить 21 градус.

Зменшити величину повороту керованих коліс підкатного возика, а отже і третій кут складання, можна збільшивши довжину дишла або збільшенням відстані від точки зчіпки до центру мас першого напівпричепа.

Висновки. Проведеними дослідженнями встановлено, що триланковий сідельно-причіпний автопоїзд з напівприцепом на керованому підкатному візку вписується у величину нормованої габаритної смуги руху.

Подальший розвиток. Подальші дослідження полягатимуть у визначенні показників стійкості та керованості даного автопоїзда, шляхів покращення цих показників, а також зменшення кута повороту коліс підкатного возика, шляхом підбору оптимальних з погляду стійкості та керованості величин довжини дишла та координат точки зчіпки.

1. Кузнєцов Р.М., Лотиш В.В., Мурований І.С., Онищук В.П., Толстушко М.М. Вплив конструктивних і експлуатаційних факторів на стійкість руху триланкового причіпного автопоїзда // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля: В 2-х частинах: Ч. 2.-Науковий журнал.-2008.-Випуск №7(125).-С.84-87.
2. Литвинов А.С., Фаробин Я.Е. Автомобиль: теория эксплуатационных свойств: Учебник для вузов по специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство». – М.: Машиностроение, 1989. – 240 с.: ил.
3. Сахно В.П., Вороніна І.Ф., Стельмащук В.В. До визначення показників маневреності тьохланкових автопоїздів // Вісник Східноукраїнського національного університету імені В. Даля. – 2003. №11 (57). – С.213-218.
4. Жаров К.С. Дослідження середньої швидкості руху та продуктивності автопоїздів // Internet.
5. U. Ehrning Volvo 3P Market research team Transport in Change – 2004-03-17; Transport\_Development\_VGREU.ppt