

ДО АНАЛІЗУ СТІЙКОСТІ АВТОПОЇЗДА У ГАЛЬМІВНОМУ РЕЖИМІ

Прогній П.Б.

Вступ. Розвиток транспортного комплексу України передбачає зростання обсягів вантажних та пасажирських перевезень. Вагомий внесок у даний процес здійснює зручне географічне положення нашої держави, через яку проходить чотири транс'європейських транспортних коридори. Значну частку вантажних перевезень на сьогодні здійснюють із використанням автомобільних поїздів.

Згідно із даними Державної служби статистики України, у 2012 році автомобільним транспортом було перевезено 179 млн. т вантажів, що становило 23 % від загального обсягу вантажних перевезень [1]. Варто також зазначити про зростання рівня вантажних перевезень автомобільним транспортом в Україні, починаючи з 2003 року. Така тенденція впливає на підвищення рівня завантаження автомобільних доріг. Тому, з огляду на зростання інтенсивності руху на сучасних автомагістралях, необхідно забезпечити високий рівень безпеки для усіх транспортних засобів. Особливо гостро це питання стосується автомобільних поїздів, процес руху та гальмування яких набагато складніший ніж в одиничних автомобілів. Важливо, щоб водій максимально контролював поведінку транспортного засобу під час руху, а за потреби міг швидко та безпечно зупинити його. Тому, перш за все, необхідно покращити показники стійкості автопоїзда, зокрема у гальмівному режимі.

Метою даної роботи є аналіз показників стійкості автопоїзда у гальмівному режимі та факторів, які на неї впливають.

Основна частина. Досягнення поставленої мети реалізується шляхом аналізу результатів досліджень стійкості автопоїзда у гальмівному режимі, а також відповідних нормативних документів та узагальнення отриманих даних.

Проблемі стійкості автомобіля присвячено багато робіт, оскільки вона є важливою характеристикою, яка визначає його поведінку під впливом зовнішніх та внутрішніх факторів. Дослідженню стійкості автомобіля при гальмуванні присвячені роботи Чудакова Є. О., Певзнера Я. М., Ляпунова О. М., Фалькевича Б. С., Литвинова А. С., Косолапова Г. М., Хачатурова А. А., Антонова Д. А., Ревіна О. О., Малюгіна П. М., Соцкова Д. О., Хамова І. В., Ревіна С. О., Солнцева О. М., Сахна В. П., Полякова В. М., Подригала М. А. та інших науковців.

Згідно із визначенням Держстандарту стійкістю транспортного засобу під час гальмування називають його здатність зберігати під час гальмування заданий напрям швидкості і задану орієнтацію своїх осей [2].

Проте, слід зазначити, що дослідники стійкості автомобіля по різному тлумачили даний термін. Наприклад, Фалькевич Б. С. у своїй роботі [3] стійкістю автомобіля називає сукупність його властивостей, які забезпечують рух в заданому напрямку без бокового ковзання чи перекидання.

На основі загальної теорії стійкості О. М. Ляпунова [4], рух механічної системи вважається стійким, якщо створені збурення не значно змінюють його траєкторію. Проте, якщо початкові відхилення з часом збільшуються, то, на думку вченого, рух можна вважати нестійким.

У своїй роботі [5] Є. О. Чудаков під стійкістю розглядає фактор, який впливає на тягові та гальмівні властивості транспортного засобу й обмежує швидкість руху на повороті та інтенсивність гальмування. У подальших працях автор використовує термін стійкість

автомобіля при заносі, яку характеризує як здатність транспортного засобу протистояти боковому ковзанню його осей у різних напрямках.

У роботі [6] Косолапов Г. М. під стійкістю автомобіля розуміє його здатність без участі водія зберігати заданий напрямок руху і протидіяти впливу зовнішніх факторів, що намагаються змінити даний напрямок.

Досліджуючи проблему стійкості автомобіля, Д. А. Антонов, як і більшість дослідників, бере за математичну основу теорію стійкості О. М. Ляпунова. На думку дослідника, «стійкість – це характеристика автомобіля, яка полягає у здатності зберігати задані водієм параметри руху або заданий закон їх зміни після припинення дії збурюючих сил» [7]. Вчений вважає, що стійкість автомобіля дозволяє йому рухатися у чітко визначеному напрямку без відхилень та унеможлиблює досягнення небезпечних рівнів руху.

На основі аналізу понять стійкості та особливостей гальмування автомобіля, Хамов І. В. [8] робить висновок, що для опису даного процесу найкраще підходять поняття технічної та умовної стійкості. На думку автора, процес гальмування на відміну від рівномірного руху чи руху з прискоренням характеризується своєю скінченністю, а тому відхилення параметрів руху автомобіля визначаються не лише величиною та напрямом дії збурюючих впливів, але й ефективністю гальмування, критерієм якої дослідник називає величину гальмівного шляху. Хамов І. В. пропонує вважати автомобіль технічно стійким, якщо показники його руху не виходять за визначені безпечні межі під час гальмування та після зупинки. Умовно стійким автомобіль можна назвати тоді, якщо через деякий час після початку впливу зовнішніх факторів показники його руху не перевищуватимуть граничних значень і водій зможе виправити положення.

На основі проведених досліджень вчені виділяють ряд факторів, які впливають на стійкість транспортних засобів. Зокрема, у роботі [9] Ревін О. О., аналізуючи фактори, які впливають на стійкість автомобіля при гальмуванні, поділяє їх на дві групи: зовнішні та внутрішні. До зовнішніх дослідник відносить дорожні фактори, пов'язані зі зміною погоднокліматичних умов, які впливають на зчеплення шин з опорною поверхнею та провокують появу ділянок з поперечною неоднорідністю коефіцієнта зчеплення. Також до цієї групи автор відносить наявність поперечних нахилів дорожнього покриття, вплив аеродинамічних сил, прикладених в боковому напрямку, вплив відцентрових сил, які діють на криволінійних ділянках доріг. До внутрішніх Ревін О. О. відносить фактори, обумовлені технічним станом конструктивних елементів автомобіля.

В основу даного поділу автором покладений характер взаємодії механічної системи із зовнішнім середовищем.

У своєму дослідженні [10] Соцков Д. О. виокремлює три основні групи факторів: 1) зовнішні фактори, які залежать від погоднокліматичних умов та стану дороги, 2) внутрішні, які залежать від технічного стану автомобіля, 3) конструктивні, що залежать від досконалості конструкції гальмівної системи автомобіля.

Аналізуючи зовнішні фактори, автор відводить значну роль нерівномірності коефіцієнта зчеплення під лівим і правим бортами автомобіля, яка може спричинити появу обертового моменту в горизонтальній площині, величина якого для двовісного автомобіля визначається:

$$M_a = 0,25Gl(\varphi_l - \varphi_e), \quad (1)$$

де G – сила тяжіння від маси автомобіля, l – колія, φ_l, φ_e – коефіцієнти зчеплення шин з дорогою під правим і лівим колесами відповідно.

Ще одним важливим фактором, який на думку дослідника [10] може порушити стійкість автомобіля, особливо при гальмуванні з низькими зчіпними властивостями, є наявність поперечних нахилів дороги. У даному випадку при гальмуванні на автомобіль у боковому напрямку діятиме сила:

$$F_y = G \sin \gamma^* \quad (2)$$

де γ^* – поперечний нахил дороги.

Ряд дослідників [6, 9, 10, 11, 12, та ін.] можливим фактором втрати стійкості автомобіля при гальмуванні називають появу обертового моменту в горизонтальній площині, який виникає через нерівномірність дії гальмівних механізмів, що обумовлює появу різних за величиною гальмівних моментів на колесах однієї осі транспортного засобу. Поява такого моменту може спричинити занос транспортного засобу, а при гальмуванні автопоїзда – складання його ланок.

Серед причин, які можуть викликати різну ефективність дії гальмівних механізмів дослідники виділяють: збільшення зазорів між гальмівним барабаном та накладками, попадання вологи чи мастильних речовин на деталі тертя, заїдання деталей опорно-розтискного пристрою, відхилення коефіцієнта тертя гальмівної пари від номінального значення, наявність певних дефектів деталей гальмівного механізму та ін.

На основі досліджень процесу гальмування транспортних засобів Є. О. Чудаков [11] висловив припущення щодо можливого погіршення стійкості автомобілів при гальмуванні через різницю у загальмуванні лівого та правого коліс однієї осі. Для оцінки даного явища вчений використав коефіцієнт розподілу сумарної гальмівної сили по лівому та правому колесам:

$$K = \frac{M'_J}{M'_J + M''_J}, \quad (3)$$

де M'_J, M''_J - гальмівні моменти на лівих та правих колесах.

У своїй роботі науковець провів теоретичне дослідження впливу даного коефіцієнту на стійкість автомобіля. Автор зазначив, що нерівномірність дії гальмівних моментів на колесах автомобіля породжує в горизонтальній площині обертовий момент $M_{п,л}$, який можна визначити за формулою:

$$M_{n, \epsilon} = (2K_i - 1)\gamma_T G \times 0,5l, \quad (4)$$

де γ_T – коефіцієнт гальмівної сили, який показує відношення загальної гальмівної сили до сили тяжіння від маси автомобіля; K_n – коефіцієнт нерівномірності гальмівних сил по колесам осі автомобіля.

У ході теоретичного дослідження процесу гальмування триланкового автопоїзда [12] О. М. Солнцев також досліджував вплив нерівномірної дії гальмівних механізмів на показники стійкості автопоїзда при гальмуванні. На основі проведеного дослідження автор встановив, що нерівномірність впливу гальмівних моментів спричиняє втрату стійкості автопоїзда при гальмуванні з початкових швидкостей, які відповідають експлуатаційним нормам для даного транспортного засобу. Також науковець зазначив, що найбільш нестійкою ланкою досліджуваного автопоїзда виявився автомобіль-тягач, який першим виходив за межі «безпечного коридору» у всіх досліджених випадках гальмування.

Стійкість автомобіля при гальмуванні значною мірою залежить від розподілу гальмівних сил між осями транспортного засобу. Дослідження даної проблеми здійснювали Д. А. Антонов, Л. В. Гуревич, Д. О. Соцков та інші вчені. Зокрема Д. О. Соцков [10] вважає, що для покращення стійкості автопоїзда при гальмуванні необхідно, щоб усі його осі одночасно наближалися до межі блокування. На думку автора, це завдання можна вирішити лише шляхом регулювання гальмівних сил на всіх осях автопоїзда. Дослідник стверджує, що використання регуляторів гальмівних сил необхідно сприймати як мінімальний крок по забезпеченню стійкості та ефективності гальмування автомобіля. Ефективність таких пристроїв залежить від стабільності характеристик підвіски, гальмівних механізмів та правильності вибору їх конструктивних параметрів. Використання регуляторів гальмівних сил, на думку автора, дозволить наблизити гальмівні якості транспортних засобів як всередині однієї категорії, так і між категоріями.

Працюючи над дослідженням процесу гальмування автомобіля, Д. А. Антонов [7] встановив, що розподіл гальмівних сил по осях транспортного засобу необхідно здійснювати

відштовхуючись від діючих нормальних навантажень. Проте автор зазначив, що це не забезпечить максимальної ефективності гальмування. Тому для підвищення його ефективності дослідник запропонував ввести в гальмівну систему динамічний розподілювач гальмівних сил по осях транспортного засобу, який реагує на зміни нормальних навантажень. При цьому Антонов зазначив, що розподіл гальмівних сил найкраще виконувати з певним запасом, приблизно на 5% більшим від величини нормальних навантажень.

На думку О. М. Солнцева [12] для оцінки розподілу гальмівних сил по осях транспортного засобу можна використовувати поняття питомих гальмівних сил осей автомобіля або ланок автопоїзда γ_{T1} :

$$\gamma_{T1} = \frac{P_{T1}}{Z_1}, \quad (5)$$

P_{T1} – гальмівна сила окремої осі або ланки автопоїзда; Z_1 – нормальна реакція на колеса осі або ланки автопоїзда.

На думку автора, оптимальний розподіл гальмівних сил по осях транспортного засобу відбуватиметься тоді, коли питомі гальмівні сили всіх осей будуть рівними. Тобто для автомобіля з n осями буде справджуватися рівність:

$$\gamma_{T1} = \gamma_{T2} = \dots = \gamma_{Tn} \quad (6)$$

А максимальна ефективність гальмування транспортного засобу буде забезпечена при повному використанні зчіпної маси на кожній осі. У такому випадку виконуватиметься умова:

$$\gamma_{T1} = \varphi_x, \quad (7)$$

де φ_x – коефіцієнт зчеплення.

У своїй роботі [13] Т. Кадиршаєв досліджував вплив черговості блокування осей автопоїзда на його стійкість при гальмуванні. На основі моделювання та проведених експериментальних досліджень науковцем встановлений взаємозв'язок між черговістю блокування осей автомобільного поїзда у складі автомобіля ЗІЛ-130 і двовісних причепів та його стійкістю при гальмуванні. Автором визначена оптимальна послідовність блокування осей автопоїзда, яка повинна бути такою: 1-3-5-2-4-6 для забезпечення мінімального гальмівного шляху при збереженні стійкості. Близькою до оптимальної дослідник вважає і таку послідовність: 1-3-5-4-2-6. На думку автора, забезпечити таку послідовність блокування осей можна шляхом регулювання переміщення штоків гальмівних камер осей автопоїзда.

Ще одним фактором, який впливає на стійкість автопоїзда при гальмуванні є асинхронність у тривалості спрацювання гальмівних механізмів ланок автопоїзда, що зумовлює динамічне та кінематичне неузгодження руху тягача та причепа. Згідно з нормативним документом [14] асинхронність у тривалості спрацювання гальмівних механізмів ланок автопоїзда має бути не більше ніж 0,3 с.

У роботі [12] О. М. Солнцев досліджував вплив часу спрацювання гальмівних механізмів автопоїзда на ефективність його гальмування. Дослідження проводилося для триланкового автопоїзда на дорозі з коефіцієнтом зчеплення $\varphi_x = 0,6$. Критерієм ефективності гальмування обрано гальмівний шлях автомобіля. На основі проведеної роботи автором з'ясовано, що мінімальний гальмівний шлях забезпечувався при синхронному гальмуванні, коли усі ланки загальмовувалися одночасно. Збільшення гальмівного шляху фіксувалося як при випереджуючому гальмуванні тягача, так і при випереджуючому гальмуванні причепів.

Аналізуючи вплив швидкодії спрацювання гальмівних механізмів на стійкість автопоїзда при гальмуванні, О. М. Солнцев встановив, що найкраща стійкість досліджуваного автопоїзда забезпечується тоді, коли першими загальмовуються причепа, починаючи з останнього. За таких умов у зчіпному пристрої діє сила розтягу.

Як бачимо стійкість транспортних засобів при гальмуванні є дуже важливою проблемою, тому вона зацікавила багатьох науковців. У ході проведених досліджень, вчені

окрім факторів, які впливають на стійкість, виокремили ряд показників, які дозволяють характеризувати стійкість автомобілів при гальмуванні.

Досліджуючи стійкість автомобіля, Є. О. Чудаков [5] виокремив такі критерії для її оцінки:

- початок бокового ковзання осі, яке супроводжується пробуксовуванням і боковим ковзанням внутрішнього колеса;
- початок пробуксовування і бокового ковзання внутрішнього колеса осі.

У своїй роботі [8] І. В. Хамов використовує такі критерії для оцінки стійкості гальмування автомобіля:

- δ – лінійне відхилення від заданої смуги руху;
- δ^* – лінійне відхилення від лінії напрямку руху;
- γ – кутове відхилення від лінії напрямку руху.

На основі аналізу умов руху автомобілів по автомагістралях [9] Ревін О. О. встановив, що найбільш повно їх положення характеризує динамічний коридор, який утворюється максимально віддаленими точками кузова автомобіля при його гальмуванні. На думку дослідника оцінка технічної стійкості автомобіля на основі порівняння отриманого при дослідженні динамічного коридору із коридором, визначеним нормативними документами, дозволить наблизити встановлені обмеження до вимог щодо безпеки руху.

Досліджуючи можливі шляхи покращення стійкості автомобіля при гальмуванні [15], П. М. Малюгін використовує такі критерії для оцінки стійкості автомобіля:

- лінійне відхилення автомобіля від заданої траєкторії;
- кутове відхилення автомобіля від заданої траєкторії;
- час спрацювання гальмівних механізмів
- відхилення центра мас автомобіля від заданої траєкторії.

На основі проведених досліджень автор стверджує, що при дорожніх випробуваннях стійкості руху автомобіля при гальмуванні можна обмежитися оцінкою відхилення центра його мас від заданої траєкторії.

Досліджуючи вплив нерівномірності дії гальмівних механізмів на показники стійкості автопоїзда при гальмуванні [12], О. М. Солнцев, в якості критеріїв стійкості, використовував кути повороту автомобіля-тягача та причепів γ у горизонтальній площині та відхилення автопоїзда від заданого «безпечного коридору», шириною 3 м.

Згідно із нормативним документом [14] основними критеріями стійкості та ефективності гальмування транспортних засобів є: лінійне відхилення від коридору руху, шириною 3,5 м; загальна питома гальмівна сила γ_z ; коефіцієнт нерівномірності гальмівних сил осі; тривалість спрацювання гальмівної системи; усталене сповільнення $j_{уст}$; гальмівний шлях S_z ; початкова швидкість гальмування V_0 .

Висновки. На основі проведеного дослідження з'ясовано сутність поняття стійкості автопоїзда у гальмівному режимі. У роботі проаналізовано фактори, які впливають на стійкість транспортного засобу в процесі гальмування. Серед них варто виокремити такі: нерівномірність коефіцієнта зчеплення під лівим і правим бортами автомобіля; поява обертового моменту в горизонтальній площині, через нерівномірність дії гальмівних механізмів; нерівномірний розподіл гальмівних сил між осями транспортного засобу; асинхронність у тривалості спрацювання гальмівних механізмів, поява зусилля стиску в зчіпному пристрої, та ін. Виокремлено критерії, які можна використовувати для оцінки стійкості автомобільного поїзда у гальмівному режимі. До них відносять: лінійне відхилення від заданої смуги руху; лінійне відхилення від лінії напрямку руху; кутове відхилення від лінії напрямку руху; час спрацювання гальмівних механізмів; відхилення центра мас автомобіля від заданої траєкторії. Ефективність гальмування оцінюють за такими основними критеріями: загальна питома гальмівна сила γ_z ; усталене сповільнення $j_{уст}$; величина гальмівного шляху S_z ; початкова швидкість гальмування V_0 .

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Вантажні перевезення за 2012 рік [Електронний ресурс]. – Режим доступу : URL : http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2012/tz/vp/vp_u/vp1212_u.htm. – Назва з екрана.
2. Автотранспортні засоби. Гальмівні властивості. Терміни та визначення : ДСТУ 2886:94. – [Чинний від 1996-01-01]. – К. : Держстандарт України, 1996. – 28 с. – (Державний стандарт України).
3. Фалькевич Б. С. Теория автомобиля: изд. 2, перераб. и доп. / Б. С. Фалькевич. – М.: Машгиз, 1963. – 241 с.
4. Ляпунов А. М. Общая задача об устойчивости движения / А. М. Ляпунов. – М.-Л.: ГИТТЛ, 1950. – 472 с.
5. Чудаков Е. А. Теория автомобиля / Е. А. Чудаков. – М.: Машгиз, 1950. – 344 с.
6. Косолапов Г. М. Пути повышения устойчивости автомобиля при торможении: автореф. дис. на соискан. учен. степ. д-ра техн. наук / Г. М. Косолапов. – Волгоград, 1973. – 40 с.
7. Антонов Д. А. Теория устойчивости движения многоосных автомобилей / Д. А. Антонов. – М. : Машиностроение, 1978. – 216 с.
8. Хамов И. В. Повышение устойчивости легкового автомобиля при торможении путем применения противозаносных систем: дис. на соискан. учен. степ. канд. техн. наук / И. В. Хамов. – М., 1989. – 210 с.
9. Ревин А. А. Повышение эффективности, устойчивости и управляемости при торможении автотранспортных средств: дис. на соиск. учен. степ. д-ра техн. наук / А. А. Ревин. – Волгоград, 1983. – 601 с.
10. Соцков Д. А. Повышение активной безопасности автотранспортных средств при торможении: дис. на соиск. учен. степ. д-ра техн. наук / Д. А. Соцков. – Владимир, 1988. – 410 с.
11. Чудаков Е. А. Боковая устойчивость автомобиля при торможении / Е. А. Чудаков. – М.: Машгиз, 1952. – 183 с.
12. Солнцев А. Н. Совершенствование процесса торможения автопоезда большой габаритной длины: дис. на соискан. учен. степ. канд. техн. наук / А. Н. Солнцев. – М., 2004. – 169 с.
13. Кадыршаев Т. Пути повышения эффективности процесса торможения многоприцепного автопоезда в условиях эксплуатации: автореф. дис. на соискан. учен. степ. канд. техн. наук / Т. Кадыршаев. – ТАДИ-Ташкент, 1983. – 21 с.
14. Колісні транспортні засоби. Вимоги щодо безпечності технічного стану та методи контролювання : ДСТУ 3649:2010. – [Чинний від 2011-07-01]. – Офіц. вид. – К. : Держспоживстандарт України, 2011. – 28 с. – (Національний стандарт України).
15. Малюгин П. Н. Возможности и пути улучшения устойчивости движения автомобиля при торможении: дис. на соискан. учен. степ. канд. техн. наук / П. Н. Малюгин. – Омск, 1985. – 229 с.

РЕФЕРАТ

Прогній П.Б. До аналізу стійкості автопоїзда у гальмівному режимі. /Павло Богданович Прогній // Вісник Національного транспортного університету. – К.: НТУ – 2013. – Вип. 27.

На основі проведеного дослідження з'ясовано сутність поняття стійкості автопоїзда у гальмівному режимі. У роботі проаналізовано фактори, які впливають на стійкість транспортного засобу в процесі гальмування. Серед них варто виокремити такі: нерівномірність коефіцієнта зчеплення під лівим і правим бортами автомобіля; поява обертового моменту в горизонтальній площині, через нерівномірність дії гальмівних механізмів; нерівномірний розподіл гальмівних сил між осями транспортного засобу; асинхронність у тривалості спрацювання гальмівних механізмів, поява зусилля стиску в зчпному пристрої, та ін. Виокремлено критерії, які можна

використовувати для оцінки стійкості автомобільного поїзда у гальмівному режимі. До них відносять: лінійне відхилення від заданої смуги руху; лінійне відхилення від лінії напрямку руху; кутове відхилення від лінії напрямку руху; час спрацювання гальмівних механізмів; відхилення центра мас автомобіля від заданої траєкторії. Ефективність гальмування оцінюють за такими основними критеріями: загальна питома гальмівна сила; усталене сповільнення; величина гальмівного шляху; початкова швидкість гальмування.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: СТІЙКІСТЬ, АВТОМОБІЛЬНИЙ ПОЇЗД, ШВИДКІСТЬ, ЕФЕКТИВНІСТЬ ГАЛЬМУВАННЯ, КОЕФІЦІЄНТ НЕРІВНОМІРНОСТІ, СПОВІЛЬНЕННЯ.

ABSTRACT

Progniy P.R. To the analysis of stability of lorry convoy in the brake mode. /Pavlo Bogdanovich Progniy // Herald of the National Transport University. – K.: NTU – 2013. – Issue. 27.

On the basis of the conducted research essence of concept of stability of lorry convoy is found out in the brake mode. Factors, influencing on stability of transport vehicle in the process of braking, are in-process analysed. Among them it is needed to select such: unevenness of coefficient of rolling friction under port and right sides car; appearance of rotary-type moment in a horizontal plane through the unevenness of action of brake mechanisms; uneven distributing of brake forces between the axes of transport vehicle; unevenness of wearing-outs of brake mechanisms, appearance of effort of compression in a coupling device and pr. Criteria which can be utilized for the estimation of stability of motor-car train in the brake mode are selected. To them attribute: linear deviation from the set bar of motion; linear deviation from the line of direction of motion; angular deviation from the line of direction of motion; time of wearing-out of brake mechanisms; deviation of centre-of-mass car from the set trajectory. Braking efficiency is estimated to on such to the basic criteria: general specific brake force; withstand deceleration; size of braking distance; initial velocity of braking.

KEYWORDS: STABILITY, MOTOR-CAR TRAIN, SPEED, BRAKING EFFICIENCY, COEFFICIENT of UNEVENNESS, DECELERATION.

РЕФЕРАТ

Прогний П.Б. К анализу устойчивости автопоезда в тормозном режиме. /Павел Богданович Прогний // Вестник Национального транспортного университета. - К.: НТУ – 2013. - Вып. 27.

На основе проведенного исследования выяснена сущность понятия устойчивости автопоезда в тормозном режиме. В работе проанализированы факторы, влияющие на устойчивость транспортного средства в процессе торможения. Среди них стоит выделить такие: неравномерность коэффициента сцепления под левым и правым бортами автомобиля; появление вращающего момента в горизонтальной плоскости через неравномерность действия тормозных механизмов; неравномерное распределение тормозных сил между осями транспортного средства; асинхронность срабатывания тормозных механизмов, появление усилия сжатия в сцепном устройстве и пр. Выделены критерии, которые можно использовать для оценки устойчивости автомобильного поезда в тормозном режиме. К ним относят: линейное отклонение от заданной полосы движения; линейное отклонение от линии направления движения; угловое отклонение от линии направления движения; время срабатывания тормозных механизмов; отклонение центра масс автомобиля от заданной траектории. Эффективность торможения оценивают по таким основным критериям: общая удельная тормозная сила; устоявшееся замедление; величина тормозного пути; начальная скорость торможения.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: УСТОЙЧИВОСТЬ, АВТОМОБІЛЬНИЙ ПОЕЗД, СКОРОСТЬ, ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТОРМОЖЕНИЯ, КОЭФФИЦИЕНТ НЕРАВНОМІРНОСТІ, ЗАМЕДЛЕНИЕ.