



УДК 656.053;656.13

- © М.М. Жук, канд. техн. наук,
- © В.В. Ковалишин, аспірант (НУ "Львівська політехніка")

ВИЗНАЧЕННЯ БЕЗПЕЧНОЇ ШВИДКОСТІ РУХУ АВТОМОБІЛЯ У СКЛАДНИХ УМОВАХ З УРАХУВАННЯМ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ ВОДІЯ

Анотація. Проаналізовано вплив відстані видимості та динамічного габариту на безпечну швидкість руху автомобіля у складних умовах.

Ключові слова: безпечна швидкість руху, відстань видимості, динамічний габарит автомобіля, час реакції водія, функціональний стан.

Аннотация. Проанализировано влияние расстояния видимости и динамического габарита на безопасную скорость движения автомобиля в сложных условиях.

Ключевые слова: допустимая скорость движения, расстояние видимости, динамический габарит автомобиля, время реакции водителя, функциональное состояние.

Annotation. Analyzed the effect of the visibility distance and dynamic dimension to a safe vehicle speed in difficult conditions.

Keywords: permissible speed, the range of vision, dynamic size car, reaction times, functional status.

Вступ

Відомо, що гірська автомобільна дорога характеризується в основному обмеженою видимістю в плані та поздовжньому профілі, вузькою шириною проїзної частини та узбіч, що призводить до частоті зміни режиму руху. Саме ці показники негативно впливають на психофізіологію водія. При цьому погіршується його функціональний стан (далі – ФС) та збільшується час реакції.

Час реакції водія відіграє важливу роль у забезпеченні безпеки дорожнього руху. Збільшення часу реакції призводить до збільшення динамічного габариту транспортного засобу (далі – ТЗ) [1].

Визначивши динамічний габарит при різних значеннях часу реакції, можна визначити безпечну швидкість руху при малих відстанях видимості.

Основна частина

Останніми роками, у зв'язку зі зростанням динамічних характеристик ТЗ, фахівці стали відзначати, що часто причиною дорожньо-транспортної пригоди (далі – ДТП) є недотримання

безпечної дистанції руху при малих відстанях видимості. Такі небезпечні місця на автомобільній дорозі найбільш часто зустрічаються у гірських умовах [2]. Тому важливо проаналізувати вплив динамічного габариту автомобіля на безпечну швидкість руху в таких умовах.

Відстань видимості дороги перед автомобілем – це відстань, необхідна для зупинки ТЗ перед перешкодою або для подальшого об'їзду та поступового зниження швидкості [3]. Вона є однією з найважливіших показників безпеки руху, що визначає швидкісні режими руху автомобіля у складних умовах.

При цьому мають на увазі не нормативну видимість для доріг різних категорій, що передбачає екстрені дії водія у складній ситуації, а видимість, необхідну для спокійного виконання маневру без підвищеної напруженості водія, що відповідає сформованому режиму руху на попередній ділянці дороги. З недостатньою видимістю зазвичай бувають пов'язані зіткнення при обгонах на кривих у плані та поздовжньому профілі. На дорогах, що забезпечують високі



швидкості руху на всій її протяжності, особливо небезпечні окремі ділянки з недостатньою видимістю [3, 4].

Найчастіше необхідна відстань видимості не забезпечується на дорогах у гірській місцевості, що зумовлено особливостями рельєфу та іншими природними чинниками. Тому визначення безпечної швидкості при малій відстані видимості є необхідною умовою для безпеки руху.

При виборі швидкості руху в гірській місцевості на водія значно впливає низка чинників [5]:

- ✓ його функціональний стан та психофізіологічні особливості;
- ✓ тип автомобільної дороги (автомагістраль, дорога в населеному пункті чи поза ним);
- ✓ ширина проїзної частини, кількість смуг руху, профіль дороги в плані;
- ✓ транспортний засіб;
- ✓ первинні показники дорожнього руху (інтенсивність, швидкість і щільність транспортного потоку);
- ✓ навколишнє середовище (погодні умови, час доби, ландшафт місцевості та освітлення дороги).

Значний вплив на швидкість руху в таких умовах мають також радіуси кривих в плані. А вони своєю чергою впливають на психофізіологічні показники водія під час руху автомобіля. Встановлено, що на кривих в плані гірських доріг, частота серцевого скорочення водія помітно зменшується при збільшенні радіуса кривої. Це вказує на те, що зі збільшенням радіуса кривої в плані умови роботи водія покращуються [6].

Даними дослідженнями займався В.Ф. Бабков [3], котрий запропонував таку залежність середньої швидкості руху від відстані видимості для гірських доріг при русі по кривій радіусом 60 м при $10 < S < 110$ м:

$$V_o = 0,13S, \quad (1)$$

де $V_o = 26,3$ км/год – для вантажних автомобілів; $V_o = 29,1$ км/год – для автобусів; $V_o = 31,5$ км/год – для легкових автомобілів; S – відстань видимості, м.

В.В. Сільянов [6] вважає, що значення швидкості руху, розраховані за певних умов, потрібно перевіряти за формулою розрахунку безпечної швидкості руху на кривих в плані при обмеженій видимості:

$$V_{\text{без}} = \sqrt{\frac{127(\varphi_1^2 - i_n^2)}{K_e \cdot \varphi_1} (S - l_o)}, \quad (2)$$

де $V_{\text{без}}$ – безпечна швидкість руху, км/год; φ_1 – коефіцієнт поздовжнього щеплення, для сухого асфальтобетонного покриття φ_1 [7]; i_n – попе-

речних ухил, $i_n = 0,025$; l_o – зазор безпеки, $l_o = 3$ м; K_e – коефіцієнт експлуатації, в середньому $K_e = 1,45$ [7].

Необхідну відстань видимості можна визначити, знаючи динамічний габарит автомобіля при різних значеннях часу реакції водія.

Динамічний габарит – це відрізок смуги дороги, який займає автомобіль під час руху, що включає довжину автомобіля, шлях пройдений за час реакції водія, гальмівний шлях та зазор безпеки. У правилах дорожнього руху вказано, що водій залежно від швидкості руху, наявної дорожньої ситуації та стану ТЗ повинен дотримуватись даної дистанції.

Є.М. Лобанов [8] запропонував три підходи до визначення динамічного габариту транспортних засобів:

- ✓ мінімально теоретичний динамічний габарит;
- ✓ динамічний габарит при розрахунку на “повну безпеку”;
- ✓ фактичний динамічний габарит.

Для того, щоб врахувати найбільш небезпечні ситуації на автомобільній дорозі, що виникають під час руху автомобіля, потрібно розраховувати динамічний габарит з розрахунку на “повну безпеку”:

$$L_d = l_a + Vt_p + L_2 + l_o, \quad (3)$$

де l_a – довжина автомобіля, м; V – швидкість руху автомобіля, м/с; t_p – час реакції водія, с; L_2 – гальмівний шлях автомобіля, м.

Із формули (3) видно, що динамічний габарит залежить від часу реакції водія, швидкості руху, довжини автомобіля та його гальмівних властивостей. Однак якщо припустити, що гальмівний шлях та довжина автомобіля є сталими величинами, то на зміну динамічного габариту впливатиме час реакції водія та швидкість руху. При цьому варто зазначити, що час реакції водія має більший вплив [1]. Його тривалість залежить від ФС та психофізіологічних особливостей водія у конкретній дорожній ситуації.

Шляхом експериментальних досліджень було встановлено, що мінімальний час складної реакції становить 0,700 с, максимальний – 2,433 с. У 85% водіїв час реакції не перевищує 2,150 с [9].

Дистанція безпеки залежно від безпечної швидкості руху розраховується за формулою:

$$d = V_{\text{без}} t_p + \frac{K_e V_{\text{без}}^2}{2g(\varphi_1 \pm i)} + l_o, \quad (4)$$

де d – дистанція безпеки, м; g – прискорення сили тяжіння, м/с²; i – поздовжній ухил ділянки



дороги, яка розглядається (“+” підйом, “-” спуск).

Розраховані залежності дистанції безпеки від безпечної швидкості руху наведені графічно (рис. 1).

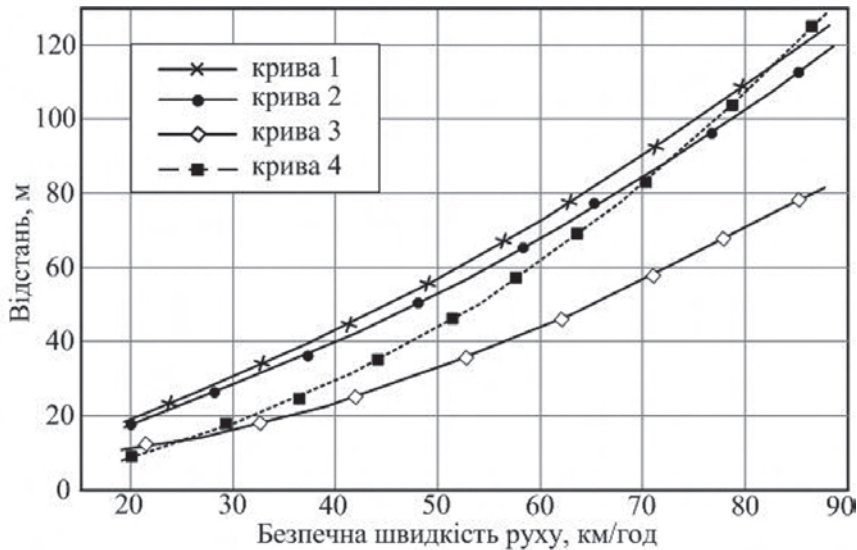


Рис. 1. Залежності дистанції безпеки від безпечної швидкості руху: 1 – дистанція безпеки автомобіля за максимального значення часу реакції; 2 – дистанція безпеки автомобіля за 85% забезпечення часу реакції; 3 – дистанція безпеки автомобіля за мінімального значення часу реакції; 4 – відстань видимості

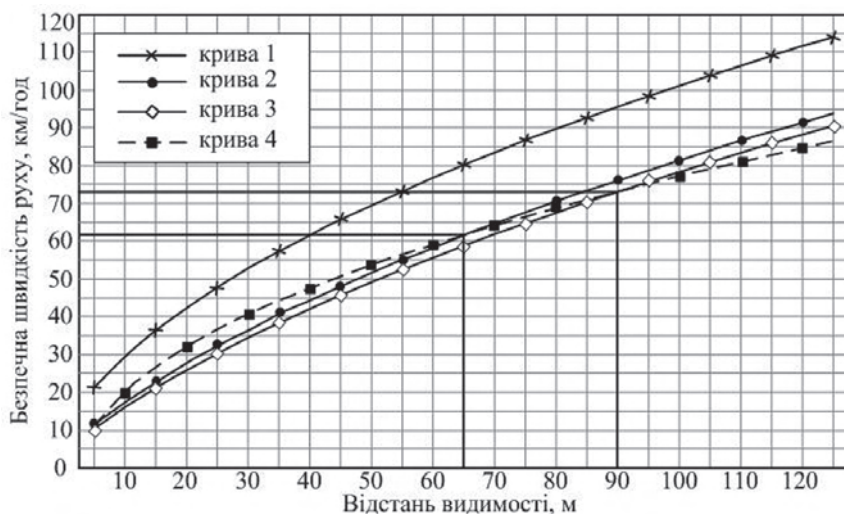


Рис. 2. Залежність безпечної швидкості руху від відстані видимості для легкових автомобілів: 1 – за мінімального значення часу реакції; 2 – за 85% забезпечення часу реакції; 3 – за максимального значення часу реакції; 4 – за В.В. Сільяновим [6]

Як бачимо на рисунку, на дистанцію безпеки за малої швидкості руху найбільший вплив здійснює час реакції водія.

Навіть при малих значеннях відстані видимості та швидкості руху, дистанція безпеки, що обирається водієм, є замалою. Тому, щоб забезпечити безпеку руху автомобіля, потрібно збільшувати відстань видимості або обмежувати швидкість руху. Однак оскільки забезпечення потрібної відстані видимості в гірських умовах є складним процесом, то обмеження швидкості є раціональним заходом.

При розрахунку безпечної швидкості руху автомобіля з урахуванням часу реакції водія приймемо, що дистанція безпеки повинна бути рівною або меншою відстані видимості:

$$d \leq S. \quad (5)$$

Враховуючи це, можна визначити безпечну швидкість руху автомобіля в гірських умовах залежно від відстані видимості з урахуванням психофізіологічних особливостей водія:

$$V_{без} = 3,6 \sqrt{\frac{t_p^2 + \frac{2K_e(S+l_0)}{g(\varphi_1 \pm i)}}{K_e}} - t_p. \quad (6)$$

На рис. 2 наведено залежність безпечної швидкості руху автомобіля від відстані видимості з урахуванням ФС водія.

Таки чином, при відстані видимості у вказаних межах безпечну швидкість руху потрібно зменшувати, враховуючи ФС водія.

На основі попередніх розрахунків, встановлено залежність безпечної швидкості руху від відстані видимості з урахуванням часу реакції водія за 85% забезпечення (рис. 3).

Обираючи 85% значення швидкості (V_{85}) як допустимої межі для небезпечної ділянки, виходимо з припущення, що приблизно 15% водіїв під час дослідження часу реакції [9] перебували у втомленому стані.

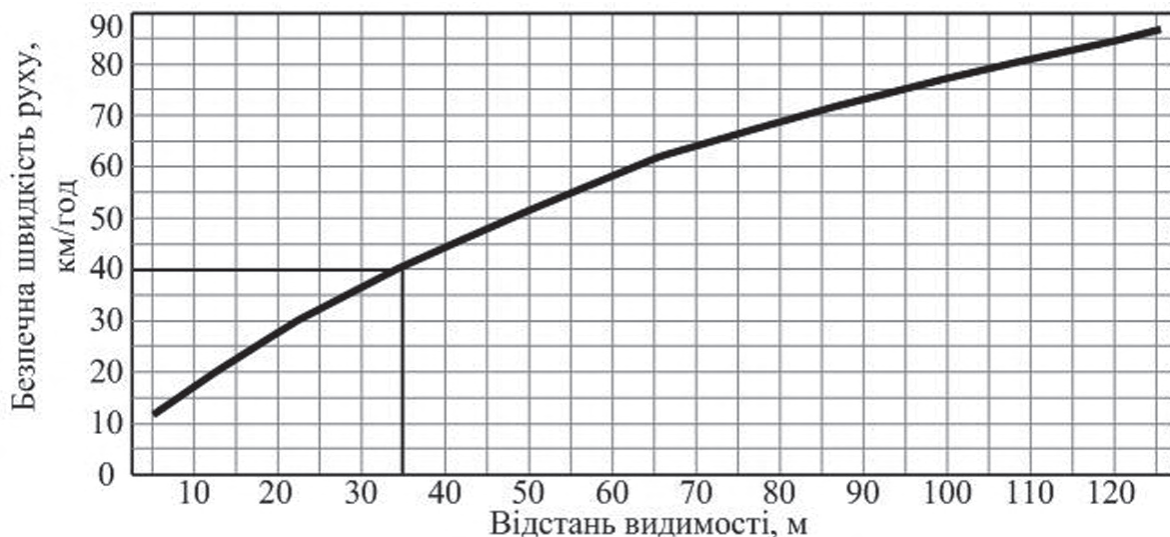


Рис. 3. Залежність безпечної швидкості руху від відстані видимості з урахуванням функціонального стану водія

При значеннях відстані видимості в межах 40-120 м у гірських умовах потрібно вводити обмеження швидкості руху, шляхом встановлення відповідних дорожніх знаків [10].

Висновки

Викладене вказує на те, що динамічний габарит автомобіля є однією із основних характеристик, що визначає щільність транспортного потоку та забезпечує безпеку дорожнього руху, особливо у гірських умовах. Заходи із його зменшення тісно пов'язані з часом реакції водія, особливо латентним періодом, який залежить від ФС водія.

Отже, у складних умовах при малих відстанях видимості безпечну швидкість руху потрібно розраховувати, враховуючи ФС водія.

ЛІТЕРАТУРА

1. **Гюлев Н.У.** К вопросу о формировании транспортных потоков в городах с учетом психофизиологии водителя / Н.У. Гюлев // науково-технічний збірник “Комунальне господарство міст”. – 2012. – № 103. – С. 485–489.

2. **Бабков В.Ф.** Ландшафтное проектирование автомобильных дорог. – М.: Транспорт, 1969. – 168 с.

3. **Бабков В.Ф.** Дорожные условия и безопасность движения: Учебник для вузов. – М.: Транспорт, 1993. – 271с.

4. **Безпека дорожнього руху.** Автомобільні дороги, вулиці та залізничні переїзди. Вимоги до експлуатаційного стану: ДСТУ 3587-97 – [Чинний від 30 червня 1997]. – К.: Держстандарт України, 1997. – 14 с.

5. **Пугачёв И.Н.** Организация и безопасность дорожного движения: учебное пособие для студ. высш. учеб. заведений / И.Н. Пугачёв, А.Э. Горев, Е.М. Олещенко. – М.: Издательский центр “Академия”, 2009. – 272 с.

6. **Сильянов В.В.** Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог и городских улиц: учебник для студ. высш. учеб. заведений / В.В. Сильянов, Э.Р. Домке. – 2-е изд. стер. – М.: Издательский центр “Академия”, 2008. – 352 с.

7. **Лобашов О.О.** Практикум з дисципліни “Організація дорожнього руху”: навч. посіб. / О.О. Лобашов, О.В. Прасоленко; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Х.: ХНАМГ, 2011. – 221 с.

8. **Лобанов Е.М.** Пропускная способность автомобильных дорог / Е.М. Лобанов, В.В. Сильянов, Ю.М. Ситников, Л.Н. Сапегин. – М.: Транспорт, 1970. – 152 с.

9. **Жук М.М.** Методика досліджень впливу психофізіологічних особливостей водія на час його реакції у реальних умовах/ М. М. Жук, В.В. Ковалишин // науково-технічний збірник “Комунальне господарство міст”. – 2012. – № 103. – С. 479–484.

10. **Знаки дорожні.** Загальні технічні умови. Правила застосування: ДСТУ 4100-2002 – [Чинний від 03 червня 2002]. – К.: Держстандарт України, 2002. – 63 с.