

— обґрунтування необхідності додавання нових ланок, які б забезпечували потреби в транспортних перевезеннях,

— пошук оптимальної конфігурації додаткових ланок;

— підвищення транспортно-експлуатаційного рівня дорожньої мережі.

Оскільки кількість транспортних перевезень невідмінно зростає, постає питання про їх якість, надійність, затрачений на дорогу час.

Сучасні транспортні перевезення характеризуються зростанням швидкостей руху, постійною зміною складу транспортних потоків із стійкою тенденцією до підвищених навантажень. Тож в основі методу вдосконалення проектування мережі доріг має бути гнучкий критерій, який би максимально враховував як сучасну структуру транспортних потоків, так і транспортно-експлуатаційний стан дорожніх мереж. В основі інтегрального показника може бути швидкість руху, оскільки вона залежить як від дорожніх умов, так і від якісних характеристик рухомого складу.

Дослідження залежності швидкості руху з одного боку — від поздовжнього похилу, величини радіусів горизонтальних та вертикальних кривих, стану дорожнього покриття та інших параметрів дороги, з другого боку — від інтенсивності чи пропускної здатності дороги, рівнів завантаженості, співвідношення різних видів транспортних засобів у транспортних потоках дасть відповідь на можливість застосування швидкості як інтегрального показника при проектуванні дорожніх мереж із врахуванням характеристик руху транспортних потоків.

Важливим фактором, що впливає на завантаженість дорожніх мереж, є наявність ліній інших видів транспорту, на які можуть перерозподілятися вантажний та пасажирський потоки. Тож дорожні мережі мусять проектуватися із врахуванням фактору наявності чи відсутності ліній інших видів транспорту на певних напрямках руху.

Висновки. Існуючі методи проектування дорожніх мереж потребують удосконалення у зв'язку із зростанням кількості перевезень та зміною дорожньо-транспортних умов. Метою подальшої роботи є визначення критерію, який би враховував сучасні умови та закономірності руху транспортних потоків.

Література

1. Паршиков В.А. О построении местной дорожной сети. — В кн.: Развитие сети автомобильных дорог. М., 1971. — 71-100с.
2. Полякова Г.А. Экономические вопросы развития сети автомобильных дорог. М.: Высшая школа, 1976. — 86с.
3. Волков Б.А. Рекомендации по проектированию сети автомобильных дорог областного и местного значения. — М.: СоюздорНИИ, 1970г — 39с.
4. Романенко И.А. «Технико-экономические основы проектирования сетей автомобильных дорог». Учеб. Пособие для вузов. Изд. 2-е. М., 1975 — 267с.
5. Кучинский В.И. Об одном методе оптимизации сетей автомобильных дорог. Известия ВУЗов: Строительство и архитектура, 1973, №3, 156-160с.
6. Хомяк Я.В. Проектирование оптимальных сетей автомобильных дорог. М., 1969 — 144с.
7. Пиндус Б.И. Обоснование требований и разработка метода оптимизации сетей автомобильных дорог местного значения. Дис. канд. техн. наук. — Киев, 1984г. — 236с.

УДК 625.72

ДОСЛІДЖЕННЯ ВІДСТАНІ ВИДИМОСТІ НА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРОГАХ

Кандидат технічних наук Хом'як А.Я.,
Назіна М.О.

В роботі виконаний аналіз вітчизняних та зарубіжних методів визначення відстаней видимості, який дозволяє порівняти ряд факторів, що впливають на відстань видимості, безпосередньо закладену в основу проектування безпечних та комфортних умов дорожнього руху. Запропоновано методіку для визначення безпечної швидкості руху при обмеженій видимості.

The analysis of domestic and foreign methods of determining the distance of visibility is described in a paper. It allows to compare factors that affect the visibility distance, which is in the base of designing safe and comfortable traffic conditions. Proposed methodology for determining safety velocity in case of the restrict visibility.

ВСТУП Мережа автомобільних доріг України як транзитної держави мусила б забезпечувати високі, на рівні європейських, стандарти перевезень, чого на сьогодні не маємо.

На жаль, транспортно-експлуатаційний стан вітчизняних доріг часто не забезпечує швидкого, комфортного та безпечного перевезення пасажирів та вантажів, а отже, прискореного соціально-економічного, екологічно збалансованого розвитку держави, підвищення конкурентоспроможності автомобільних доріг щодо забезпечення транзитних перевезень і розвитку автомобільного туризму.

Для вирішення проблеми необхідний глибокий системний аналіз параметрів, що закладаються в основу будівництва, їх порівняння для вітчизняних та європейських доріг.

Одним з параметрів, який забезпечує високі транспортно-експлуатаційні якості дороги, безпеку руху та комфортність перевезень, є відстань видимості, в основу якої закладений гальмівний шлях автомобіля. Можливість своєчасної зупинки транспортних засобів є запорукою безпечного та комфортного руху.

Відстань видимості є невід'ємною складовою системи «людина — автомобіль — дорога», оскільки при визначенні даного параметру необхідно враховувати не лише динамічні характеристики автомобіля, а й психологічні властивості водія та експлуатаційні характеристики дороги. Зміна характеристик «середнього» водія, дороги та геометричних і динамічних параметрів автомобілів призводить до зміни відстані видимості. Оскільки норми видимості ДБН 2.3-4-2007 [1] були прийняті на основі СНиП 2.05.02-85, можна стверджувати, що елементи системи «людина — автомобіль — дорога» значно змінилися, тож необхідно переглянути норми згідно сучасних умов.

Актуальність роботи визначається необхідністю підвищення транспортно-експлуатаційного рівня вітчизняних доріг.

ОСНОВНА ЧАСТИНА Відстань видимості — це відстань, яку повинен бачити водій, щоб, помітивши перешкоду, прийняти рішення для своєчасного гальмування перед перешкодою чи її об'їзду. В основі відстані видимості закладений гальмівний шлях автомобіля, тож вона є визначальною при забезпеченні безпеки руху. Її величина залежить від: швидкості руху, висоти погляду водія над поверхнею дороги, висоти перешкоди, часу реакції водія, виду і стану покриття, поздовжнього похилу дороги, кліматичних умов і технічних показників автомобіля.

Оскільки закладені при проектуванні та будівництві параметри визначають транспортно-експлуатаційні якості майбутніх доріг, виникло питання, чи відповідає європейським стандартам дорожнього руху розрахункова відстань видимості, що закладається у вітчизняних нормах на проектування доріг.

На основі програмних комплексів Microsoft Office Excel, Mathcad були проаналізовані методи розрахунку видимості, вплив коефіцієнта зчеплення і поздовжнього похилу, кута повороту, часу реакції водія, а також питання забезпечення видимості в гірських умовах.

Аналіз показав, що в розрахунковій формулі, яка застосовується у Німеччині та США, не враховується коефіцієнт опору кочення, а також не використовується коефіцієнт експлуатації гальмівної системи. Українська методика враховує вищезазначені показники, проте пропонує приймати сталі значення коефіцієнтів зчеплення незалежно від швидкості руху. Для того, щоб наблизити умови руху до тих, при яких коефіцієнти зчеплення приймаються в залежності від швидкостей руху (Німеччина), вітчизняна методика була доповнена коефіцієнтами зчеплення, запропонованими проф. В.Ф.Бабковим [3], із врахуванням яких проводилися розрахунки.

Аналіз отриманих даних показав, що при швидкості, меншій за 80 км/год відстані видимості, закладені в українських нормах, є дещо вищими за отримані по німецьких методиках. При русі ж на високих швидкостях відстані видимості, розраховані за німецькою методикою, значно перевищують розраховані за українською методикою. При швидкостях руху 100 км/год таке перевищення складає близько 50 м. Швидкостям руху 120-150 км/год відповідають перевищення відстані видимості, відповідно, на 100-300 м. Тож вітчизняна методика закладає нижчі за європейські відстані видимості для автомагістралей, які мусять забезпечувати безпечний та комфортний рух саме на високих швидкостях.

В Україні, на відміну від багатьох розвинених країн світу, при визначенні відстані видимості не враховується поздовжній похил. Аналізуючи вплив похилу на величину відстані видимості виявилось, що, по-

перше, для ділянок на спуск розрахункова відстань видимості більша, ніж для ділянок на підйом, по-друге, нормативні значення видимості для високих швидкостей та похилу на спуск не відповідають необхідним значенням для вантажного транспорту.

Досліджуючи вплив коефіцієнта зчеплення на величину відстані видимості, виявлено: не дивлячись на те, що для швидкостей 30-60 км/год отримані результати є майже однаковими, для швидкостей 80-120 км/год значення коефіцієнтів зчеплення, прийняте за вітчизняними нормативами, навіть при врахуванні їх зміни із зміною швидкостей руху за даними проф. Бабкова В.Ф., дає значно нижчі результати від нормованих в країнах Європи.

Проаналізувавши вищезазначені фактори, які впливають на відстань видимості, встановлено мінімальні значення відстаней видимості для різних швидкостей руху.

В таблиці 1 наведена розрахункова видимість, яка залежить від поздовжнього похилу, коефіцієнта зчеплення, часу реакції водія та нормативна відповідно до ДБН В.2.3-4-2007 [1].

Таблиця 1

Порівняння розрахункової і нормативної відстані видимості

| Швидкість, км/год | Величина поздовжнього похилу, % | | | | | | | | | | Нормативні значення [1] |
|----------------------|---------------------------------|-----|-----|-----|-----|--------|-----|-----|-----|-----|----------------------------|
| | Спуск | | | | | Підйом | | | | | |
| | 100 | 80 | 60 | 40 | 0 | 100 | 80 | 60 | 50 | 30 | |
| 30 | 23 | 23 | 22 | 22 | 21 | 23 | 23 | 22 | 22 | 22 | 45 |
| 60 | 59 | 60 | 62 | 63 | 67 | 80 | 77 | 74 | 73 | 70 | 85 |
| 80 | 97 | 100 | 103 | 107 | 114 | 143 | 136 | 130 | 127 | 121 | 150 |
| 100 | 258 | 267 | 277 | 289 | 316 | 420 | 393 | 369 | 359 | 340 | 200 |
| 110 | 322 | 335 | 349 | 365 | 403 | 558 | 516 | 482 | 466 | 438 | 225 |
| 140 | 544 | 568 | 594 | 623 | 694 | 996 | 913 | 845 | 814 | 761 | 300 |

Примітка: виділені значення мінімальної відстані видимості в межах нормованих похилів.

Як видно з таблиці 1, для швидкостей, вищих за 100 км/год, розрахункові значення значно перевищують нормативні, на що слід звернути увагу при будівництві доріг високих категорій.

Особливої уваги слід надавати видимості на криволінійних ділянках, де мусить забезпечуватися зона видимості. Остання може забезпечуватися шляхом виконання «зрізки», тобто звільнення зони видимості від перешкод. Проте, такий метод не завжди можливий на гірських дорогах.

На автомобільній дорозі, що проходить у гірській місцевості, досить складно забезпечити видимість на поворотах, оскільки це пов'язано з виконанням робіт високої трудомісткості і вартості. Щоб розрахувати дійсну видимість на повороті, була складена програма в MathCad, яка дає змогу проаналізувати, чи забезпечена необхідна видимість, а також вплив початкових параметрів на дійсну відстань видимості, що може дозволити забезпечити необхідну видимість без впровадження додаткових заходів.

За допомогою даної програми було проаналізовано залежність видимості від кута повороту траси для різних радіусів кривих. В результаті проведеного дослідження встановлено, що видимість змінюється для маленьких радіусів при куті повороту до 50°, а для великих радіусів — до 30°. Після цих значень видимість залишається однаковою при будь-яких кутах повороту.

У випадках, коли забезпечення необхідної відстані видимості викликає проведення дуже дорогих та трудомістких робіт (гірські умови, реконструкція опуклих вертикальних кривих і т.д.), необхідно обмежувати швидкість руху. Для цього були побудовані графіки, які враховують похил та залежність між коефіцієнтами зчеплення та опору кочення та швидкістю руху.

З математичної точки зору дані графіки є графічним вирішенням системи рівнянь:

$$f(V) = f + \phi \pm i$$

$$S = \frac{V}{3,6} + \frac{KV^2}{254f(V)} \Rightarrow f(V) = \frac{254 \left(S - \frac{V}{3,6} \right)}{KV^2}, \quad (1)$$

де V — швидкість автомобіля (км/год);
 f — коефіцієнт опору кочення;
 ϕ — коефіцієнт зчеплення колеса з покриттям автомобільної дороги;
 i — поздовжній похил траси.

Перша складова системи відображає дорожні умови, які впливають на швидкість руху, друга — залежність відстані видимості від швидкості руху.

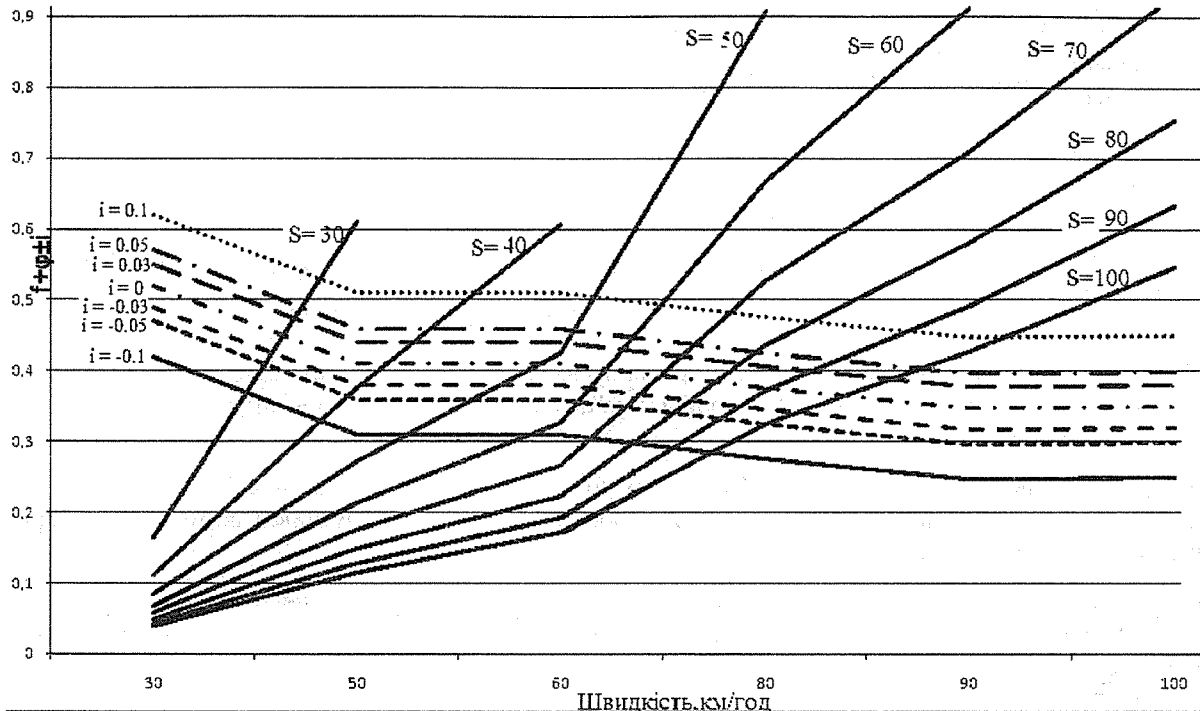


Рис. 1. Визначення безпечної швидкості руху в залежності від видимості в даних дорожніх умовах.

На графіку літерою «S» позначена відстань автомобільної дороги, а «i» — поздовжній похил.

Графіки є зручними для практичного застосування і дають можливість визначити безпечну швидкість руху незалежно від умов, які обмежують відстань дороги. Задаючись значеннями похилу i та відстані видимості, отримуємо в точці перетину графіків безпечну швидкість для заданих умов руху.

Наприклад, якщо відстань видимості складає 50 м, а поздовжній похил дороги 50 %, то швидкість не мусить перевищувати 65 км/год.

Для порівняння нормативних та розрахункових значень відстаней видимості з тими, які спостерігаються на дорогах, були проведені натурні спостереження руху транспортних потоків на автомагістралях України. Вимірювалися інтенсивності, склад та швидкості по окремих смугах руху. На основі виконаних натурних вимірювань були побудовані кумулятивні криві, які дають можливість отримувати швидкості 85% та 50% забезпечення. Слід зазначити, що саме швидкості 85% забезпеченості закладаються в основу розрахунків, що проводяться в ряді європейських країн.

Аналіз отриманих даних засвідчив, що на автомагістралях для 3 і 4 смуг руху характерний швидкісний режим руху, при якому спостерігаються швидкості, вищі за нормативні. В табл.2 наведені відстані видимості, що мусили б забезпечуватися при тих швидкостях руху, які спостерігалися на дорозі.

Натурні спостереження за рухом транспортних потоків показали, що українські норми забезпечують відстань лише за умови неперевикнення проекційної швидкості та різкого гальмування. На автомагістралях же маємо ще й різні швидкісні характеристики для кожної із смуг руху. Коли ж спостерігається рух на підвищених швидкостях, що є додатковим ризиком з точки зору дотримання умов безпеки руху, то потрібно закладати більш високі критерії безпеки та комфортності руху, збільшуючи величину відстані видимості.

Значення величини видимості для швидкостей, що спостерігалися на магістралях

| | | | | | | | | | |
|----------------------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Швидкість | 60 | 70 | 90 | 100 | 110 | 120 | 140 | 160 | 190 |
| Час реакції | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 |
| Коефіцієнт зчеплення | 0,39 | 0,37 | 0,33 | 0,32 | 0,31 | 0,29 | 0,27 | 0,25 | 0,24 |
| Коефіцієнт кочення | 0,02324 | 0,02441 | 0,02729 | 0,029 | 0,03089 | 0,03296 | 0,03764 | 0,04304 | 0,05249 |
| Поздовжній похил | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Відстань видимості | 82,82 | 107,31 | 169,61 | 204,81 | 244,08 | 293,98 | 398,22 | 523,84 | 715,05 |

ВИСНОВКИ Аналіз теоретичних даних та порівняння вітчизняних нормативних даних з нормами інших країн дозволяє говорити про те, що при розробці українських нормативів враховуються не всі параметри, що визначають видимість.

Вітчизняні норми ґрунтуються на розробках 80-их років і не можуть сьогодні повністю забезпечувати безпечний та комфортний рух на автомобільних дорогах, оскільки значно змінився автомобільний парк, вимоги до руху транспортних засобів.

Аналіз вітчизняних нормативних даних та нормативних даних європейських країн показує, що українські норми не забезпечують європейської якості дороги саме при високих швидкостях руху, тобто, для доріг високих категорій.

Видимість є одним з основних елементів комплексу «водій — автомобіль — дорога», тож при її визначенні та дотриманні необхідно враховувати вплив кожного з елементів комплексу. В роботі проаналізовані фактори, що впливають на величину видимості, отримані відповідні залежності відстані видимості від поздовжнього похилу, коефіцієнту зчеплення, кута повороту, положення водія на проїзній частині.

Проаналізовані методи забезпечення видимості. Побудовані графіки для визначення безпечної швидкості руху незалежно від дорожніх умов, які обмежують видимість дороги. Отримані графіки є зручними для практичного застосування.

Проведені натурні спостереження за рухом транспортних потоків, результати яких засвідчили, що українські норми не завжди забезпечують видимість дороги.

Коли спостерігається рух на підвищених швидкостях, що має місце на автомагістралях, то потрібно закладати більш високі критерії безпеки та комфортності руху, збільшуючи величину відстані видимості, в основі якої — безпечна відстань гальмування. Такий підхід дозволить підвищити транспортно-експлуатаційні якості наших доріг та наблизити їх до європейського рівня.

Література

1. Автомобільні дороги. ДБН В.2.3-4-2007. — К.: Мінрегіонбуд України, 2007. — 87 с.
2. Бабков В. Ф. «Дорожные условия и безопасность движения», — М.: Транспорт, 1993, — 271 с.
3. Бабков В. Ф., Андреев О. В. «Проектирование автомобильных дорог», — М.: Транспорт, 1987,- ч.1 — 367 с.
4. Государственная служба дорожного хозяйства Министерства транспорта Российской Федерации «Анализ норм проектирования полотна зарубежных стран автомобильных дорог на примере последних норм и правил федеративной республики Германия», приложение 1, часть «Приложение трассы автомобильных дорог» (RAS — L).
5. Указания по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах. ВСН 25-86. — М.: Транспорт — 1988. — 140 с.
6. The Transportation Research Board of the National Academies. The National Cooperative Highway Research Program (NCHRP) Report 400: The Determination of Stopping Sight Distance 1997