

А. А. Кашканов, к. т. н., доц.; В. П. Кужель, студ.

ВПЛИВ ЗАСЛІПЛЕНОСТІ ВОДІЯ НА ВИБІР БЕЗПЕЧНИХ РЕЖИМІВ РУХУ

Вступ

Життя сучасних людей важко уявити без автомобілів. Але інтенсивна автомобілізація має досить багато негативних сторін. В конкретному випадку, вона загострює проблему безпеки руху. Вже більше 80 років вчені й інженери працюють над удосконаленням систем освітлення автомобілів, однак дотепер ця проблема залишається актуальною. Занадто суперечливі вимоги пред'являють до цих найважливіших приладів активної безпеки: освітлювати дорогу як найдалі і не засліплювати при цьому учасників руху.

Щодо статистики, то близько 50% дорожньо-транспортних пригод (ДТП) скоюються в темну пору доби, в той час, коли інтенсивність руху знижується в 3-10 разів [1]. Деякі причини зрозумілі: недостатні індивідуальні навички керування автомобілем, перевищення допустимої швидкості руху, фізична втома та ін. Але головними факторами зниження безпеки руху в нічний час є різке зниження видимості і осліплення водіїв фарами зустрічних автомобілів, оскільки вибір оптимального (безпечного) режиму руху в темну пору доби суттєво залежить від того, що водій сприймає і бачить.

Постановка задачі

У відповідності з п. 12.2. Правил дорожнього руху України, в темну пору доби і в умовах недостатньої видимості швидкість руху повинна бути такою, щоб водій мав можливість зупинити транспортний засіб в межах відстані видимості дороги.

Якщо водій рухається з такою швидкістю, при якій відстань, необхідна для зупинки S_0 більша, ніж видимість дороги S_e (рис.1), то він рухається начебто наосліп тому, що не бачить ту частину дороги, де в разі потреби зможе зупинити автомобіль.

Видимість дороги, досить часто більша, ніж видимість перешкоди на ній. Це відбувається внаслідок того, що видимість перешкоди визначається контрастністю фону і об'єкту. Якщо фон і об'єкт мають однаковий колір (наприклад темний мокрий одяг пішохода і мокрий, темний асфальт), то об'єкт мало відрізняється від фону і його важко розпізнати. Оскільки водій вибирає швидкість руху за умовами видимості дороги, то в момент появи в полі зору перешкоди, він не має технічної можливості уникнути ДТП.

В загальному випадку складність визначення видимості об'єктів і складність створення математичних моделей пояснюється тим, що при визначенні такого поняття як видимість, необхідно враховувати і пов'язувати між собою параметри, які характеризують: об'єкт розрізнення (кутовий розмір δ , коефіцієнт відбиття світла ρ), світлотехнічні параметри світлового приладу (силу світла $J_{\alpha\beta}$, кути розсіювання α і β), рівень зорового сприйняття водія

(контраст об'єкта розрізнення з фоном $K_{фак}$, яскравість адаптації B_a , нерівномірність розподілення яскравості в полі зору γ), засліплюючу дію джерел блискучості (яскравість вуалізуючої завіси β чи коефіцієнт засліпленості S).

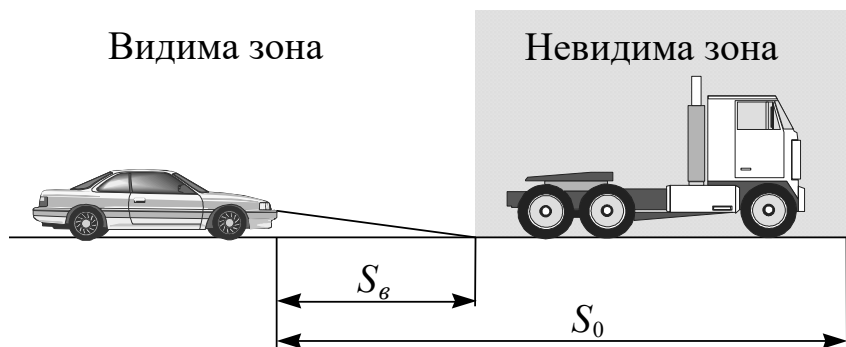


Рис. 1. Видима і невидима зони шляху, який необхідний для зупинки автомобіля

В математичному вигляді це можна представити так:

$$S_6 = f(\delta, \rho, J_{\alpha\beta}, \alpha, \beta, K_{фак}, B_a, \gamma, S). \quad (1)$$

В конкретних випадках видимість залежить і від складу освітлювальних приладів автомобіля та їх світлорозподілу. Ще більш складним випадком є зустрічний роз'їзд автомобілів при ближньому світлі фар, оскільки видимість дороги водієм буде залежати від сили світла, що направлене на дорогу вперед по ходу і в очі водія від фар зустрічного автомобіля. Крім того, вплив на видимість чинять сили світла у другорядних напрямках (права і ліва придорожні смуги, ліва сторона дороги, ділянки дороги в безпосередній близькості до автомобіля, напрямки розташування дорожніх знаків і ін.).

Взагалі, про видимість дороги при ближньому світлі фар з достатньою точністю можна судити за двома основними параметрами, які залежать від світлорозподілу – рівню яскравості фону і засліплюючій дії фар [2].

Аналіз експериментальних результатів

З метою дослідження впливу засліпленості водія фарами зустрічного автомобіля на зміну дальності видимості об'єкта в темний час доби був проведений натурний (дорожній) експеримент. Схема проведення експерименту приведена на рис. 2.

У даному дослідженні брали участь 5 спостерігачів. Ділянка дороги довжиною 500 м, на якій проводився експеримент, була огорожена для того, щоб світлові прилади інших транспортних засобів не могли впливати на видимість. Як допоміжні засоби були використані: 20-метрова рулетка, світловідбивач, крейда для розмітки проїзної частини, пронумеровані фішки.

Експериментальні дані були отримані при дослідженнях осліпленості, створюваної фарами в режимі ближнього світла (БС), встановленими на автомобілях, що рухаються по стандартним

двосмуговим дорогам (ширина проїзної частини 7,5 м, відстань між автомобілями 3 м). При дослідженнях використовувалися оптичні елементи фар ФГ122 - К8 і фари з ГЛ типу Н4 (12 В, 60-55 Вт).

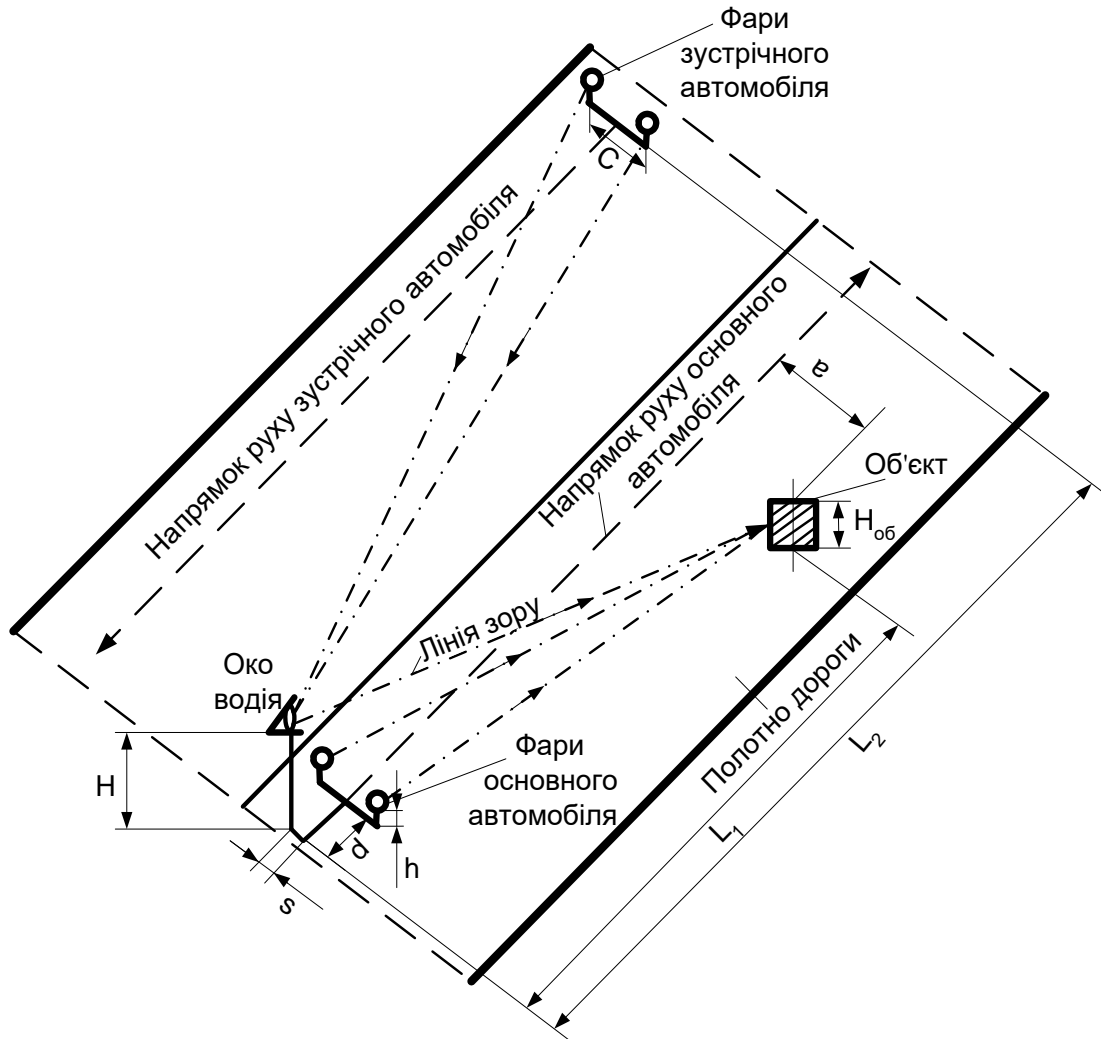


Рис. 2. Схема до експерименту по визначенню видимості

Транспортні засоби (основний автомобіль і зустрічний автомобіль) – учасники експерименту – були розміщені в напрямку їх руху на відстані 250 м один від одного. З місця водія спостерігачі мали можливість визначати відстань, на якій вони розрізняють елементи дороги. Видимість елементів дороги визначалася найбільшою відстанню, на якій ще розпізнається права границя проїзної частини й узбіччя.

При визначенні видимості елементів дороги попереду по правому узбіччю посилався один з учасників експерименту зі світловідбивачем, який учасник тримав на висоті 15-20 см від дорожнього полотна [3] і періодично повертав активною поверхнею убік спостерігачів. Спостерігачі по відблисках світловідбивача вказували на місце, де елементи дороги ще розпізнаються, після чого вимірювалась відстань від передньої частини транспортного засобу до цього місця. Ця відстань і є видимістю дороги в напрямку руху. Необхідність використання світловідбивача пояснюється тим, що досить часто людина, яка віддаляється від транспортного

засобу, стає невидимою для спостерігача на меншій відстані, ніж гранична відстань видимості елементів дороги. Слід також зазначити, що ділянка дороги між автомобілями була розбита крейдою і фішками на ділянки по 10 м. При експерименті зближення автомобілів проводилося від відстані між ними в 250 м до 0 м - до моменту їх зустрічного роз'їзду. Отримані експериментальні результати показані на рис. 3 у вигляді точок.

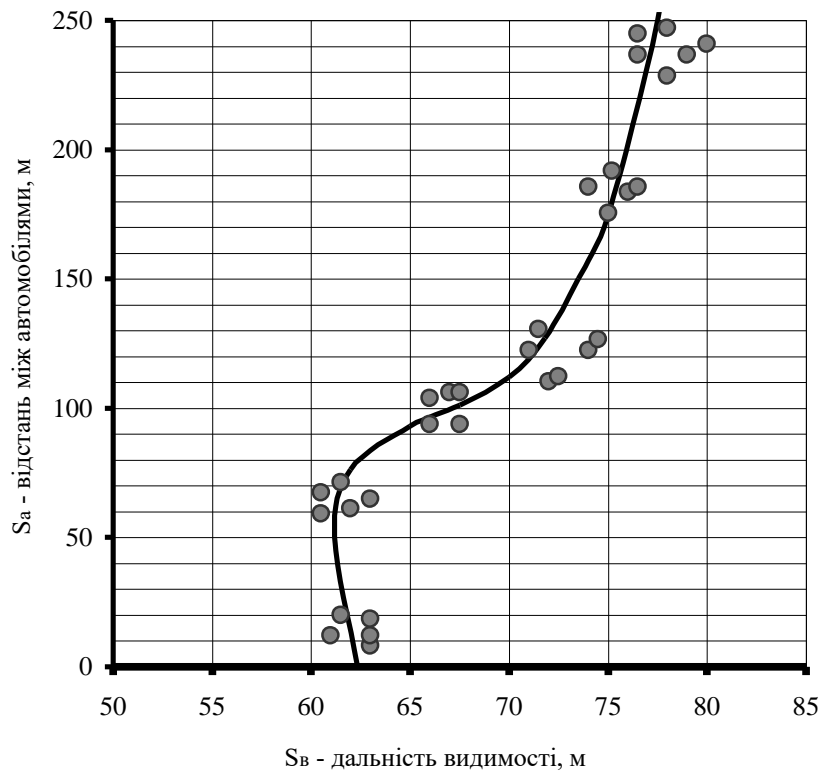


Рис. 3. Залежність дальності видимості від відстані між автомобілями

З рис. 3 видно, що з моменту зближення автомобілів на відстань 200-250 м під дією сліпучої блискучості фар починається процес скорочення дальності видимості об'єктів. На ділянці 0,2 км водії в тій чи іншій мірі втрачають видимість, при $S_a = 110$ м дальність видимості зменшується на 15%, при $S_a = 70$ м – на 23%. Подальше зближення автомобілів практично не впливає на зміну видимості.

Величину допустимої (безпечної) швидкості руху автомобіля можна знайти з умови рівності відстані видимості шляхові зупинки автомобіля, тобто:

$$S_e = S_0 = (t_1 + t_2 + 0,5 \cdot t_3) \cdot \frac{V_a}{3,6} + \frac{V_a^2}{26j}, \quad (2)$$

де t_1 – час реакції водія, с; t_2 – час запізнювання спрацювання гальмової системи, с; t_3 – час наростання сповільнення при гальмуванні, с; V_a – швидкість руху автомобіля, км/год; j – сповільнення при гальмуванні, м/с²:

$$j = g \cdot \left(\frac{\varphi}{K_e} \cos \alpha \pm \sin \alpha \right), \quad (3)$$

де: g – прискорення вільного падіння, м/с^2 ; φ – коефіцієнт зчеплення з дорожнім покриттям; K_e – коефіцієнт ефективності гальмування; α – кут поздовжнього нахилу дороги, $^\circ$ (знак «+» у формулі (3) приймається при рухові транспортного засобу на підйом, а знак «-» – при рухові на спуск).

Нехай T – час, необхідний для приведення гальмової системи в дію, с:

$$T = t_1 + t_2 + 0,5 \cdot t_3. \quad (4)$$

Тоді, виходячи з залежностей (2-4), величина допустимої (безпечної) швидкості автомобіля V_D при русі в нічний час може бути знайдена за формулою:

$$V_D = 3,6 \cdot j \cdot T \cdot \left(\sqrt{\frac{2S_e}{j \cdot T^2} + 1} - 1 \right). \quad (5)$$

Таким чином, на основі формули (5) і при використанні експериментальних даних по дальності видимості з рис. 3, враховуючи, що [3]:

$$T = 0,8 + 0,2 + 0,5 \cdot 0,4 = 1,2 \text{ с};$$

$$j = 6,7 \text{ м/с}^2,$$

була побудована залежність допустимої швидкості руху автомобіля від відстані між зустрічними автомобілями, яка представлена на рис. 4.

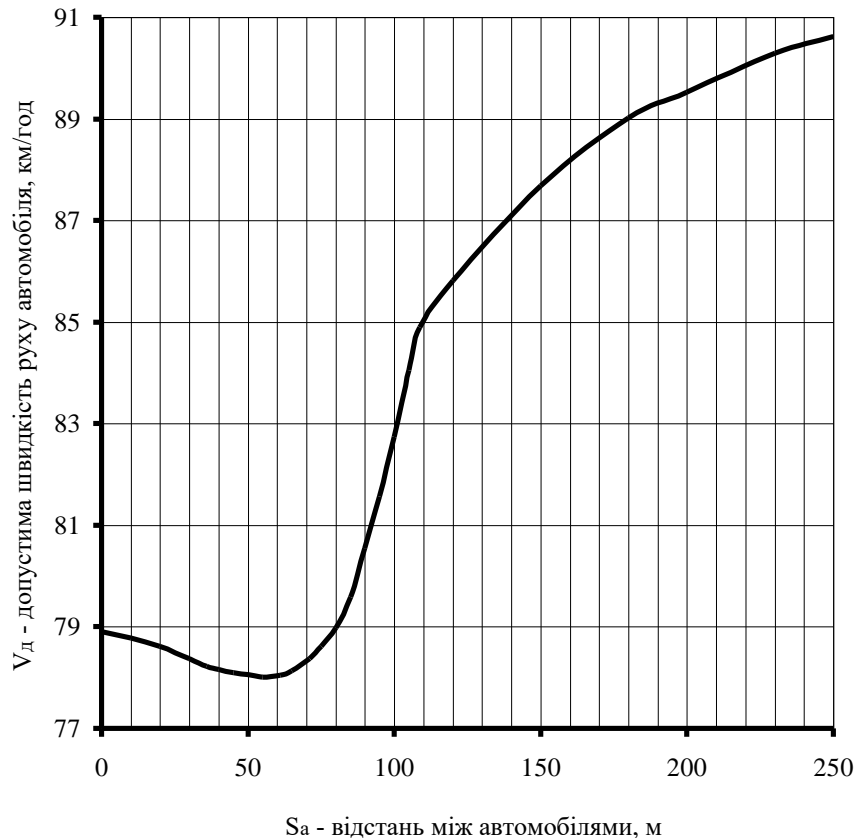


Рис. 4. Залежність допустимої (безпечної) швидкості руху від відстані між зустрічними автомобілями

Аналіз отриманої залежності свідчить, що по мірі зближення зустрічних автомобілів і наростання сліпучої блискучості фар величина допустимої (безпечної) швидкості руху може зменшитись на 30%. При досягненні критичної відстані між автомобілями (50 - 55 м) вона є мінімальною (64 км/год) і подальше зближення автомобілів не чинить суттєвого впливу. Таким чином, експериментальні дані по дальності видимості при зустрічному роз'їзді автомобілів дозволили перейти до рекомендованих значень безпечних швидкостей руху.

Висновки

1. Проведені експериментальні дослідження показали, що наявність сліпучої блискучості фар зустрічних автомобілів суттєво знижує видимість дороги і дорожніх об'єктів (майже на 25%). А це, в свою чергу, зменшує величину безпечної швидкості руху транспортних засобів по дорогам загальної мережі.

2. Складність і неоднозначність оцінки видимості людиною, необхідність роботи зі знаннями, які задаються на природній мові, послужили причинами того, що видимість дороги і видимість перешкод на ній визначають експериментально. Оскільки цей спосіб має велику трудомісткість, то для ефективної оцінки видимості доцільно побудувати математичні моделі на основі сучасних математичних методів.

3. Вибір оптимальної, з погляду безпеки, швидкості руху є складною багатофакторною задачею, успішний розв'язок якої відкриває перспективи значної економії коштів і збереження життя людей.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Кашканов А.А., Кужель В.П. Эффективность автомобильных фар: анализ, задания и пути решения // Автомобильный транспорт: проблемы и перспективы: Материалы V-ой Международной научно-технической конференции, 9-14 сентября 2002г. – Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2002. – С. 93-99.

2. Дьяконов А.Б. Безопасность движения автомобилей ночью. – М.: Транспорт, 1984. – 200 с.

3. Галаса П.В., Кисельов В.Б., Куйбіда А.С. та інші. Експертний аналіз дорожньо-транспортних пригод. – Київ: Експерт-сервіс, 1995. – 192 с.

Рекомендована кафедрою автомобілів та транспортного менеджменту

Кашканов Андрій Альбертович – доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту;

Кужель Володимир Петрович – магістрант кафедри автомобілів та транспортного менеджменту.

Кафедра автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький державний технічний університет