

А. А. Кашканов, В.П. Кужель

**ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ ВИДИМОСТІ ДОРОЖНИХ ОБ'ЄКТІВ В СВІТЛІ АВТОМОБІЛЬНИХ ФАР**

Виконана оцінка впливу коефіцієнта засліпленості і освітленості дорожнього об'єкту в світлі автомобільних фар на дальність видимості. Рис. 2, Дж. 3.

Забезпечення безпечних режимів руху – одна з найбільш гострих і актуальних проблем, пов'язаних з інтенсивним розвитком автомобільного транспорту. Велика кількість дорожньо-транспортних пригод (ДТП) скоюються в темну пору доби, коли головними факторами зниження безпечних режимів руху є різке зниження дальності видимості дорожніх об'єктів і засліплення водіїв фарами зустрічних автомобілів.

Дослідженню засліплюючої дії автомобільних фар присвячені праці ряду вчених, таких як М.А. Островський, А.Б. Дьяков, Є.П. Яшкова, Буняєв Н.І. [1], компаніями, які спеціалізуються на розробках найсучасніших передових систем автомобільного освітлення – Hella, Bosch, Carello, а також автомобільними компаніями зі світовим ім'ям – Audi, Mercedes, BMW, Opel і ін. Інтенсивно проводяться дослідження експлуатаційних аспектів підвищення видимості при освітленні фарами.

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 (ТЗ) в межах відстані видимості дороги. Тобто вибір безпечних режимів руху за даних умов залежить від того, що водій бачить і сприймає [2].

Вивчення результатів досліджень систем автомобільного освітлення, проведених в нашій країні і за кордоном, а також аналіз закономірностей функціонування зорового аналізатора водія дають змогу виділити фактори, що характеризують систему освітлення з урахуванням вимог безпечних режимів руху: дальність видимості об'єктів на дорозі; ступінь видимості елементів дорожньої обстановки, як відношення їх контрастів до граничного значення контрасту; кутова ширина пучка, що характеризує видимість дороги по ширині; засліпленість інших учасників руху, що зумовлена блискучістю і розмірами поверхні фар; рівномірність освітлення (по ширині і вздовж дороги) [1].

В даній роботі розглянуті два фактора впливу на дальність видимості – засліплення водіїв фарами зустрічних автомобілів і освітленість об'єкта на дорозі.

Проаналізуємо поняття видимості. Загальна видимість (видимість дороги в напрямку руху) – максимальна відстань від передньої частини ТЗ, на якій з місця водія чітко розрізняються елементи дороги на шляху руху, орієнтування на які дозволяє керувати транспортним засобом в межах смуги, що рекомендована Правилами дорожнього руху. Як правило такими елементами дороги можуть бути: лінія дорожньої розмітки, кромка проїзної частини, кромка розділювальної смуги, кромка бордюру, кромка огорожі і т.д. Конкретна видимість – максимальна відстань від передньої частини ТЗ, на якій з місця водія об'єкт (пішохід, ТЗ, що стоїть, і т. д.) може бути чітко розпізнаним за основними його ознаками. Розглянемо тепер один з найважливіших факторів впливу на дальність видимості, тобто засліплення водіїв фарами зустрічних автомобілів.

Визначення рівня засліпленості для різних умов і систем освітлення зводиться, як правило, до визначення коефіцієнта засліпленості. Незважаючи на проведені дослідження і існуючі наближені залежності оцінка рівня фізіологічної засліпленості є актуальною задачею, вирішенням якої може стати об'єктивний

метод оцінки засліпленості при освітленні автомобільними фарами. Однозначно оцінити коефіцієнт засліпленості надзвичайно важко так, як відстань між зустрічними автомобілями постійно скорочується, тобто змінюється освітленість на очах водія, кут дії блискучого джерела, а світловий пучок фари при коливаннях автомобіля змінює орієнтацію.

На сьогодні для умов автомобільного освітлення абсолютні значення коефіцієнта засліпленості фактично не обумовлені і не нормовані, а при розрахунках використовують допустиме значення ( $C_S = 1,15$ ), отримане на основі досліджень засліпленості від освітлювальних приладів вулиць [1].

Використовуючи залежність коефіцієнта засліпленості від відстані між автомобілями [1] та результати експериментальних досліджень, проведених авторами [2], була побудована оціночна графічна залежність дальності видимості від коефіцієнту засліпленості (рис. 1). Аналіз цієї залежності показує, що коефіцієнт засліпленості може значно змінюватись при різних умовах руху.

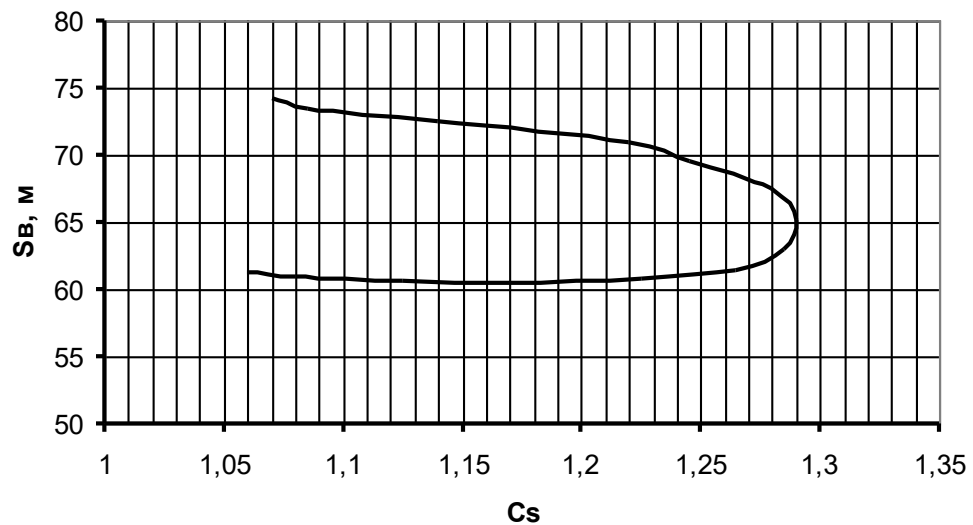


Рис. 1. Залежність дальності видимості  $S_B$  від коефіцієнту засліпленості  $C_S$

Якщо при дослідженнях для спостережень використовувати тест-об'єкти з відомими характеристиками відбиття то правомірно говорити і про освітленість  $E$  об'єктів. Чим вища освітленість, що створюється системою освітлення в характерних точках, віддалених від автомобіля на однакові відстані, тим ефективніша система освітлення. В той же час, чим менша освітленість, достатня для виявлення тест-об'єкта, тим досконаліший світлорозподіл системи освітлення [1].

Раніше при оцінках умов видимості з автомобіля освітленість об'єкта ( $E$ ) вважалась незалежною від відстані  $S_B$  до об'єкта спостереження і приймалась рівною 2 лк.

В нашій країні і за кордоном не створено методики визначення і нормативу критичної освітленості. В вітчизняній практиці прийнято вважати, що границя видимості темного об'єкта ( $\rho = 0,1$ ) знаходиться на відстані, де вертикальна освітленість його поверхні рівна 2 лк. В країнах Західної Європи для порівняння ефективності фар це значення приймають рівним 1 лк. Але ж зрозуміло, що

значення освітленості об'єкта повинно зростати по мірі ускладнення зорової задачі.

При проведенні експерименту по визначенню видимості слід враховувати всі фактори, що чинять вплив на видимість, а саме:

- погодні умови (сніг, дощ, туман і т.д.);
- тип, стан і колір покриття, наявність розмітки на дорозі;
- поздовжній профіль, криві в плані, конфігурація дороги;
- освітленість.

З метою дослідження впливу освітленості об'єкта на дорозі на зміну дальності видимості об'єкта в темний час доби був проведений натурний експеримент за існуючою методикою [3]. В дослідженні брали участь 5 спостерігачів. Ділянка дороги протяжністю 500м була огорожена для того, щоб світлові прилади інших ТЗ не могли впливати на видимість. Як допоміжні засоби були використані: люксметр EBL X4, 20-метрова рулетка, світловідбивач, крейда та фішки для розмітки проїзної частини.

Спостереження проводились з нерухомого автомобіля і полягали в оцінці дальності видимості і освітленості об'єкта (на відстані розрізнення). Дослідження показали, що необхідна для розрізнення об'єкта освітленість зростає зі збільшенням відстані до нього, тобто вважати значення освітленості постійним не вірно (рис. 2).

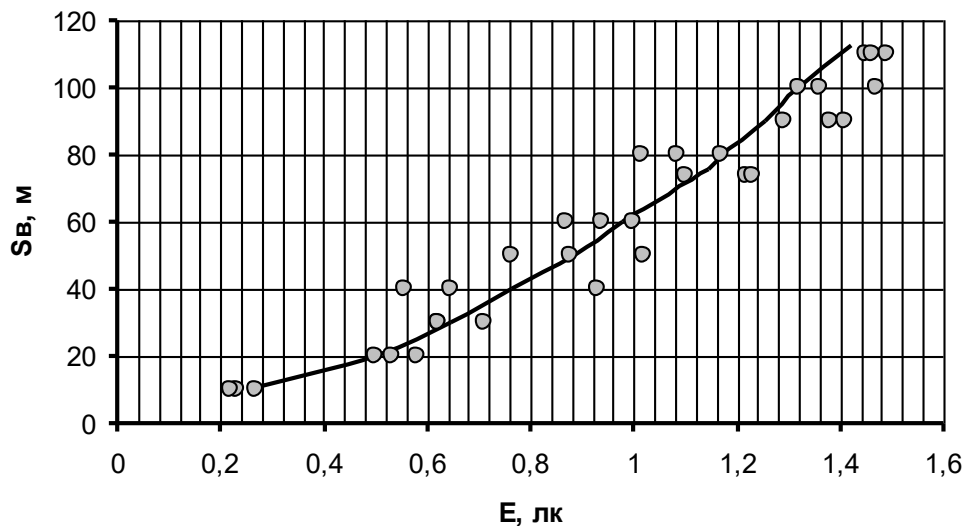


Рис. 2. Експериментальна залежність дальності видимості  $S_B$  від освітленості об'єкта  $E$

За експериментальними даними визначено, що рівень  $E$  зростає зі збільшенням відстані до об'єкту не лінійно, а за формулою:

$$E = 10^{\frac{S_B - 40}{170}} \quad (1)$$

Дальність видимості об'єкту тим більше, чим вище рівень вертикальної освітленості його поверхні:

$$S_B = 170 \lg \cdot E + 40 \quad (2)$$

Вважаючи, що для забезпечення безпечних режимів руху освітленість об'єкта повинна бути забезпечена на відстані зупиночного шляху автомобіля ( $S_B = S_{зуп}$ ), мінімальну необхідну силу світла фар можна визначити за формулою:

$$I = E \cdot S_{зуп}^2, \quad (3)$$

або

$$I = E \cdot \left[ \left( (t_1 + t_2 + 0,5 \cdot t_3) \cdot \frac{V_a}{3,6} + \frac{V_a^2}{26 \cdot g \cdot \left( \frac{\varphi}{K_e} \cos \alpha \pm \sin \alpha \right)} \right)^2, \quad (4)$$

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/с<sup>2</sup>:

$$j = g \cdot \left( \frac{\varphi}{K_e} \cos \alpha \pm \sin \alpha \right), \quad (5)$$

де  $g$  – прискорення вільного падіння, м/с<sup>2</sup>;  $\varphi$  – коефіцієнт зчеплення з дорожнім покриттям;  $K_e$  – коефіцієнт ефективності гальмування;  $\alpha$  – кут поздовжнього нахилу дороги, ° (знак «+» у формулі (5) приймається при рухові транспортного засобу на підйом, а знак «-» – при рухові на спуск).

**Висновки.** 1. Проведені дослідження дали змогу оцінити характер впливу коефіцієнта засліпленості і освітленості об'єкта на їх видимість в світлі автомобільних фар.

2. Визначення рівня засліпленості для різних умов і систем освітлення, як правило, зводиться до визначення коефіцієнта засліпленості, значення і методика визначення якого не нормовані на сьогоднішній день, при розрахунках хибно використовується стале значення, хоча коефіцієнт засліпленості може значно змінюватись при різних умовах руху, що показує отримана графічна залежність.

3. Освітленість об'єкта не є сталою величиною - чим вища освітленість в характерних точках, віддалених від автомобіля на однакові відстані, тим ефективніша система освітлення, тобто чим більш віддалений об'єкт необхідно розрізнити, тим більш високим має бути рівень освітленості цього об'єкта, але суттєве збільшення освітленості сприяє росту ймовірності засліплення водіїв зустрічних транспортних засобів, отже чим менша освітленість, достатня для виявлення тест-об'єкта, тим досконаліший світлорозподіл системи освітлення.

#### Література

1. Левитин К.М. Безопасность движения автомобилей в условиях ограниченной видимости, - 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1986. - 166 с.
2. Вплив засліпленості водія на вибір безпечних режимів руху / А.А. Кашканов, В.П. Кужель // Вісник ВПІ. – 2003. – № 5. – С. 63–66.
3. Кривицкий А.М., Шапоров Ю.И., Фальковский В.В. и др.; Под общ. ред.: канд. техн. наук Кривицкого А.М. и канд. юрид. наук Шапорова Ю.И. Использование специальных познаний в расследовании дорожно-транспортных происшествий. – Мн.: Харвест, 2004. – 128 с.