

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 10453

(13) С1

(46) 2008.04.30

(51) МПК (2006)

G 01J 1/00

## (54) СПОСОБ ИЗМЕРЕНИЯ СИЛЫ СВЕТА ИСТОЧНИКА СВЕТА

(21) Номер заявки: а 20051233

(22) 2005.12.13

(43) 2007.08.30

(71) Заявитель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(72) Авторы: Зуйков Игорь Евгеньевич; Савкова Евгения Николаевна (ВУ)

(73) Патентообладатель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(56) ГОСТ 10984-74. Фонари внешние сигнальные и осветительные механических транспортных средств, прицепов и полуприцепов. Световые и цветовые характеристики. Нормы и методы испытаний. - М.: ИПК Издательство стандартов, 1999. - С. 1-5, 8.

SU 1368657 A1, 1988.

SU 1627858 A1, 1991.

WO 03/044480 A1, 2003.

US 2002/0167657 A1, 2002.

JP 60093938, 1985.

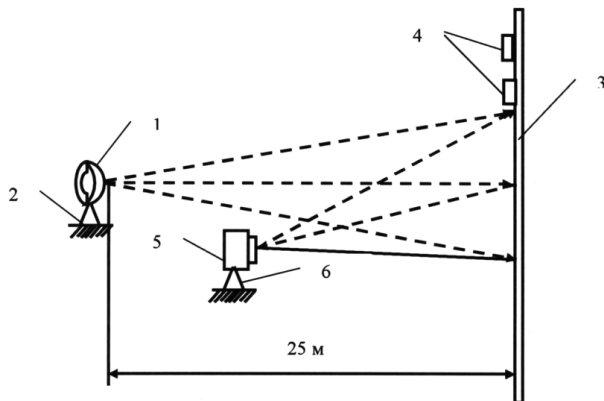
JP 10038759, 1998.

(57)

Способ измерения силы света источника света, при котором устанавливают источник света, включают и ориентируют его относительно поверхности экрана, определяют освещенность в контрольной точке экрана, по которой определяют силу света источника света, отличающийся тем, что на поверхности экрана в теневой области дополнительно устанавливают источники опорного излучения, после чего путем цифровой фоторегистрации измеряют одновременно яркость контрольной точки экрана и источников опорного излучения, вычисляют освещенность  $E$  в контрольной точке по формуле:

$$E = \left[ (L' - L_{01}) \frac{(L_2 k_2 - L_1 k_1)}{L_{02} - L_{01}} + L_1 k_1 \right] \frac{\pi}{\rho} B,$$

где  $L'$  - сигнал яркости, снимаемый с изображения контрольной точки;



Фиг. 1

ВУ 10453 С1 2008.04.30

# ВУ 10453 С1 2008.04.30

$L_{01}, L_{02}$  - сигналы яркости, снимаемые с изображения первого и второго источников опорного излучения;

$L_1, L_2$  - яркость первого и второго источников опорного излучения;

$k_1, k_2$  - коэффициенты, зависящие от силы света, площади и индикатрисы источников опорного излучения;

$\rho$  - коэффициент отражения экрана;

$B$  - коэффициент, зависящий от индикатрисы рассеяния экрана;

и определяют силу света  $I$  источника света из выражения:

$$I = E \cdot l^2,$$

где  $l$  - расстояние от оптического центра источника света до контрольной точки экрана.

Изобретение относится к светотехнике и может быть использовано для измерений силы света источников света, в частности для измерения фотометрических характеристик светотехнического оборудования автотранспортных средств при проведении сертификационных испытаний.

Известен способ измерения силы света [1], при котором на заданном расстоянии от испытуемого оптического прибора помещается фотодатчик, который контролирует освещенность источника света (фары, фонаря) из одной точки, а для измерения силы света фары в различных точках пространства поворачивается испытуемый прибор на определенные углы в горизонтальной и вертикальной плоскостях.

Недостатками способа является необходимость углового позиционирования с точностью до 5' (требования ГОСТов), возможные нарушения геометрии измерений, связанные со сферической формой геометрического тела, а также значительная продолжительность по времени.

Известен способ фотометрических измерений [2 - прототип], при котором устанавливают источник света (фару, фонарь), ориентируют его относительно поверхности экрана, определяют освещенность в контрольной точке экрана, по которой определяют силу света, т.е. фотодатчик является подвижным, а испытуемый прибор - неподвижным.

Недостатком прототипа является значительная трудоемкость, связанная, во-первых, с нанесением контрольных точек на поверхность экрана (при испытаниях фар размер проекционного экрана может составлять  $\approx 9 \times 9$  м, количество же точек достигает шестидесяти пяти); во-вторых, с обеспечением геометрической точности расположения контрольных точек.

Задача изобретения - повышение эффективности, оперативности и качества измерений.

Поставленная задача достигается тем, что в способе измерения силы света источника света, при котором устанавливают источник света, включают и ориентируют его относительно поверхности экрана, определяют освещенность в контрольной точке экрана, по которой определяют силу света источника света, на поверхности экрана в теневой области дополнительно устанавливают источники опорного излучения, после чего путем цифровой фоторегистрации измеряют одновременно яркость контрольной точки экрана и источников опорного излучения, вычисляют освещенность  $E$  в контрольной точке по формуле:

$$E = \left[ (L' - L_{01}) \frac{(L_2 k_2 - L_1 k_1)}{L_{02} - L_{01}} + L_1 k_1 \right] \frac{\pi}{\rho} B,$$

где  $L'$  - сигнал яркости, снимаемый изображения контрольной точки;

$L_{01}, L_{02}$  - сигналы яркости, снимаемые с изображения первого и второго источников опорного излучения;

$L_1, L_2$  - яркость первого и второго источников опорного излучения;

# ВУ 10453 С1 2008.04.30

$k_1, k_2$  - коэффициенты, зависящие от силы света, площади и индикатрисы источников опорного излучения;

$\rho$  - коэффициент отражения экрана;

$B$  - коэффициент, зависящий от индикатрисы рассеяния проекционного экрана;

и определяют силу света  $I$  источника света из выражения:

$$I = E \cdot l^2,$$

где  $l$  - расстояние от оптического центра источника света до контрольной точки экрана.

Сущность изобретения поясняется чертежами, где на фиг. 1 представлена схема установки для фотометрического контроля автомобильных фар, на фиг. 2 изображена градуировочная кривая процесса измерений, фиг. 3 иллюстрирует значения освещенности в контрольных точках экрана, измеренные стандартным способом с помощью фотометра, фиг. 4 отображает значения яркости, измеренные в этих же точках на изображении экрана посредством цифровой регистрации.

Способ осуществляется следующим образом (фиг. 1). Световой поток от источника света (фары) 1, установленного в определенной точке пространства на держателе 2, проецируется на измерительный экран 3, на котором в теневых зонах располагаются источники опорного излучения 4, которые вместе со световым распределением регистрирует цифровая камера 5, закрепленная на штативе 6. По результатам измерений строят градуировочную кривую, на которой по оси  $x$  отложены значения отсчетов яркости цифрового изображения в относительных единицах, по оси  $y$  - яркость источников опорного излучения.

Использование источников опорного излучения дает возможность построить характеристическую зависимость яркости контрольных точек экрана от измеренных значений яркости цифровых изображений источников опорного излучения (фиг. 2), и, следовательно, произвести пересчет полученных значений (градаций яркости) в единицы силы света. Расчет градуировочного коэффициента  $w$  производится путем регистрации источников опорного излучения, яркость которых должна находиться в пределах рабочей области динамического диапазона цифровой камеры, и сводится к определению корреляции между шкалами яркости контрольной точки экрана  $L$  и сигнала (отсчета) яркости  $L_i$ , снимаемого с соответствующего участка цифрового изображения, в единицах аппаратно-независимой цветовой системы CIE  $L_a^*b^*$ ;  $YIQ, YCbCr$ :

$$L = (L' - L_{0i}) \cdot w + L_i,$$

где  $L_i$  - яркость одного из источников опорного излучения;

$L_{0i}$  - яркость изображения источника опорного излучения.

Если при расчетах получается величина с отрицательным знаком, следовательно, освещенность искомой области меньше на эту величину.

$$w = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1},$$

где  $x_1, x_2; y_1, y_2$  - соответственно абсциссы и ординаты двух крайних точек на фиг. 2.

Если предположить, что  $L_{01}k_1 \approx x_1, L_{02}k_2 \approx x_2$ , и  $L_1 \approx y_1$  и  $L_2 \approx y_2$ , то  $w \approx \frac{L_2k_2 - L_1k_1}{L_{02} - L_{01}}$ .

Если известна сила света источников опорного излучения  $I_i$ , то их яркость находится из выражения:

$$L_i = \frac{I_i}{A \cos \alpha_i},$$

где  $A$  - площадь источника опорного излучения;

$\alpha_i$  - угол между светящейся поверхностью и нормалью к направлению излучения.

Яркость контрольной точки при диффузном отражении:

$$L = \frac{\rho E}{\pi}.$$

Отсюда  $E = L \frac{\pi}{\rho}$ . Тогда выражение для освещенности контрольной точки экрана имеет вид:

$$E = \left[ (L' - L_{01}) \frac{(L_2 k_2 - L_1 k_1)}{L_{02} - L_{01}} + L_1 k_1 \right] \frac{\pi}{\rho} B.$$

Применение цифровой фотографии позволяет значительно сократить продолжительное время измерений и обеспечить необходимую точность благодаря высокоточному заданию координат контрольных точек экрана программным путем и хорошему качеству изображений. Цифровая регистрация дает возможность проводить фотометрические исследования не только в контрольных областях экрана, но и по всей его поверхности, а также документировать световые распределения в виде графических файлов. Применение ПЭВМ и программного комплекса обеспечивает быстрдействие измерений до получения результатов в реальном масштабе времени, высокую точность измерений, возможность расширения номенклатуры измеряемых параметров путем наращивания комплекса программ, наглядность изображения на экране дисплея.

Предлагаемый способ реализован при проведении фотометрических испытаний автомобильных фар дальнего и ближнего света, а также сигнальных фонарей с помощью цифрового фотоаппарата с разрешением 1600\*1200 элементов изображения, в формате TIFF при ISO 200. На предварительном этапе камера была подвергнута тестированию, которое проводилось в лабораторных условиях и включало процедуры определения количества дефектов фоточувствительного поля матрицы; неравномерности чувствительности по полю изображения; сигнала насыщения; уровня темного сигнала и ширины динамического диапазона.

Камера позиционировалась перед плоскостью экрана на горизонтальной оси фотометрического тела на расстоянии, определенном для каждого типа источников. Регистрация каждого типа светового распределения осуществлялась серией из трех снимков. Снимки обрабатывались посредством разработанного авторами программного обеспечения, позволяющего определять яркость каждого пикселя, принадлежащего выделенной области, в единицах систем La\*b\* или YIQ (PAL) с дальнейшим усреднением полученных результатов (фиг. 3, 4), которые затем приводились к световым единицам.

При пересчете к световым единицам разброс точек относительно калибровочной кривой составлял не более 10 %, что показывает возможность применения данного метода.

Предлагаемый способ позволяет повысить эффективность и качество измерений благодаря тому, что светораспределение на экране регистрируется цифровой камерой, осуществляя тем самым измерения одновременно во всех контрольных точках (исследуемые области экрана соответствуют строго определенным группам пикселей на ПЗС-матрице камеры), обеспечивая возможность получения и исследования целостной картины светового распределения.

Предлагаемый метод может быть использован при осуществлении калибровки и исследовании характеристик приемника изображения (цифровой фото- или видеокамеры).

Предлагаемый способ может быть использован также для измерений параметров излучения других источников света - светильников, прожекторов, фонарей и другой осветительной аппаратуры, а также при определении коэффициента пропускания всевозможных фильтров и ослабителей.

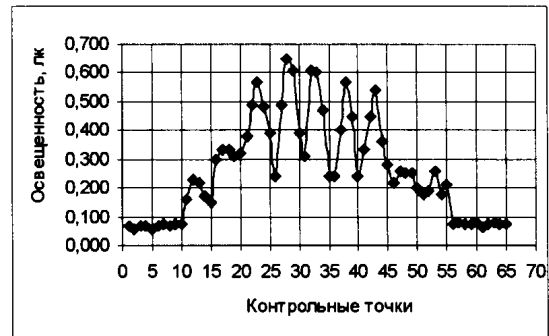
# ВУ 10453 С1 2008.04.30

Источники информации:

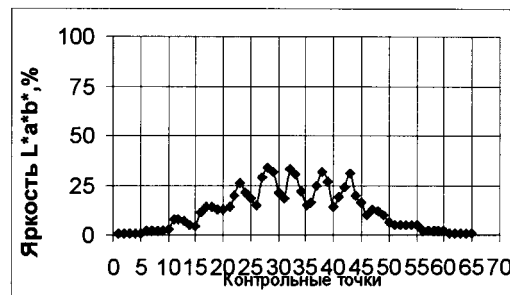
1. Скобелев В.М. Световые приборы автомобилей и тракторов / Под ред. Ю.М. Галкина. - М.: Энергоиздат, 1981. - С. 108.
2. Фонари внешние сигнальные и осветительные автомобилей, тракторов, самоходных машин и прицепов. Технические требования. ГОСТ 696472.



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4