

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ ОРГАНИЧЕСКОГО СТЕКЛА НА РАССЕЙВАНИЕ СВЕТА В ЭКРАНЕ ДИНАМИЧЕСКОГО ТЕСТ-ОБЪЕКТА

В.С. Падалко, Е.А. Зрюмов

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова
г. Барнаул

Статья посвящена изучению влияния шероховатости поверхности органического стекла на рассеивание света. Исследование проводилось с применением пластинок из органического стекла различной толщины и с различной шероховатостью поверхности. Было проведено четыре различных эксперимента. Получены качественные и количественные характеристики рассеяния света.

Ключевые слова: рассеивание света, динамический тест-объект, оптический контроль.

Существуют методы оптической виброметрии основанные на стробоскопическом эффекте и на анализе размытия изображения. Они относятся к методам фотосъемки и реализуются с применением высокоскоростной цифровой видеокамеры. Такие методы лишены недостатков большинства оптических методов виброметрии – жесткие требования к состоянию атмосферы и качеству поверхности исследуемого объекта. Однако такие методы позволяют проводить измерения параметров только гармонической вибрации и не позволяют получить параметры сложной вибрации. Для устранения данного недостатка необходимо применять динамический тест-объект [1,2,3].

Существенное влияние на способность динамического тест-объекта удовлетворять необходимым техническим параметрам оказывает его экран, состоящий из светодиодов. Как было выяснено, для удачного построения динамического раstra необходимо рассеивать испускаемый кристаллом светодиода световой поток [4].

Данная статья посвящена изучению влияния шероховатости поверхности органического стекла на рассеивание света. Исследование состояло из 4 этапов. На первом этапе было определено, как влияет направление шлифовки на рассеивание света. Затем было выяснено, как влияет толщина пластинки шлифованной с одной стороны на рассеивание. Третий этап заключался в определении влияния значения шероховатости поверхности на рассеивание света. Четвертая часть исследования заключалась в определении влияния количества пластинок на

рассеивание света.

Для проведения исследования применялись пластинки из органического стекла. Различная шероховатость поверхности была получена путем шлифования поверхности пластинок наждачными бумагами с зернистостью от P120 до P1500. В статье указывается среднее значение шероховатости поверхности для каждой пластинки в микрометрах.

Регистрация изображения экрана динамического тест-объекта, состоящего из линейки SMD светодиодов KP-1608SGC типоразмера 0603, велась камерой с линейным датчиком SONY ILX751A и объективом Индустар-61л/3-МС. При определении контраста Майкельсона максимальная яркость бралась из точки соответствующей центру кристалла первого, левого, светодиода, минимальная из точки соответствующей промежутку между первым и вторым светодиодом.

Часть первая – определение влияния направления шлифовки на рассеивание света. Применялись пластинки толщиной 4,6 мм шлифованные с одной стороны в одном направлении перпендикулярном или коллинеарном оси расположения светодиодов. Среднее значение шероховатости поверхности – 17 мкм.

Как видно из рисунков 1-3 при совпадении направления шлифовки с направлением оси расположения светодиодов, происходит более сильное рассеивание. Для изображения экрана динамического тест-объекта при отсутствии рассеивающей пластинки контраст равен 1. В случае применения пластинки со шлифовкой в направлении перпендикулярном оси расположения светодиодов кон-

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ ОРГАНИЧЕСКОГО СТЕКЛА НА РАССЕИВАНИЕ СВЕТА В ЭКРАНЕ ДИНАМИЧЕСКОГО ТЕСТ-ОБЪЕКТА

траст равен 0,74. При использовании пластинки со шлифовкой в направлении коллинеарном оси расположения светодиодов контраст равен 0,34, что меньше более чем в два раза.

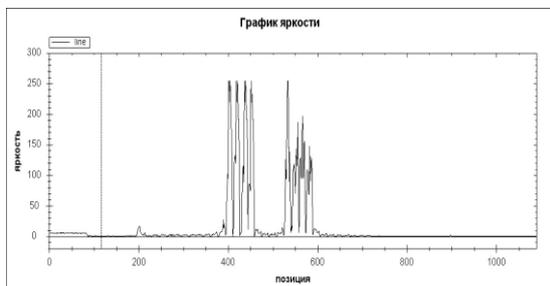


Рисунок 1 – График зависимости регистрируемой освещенности фотоприемника камеры от номера фоточувствительного элемента при отсутствии рассеивающей пластинки

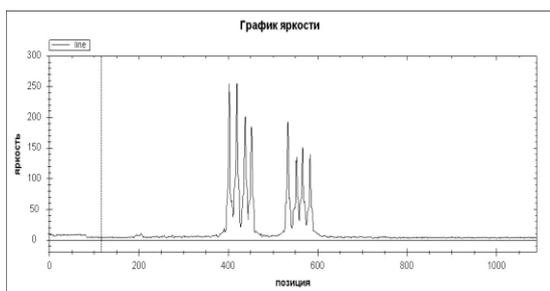


Рисунок 2 – График зависимости регистрируемой освещенности фотоприемника камеры от номера фоточувствительного элемента при использовании рассеивающей пластинки со шлифовкой в направлении перпендикулярном оси расположения светодиодов

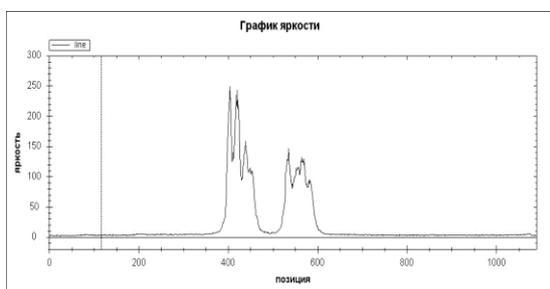


Рисунок 3 – График зависимости регистрируемой освещенности фотоприемника камеры от номера фоточувствительного элемента при использовании рассеивающей пластинки со шлифовкой в направлении коллинеарном оси расположения светодиодов

Часть вторая – влияние толщины пластинки на рассеивание. Применялись пластинки, шлифованные с одной стороны в направлении коллинеарном оси расположения светодиодов. Среднее значение шероховатости поверхности – 17 мкм.

По результатам измерений были построены графики максимальной яркости и контраста Майкельсона рисунки 4 – 5.

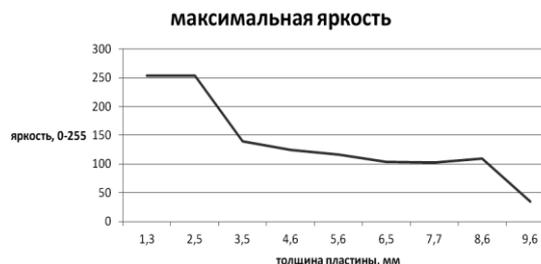


Рисунок 4 – Зависимость максимальной яркости от толщины пластинки

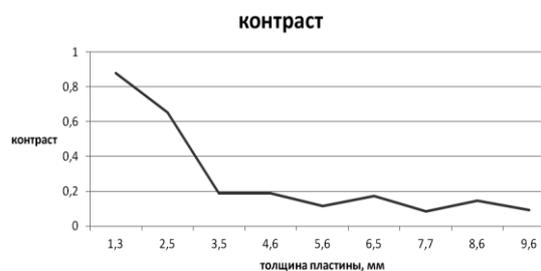


Рисунок 5 – Зависимость контраста Майкельсона от толщины пластинки

Для равномерного свечения необходимо добиться нулевого контраста, при максимальной яркости. Как видно из рисунков 4-5 существенного падения контраста при увеличении толщины пластинки свыше 3,5 мм не наблюдается, при этом яркость свечения продолжает падать. Значит, при данной шероховатости поверхности оптимальной является толщина 3,5 мм. Для другой шероховатости поверхности пластинки, также должна существовать определенная толщина, при увеличении которой уменьшения контраста наблюдаться не будет, но яркость будет продолжать падать.

Часть третья – определение влияния значения шероховатости поверхности на рассеивание света. Применялись пластинки толщиной 4,6мм, шлифованные с одной стороны в направлении перпендикулярном оси расположения светодиодов.

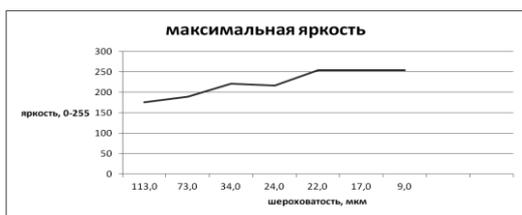


Рисунок 6 – Зависимость максимальной яркости от шероховатости пластинки

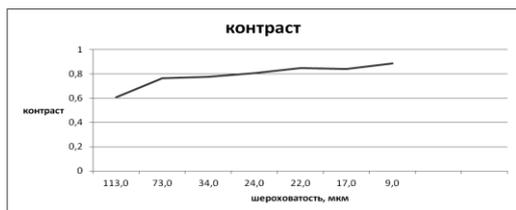


Рисунок 7 – Зависимость контраста Майкельсона от шероховатости поверхности пластинки

Как видно из рисунков 6-7 контраст с уменьшением шероховатости поверхности пластинки растет, а яркость увеличивается.

Часть четвертая – определение влияния количества пластинок на рассеивание света. Применялись пластинки толщиной 0.1 мм шлифованные с двух сторон в двух взаимно-перпендикулярных направлениях. Среднее значение шероховатости поверхности – 17 мкм.

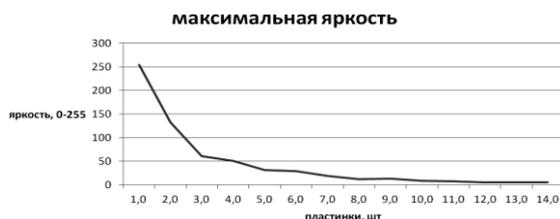


Рисунок 8 – Зависимость максимальной яркости от количества пластинок

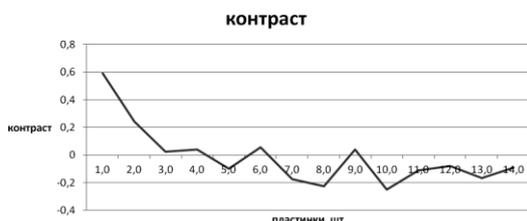


Рисунок 9 – Зависимость контраста Майкельсона от количества пластинок

Из рисунков 8-9 видно, что контраст значительно падает при количестве пластинок от 1 до 4, дальнейшего ослабления контраста не наблюдается, однако из-за сильного уменьше-

ния яркости при количестве пластинок более 4, существенное влияние на результаты измерений оказывают шумы, что приводит к появлению отрицательного контраста.

Выводы:

- При использовании пластинки со шлифовкой в направлении коллинеарном оси расположения светодиодов контраст более чем в два раза меньше чем при использовании пластинки со шлифовкой в направлении перпендикулярном оси расположения светодиодов;

- При уменьшении шероховатости поверхности пластинки уменьшается рассеивание света и увеличивается яркость;

- При увеличении толщины шлифованной пластинки увеличивается рассеивание света и уменьшается яркость;

- Существует порог увеличения толщины шлифованной пластинки при превышении которого существенного падения контраста наблюдаться не будет, но падение яркости будет значительным;

- При увеличении числа шлифованных пластинок увеличивается рассеивание света и уменьшается яркость;

- На рассеивание света влияет как толщина непрозрачного слоя, так и его удаление от источника света.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зрюмов Е.А., Падалко В.С., Зрюмов П.А., Пронин С.П. Теоретическое и экспериментальное исследование структуры изображения вибрирующего тест-объекта, полученного с помощью пзс-фотоприемника видеокамеры. В сборнике: Измерение, контроль, информатизация материалы XVI международной научно-технической конференции. 2015. С. 93-97.
2. Zryumov E.A., Zryumov P.A., Pronin S.P. Optoelectronic stroboscopic system for measurement of the frequency of harmonic vibrations based on the use of a genetic algorithm. Measurement Techniques. – Springer, 2012, Volume 55, Number 4, Pages 425-430.
3. Зрюмов Е.А., Пронин С.П. Анализ частотно-контрастной характеристики видеосистемы на основе ПЗС-фотоприемника при вибрации тест-объекта. Известия вузов. Приборостроение. – СПб.: Изд-во ИТМО, 2013, Т. 57, №3. – С. 81-85.
4. Padalko V.S., Zryumov E.A. Experimental research of the effect of the leds brightness on the structure of the image of the dynamic test object. International scientifictechnical conference on actual problems of electronic instrument engineering proceedings. -Novosibirsk NSTU, 2016, 12 Volumes, Volume 1, Part 1, Pages 299-301.

Падалко Владимир Сергеевич – аспирант, e-mail: v.s.padalko@mail.ru;

Зрюмов Евгений Александрович – к.т.н., доцент.