

момента движения  $M_{дв} = Q_r \cdot h'$  где  $h'$  – расстояние от центра  $O$  обрабатываемой сферической поверхности детали до точки  $O'$  контакта шарового наконечника поводка 3 с сферическим гнездом в выходном звене исполнительного механизма станка 4. Кроме того, момент движения должен преодолевать также момент от вертикальной силы  $Q_B$   $M_B = Q_B \cdot d / 2$ , где  $d$  – диаметр вогнутой поверхности линзы. Следовательно,  $M_{дв} > M_{тр} + M_B$ , т. е.  $Q_r h' > fNR + 0,5Q_B \cdot d$ .

Отсюда

$$h' = \frac{fNR + 0,5 Q_B d}{Q} \quad (1)$$

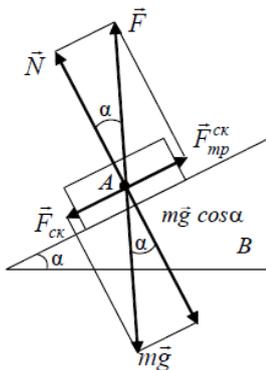


Рисунок 2 – К определению коэффициента трения стекла по металлу по методу «наклонной плоскости»

Коэффициент трения  $f$ , входящий в выражение (1), определяли для случаев шлифования суспензиями микропорошков М40, М28, М10 на чугунных шлифовальных и полирования суспензией полирита (окись церия) на смоляном и пенополиуретановом полировальных. При этом использовали метод «наклонной плоскости», согласно которому заготовку из оптического стекла К8 размером 60×10 мм первоначально притирали к инструменту (шлифовальнику или полировальнику) соответствующей абразивной суспензией и, наклоняя инструмент

с заготовкой, определяли угол  $\alpha$  в тот момент, когда заготовка начинала скользить по поверхности инструмента. В этот момент,  $\vec{F}_{тр} = \vec{F}_{ск} = \vec{F}_{тр21}$  где  $\vec{F}_{ск}$  – скатывающая сила.

Согласно рис. 2  $\vec{F}_{ск} = mg \sin \varphi$ ,  $\vec{N} = mg \cos \varphi$ .

Тогда

$$f = \frac{\vec{F}_{тр}}{\vec{N}} = \tan \varphi \quad (2)$$

где  $m$  – масса заготовки.

Расчитанные по формуле (2) значения коэффициента трения  $f$  для вышеотмеченных случаев шлифования и полирования деталей из оптического стекла в условиях свободного притирания приведены в таблице.

Установленные значения коэффициентов трения на границе между стеклом и инструментом с нанесенной на его рабочую поверхность абразивной суспензией позволяют рассчитать длину поводка инструмента, при которой не происходит раскрытие стыка между притирающимися поверхностями и способствует таким образом повышению качества деталей за счет исключения на их исполнительной поверхности локальной погрешности в виде «сорванного края».

Таблица –Значения коэффициента трения

| М4<br>0       | М28            | М10            | Полиро-<br>вальник<br>смоляной | Полиро-<br>вальник<br>пенополи-<br>уретано-<br>вый |
|---------------|----------------|----------------|--------------------------------|--|
| 0,2 –<br>0,22 | 0,23 –<br>0,25 | 0,27 –<br>0,29 | 0,5 – 0,6                      | 1,1 – 1,2  |

### Литература

1. Математическое моделирование рабочей зоны технологического оборудования для двусторонней обработки линз / А.С. Козерук [и др.] // Наука и техника, 2018. – Т. 17, № 3. –С. 204–210.

УДК 628.974

## АРХИТЕКТУРНАЯ СВЕТОДИОДНАЯ ПОДСВЕТКА ЗДАНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ СВЕТОДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Судникевич В.В.<sup>1</sup>, Фёдорцев Р.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ОАО «БелОМО – ЗАО «БЕЛИНТЕГРА», Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Белорусский национальный технический университет, Минск, Республика Беларусь

Светодиодные прожекторы имеют ряд существенных преимуществ по сравнению с другими источниками света:

1. Отличаются высокой энергетической эффективностью. По сравнению со светильниками на основе ламп накаливания потребление электроэнергии сокращается примерно в 10 раз.

2. Наличие в светодиодах твердотельного источника света и отсутствие хрупких стеклянных

элементов конструкции обеспечивает устойчивость прожекторов к вибрациям и перепаду температур окружающей среды (обычно – 60...+55°С).

3. Отсутствие инерционного источника светового потока (вольфрамовой нити накала или газового наполнителя) и низкие рабочие токи позволяют светодиодным прожекторам выдерживать многократные циклы включения и отключения

электропитания. Ресурс работы составляет порядка 50 000 ч или 6 лет непрерывной работы.

4. Светодиоды имеют минимальное число конструктивных элементов и встроенную систему фокусировки, что обеспечивает им компактные габаритные размеры ( $\varnothing 5 \dots 6$  мм  $\times$  5...10 мм или SMD 0,8...6,0 мм). В прожекторах они легко компонуются в линейные или круговые массивы, а также в сборные независимые модули. Кроме того за счёт малых линейных размеров они легко могут быть встроены в любые архитектурные формы.

5. Светодиоды являются одними из самых безопасных типов осветительных приборов, поскольку не содержат химически ядовитых и опасных веществ, а также хрупких элементов. Они практически не нагреваются и как следствие не становятся причиной возникновения пожара. В их свечении отсутствуют ультрафиолетовая и инфракрасная составляющая.

На сегодняшний день в архитектурной подсветке зданий высокую популярность набирают колорченджеры – прожекторы со встроенной функцией автоматического изменения цвета. Функционально смена цвета осуществляется посредством вращения светофильтров.

Для осуществления подсветки основными критериями выбора колорченджера являются следующие аспекты:

- характеристика встроенного строб-эффекта;
- система и способ фокусировки светового луча;
- ассортимент установленных светофильтров.

Конструктивные модификации колорченджеров определяются компаниями производителями.

Первую группу линейных прожекторов заливающего света составляют изделия компаний: Imlight arch-RGB 36L; SGM IDEA LED BAR 100; Silver Star AM-702; Clay Paqu со встроенными мощными светодиодными блоками Osram Ostar RGBW (рисунок 1) [1].



Рисунок 1 – Светодиодный прожектор линейного типа Show-Batten 100

Так, например, цветовая температура в модели Show-Batten 100 линейно корректируется шестьюдесятью макросами в диапазоне от 2500 К до 8000 К, благодаря контролю через выделенный канал СТО. Изменение угла наклона в диапазоне 10..76 градусов осуществляется со скоростью 0,3 с.

Вторую группу составляют блочные архитектурные прожекторы: SGM PALCO 3; SGM

RIBALTA; или серия DELTA 10F (F ZOOM, MEDIUM, SPOT и WIDE) с 10 каналами управления от компании DTS (рисунок 2).

В конструкции предусмотрена установка Rebel LEDs 60 светодиодов мощностью по 3 Вт на один цвет RGBW, обеспечивающих общий световой поток 930; 2100; 5000; 7000; 12900 лк на расстоянии 5 м в пределах 12...25 градусов.



Рисунок 2 – Светодиодный прожектор блочного типа DTS DELTA 10 F RGBW F ZOOM

Третью группу составляют модульные не регулируемые архитектурные прожекторы, например, от компаний: Silver Star YG-LED325XWAT; Imlight arch-RGB 36 с пятью каналами управления и встроенным программным обеспечением (рисунок 3).



Рисунок 3 – Светодиодный прожектор модульного типа Imlight arch-RGB 36-15

36 светодиодов мощностью 1 Вт обеспечивают угол рассеивания луча в пределах 15 градусов.

Последнюю четвертую группу составляют точечные Tri-color LED архитектурные прожекторы направленного действия, например Silver Star AD 925E DOJO 3/1 или AD926E DOJO 6/2 (рисунок 4).



Рисунок 4 – Светодиодный прожектор точечного типа AD926E DOJO 6/2

Управление изменением цвета во всех рассмотренных выше прожекторах осуществляется по протоколу DMX-512. Протокол поддерживает 512 адресов/каналов и позволяет присоединять к одному контроллеру DMX до 170 источников RGB-освещения (RGB-прожекторы, модули, светодиодные ленты и линейки).

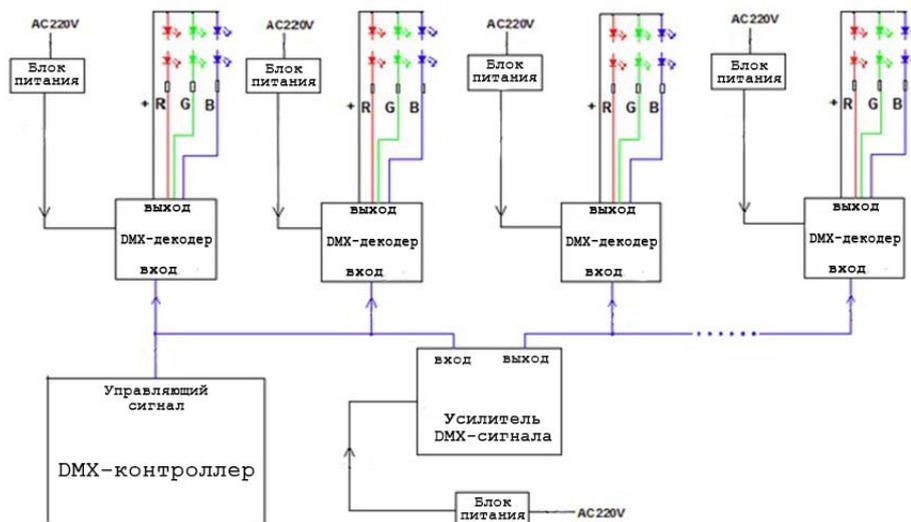


Рисунок 5 – Схема подключения прожекторов по протоколу DMX-512

Протокол разработан комитетом USITT, как средство управления диммерами с различных консолей через стандартный интерфейс. Система связи между устройствами строится на высококачественных кабелях (типа 24 AWG (7/0.2) или выше) и разъемах (XLR), которые должны соответствовать стандарту EIA485 (RS485) и определяются длиной линии.

Корректная работа сети DMX512 (особенно при использовании длинных кабелей) возможна только в том случае, когда от передающего устройства к принимающему идет одна единственная линия [2].

На практике рекомендуется использовать линии длиной не более 500 м. В противном случае надо предусмотреть возможность использования усилителей сигнала (репитеров).

Для работы конечного светового устройства нужен DMX-декодер (рисунок 5).

Существенным ограничением протокола DMX-512 является невозможность использования

У-кабелей, особенно на большом удалении от передающего устройства, что приводит к возникновению сложного набора отраженных сигналов, а также вызывает серьезные искажения исходных сигналов и способствует увеличению числа сбоев всей системы. Единственным надежным методом разделения линии DMX512 на две или несколько ветвей является использование усилителей-разветвителей [3].

#### Литература

1. Красный сектор. Главная/Каталог/Световое оборудование/ Архитектурные светильники и светодиодные приборы. 2014. <http://redsector.ru/>.
2. Adam Bennette. Руководство по применению DMX512. Copyright © PLASA 1994. – Перевод на русский язык и оформление "ДСЛ" 1995-2012. <http://dsl.msk.ru/rus/around/dmx512/dmx512.htm#p2>
3. Управление RGB прожекторами. 2013-2017. <http://светомастер.рф/>.

УДК 535.37

### СПЕКТРОСКОПИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НОВЫХ НЕОДИМОВЫХ ФТОРИДНЫХ СТЕКОЛ С НЕБОЛЬШИМИ ДОБАВКАМИ ФОСФАТНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Ясюкевич А.С.<sup>1</sup>, Демеш М.П.<sup>1</sup>, Гусакова Н.В.<sup>1</sup>, Дернович О.П.<sup>1</sup>, Кулешов Н.В.<sup>1</sup>, Колобкова Е.В.<sup>2</sup>, Никоноров Н.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>НИЦ Оптических материалов и технологий, Белорусский национальный технический университет Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Российская Федерация

Фторфосфатные стекла, как лазерные материалы, отличаются низкой энергией фононов, сохраняют высокое оптическое качество при больших концентрациях РЗИ и имеют широкие спектральные линии, что представляет интерес для получения или усиления коротких световых импульсов.

В данной работе изучались фторфосфатные стекла состава  $5\text{Ba}(\text{PO}_3)_2\text{-AlF}_3\text{-CaF}_2\text{-MgF}_2\text{-BaF}_2\text{-SrF}_2\text{-xNdF}_3$  где  $x = 0.1, 0.3, 0.5, 1, 2, 5$  мол. %. Исходные материалы нагревались в углеродном тигле в аргоновой атмосфере при температуре  $1000\text{--}1050^\circ\text{C}$ . Затем охлажденные образцы отжигались при  $450^\circ\text{C}$  близкой температуре стекло-