



УДК 628.941.8

UDC 628.941.8

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ
УЛИЧНОГО ОСВЕЩЕНИЯ НА
СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЯХ****SOLAR-POWERED STREET LIGHTING
DEVELOPMENT***Д. А. Богданова, М. В. Неудачин**D. A. Bogdanova, M. V. Neudachin*

Донской государственной технической
университет, Ростов-на-Дону, Российская
Федерация

Don State Technical University
Rostov-on-Don, Russian Federation

Innjoin180795@mail.ruInnjoin180795@mail.ruKrivoux1@mail.ruKrivoux1@mail.ru

Проведены исследования с целью замены высокомогущной лампы ДРЛ (дуговая ртутной люминофорной) на светодиодную матрицу с меньшей мощностью. Выведены следующие характеристики светодиодной матрицы: вольтамперная, люкс-амперная, а также зависимость температуры матрицы от тока.

The authors have conducted the research in order to replace high power mercury-vapor lamp with LED matrix with less capacity. The following LED matrix features were defined: voltampere, lux-ampere and the dependence of the temperature of the matrix from the current.

Ключевые слова: светильник, солнечная батарея, светодиодная матрица, охлаждение, замена ДРЛ.

Keywords: lamp, solar cell, LED matrix, cooling, mercury-vapor lamp replacement.

Введение. В настоящее время имеется большое количество экологических проблем: загрязнение воздуха и воды, радиоактивное загрязнение и т.д. Основным источником засорения атмосферы являются теплоэлектростанции (ТЭС). При работе гидроэлектростанций (ГЭС) затапливаются плодородные земли. Атомные станции, с некоторой точки зрения, являются более экологичными. Однако существует риск возникновения аварийных ситуаций, не решена до конца проблема утилизации ядерных отходов. В связи с этим во многих странах разрабатываются альтернативные виды электроэнергии. В России в этом направлении также были приняты соответствующие законопроекты [1–3].

Целью проекта, описанного в рамках данной статьи, является замена ртутной лампы высокого давления типа ДРЛ (дуговая ртутная люминофорная) на 250 Вт на светодиодную матрицу необходимой мощности, подключаемую к аккумулятору и дающую аналогичный поток. Заряд аккумулятора осуществлялся от солнечной батареи.

Данная тема актуальна, в том числе ввиду принятия в нашей стране ряда законодательных актов [1–3]. Все эти документы нацелены на развитие технологий, использующих преобразование солнечной энергии в электрическую.

Солнечная энергия уже активно используется в Краснодарском крае. Например, 13-километровый участок федеральной дороги А146 оборудован светодиодными дорожными знаками на солнечных батареях; объекты жилищно-коммунального хозяйства, детские сады и школы используют солнечные батареи. Однако в Ростовской области подобные проекты пока не получили распространения.

Анализ карты инсоляции говорит о том, что Ростовская область и Краснодарский край лежат в одной зоне — продолжительность солнечного сияния составляет более 2000 часов в год, солнечная радиация от 4 до 4,5 кВт в час на кубический метр в день. То есть и в Ростовской области можно рассматривать возможности установления солнечных батарей в целях повышения экологичности проектов и достижения финансовой выгоды.

Практическая часть. Для реализации проекта в качестве основы авторы использовали светильник ЖКУ 20–250–001 «Орион». Установив на него ртутную лампу и сделав замеры освещенности, получили значения освещенности ртутного консольного уличного светильника (РКУ), который требуется заменить. Для замены ртутной лампы номиналом 250 Вт выбрали светодиодную матрицу номиналом 50 Вт (рис.1).



Рис. 1. Светодиодная матрица

Проведя замеры различных характеристик, получили несколько зависимостей — вольтамперную (рис. 2), люкс-амперную (рис. 3) и температурную зависимость от тока (рис. 4). Анализ полученных данных позволил выбрать наиболее эффективный режим работы светодиодной матрицы.

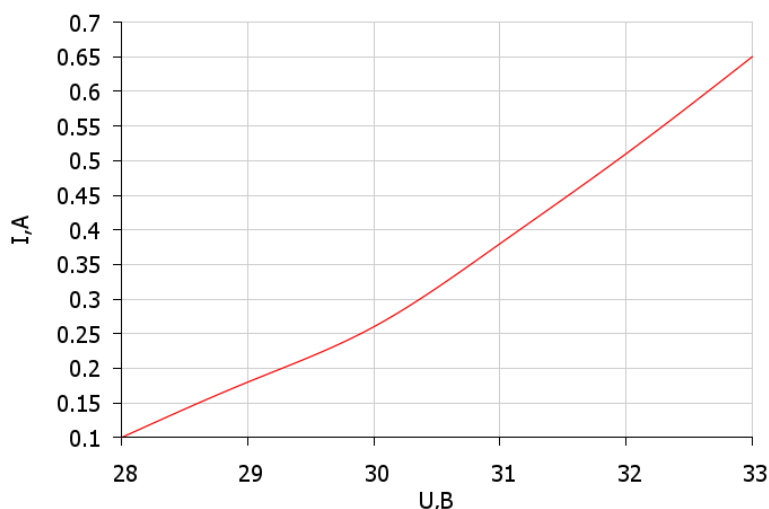


Рис. 2. Вольтамперная характеристика матрицы

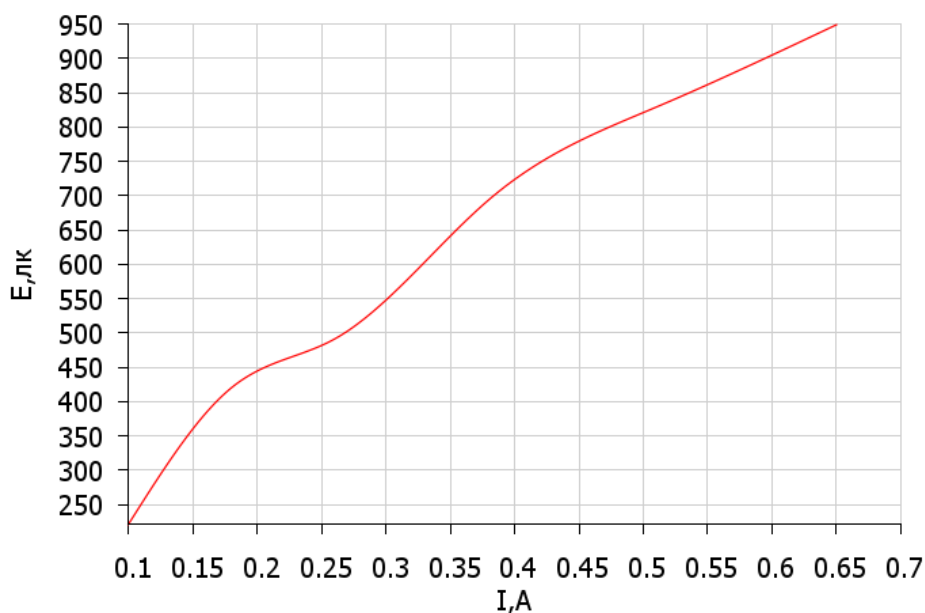


Рис. 3. Люкс-амперная характеристика матрицы

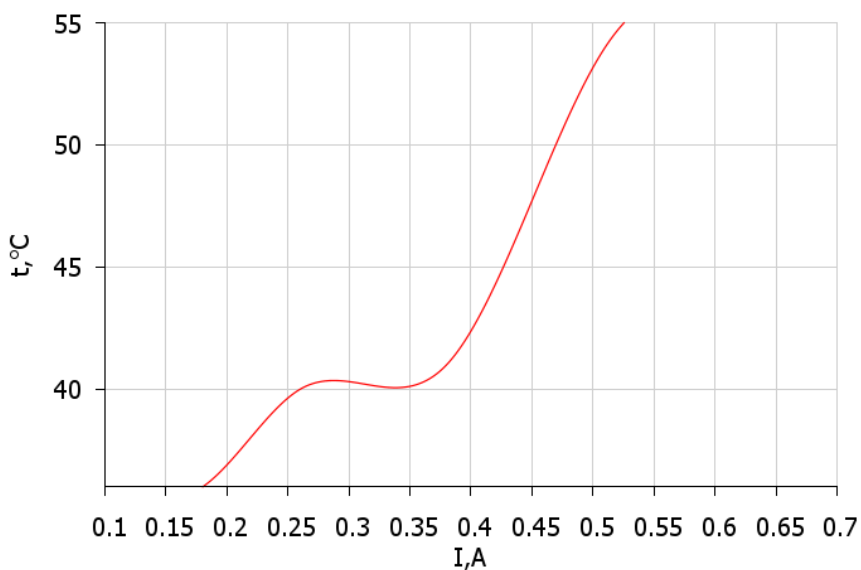


Рис. 4. Зависимость температуры матрицы от тока

Для получения желаемых значений освещенности был предложен ряд необходимых изменений в конструкцию светильника. Светодиодная матрица неизбежно греется. Для решения данной проблемы было установлено пассивное охлаждение в виде радиатора (рис. 5). Расчет показал, что необходимая площадь поверхности радиатора для охлаждения матрицы порядка 1500 см². Радиатор монтируется за отражатель светильника, а матрица устанавливается непосредственно в поверхность отражателя. Это позволяет эффективно рассеивать тепло, а светодиодная матрица может работать от рабочего напряжения 36 В.



Рис. 5. Охлаждающий радиатор светодиодной матрицы

После эксперимента выяснилось, что этого оказалось недостаточно для замены ДРЛ в светильнике, так как значения освещенности светодиодной матрицы оказались в 3 раза меньше, чем у ртутной лампы. Причиной является то, что силы света матрицы образует полусферу, тогда как отражатель в светильнике рассчитан на сферическую кривую силы света. Однако при определенной конфигурации отражателя, созданного в лаборатории авторами, удалось достичь увеличения освещенности в 2,5 раза. Таким образом, правильно рассчитанный отражатель, система охлаждения и минимальные монтажные изменения позволят получить наиболее приближенные значения освещенности.

Экономическая часть. На данный момент у главного входа в Донской государственный технический университет установлены светильники ЖКУ 250 Орион с ДРЛ лампами на 250 Вт стоимостью 176 руб./шт. Тариф на электроэнергию составляет 6,5 кВт/ч; замена производится в среднем 1 раз в год; стоимость высотных работ 1000 руб/час; замена лампочки 100 руб/шт.; Утилизация ртутных газоразрядных ламп составляет на разных точках сбора 50–70 руб. В летнее время освещение в среднем работает 10 часов в сутки, в зимний период 13 часов в сутки. Таким образом итоговые затраты за год составляют: на электроэнергию — 3 945 рублей, полные — 4 194 рубля.

В проекте была выбрана светодиодная матрица 50 Вт стоимостью 189 руб./шт.; радиатор — 130 руб./шт.; аккумулятор «Tornado» 6СТ–55VL3R на 12 В — 2150 руб./шт.; контроллер для солнечной панели — 700 руб./шт.; солнечная батарея FSM 200P, 200W — 12500 руб./шт. (возможна замена 1 раз в год); ЭПРА — 101 руб./шт. Таким образом итоговые затраты нового проекта за год составляют 15 842 рубля. Если расчет вести по одному светильнику, то разница в цене — 11 647 руб./год. Затем необходимо учесть, что на входе в университет установлены два кронштейна с тремя светильниками. Перерасчет дает уже разницу в 10 000 руб., а в расчете на 10 лет (при условии, что аккумулятор будет выходить из строя раз в 4 года), стоимость составит для текущего проекта освещения 241 676 рублей, а для предложенного проекта — 50 278 руб. Таким образом за 10 лет разница составит 191 398 руб.

Заключение. Показано, что замена светодиодными матрицами ртутных ламп высокого давления является перспективной с финансовой точки зрения. Однако для успешной реализации данного проекта предварительно необходимо решить ряд проблем:

- Заменить пускорегулирующий аппарат (ПРА) на электронный пускорегулирующий аппарат (ЭПРА);



- Решить проблему охлаждения светодиодной матрицы;
- Выбрать правильную методику расчета отражателя для светодиодной матрицы;
- Разработать программу управления всеми режимами работы, как светодиодной матрицы, так и контроллера солнечной батареи для ЭПРА.

В дальнейшем, в рамках развития данного проекта, планируется исследование различных комбинаций светодиодных матриц разного номинала для получения наиболее приближенных к желаемым значениям освещенности и оптимальной кривой силы света.

Библиографический список

1. О внесении изменений в государственную программу Российской Федерации "Энергоэффективность и развитие энергетики" [Электронный ресурс]. — Режим доступа : <http://docs.cntd.ru/document/436706769> (дата обращения: 18.04.2016).

2. О внесении изменений в требования к схемам теплоснабжения, утвержденные постановлением Правительства Российской Федерации от 22 февраля 2012 года N 154 [Электронный ресурс]. — Режим доступа : <http://docs.cntd.ru/document/420225179> (дата обращения: 18.04.2016).

3. Об утверждении государственной программы Российской Федерации "Энергоэффективность и развитие энергетики" (с изменениями на 31 января 2017 года) [Электронный ресурс]. — Режим доступа : <http://docs.cntd.ru/document/499091759> (дата обращения: 18.04.2016).