

что снижает частоту его обслуживания. Размещение подобного оборудования в туристических центрах и знаковых объектах Беларуси позволит повысить уровень обслуживания туристов, увеличит выручку от продажи сувенирной продукции, и будет способствовать укреплению инновационного имиджа страны.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Баранник, А.М. Торговые автоматы: вендинг без секретов / А.М. Баранник. – Москва: Альпина бизнес букс, 2004. – 190 с.
2. Кащенко, В.Ф. Торговое оборудование / В.Ф. Кащенко, Л.В. Кащенко. – Москва: Альфа-М, 2013. – 397 с.

УДК 10.146

### ПОВЫШЕНИЕ ТЕРМОСТОЙКОСТИ И ВЛАГОЗАЩИТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ КОНТАКТОВ LED-ЛАМЕЛЕЙ

*М.С. Никитина, магистрант ФММП БНТУ,  
научный руководитель к.т.н., доцент, Ермаков А.И.*

*Резюме – В работе рассматривается конструкция, призванная обеспечить защиту от влаги электроники и светодиодных модулей ламелей, упростить и снизить время монтажа и значительно уменьшить ее стоимость.*

*Summary – The article deals with the product, designed to provide protection against moisture from electronics and LED lamella modules, simplify and reduce installation time, and significantly reduce its cost.*

**Введение.** В условиях климата Беларуси, основной проблемой при конструировании изделий является обеспечение высокой защиты от влаги и пыли LED модулей и электрических контактов. Все известные способы герметизации имеют как свои преимущества, так и недостатки. Так одной из сложностей производства длинных LED ламелей – это влагозащита электрических элементов в конструкции. Литье компаундом в качестве герметика и изолятора не рациональна, поскольку утрачивается ремонтпригодность ламели. С другой стороны, компаунд нельзя использовать с элементами, подверженными чрезмерному нагреву. При использовании герметизирующих элементов небольшой длины возникает проблема герметизации стыков. При герметизации отдельных LED модулей появляется необходимость в образовании герметичных разъемов с множеством контактов, что ведет к усложнению и удорожанию конструкции.

**Основная часть.** В существующих конструкциях, описанных в патентах CN101021982A и CN203433750U, в качестве защитного водонепроницаемого слоя, к примеру, используется прозрачная перфорированная пленка, что снижает контрастность светодиодного излучения. Конструкция US20150128409, в свою очередь, использует покрытия с отверстиями для светодиодов и силиконовые прокладки. Эти решения имеют следующие общие недостатки: влагозащита обеспечивается для каждого светодиода отдельно; требуется дополнительная влагозащита для электрических элементов и контактов; в устройстве US20150128409 используют силиконовый жидкий герметик, усложняющий обслуживание и ремонт LED модулей.

Приведенная ниже конструкция позволяет решать следующие проблемы: защита от влаги электроники LED ламелей; упрощение процесса герметизации, снижение продолжительности времени монтажа и уменьшение стоимости.

Конструкция WO/2017/065636 представлена светодиодными ламелями, состоящими из LED модулей, водонепроницаемого профиля и свето-прозрачной водонепроницаемой пленки и перфорированных крышек. Модули – это платы, с напаянными спереди светодиодами. Защитный водонепроницаемый профиль может быть различной формы.

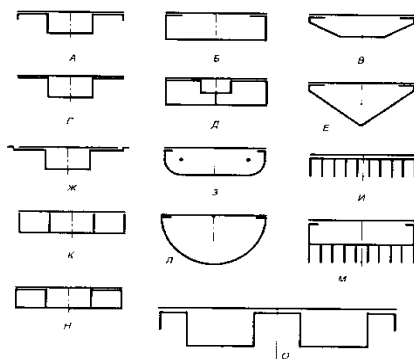


Рисунок 1 – Формы водонепроницаемых профилей

Водонепроницаемая свето-прозрачная пленка наносится на поверхность ламели с помощью специального устройства. Оно состоит из рулона с пленкой и аппарата прижима пленки к поверхности профиля. Светодиодные модули размещают на поверхности профиля, далее наносится водонепроницаемая свето-прозрачная пленка и устройство начинает двигаться вдоль профиля от одного конца к другому. Пленка разматывается из рулона, и прижимное устройство прижимает и приклеивает ее к поверхностям. Возможна вариативность исполнения этого метода: оно может как двигаться вдоль зафиксированного профиля, так и профиль может двигаться относительно зафиксированного устройства. Возможно применение ручного или автоматического устройства нанесения пленки.

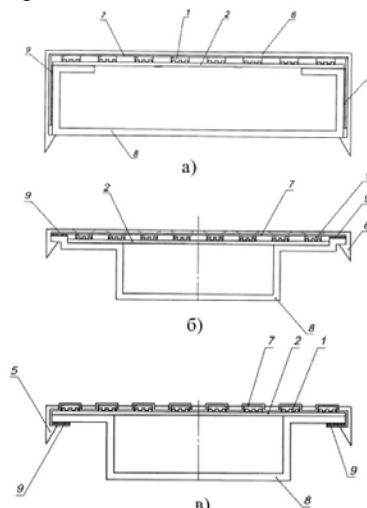


Рисунок 2 – Разрез светодиодной ламели с наклейкой пленки на: а) лицевые поверхности; б) боковые поверхности; в) задние поверхности водонепроницаемого профиля

Изготовление конструкции:

Водонепроницаемые профили изготавливаются экструзией (или прессованием) алюминия. Водонепроницаемая свето-прозрачная пленка получается при помощи экструзии полиуретана с последующим нанесением клеевого слоя или без него. LED модули, после изготовления промышленным методом, могут покрываться водоотталкивающим анти адгезионным покрытием путем напыления анти адгезионного раствора.

При сборке ламели LED модули и электронные платы устанавливаются на профиль. Далее на поверхность профиля наклеивается пленка, с лицевой стороны наносится перфорированное покрытие, фиксирующиеся защелками по бокам. Некоторые узлы устройства, с помощью которого наносится пленка, могут печататься на 3D принтере из пластика или металла. Финальная сборка конструкции осуществляется методом отверточной сборки.

Принцип действия конструкции заключается в следующем: при подведении тока светодиоды начинают испускать свет, проходящий сквозь пленку и отверстия под светодиоды в перфорированных покрытиях. Пыль и вода не проникают сквозь оболочку, состоящую из водонепроницаемого профиля, свето-прозрачной пленки и клеевого слоя. Таким образом, пыль и вода не нарушают работу светодиодных модулей и электроники.

Пленка, наносимая на профиль, изготавливается из полиуретана и обладает значительной прочностью и устойчивостью к растягиванию, проколам и ультрафиолетовому излучению. Также на поверхность светодиодных модулей может наноситься дополнительное защитное покрытие из антиадгезионного водоотталкивающего материала. Дополнительное защитное покрытие препятствует приклеиванию пленки со сплошным клеевым слоем к поверхности LED модуля. К тому же, дополнительное покрытие может препятствовать воздействию воды на светодиоды и печатные платы при пленки.

**Заключение.** Таким образом, данная технология герметизации светодиодных модулей и электроники обеспечивает большую влагозащиту, чем другие методы, что немаловажно в условиях климата нашей страны и позволяет широко использовать данную технологию влагозащиты на других светодиодных конструкциях.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Светодиодный графический экран [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [ru.wikipedia.org/wiki/G09F933](http://ru.wikipedia.org/wiki/G09F933).
2. G09F933. Модуль светодиодного дисплея/ Ченг Джун, Ян Мин, Чжоу Мингбо. – №203433750. Оpubл. 12.02.2014, Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам.

3. G09F933. Наружная оптоэлектронная плата с использованием чипированного светодиодного модуля/Ким Че Ю – № 101021982. Оpubл. 22.08.2007, Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам.

4. H05K5/06. Светодиодная модульная технология уплотнения/ Кай Чен, Янгминг Хуанг, Хуали Лу – № 20150128409. Оpubл. 10.10.2017, Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам.

5. F21V31/00. Водонепроницаемая уплотнительная структура светодиодного модуля и технология его изготовления/Джинг Бао, Чен Джинфред, Ву Шензхонг – № 101603678. Оpubл. 16.12.2009, Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам.

6. G12B 17/08. Устройство и способ создания защитной оболочки светодиодной ламели/ Шторм А.В. – № 2015144442. Оpubл. 20.04.2017, Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам.

УДК 621.793

## ОБЗОР СОСТАВОВ ОБМАЗОК ДЛЯ ЛАЗЕРНОГО ЛЕГИРОВАНИЯ СТАЛЬНЫХ И ЧУГУННЫХ ИЗДЕЛИЙ

*Е.И. Супранович, студентка группы 10505116 ФММП БНТУ,  
научный руководитель - И.М. Косякова*

*Резюме – В настоящее время развитие промышленности направлено на повышение поверхностных свойств, износостойкости и коррозионной стойкости изделий из стали и чугуна. Одним из эффективных способов для повышения физико-химических и эксплуатационных характеристик является поверхностное легирование. В настоящей статье рассмотрены составы обмазок для лазерного легирования стальных или чугунных элементов.*

*Summary – Currently, the development of industry is aimed at improving the surface properties, wear resistance and corrosion resistance of steel and cast iron products. One of the effective ways to improve the physicochemical and operational characteristics is surface doping. This article discusses the compositions of the coatings for laser doping of steel or cast iron elements*

Состав для лазерного легирования стальных деталей [1], состоящий из окиси хрома ( $Cr_2O_3$ ), карбида бора ( $B_4C$ ) и ферросилиция ( $FeSi$ ), обеспечивающий высокую степень упрочнения обработанной поверхности за счет повышения поверхностной микротвердости и глубины модифицированного слоя. Недостатком этого состава является неравномерность изменения микротвердости упрочненного слоя по глубине и неоднородность его по площади обработанной поверхности, что приводит к невысоким показателям износостойкости упрочненной поверхности в условиях многократных контактных нагрузок.

Для поверхностного лазерного упрочнения деталей из конструкционных сталей предлагается состав, включающий углерод (C) и окись хрома ( $Cr_2O_3$ ), а в качестве борсодержащего вещества – борный ангидрид ( $B_2O_3$ ), при соотношении компонентов, представленных в таблице 1.

Таблица 1 – Соотношение компонентов обмазки

Элемент	мас. %
углерод	8...16
окись хрома	25...35
борный ангидрид	остальное

Каждый из элементов в составе выполняют свои определенные функции.

Борный ангидрид ( $B_2O_3$ ) в условиях лазерной обработки взаимодействует с железом и хромом (из матрицы основы и окиси, входящей в заявляемый состав) с образованием соответствующих боридов, обладающих высокой объемной прочностью и твердостью.

Окись хрома ( $Cr_2O_3$ ) взаимодействует при высоких температурах с бором, образуя прочные и твердые бориды, которые в то же время значительно повышают стойкость к трещинам.

Углерод (C) вводится в состав обмазки с целью повышения твердости и прочности получаемого покрытия за счет образования карбидов хрома, а также для стабилизации глубины упрочнения по всей площади обрабатываемой поверхности, что достигается повышением поглощающей способности обмазки и, как следствие, более равномерным распределением энергии по пятну лазерного воздействия в процессе упрочнения.

Указанные свойства компонентов, вводимых в состав обмазки в предлагаемом соотношении, обеспечивают получение при лазерной обработке на поверхности конструкционной стали упрочненного слоя с высокой износостойкостью в условиях многократных динамических нагрузок.