

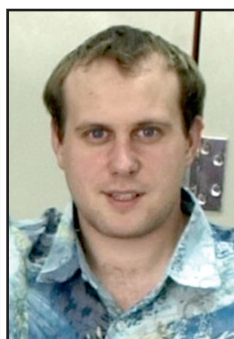


Композитные валики для арматуры контактной сети



Юрий КОЧУНОВ
Yuri A. KOCHUNOV

Николай ИВАНОВ
Nikolay L. IVANOV



Максим ДУПЛЯКИН
Maxim K. DUPLYAKIN

*Кочунов Юрий Александрович – кандидат технических наук, доцент УрГУПС, Екатеринбург, Россия.
Иванов Николай Леонидович – кандидат технических наук, руководитель испытательного центра технических средств железнодорожного транспорта УрГУПС, Екатеринбург, Россия.
Дуплякин Максим Константинович – инженер ИЦ УрГУПС, Екатеринбург, Россия.*

Composite Rollers for Armature of the Contact Network
(текст статьи на англ. яз. – English text of the article – p. 96)

Одной из приоритетных задач в сфере развития контактной сети железных дорог является внедрение малообслуживаемого оборудования, конструкций и элементов. В статье рассмотрена альтернатива применению валиков КС-084. Теоретические исследования допустимой нормативной нагрузки на узел крепления проводов, как и экспериментальная проверка, включавшая оценку механической прочности стеклопластиковых валиков на срыв в соответствии с ОСТ 32.204–2002, показали полную готовность предлагаемых изделий к эксплуатации в конструкциях воздушных линий электропередачи.

Ключевые слова: железная дорога, контактная сеть, арматура, валик, стеклопластик, композит, срез, нагрузка.

Для начала уточним: контактная сеть электрифицированных железных дорог представляет собой сложную систему с большим числом узлов и элементов. Многие из этих элементов можно объединить в понятие «арматура контактной сети» и охарактеризовать как изделия, предназначенные для подвешивания, фиксации в заданном положении, стыковки, анкеровки, механического и электрического соединения проводов, подвешиваемых на опорах контактной сети [1].

Как в России, так и за рубежом арматура контактной сети железных дорог подразделяется по материалу изготовления:

- из чёрных металлов (методом литья);
- из цветных металлов;
- из стали.

С вводом в эксплуатацию самонесущих изолированных проводов получило развитие изготовление узлов и элементов их крепления, выполненных из полимерных композитных материалов. В числе передовых предприятий в этой области можно выделить Siemens AG, Pfisterer, Ribe electrical

fittings, Ensto, Niled, Sicame, Tyco Electronics Simel, МЗВА, ТЭСК [2]. Несмотря на положительный эффект, такие узлы применяются при использовании защищённых проводов.

На сегодняшний день наблюдается активная тенденция развития объектов железнодорожного транспорта с применением полимерных композитных материалов. Помимо мостов, вагонов, из ПКМ изготавливаются опоры, консоли контактной сети и кронштейны воздушных линий электропередачи продольного электроснабжения, которые представляют собой гладкостержневые конструкции [3–6]. С точки зрения повышения их электрической прочности встал вопрос о возможном использовании стеклопластика в качестве материала для валиков в арматуре контактной сети взамен стальных валиков КС-084. Данная деталь планируется в соединении между струновым узлом ЛЭЗ 41.1066 и серьгой КС-075 (рис. 1), в перспективе с заменой металлической серьги на композитную.

Первым этапом анализа является изучение ОСТ 32.204–2002 и сопоставление требуемых норм для новой конструкции валиков.

Так как валик работает на срыв (нагрузка, приложенная к изделию арматуры перпендикулярно плоскости, проходящей через ось провода и ось симметрии арматуры), то необходимо оценить максимальную разрушающую нагрузку поперёк волокон стеклопластика. Разрушающая механическая нагрузка на срыв – это наименьшее значение нагрузки, приложенной к изделию арматуры или соединению проводов, вызывающее их разрушение, деформацию или другие необратимые изменения. Работоспособность изделия определяется коэффициентом запаса механической прочности (отношением разрушающей нагрузки к допустимой) [1].

При этом определены основные параметры, которым должны отвечать композитные валики:

- они должны обеспечивать возможность свободного перемещения сопрягаемых изделий относительно друг друга и исключать возможность самопроизвольного их расщепления в условиях эксплуатации;

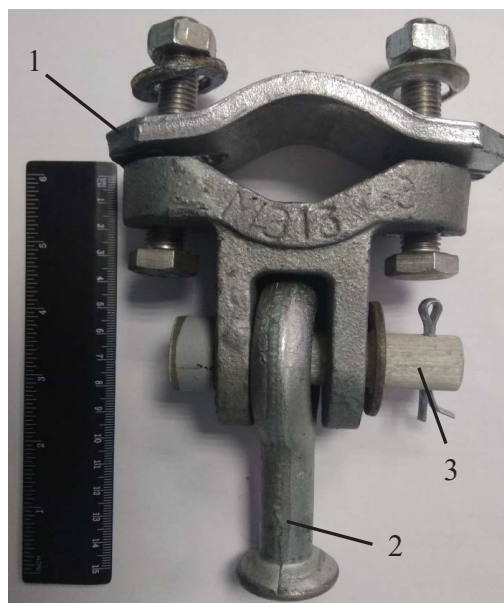


Рис. 1. Узел арматуры контактной сети с использованием композитного валика:
1 – узел струновой ЛЭЗ 41.1066; 2 – серьга КС-075;
3 – композитный валик 19 × 70.

- параметры на срез обязаны отвечать требованиям ОСТ 1.90148–74 [7];
- валики должны изготавливаться из антикоррозионного материала или иметь коррозионностойкое покрытие;
- для изделий арматуры, не воспринимающих нагрузку от проводов, величина нагрузок, вызывающих сдвиг и срыв, должна быть не менее трёхкратной от допустимой;
- срок службы изделий арматуры с крепёжным изделием из антикоррозионного материала должен быть 50 лет.

Для выполнения поставленной задачи использован стенд растяжения/сжатия «Универсальная испытательная машина *Testometric FS100 AT*» (максимальная нагрузка 100 кН). Стенд установлен в испытательном центре технических средств железнодорожного транспорта Уральского государственного университета путей сообщения. Центр является одним из ведущих испытательных центров Уральского региона, где проводятся научные исследования широкой направленности, в том числе исследования свойств полимерных композитов и изделий из них.

На испытания были представлены три образца композитных валиков, изготовлен-





Рис. 2. Схема испытаний на одинарный срез:
1 – ножи; 2 – образец.

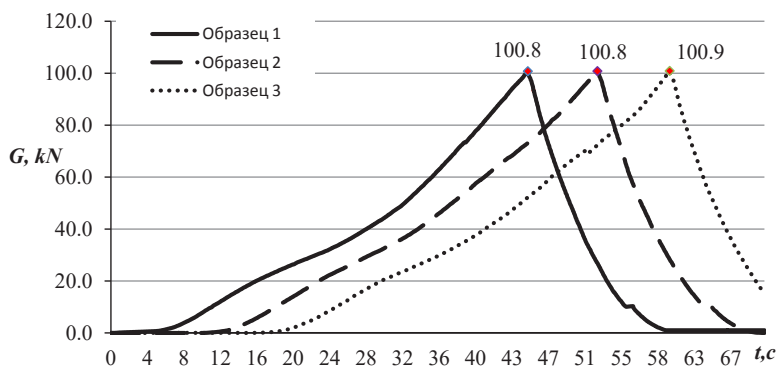


Рис. 3. Диаграммы растяжения.



Рис. 4. Образцы композитных валиков после испытаний.

ных на научно-производственном предприятии «Электромаш» (Екатеринбург). Валики представляют собой стержни диаметром $d = 19$ мм, длиной $l = 70$ мм, имеющие с одной стороны шляпку, а с другой отверстие для шпалты, т.е. внешний вид

полностью повторяет конструкцию валика КС-084.

Испытания на срыв проведены при нормальных климатических условиях и в соответствии с требованиями [7, 8]. На рис. 2 представлена схема испытаний на одинарный срез. Образец вставлен в технологическое отверстие ножей, без натяга, зазор между образцом и ножами не более 0,1 мм. Скорость перемещения ножей не превышает 10 мм/мин при рабочем ходе испытательной машины. Испытания для каждого образца были идентичны, в ходе экспериментов сняты нагрузочные диаграммы, демонстрируемые на рис. 3.

Используя формулу (1) [7], определено сопротивление среза для композитных валиков 19×70 :

$$\tau_{\text{ср}} = \frac{4 \cdot P}{p \cdot d^2} \quad (1)$$

Сопротивление составляет $\tau_{\text{ср}} = 50$ кгс/мм².

Исходя из [9], для конструкционной стали Ст3кп2, из которой изготавливают металлические валики КС-084, при диаметре стержня до 20 мм сопротивление среза составляет 24 кгс/мм², для Ст3пс2 – 25 кгс/мм. Видно, что расчетные значения сопротивления среза для стали в два раза меньше, чем у композитных валиков.

На рис. 4 представлены образцы валиков, прошедшие испытания. На поверхности образцов, в месте приложения нагрузки, имеются следы от ножей, однако полученные повреждения не уменьшили механическую прочность валиков. Они были



Рис. 5. Внешний вид композитного валика KC-K-084.

использованы в дальнейших механических испытаниях полимерных поддерживающих конструкций, предназначенных для воздушных линий электропередачи в устройствах электрификации и электроснабжения железных дорог.

В целях обеспечения срока службы до 50 лет при изготовлении валиков применяются композитные стержни, в которые при производстве добавляется УФ-стабилизатор, а также на поверхность наносится диэлектрическая эмаль. Данная эмаль обладает высокой стойкостью к ультрафиолету, термостарению, истиранию, препятствует проникновению влаги, обладает стойкостью к перемене температур.

На рис. 5 показан образец композитного валика, готового к эксплуатации.

ВЫВОДЫ

По проведённым теоретическим исследованиям допустимая нормативная нагрузка на узел крепления провода (при использовании провода АС-70 в условиях третьего ветрового и гололедного режимов) составляет 1738 Н [10], с учётом коэффициента запаса $k_3 = 3$ разрушающая нагрузка должна быть не менее 5214 Н.

Из экспериментальных исследований определено, что разрушающая механическая нагрузка композитных валиков 19×70 превышает 100 кН, что на 95 % больше нормативно-допустимого значения.

Таким образом, композитные валики соответствуют требованиям [1, 7] на срыв

и могут быть использованы в арматуре контактной сети.

ЛИТЕРАТУРА

1. ОСТ 32.204–2002. Арматура контактной сети электрифицированных железных дорог. Общие технические условия. — М.: МПС России, 2003. — 44 с.
2. Аналитический обзор производителей арматуры для самонесущего изолированного провода, представленных на российском рынке // Кабель-news. — 2007. — № 11. [Электронный ресурс]: http://www.kabel-news.ru/issue/announces_18.html. Доступ 05.06.2018.
3. Консоль контактной сети РЖД. [Электронный ресурс]: <http://www.nccrussia.com/ru/products/220-konsol-kontaktnoj-seti-rzhd.html>. Доступ 05.06.2018.
4. Нанотехнологии на железнодорожном транспорте: каталог / Роснано «Железнодорожная отрасль», ОАО «РЖД». [Электронный ресурс]: http://www.rusnano.com/upload/images/download/ROSNANO_RZD_brochure.pdf. Доступ 05.06.2018.
5. Кочунов Ю. А., Грехов А. О. Современные поддерживающие конструкции // Инновационный транспорт-2016: специализация железных дорог / Матер. междунар. науч.-техн. конф., посвящ. 60-летию основания УрГУПС. — Екатеринбург: Изд-во УрГУПС, 2017. — С. 67–73.
6. Лукьянов А. М., Чепелев Ю. Г., Бардин А. Н. Разрабатываем полимерные консоли // Мир транспорта. — 2016. — № 3. — С. 60–71.
7. ОСТ 1.90148–74. Металлы. Метод испытания на срез. — М., 1974. — 8 с.
8. ГОСТ 15150–2013. Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды. — М.: Стандартинформ, 2013. — 76 с.
9. ГОСТ 535–2005. Прокат сортовой и фасонный из стали углеродистой обыкновенного качества. Общие технические условия. — М.: Стандартинформ, 2005. — 12 с.
10. Кочунов Ю. А., Паранин А. В., Иванов Н. Л., Егоров Д. В. Механические параметры кронштейна КПВЛТ // Транспорт Урала. — 2017. — № 4. — С. 76–81.

Координаты авторов: **Кочунов Ю. А.** – yukochunov@mail.ru, **Иванов Н. Л.** – icts@bk.ru, **Дуплякин М. К.** – mkduplyakin@gmail.com.

Статья поступила в редакцию 13.04.2018, актуализирована 05.06.2018, принята к публикации 09.06.2018.

