journal homepage: [www.alfabuild.spbstu.ru](http://www.alfabuild.spbstu.ru)

doi: 10.34910/ALF.13.6

## Сравнение отечественных композитных опор наружного освещения

### Comparison between domestic composite supports of outdoor lighting

Е.Э. Хамидуллова <sup>1\*</sup>, Е.С. Васюткин <sup>2</sup>, А.Б. Гончаров <sup>3</sup><sup>1</sup> Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого<sup>2</sup> ООО "Композитные Технологии и Оснастка"<sup>3</sup> Комитет по развитию транспортной инфраструктуры Санкт-ПетербургаE.E. Khamidullova <sup>1\*</sup>, E.S. Vasyutkin <sup>2</sup>, A.B. Goncharov <sup>3</sup><sup>1</sup> Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University<sup>2</sup> Composite Technology and Tooling Ltd.<sup>3</sup> Committee for transport infrastructure development of St. Petersburg

#### КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

структуры,  
устойчивое развитие,  
исследование,  
полимерные композиционные материалы,  
композитные опоры,  
опоры наружного освещения

#### KEYWORDS

composition,  
sustainable development,  
research,  
polymeric composite materials,  
composite supports,  
lighting supports

#### АННОТАЦИЯ

В данной статье рассматриваются опоры из композитных материалов отечественного производства. В современном мире использование полимерных композиционных материалов распространено благодаря их преимуществам перед другими материалами. В настоящее время композиты активно применяются как материал для опор наружного освещения, которые, как правило, ставятся вдоль автомобильных и железных дорог, на объектах, предназначенных для отдыха и спорта, на частной территории. В связи с этим на отечественном рынке существует множество предприятий, готовых предложить изготовление таких опор наружного освещения. Так как создание и установка таких опор является развивающейся отраслью, то на отечественном рынке существует множество фирм, готовых предложить свои услуги. В основе исследования лежит метод сравнения продуктов, предлагаемых производителями, по следующим критериям: по материалу, методу намотки, основным физико-механическим свойствам, сроку эксплуатации и стоимости. В качестве армирующего волокна все три компании используют один и тот же наполнитель – стеклопластик. Однако связующие вещества и способ намотки волокна выбирают разные, поэтому рассматриваемые опоры имеют разные характеристики по физико-механическим свойствам, сроку службы и стоимости. Из полученных результатов сделан следующий вывод: серийные композитные опоры, выпускаемые тремя рассмотренными предприятиями, имеют различные интересные инженерные решения, которые успешно реализуются на строящихся и эксплуатирующихся объектах в разных климатических зонах Российской Федерации. У каждой опоры есть свои преимущества и недостатки. Полученные результаты имеют высокую научную значимость, так как на данный момент отыскивается все больше вариантов создания опор наружного освещения для того, чтобы повысить их прочность, увеличить срок службы и диапазон внешних условий, которые опоры смогут выдержать.

#### ABSTRACT

This article examines domestically produced supports made of composite materials. In the modern world the use of composite polymeric materials is distributed due to their advantages over other kinds of materials. Nowadays composites are being actively used as material for outdoor lighting supports which are assembled along roads and railways, on private property and in the facilities designed for recreation and sports. In this regard, there are many companies on the domestic market which are ready to offer production of such supports of outdoor lighting. Since development and assemblage of such supports is indeed a fast-moving sector, there are a lot of firms on domestic market which are ready to offer their services. The study builds on the method of comparison of products offered by producers by the following aspects: materials, winding technique, basic physico-mechanical properties, the useful life and cost. All three companies use the same fiber composite, which is fiberglass, as a reinforcing fiber. However, the companies choose different binding agent and method for winding. Therefore, the considered

supports have different physico-mechanical properties, the useful life and cost. The results of the study show us that serial composite supports, manufactured by the three considered companies, have different interesting engineering solutions which are being successfully implemented on objects under construction in different climate zones of Russian Federation. Every support has its advantages and disadvantages. The results are of high scientific importance. More and more ways of engineering supports of outdoor lighting are being figured out at present in order to increase their strength and useful life and improve resilience against environmental conditions.

## Введение

Поиск новых материалов и технологий для изготовления изделий с повышенными физико-механическими характеристиками неразрывно связан с развитием общества. В данной статье рассматривается современное состояние развития производства отечественных композитных опор.

Полимерные композиционные материалы (ПКМ) стали основным классом материалов, удовлетворяющих жестким, часто противоречивым друг другу требованиям. За относительно короткое время полимерные композиционные материалы (ПКМ) превратились из материалов стратегического назначения в материалы широкого применения, использующиеся в строительной индустрии, топливно-энергетическом комплексе, жилищно-коммунальном хозяйстве. [1]

Полимерный композиционный материал (ПКМ) – это композит, матрица которого образована из термореактивных полимеров. [2]

Применение композитов очень широко. Они используются в машиностроении, в строительстве зданий и сооружений, в медицине. Например, из ПКМ изготавливают корпуса автомобилей и самолетов, детали, протезы, кровли зданий, декоративные элементы.

В настоящее время композиты активно используются как материал для опор освещения, которые, как правило, ставятся вдоль автомобильных и железных дорог, на объектах, предназначенных для отдыха и спорта, на частной территории. Опоры из композитных материалов рассматриваются как реальная альтернатива бетонным и металлическим предшественникам, уже сейчас очевиден ряд их преимуществ [3]. Технология производства обеспечивает конструкциям определенную прочность и стойкость к внешним воздействиям. [4] Главными достоинствами таких опор являются способность выдерживать резкие перемены температур и влажность, стойкость к коррозии. Они намного легче изделий из стали и железобетона (рисунок 1), но не уступают им по прочности (рисунок 2), просты в транспортировке и сборке. Однако модуль упругости композита меньше, чем у стали (рисунок 3), поэтому при том же значении напряжения изделие из композита будет деформироваться больше, чем изделие из стали. Низкий вес изделий уменьшает давление на грунт и способствует сохранению верхнего строения автодорог. Кроме того, при наездах на опоры из ПКМ снижается травматичность, потому что такие изделия обладают более низким весом, а также обладают амортизирующим эффектом.

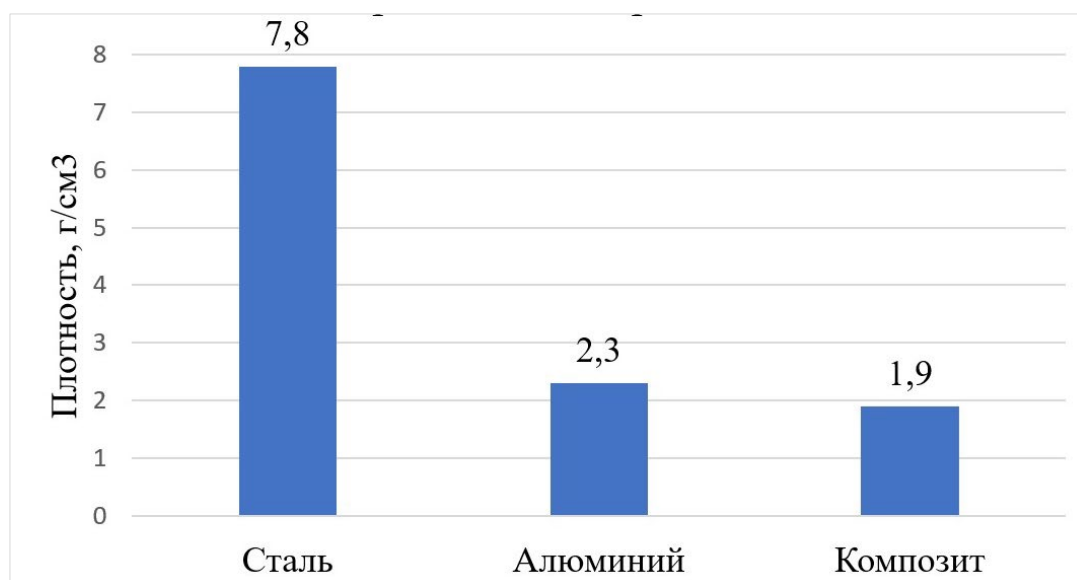
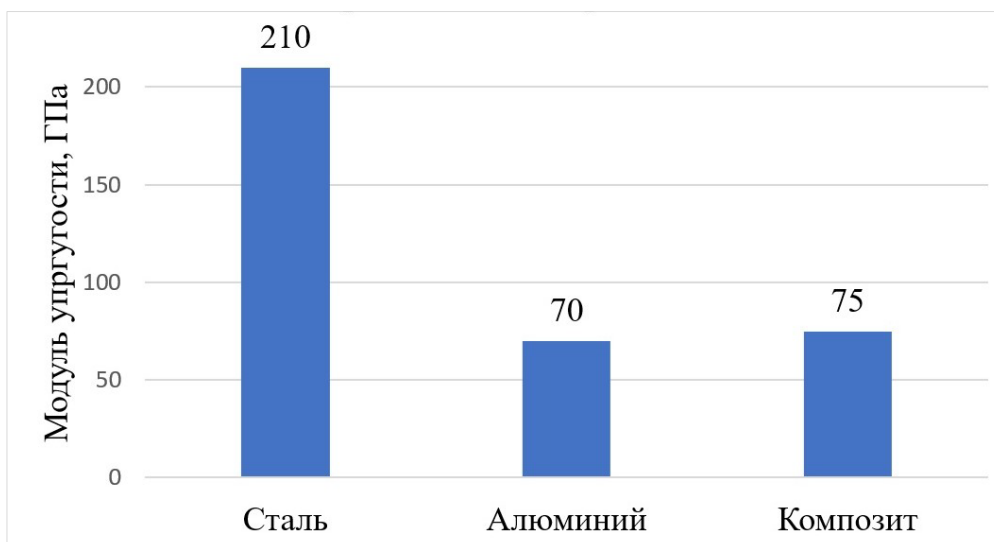
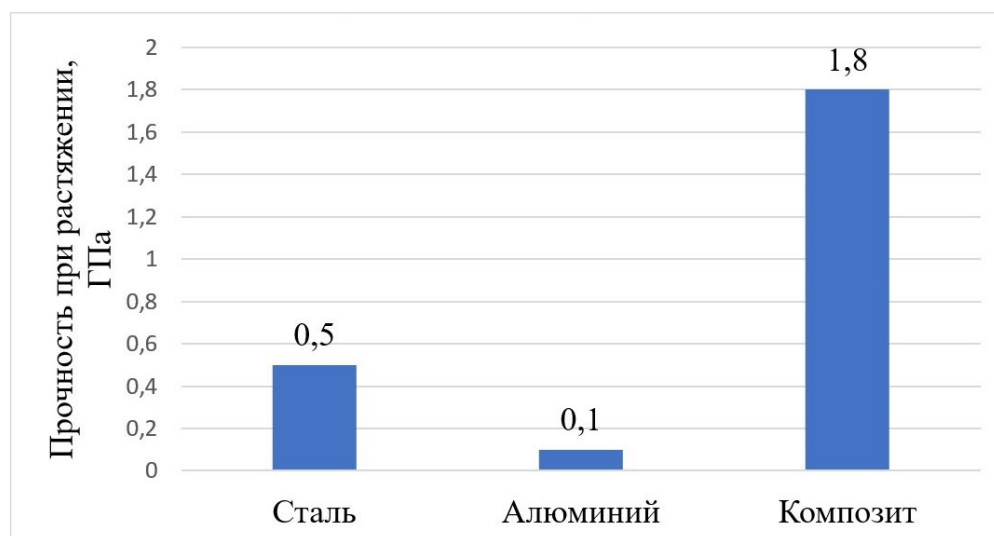


Рисунок 1 - Сравнение материалов по прочности при растяжении



**Рисунок 2 - Сравнение материалов по модулю упругости**



**Рисунок 3 - Сравнение материалов по плотности**

Первым этапом в создании композитной опоры является выбор связующего вещества и наполнителя.

В качестве наполнителя, одного из компонентов композита, могут быть использованы армирующие волокна, а именно: стекловолокно, базальтовое волокно, углеволокно. В зависимости от того, какое волокно будет в составе композита, будут меняться основные физико-механические свойства материала. Так, например, наиболее прочным на растяжение является композит с наполнителем углеволокно, менее прочным – с наполнителями базальтовое волокно и стекловолокно. В таком же порядке вышеуказанные материалы располагаются по таким физико-механическим свойствам, как усталостная стойкость, напряжение в условиях низких температур.

Как связующее вещество могут быть использованы смолы: винилэфирная, полиэфирная и эпоксидная. При равных условиях наибольшей прочностью будут обладать материалы, в состав которых входит эпоксидная смола.

У композитных материалов низкий удельный вес (в 4-8 раз меньше стали), высокая прочность, высокая коррозионная стойкость, высокая химстойкость, низкая теплопроводность. Важно отметить, что срок службы изделий из композитов не менее 100 лет.

При выборе наполнителя и связующего вещества стоит учитывать условия, в которых будет эксплуатироваться изделие. Так, например, наиболее дорогим наполнителем является углеволокно, а связующим веществом – эпоксидная смола. Если при использовании изделия на него будет оказываться нагрузка меньше, чем может выдержать композит такого состава, то следует выбрать для композита другие вещества, которые выдержат условия эксплуатации и будут более дешевыми.

Выбор метода производства изделий из полимерных композиционных материалов (ПКМ) обусловлен, во-первых, формой и габаритами изделий, во-вторых, производительностью технологического процесса и физическими параметрами процесса, в-третьих, требованиями, которые предъявляются к изделиям.

При производстве опор освещения из композитных материалов наиболее удачным является метод спирально-винтовой намотки, при котором укладка витков осуществляется с некоторым постоянным нахлестом или встык друг к другу. Следовательно, за один проход раскладывающего устройства формируется многослойная структура либо наматывается один слой материала, равный толщине ленты. Типовой процесс намотки композитных труб представлен на рисунке 4.



**Рисунок 4 - Типовой процесс намотки композитных труб**

Такой способ позволяет обеспечить равную прочность в кольцевом и осевом направлениях, высокие показатели модуля упругости и плотности материала, что является основными критериями качества опор.

В данной статье рассматривается современное состояние развития производства отечественных композитных опор, а также опоры наружного освещения. Целью данного исследования является выявление преимуществ и недостатков опор, предлагаемых отечественными производителями, а также нахождение среди рассматриваемых объектов опоры, имеющей более высокие показатели. Поставлены следующие задачи: изучение литературы, поиск объектов для исследования, исследование объектов по характеристикам, формулировка критериев для сравнения, проведение сравнения по заданным критериям, обобщение полученных результатов.

Сравнение композитных опор освещения, производимых разными предприятиями, ранее не проводилось.

### ***Материалы и методы***

Так как создание и установка опор освещения является развивающейся отраслью, то существует много фирм, готовых предложить свои услуги.

Для исследования опор освещения высотой 7,5 метра были взяты 3 компании: ООО "Сафит инжиниринг" г. Санкт-Петербург, ООО НПП "ЗСТ" г. Казань, ООО "Компания Связьэнергомонтаж МО" г. Москва. Композитные опоры этих предприятий были рассмотрены по следующим критериям:

1. Материал опоры
2. Метод намотки
3. Материал защитного покрытия
4. Максимально допустимое горизонтальное усилие в верхней точке опоры
5. Минимальный коэффициент запаса прочности
6. Отклонение верха опоры от вертикальной оси при максимально допустимом горизонтальном усилии в верхней точке опоры
7. Масса опоры
8. Температура эксплуатации

9. Срок эксплуатации  
 10. Суммарная стоимость за 100 комплектов с доставкой в СПб без НДС  
 Данные представлены в таблице:

Таблица 1 - Информация об опорах освещения

Компания	ООО "Сафит инжиниринг"	ООО НПП "ЗСТ"	ООО "Компания Связьэнергомонтаж МО"
Наименование опоры под кабель	ООКФ-120/112-7,5 (опора осветительная композитная фланцевая)	"HAMELEON" ОРСП 7,5-100/63-4,5/3-2 (составная на резьбовом соединении, с механической обработкой)	Опора стеклопластиковая фланцевая КНФ-7,5/216/115/8-2,5
Материал опоры	Стеклопластик на основе полиэфирных и эпоксидных смол	Стеклопластик на основе эпоксидных смол	Стеклопластик на основе полиэфирных смол
Метод намотки	Спирально-ленточная намотка	Спирально-кольцевая намотка	Спирально-кольцевая намотка
Материал защитного покрытия	При намотке добавляются присадки в состав смол для защиты от внешней среды без обслуживания во время эксплуатации	Окрашивание обеспечивает стойкость к воздействию ультрафиолета, абразивостойкость, цветостойкость, антивандальность	При намотке опоры связующее модифицируется световым стабилизатором и ультрафиолетовым абсорбентом, чтобы обеспечить светостабилизацию и защиту от разрушающего действия UV-излучения.
Максимально допустимое горизонтальное усилие в верхней точке опоры, кгс	80	80	250
Минимальный коэффициент запаса прочности	2	3 (Испытательное горизонтальное усилие - 247 кг)	1,2
Отклонение верха опоры от вертикальной оси при максимально допустимом горизонтальном усилии в верхней точке опоры, м	0,5	не более 0,3 м	не более 4% от высоты опоры
Масса опоры (без фундамента), кг	61,5	38	80 кг вместе с фланцем 63 кг стойка опоры без фланца
Температура эксплуатации	от -50 до +50	от -60 до +60	от -60 до +60
Срок эксплуатации	не менее 40 лет	не менее 50 лет	не менее 50 лет всех элементов мачты освещения
Суммарная стоимость за 100 комплектов с доставкой в СПб без НДС, руб.	2 103 550	3 440 760	2 987 085

## Результаты и обсуждения

В качестве армирующего волокна все три компании используют один и тот же наполнитель – стеклопластик. Однако связующие вещества выбраны разные. Предприятие ООО НПП "ЗСТ" для изготовления опор использует эпоксидную смолу, которая, как было сказано выше, при одинаковых условиях эксплуатации придает материалу наибольшую прочность. Следовательно, у опор других компаний, где используется или полиэфирная смола, или смесь полиэфирной и эпоксидной смолы, показатели прочности будут ниже. Предприятия ООО НПП "ЗСТ" и ООО "Компания Связьэнергомонтаж МО" при создании опор используют метод спирально-кольцевой намотки, что обеспечивает высокую прочность и жесткость изделия. ООО "Сафит инжиниринг" применяет метод спирально-ленточной намотки, при этом укладка волокон неравномерная, плотность материала невысокая, что ухудшает физико-механические характеристики труб. Предприятие ООО "Сафит инжиниринг" при намотке опоры добавляет в состав смол присадки для защиты от агрессивной внешней среды, в том числе цветостабилизирующие, и для защиты от разрушающего UV-излучения согласно техническим условиям, что сохраняет первоначальный внешний вид опоры. Компания ООО НПП "ЗСТ" осуществляет покраску как в объеме изделия, так и снаружи в любой



цвет по каталогу RAL. Такое окрашивание обеспечивает: стойкость к воздействию ультрафиолета, абразивостойкость, цветостойкость, антивандальность, то есть при повреждении наружного слоя оголяется внутренний, имеющий тот же цвет. ООО "Компания Связьэнергомонтаж МО" при намотке опоры модифицирует связующее вещество световым стабилизатором и ультрафиолетовым абсорбентом, что позволяет обеспечить превосходную светостабилизацию и защиту от разрушающего действия UV-излучения. Из вышесказанного следует, что при покраске все изделия защищены от воздействия ультрафиолетовых лучей, потому что ультрафиолетовая часть спектра видимого света оказывает существенное деструктурирующее влияние на полимерные макромолекулы, приводя к значительному уменьшению эксплуатационных характеристик изделий из полимеров. [5] Однако стоит отметить, что у изделий компании ООО НПП "ЗСТ" кроме этого свойства имеется ряд других преимуществ, а именно: эти изделия сохраняют цвет, являются стойкими при действии на них абразивными материалами. Опоры компании ООО "Компания Связьэнергомонтаж МО" обладают наибольшим максимально допустимым горизонтальным усилием в верхней точке опоры, что является хорошим показателем физико-механических свойств изделия. Самый высокий минимальный коэффициент запаса прочности у опор предприятия ООО НПП "ЗСТ". Это говорит о том, что данные изделия могут выдержать нагрузку, выше рассчитанной, гораздо больше, чем другие. Наибольшее отклонение верха опоры от вертикальной оси при максимально допустимом горизонтальном усилии в верхней точке опоры отмечается у опоры предприятия ООО "Сафит инжиниринг". Это свидетельствует о том, что физико-механические свойства данного изделия ниже, чем у остальных. Опора "HAMELEON" ОРСП 7,5-100/63-4,5/3-2 (составная на резьбовом соединении, с механической обработкой) имеет меньшую массу, а значит, ее удобнее транспортировать и устанавливать. Температура эксплуатации, а также срок эксплуатации у опоры ООКФ-120/112-7,5 (опора осветительная композитная фланцевая) ниже, чем у двух других.

Наиболее дешевыми являются опоры ООКФ-120/112-7,5 (опора осветительная композитная фланцевая), что объясняется использованием в создании опоры более дешевых и, соответственно, менее прочных составляющих материалов. Из представленных опор самой дорогой является "HAMELEON" ОРСП 7,5-100/63-4,5/3-2 (составная на резьбовом соединении, с механической обработкой), но в то же время она самая качественная из представленных. Среднюю цену имеет опора стеклопластиковая фланцевая КНФ-7,5/216/115/8-2,5.

При выборе опоры освещения следует ориентироваться на условия, в которых она будет использоваться, на качество изделия. От этого зависит срок ее эксплуатации.

## Заключение

Таким образом, очевидно, что серийные композитные опоры, выпускаемые тремя рассмотренными предприятиями, имеют различные интересные инженерные решения, которые успешно реализуются на строящихся и эксплуатирующихся объектах в разных климатических зонах Российской Федерации.

Опоры "HAMELEON" ОРСП 7,5-100/63-4,5/3-2 (составные на резьбовом соединении, с механической обработкой), выпускаемые предприятием ООО НПП "ЗСТ", имеют более высокие показатели по всем критериям, кроме максимального допустимого горизонтального усилия в верхней точке, однако, являются самыми дорогими из представленных. Характеристики опор, предлагаемых компанией ООО "Компания Связьэнергомонтаж МО", несколько ниже, чем у "HAMELEON" ОРСП 7,5-100/63-4,5/3-2 (составные на резьбовом соединении, с механической обработкой). Кроме того, изделия имеют наименьший минимальный коэффициент запаса прочности и являются самыми тяжелыми, но обладают наибольшее значение максимального допустимого горизонтального усилия в верхней точке опоры. Среди рассматриваемых опор занимают второе место по стоимости. Опоры ООКФ-120/112-7,5 (опоры осветительные композитные фланцевые) фирмы ООО "Сафит инжиниринг" являются вторыми по минимальному коэффициенту запаса прочности и по массе, но у данных опор остальные показатели более низкие по сравнению с другими изделиями. Из представленных продуктов обладают наименьшей стоимостью.

Физико-механические характеристики зависят в основном от выбора армирующего волокна и наполнителя, а также способа намотки волокна.

С течением времени, получив объективную картину мониторинга этих опор, с уверенностью можно сказать, какое из разработанных решений обладает объективным преимуществом.

### Литература / References

- [1]. Grigorev S.N., Krasnovskii A.N., Khaziev A.R. Razrabotka nauchnykh osnov tekhnologii nepreryvnogo izgotovleniia slozhnoarmirovannykh trub iz polimernykh kompozitsionnykh materialov [Development of scientific bases of the technology of continuous production of complex reinforced pipes from polymeric composite materials]. *Plasticheskie massy*. 2011. No 12. Pp.56 – 58. (rus)
- [2]. State Standard 32794 –2014. Polymer composites. Terms and definitions. Moscow, Standartinform Publ., 2015. Pp.98. (rus)

- [3]. Trishina O. «Tyumenenergo» proveriaet na prochnost kompozitnye opory [«Tyumenenergo» checks the strength of composite supports]. Elektroenergiia. Peredacha i raspredelenie. 2013. No 4. Pp.62 – 63. (rus)
- [4]. Sarmiento M., Lacoursiere B. A. State of the Art Overview Composite Utility Poles for Distribution and Transmission Applications // Transmission and Distribution Conference and Exposition: Latin America. Venezuela., 2006. Pp. 1–4.
- [5]. Dobavki - Svetostabiliziruiushchie dobavki - Alfa-Khims [Additives - Light-stabilizing additives - Alfa-Khims] [Online]. URL: <http://alfahims.ru/> RU (reference date: 29.09.2019). (rus)
- [6]. State Standard 32947 –2014. Automobile roads of the general use. Supports stationary electric lighting. Technical requirements. Moscow, Standartinform Publ., 2016. Pp.26. (rus)
- [7]. State Standard. 55068–2012. Glass-fibre – and basalt-fibre reinforced epoxy plastic pipes and parts of pipelines. Specifications Moscow, Standartinform Publ., 2013. Pp.55. (rus)
- [8]. CHELLIAH, Anand. Mechanical Properties and Abrasive Wear of Different Weight Percentage of TiC Filled Basalt Fabric Reinforced Epoxy Composites. Materials Research. 2019.-Vol. 22. No 2.
- [9]. Thomason, J.L. Glass Fibre Sizing: A Review. Composites Part A: Applied Science and Manufacturing. 2019. Vol. 127.
- [10]. Nazaruddin, N. Akram, A. Hasanuddin, I. Iqbal, M. Kurniawan, R. Putra, R. Mechanical properties of glass fiber reinforced polyester resin for use as the wall of the Acehnese boat 'Thep-Thep'. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2019.
- [11]. Buketov, A., Sapronov, O., Brailo, M., Stukhlyak, D., Yakushchenko, S., Buketova, N., Sapronova, A., Sotsenko, V. The Use of Complex Additives for the Formation of Corrosion- and Wear-Resistant Epoxy Composites. Advances in Materials Science and Engineering. 2019.
- [12]. Sun Z. Progress in the research and applications of natural fiber-reinforced polymer matrix composites. Science and Engineering of Composite Materials. 2017. Vol. 25. No 5. Pp. 835–846.
- [13]. Jaafar J., Siregar J., Mohd Salleh S., Mohd H., Mohd H., Cionita T., Rihayat T. Important Considerations in Manufacturing of Natural Fiber Composites: A Review. International Journal of Precision Engineering and Manufacturing-Green Technology. 2019. Vol. 6. No 3. Pp. 647–664.
- [14]. Karvanis K., Rusnáková S., Žaludek M., Čapka A. Research on the Multi-factor Aging Resistance for the materials of Composite Poles. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2016.
- [15]. Li, P., Wu, X., Feng, B., Xie, F. Preparation and Dynamic Mechanical Analysis of Glass or carbon Fiber/Polymer Composites. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2019.
- [16]. Fukuyama, H. Fibre – Reinforced Polymers in Japan. Structural Engineering International. 1999. No 4. Pp. 263–266.
- [17]. Adamov A. A., Laptev M. Iu., Gorshkova E.G. Analiz otechestvennoi i zarubezhnoi normativnoi bazy po mekhanicheskim ispytaniyam polimernykh kompozitsionnykh materialov [Analysis of domestic and foreign regulatory framework for mechanical testing of polymer composites]. Konstrukcii iz kompozitnykh materialov. 2012. No 3. Pp. 72– 77. (rus)
- [18]. Kaiumov R.A., Sharafutdinova A.A. Ob otcenke dolgovechnosti stroitelnykh konstrukcii iz stekloplastika [About an estimation of a durability of the building designs from fiberglass plastic]. Izvestiia KGASU. 2017. № 2. S. 114–123. (rus)
- [19]. Negmatullaev S.Kh. Primenenie materialov na osnove bazaltovykh volokon v stroitelstve [Application of basalt fiber-based materials in construction]. Stroitelnye materialy, oborudovanie, tekhnologii XXI veka. 2015. No 5-6. Pp. 15-19. (rus)
- [20]. Dumanskii A.M., Tairova L.P., Gortlach I., Alimov M.A. Raschetno-eksperimentalnoe issledovanie nelineinykh svoystv ugleplastika [Calculation and experimental study of nonlinear properties of carbon fiberglass]. Journal of Machinery Manufacture and Reliability. 2011. No 5. Pp. 91-97. (rus)
- [21]. Lobanov, D., Babushkin, A. Experimental studies of the high temperature influence on strength and deformation properties of combined glass organoplastics. PNRPU Mechanics Bulletin. 2017. No 1. Pp. 104-117. (rus)

---

**Контактная информация**

- 1.\* +79819079430; e-khamidullova@mail.ru  
Евгения Эльвировна Хамидуллова, студентка
2. +79262220789; evasyutkin@yandex.ru  
Евгений Сергеевич Васюткин, генеральный директор
3. +7931326-22-56, goncharov@krti.gov.spb.ru  
Алексей Борисович Гончаров, заместитель  
председателя Комитета, к.э.н.

**Contact information**

- 1.\* +79819079430; e-khamidullova@mail.ru  
Evgeniia Khamidullova, student
  2. +79262220789; evasyutkin@yandex.ru  
Evgeny Vasyutkin, general director
  3. +7931326-22-56, goncharov@krti.gov.spb.ru  
Alexey Goncharov, deputy chairman of the Committee,  
Cand. Econ. Sc.
- 

© Хамидуллова Е.Э., Васюткин Е.С., Гончаров А.Б., 2020