



ИННОВАЦИОННОЕ ПРОИЗВОДСТВО КОМПОЗИТОВ: ОТ СТРОИТЕЛЬНОЙ АРМАТУРЫ ДО МОДУЛЕЙ ЭЛЕКТРОБУСА

INNOVATIVE PRODUCTION OF COMPOSITES: FROM REBAR TO ELECTRIC BUS MODULES

DOI: 10.22184/1993-8578.2017.79.8.24.29

Д.Георгиев / printcomrussia@mail.ru
D.Georgiev

В сентябре-октябре на улицах Москвы прошел испытания первый в стране цельнокомпозитный электробус, созданный Нанотехнологическим центром композитов (НЦК) и венгерским холдингом Evopro Group. Российский участник совместного проекта выпускает самонесущий модульный стеклопластиковый кузов, применение которого позволило существенно снизить массу транспортного средства. Производство элементов кузова и других изделий из композиционных материалов было продемонстрировано журналистам в ходе пресс-тура, организованного НЦК совместно с ФИОП РОСНАНО.

In September-October, the first in Russia all-composite electric bus created by the Nanotechnology Centre of Composites (NCC) and the Hungarian Evopro Group was tested on the streets of Moscow. The Russian participant of the joint project produces a self-supporting modular fiberglass body, the use of which has allowed to significantly reduce the mass of the vehicle. Production of body parts and other products made of composite materials was demonstrated to journalists during a press tour organized by the NCC in conjunction with the FIEP RUSNANO.

НЦК – производственно-инжиниринговый центр, созданный в 2012 году холдингом "Композит" и Фондом инфраструктурных и образовательных программ РОСНАНО. В 2014 году в число учредителей вошла компания DowAksa Advanced Composites Holdings – совместное предприятие Dow Chemical (США) и Aksa (Турция).

В настоящее время НЦК располагает производством площадью 15 тыс. м², где эксплуатируется более 40 технологических машин и линий. Предприятие располагает современными лабораториями с 60 единицами измерительной техники. В общей сложности в оборудование было инвестировано около 25 млн евро. В штате НЦК работают более 200 специалистов, решающих широкий круг задач в области разработки и производства продукции из композиционных материалов.

КОМПЕТЕНЦИИ

Компетенции НЦК включают разработку концепции, НИР, ОКР, опытно-технологические работы, изготовление оснасток, опытное производство, лабораторные и сертификационные испытания

(функциональные, климатические, механические, температурные и специальные), а также промышленное производство.

В производстве используются автоклавное формование, напыление, инфузия, инжекция (Resin Transfer Moulding, RTM), литье под низким давлением (Reaction Injection Molding, RIM), инжекция длинного волокна (Long Fiber Injection, LFI), прессование препрегов/премиксов (SMC/BMC), пултрузия, намотка, термоформовка, литье под давлением. В цехе механообработки выполняются отрезные операции, токарно-фрезерная обработка, сварка, гидроабразивная резка, лакокрасочные работы.

Например, важным направлением является изготовление изделий из стеклопластика и углепластика по технологии вакуумной инфузии (напыления, контактного формования, RTM и пр.). Дешевизна технологической оснастки и хорошие механические свойства материалов позволяют получить качественные, недорогие и долговечные изделия даже при изготовлении единичной продукции. В частности, НЦК успешно реализовал несколько десятков проектов по изготовлению методом вакуумной инфузии

разных типов крышек, кожухов, обтекателей, спойлеров, бамперов, панелей, крыльев.

Установленное в центре оборудование для литья под давлением обеспечивает усилие смыкания до 1150 т и максимальную массу впрыска до 3 кг. Возможен выпуск сложных деталей с использованием двух материалов. Изделия имеют идеально ровную поверхность без раковин и инородных включений при 5-12 классе точности геометрических размеров. Производственная мощность участка литья под давлением достигает 50 тыс. изделий в день.

Методом термовакуумного формования пластиков НЦК выпускает элементы корпусов для производственного оборудования, медицинской и бытовой техники, а также детали внутренней и внешней обшивки кабин (панели, накладки, кожухи, крышки) и многое другое.

При разработке новых изделий из полимерных композиционных материалов (ПКМ) осуществляются консолидация, анализ и согласование



На участке механической обработки
At machining site

NCC is an industrial and engineering center created in 2012 by the Composite holding company and the Fund for Infrastructure and Educational Programs of RUSNANO. In 2014, DowAksa Advanced Composites Holdings, a joint venture of Dow Chemical (USA) and Aksa (Turkey), became one of the owners..

Currently, NCC has a production area of 15 thousand sq.m, where more than 40 technological machines and lines are operated. The enterprise has modern laboratories with 60 units of measuring equipment. In total, about 25 million euros were invested in the equipment. NCC employs more than 200 specialists who solve a wide range of problems in the development and manufacturing of products made of composite materials.

COMPETENCIES

The competencies of the NCC includes the development of a concept, R&D, experimental and technological work, the manufacture of machining attachments, pilot production, laboratory and certification tests (functional, climatic,

mechanical, temperature and special) and industrial production.

Autoclave molding, spraying, infusion, Resin Transfer Molding (RTM), Reaction Injection Molding (RIM), long fiber injection (LFI), SMC/BMC, pultrusion, winding, thermoforming, injection molding are used in production. In the machining department, cutting operations, turning and milling, welding, hydroabrasive cutting, and varnish-and-paint operations are performed.

For example, an important area is the manufacture of products made of fiberglass and CFRP using vacuum infusion technology (spraying, contact forming, RTM, etc.). The cheapness of technological equipment and good mechanical properties of materials make it possible to obtain high-quality, inexpensive and durable products even in the manufacture of single batches. In particular, NCC successfully implemented several dozens of projects for the production of various types of caps, casings, fairings, spoilers, bumpers, panels, wings by the method of vacuum infusion.

The center has injection molding equipment, which provides a clamping force of up to 1150 tonnes and a maximum injection mass of up to 3 kg. It is possible to produce complex parts using two materials. Products have a perfectly flat surface without shells and foreign inclusions at 5-12 grade accuracy of geometric dimensions. The production capacity of the injection molding section reaches 50 thousand items per day.

Using the method of thermo-vacuum forming of plastics, the NCC produces the elements of the casings for production equipment, medical and household appliances, as well as details of the interior and exterior of the cabins (panels, lining, covers, covers) and much more.

When developing new products of polymer composite materials (PCM), the consolidation, analysis and coordination of requirements, selection of materials, selection or development of manufacturing technology, carrying out laboratory and acceptance tests are carried out.

One of the important activities of the NCC as a participant in the



Линия пултрузии
Pultrusion line

требований, подбор материалов, выбор или разработка технологии изготовления, проведение лабораторных, опытных и приемо-сдаточных испытаний.

Одно из важных направлений деятельности НЦК как участника сети нанотехнологических центров ФИОП – запуск стартапов в области производства изделий из ПКМ.

ПРОЕКТЫ И ПРОДУКЦИЯ

В активе НЦК более 100 выполненных проектов, 20 патентов на продукцию и около 30 коммерчески успешных типов изделий. Наноцентр

успешно реализует НИОКРы и ОТРы по внедрению ПКМ в проекты крупнейших компаний, в том числе ГК "Росатом", ОАО "РЖД", ОАО "Газпром" и ОАО "РусГидро". Около 30% выпускаемой продукции экспортируется в другие страны.

Собственными продуктами центра являются система Carbon Wrap на основе углеволокна для усиления железобетонных конструкций, стеклопластиковые профили Monsterprofile, перильные ограждения из профилей Monsterprofile, композитные водоотводные лотки, арматура Monsterod, плиты для временных дорожных покрытий, композитные изделия для благоустройства дорожной инфраструктуры (тротуарная плитка, делиниатор, пандус, опора стойки дорожного знака), фибра для армирования бетонов и асфальтобетонов, консоли контактной сети, композитные опоры воздушных линий электропередачи.

Изделия из композитов обеспечивают пользователям многочисленные преимущества. Например, применение полотна Carbon Wrap для усиления железобетонных конструкций позволяет выполнять ремонтные работы без остановки производства или движения транспорта, сокращает расходы на ремонт, увеличивает межремонтный период, дает возможность исправить ошибки при проектировании и строительстве, не утяжеляя исходную конструкцию.

Стеклопластиковые профили Monsterprofile характеризуются малым весом, коррозионной стойкостью и долговечностью. Доступны различные цветовые решения и разные сечения профилей.

network of nanotechnology centers is the launching of startups in the area of PCM technologies.

PROJECTS AND PRODUCTS

The assets of NCC include more than 100 completed projects, 20 product patents and about 30 commercially successful product types. The Nanocenter successfully performs R&Ds for implementation of PCM in the projects of the largest companies, including Rosatom, RZD, Gazprom and RusHydro. About 30% of the products are exported to other countries.

The center's own products are the Carbon Wrap system based on

carbon fiber for reinforcing concrete structures, the Monsterprofile fiberglass profiles, Monsterprofile fence rails, composite drainage channels, Monsterod fittings, temporary road slabs, composite products for road infrastructure improvement (paving slabs, delineators, ramp, support of the road sign stand), fiber for reinforcement of concrete and asphalt concrete, supports of the contact network, composite supports of overhead power lines.

Composite products provide users with numerous advantages. Composite products provide users with numerous advantages. For example, the use of the Carbon

Wrap to reinforce concrete structures allows repair without stopping production or traffic, reducing repair costs, increasing the overhaul period, making it possible to correct design and construction errors without weighting the original structure.

Fiberglass Monsterprofile is characterized by low weight, corrosion resistance and durability. Different color solutions and different profiles are available.

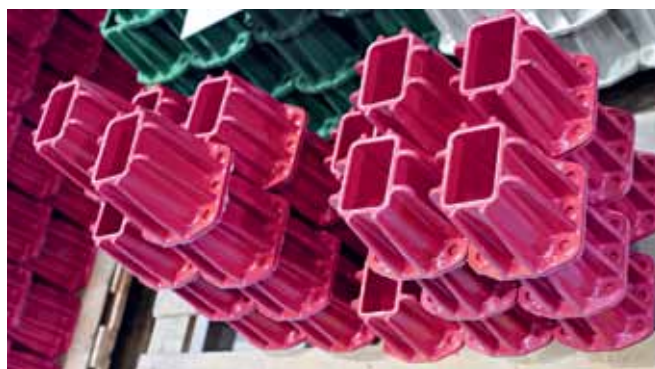
Composite drainage channels are used in industrial and civil construction. NCC develops and manufactures drainage channels for any size and load. The use of PCM allows

Водоотводные лотки из композиционных материалов применяются в промышленном и гражданском строительстве. НЦК разрабатывает и производит водоотводные лотки под любые размеры и нагрузки. Применение ПКМ позволяет сократить время установки лотков, увеличить период их эксплуатации и исключить расходы на техническое обслуживание.

НЦК выпускает три вида строительной арматуры: стеклокомпозитную, базальтокомпозитную и углекомпозитную. Композитная арматура имеет высокую прочность, малый вес, не подвержена коррозии, устойчива к воздействию кислот и морской воды, радиопрозрачна, магнитоинертна и долговечна в бетонной среде.

Плиты для сооружения временных дорожных покрытий позволяют оперативно прокладывать в труднодоступных районах дороги, которые пригодны для движения и работы крупнотоннажной техники и не требуют технического обслуживания. Применение композиционных плит позволяет исключить расходы на подготовку основания дороги, сократить время ее устройства в три раза, а трудозатраты – в одиннадцать раз. Композиционные плиты успешно прошли испытания и применяются в нефтегазовом секторе и строительстве.

Для благоустройства объектов дорожной и городской инфраструктуры выпускаются тротуарная плитка, дилинаторы, пандусы, опоры стоек дорожных знаков. Эти типы композиционных изделий легко монтируются, травмобезопасны, устойчивы к ударным нагрузкам и не подвержены образованию наледи.



Изделия из композитов
Composite products

Тактильные напольные индикаторы производства НЦК – плитки ярко-желтого цвета с различными рисунками рифления, предназначенные для облегчения ориентирования лиц с плохим зрением и ограниченными физическими возможностями. Тактильные индикаторы из ПКМ характеризуются высокой износостойкостью, стойкостью к воздействию дорожных реагентов, устойчивостью к перепадам температур, малым весом и толщиной, а также стабильностью цвета (окрашены в массу).

Еще один тип продукции для строительной отрасли – фибра для армирования бетонов и асфальтобетонов. Фибра имеет высокую адгезию к цементной матрице, не подвержена коррозии, обеспечивает повышенную морозо- и трещиностойкость, а также препятствует расслаиванию бетонной смеси.

to reduce the time of installation of channels, to increase the period of their operation and to exclude expenses for maintenance.

NCC produces three types of rebar: glass-composite, basalt-composite and carbon-composite. Composite rebar has high strength, low weight, is not susceptible to corrosion, resistant to acids and sea water, radio transparent, magnetically inert and durable in concrete environment.

Slabs for the construction of temporary roads allow rapid construction in difficult-to-reach areas of roads that are suitable for the movement and operation of heavy

equipment and do not require maintenance. The use of composite slabs makes it possible to exclude the costs of preparing the base of the road, reduce the time of its installation by three times, and the labor costs by eleven times. Composite slabs have been successfully tested and used in the oil and gas sector and in construction.

For the improvement of road and urban infrastructure facilities, paving slabs, delineators, ramps, pillars of road signs are manufactured. These types of composite products are easy to install, safe, resistant to shock loads and not prone to frost.

Tactile floor indicators produced by the NCC are bright yellow tiles with various patterns, designed to facilitate the orientation of persons with poor eyesight and limited physical abilities. Tactile indicators are characterized by high wear resistance, resistance to road reagents, resistance to temperature changes, low weight and thickness, and color stability (colored in mass).

Another type of products for the construction industry is fiber for the reinforcement of concrete and asphalt concrete. Fiber has a high adhesion to the cement matrix, is not susceptible to corrosion, provides increased frost and crack



Награда Innovation Awards выставки JEC World 2016 за композитный кузов для электробуса
Innovation Award of JEC World 2016 for full composite bus body

Композитные консоли для поддержания проводов контактной сети на определенной высоте и в нужном положении относительно пути позволяют отказаться от использования изоляторов благодаря диэлектрическим свойствам стеклопластика. Снижение массы консолей упрощает монтаж, а коррозионная стойкость композита повышает их долговечность.

Также НЦК производит опоры воздушных линий электропередачи (ВЛЭП). Применение композиционных материалов существенно уменьшает массу конструкций, что приводит к снижению стоимости строительно-монтажных работ и транспортировки, а также увеличивает срок службы опор и сокращает эксплуатационные затраты.

УНИКАЛЬНЫЙ ЭЛЕКТРОБУС

В 2016 году НЦК был удостоен премии Innovation Awards в категории "Городской транспорт" на международной выставке в Париже JEC World 2016 за уникальное решение в создании самонесущего композитного кузова модульного исполнения для электробуса MODULO C68E.

Серийное производство электробусов организовано НЦК совместно с венгерским холдингом Evopro Group. Применение ПКМ обеспечивает снижение веса автобуса на несколько тонн и уменьшение его габаритов на 2-3 м. Последнее повышает маневренность электробуса, позволяя ему ездить по маршрутам, которые недоступны транспортным средствам с большим радиусом поворота. Уменьшение массы кузова не только улучшает экономичность

resistance, and also prevents the unmixing of the concrete.

Composite supports for maintaining the conductors of the contact network at a certain height and in the desired position relative to the road make it possible to avoid using insulators due to the dielectric properties of fiberglass. Reducing the weight of the supports simplifies installation, and the corrosion resistance of the composite increases their durability.

Also, the NCC produces supports for overhead power lines. The use of composite materials significantly reduces the weight of structures, which leads to a reduction in the

cost of construction and installation works and transportation, and also increases the service life of supports and reduces operating costs.

UNIQUE ELECTRIC BUS

In 2016, the NCC was awarded the Innovation Awards in the Urban Transportation category at the international exhibition JEC World 2016 in Paris for a unique solution in the creation of a self-supporting composite body for the MODULO C68E electric bus.

Serial production of electric buses is organized by NCC together with the Hungarian holding company Evopro Group. The use of PCM

provides for reducing the weight of the bus by several tons and reducing its size by 2-3 meters. The latter increases the maneuverability of the electric bus, allowing it to travel on routes that are inaccessible to vehicles with a large turning radius. Reducing the weight of the body not only improves the economy and reduces the cost of the electric bus, but also reduces the load on the suspension and road surface. At the same time, due to the efficient design, MODULO accommodates more passengers compared to buses of the same length.

The production range of the joint venture of NCC and Evopro Group

и снижает стоимость электробуса, но и сокращает нагрузку на подвеску и дорожное покрытие. При этом, за счет эффективной компоновки MODULO вмещают больше пассажиров по сравнению с автобусами такой же длины.

Производственная линейка совместного предприятия НЦК и Evopro Group включает модели вместимостью от 40 до 90 пассажиров с длиной кузова от 6,5 до 9,5 м, которые могут быть оснащены различными вариантами силовой установки. В частности, электробусы MODULO комплектуются электродвигателями и системой управления SIEMENS мощностью 160 кВт.

Возможны различные варианты интеграции электрического общественного транспорта в городскую инфраструктуру. Например, разработаны электробусы с ночной зарядкой длительностью 4 ч и запасом хода свыше 200 км, машины с зарядкой от троллейбусной контактной сети, а также зарядкой с помощью пантографа. Использование таких решений снижает размер инвестиций в реорганизацию инфраструктуры городской транспортной сети.

По информации Evopro Holding, с 2016 года несколько десятков электробусов MODULO используются в городском транспорте Будапешта, демонстрируя один из самых низких в мире показателей расхода энергии.

В Москве на маршруте "Фили – Китай-Город" успешно прошла испытания средней вместимости модель MODULO C68E, которая за неделю тестов проехала по улицам города более тысячи километров. Испытания показали, что для обеспечения целого



Самонесущий модульный композитный кузов электробуса
Modular self-supporting full composite bus body

дня работы электробуса достаточно одной ночной подзарядки длительностью три часа. К концу текущего года ожидается одобрение и организация зимних испытаний модели MODULO C88, которая при длине 9,5 м вмещает столько же пассажиров, как 12-метровые модели конкурентов.

По мнению специалистов НЦК, уровень локализации производства электробусов в России в перспективе можно повысить до 75–80%. Внедрение электробусов позволит существенно сократить расходы на обеспечение работы сети городского пассажирского транспорта и окажет благоприятное воздействие на экологическую ситуацию в городах. ■

includes models with a capacity of 40 to 90 passengers with a body length from 6.5 to 9.5 meters, which can be equipped with various engines. In particular, the MODULO buses are equipped with 160 kW electric motors and a SIEMENS control system.

There are various options for integrating electric public transport into urban infrastructure. For example, electric buses with a 4 hours night charge and a cruising range of more than 200 km, machines with charging from a trolleybus contact network, and also charging with a pantograph were developed. The use of such

solutions reduces the amount of investment in the reorganization of the infrastructure of the urban transport network.

According to Evopro Holding, since 2016 several dozen MODULO buses have been used in the city transport of Budapest, showing one of the lowest energy consumption in the world.

In Moscow the model MODULO C68E of medium capacity was successfully tested, which for a week passed through the streets of the city more than a thousand kilometers. Tests showed that to ensure the whole day of work of the electric bus, one night charge of

three hours duration is sufficient. By the end of this year, approval and organization of winter tests of Modulo C88 model is expected, which at a length of 9.5 meters accommodates the same number of passengers as 12-meter competitors' models.

According to experts of the NCC, the level of localization of production of electric buses in Russia in the future can be increased to 75–80%. The introduction of electric buses will significantly reduce the cost of running the urban passenger transport network and will have a beneficial effect on the ecological situation in the cities. ■