



## ИНЖИНИРИНГ И ПРОИЗВОДСТВО ИННОВАЦИОННЫХ КОМПОЗИТОВ

Д.Гудилин / [dug@list.ru](mailto:dug@list.ru)

В январе три года исполняется компании "Нанотехнологический Центр Композитов" (НЦК), которая является одной из наиболее современных инженеринговых и производственных организаций в российской композитной отрасли. НЦК разрабатывает и изготавливает изделия из композитов, проводит НИОКР и ОТР, инвестирует в инновационные стартапы, оказывает консультационные услуги. Продукция НЦК успешно применяется в строительстве домов, дорог, мостов, промышленных объектов, в ЖКХ, судостроении, автомобилестроении и других отраслях.

**Н**ЦК был создан в 2012 году как совместный проект ХК "Композит" и Фонда инфраструктурных и образовательных программ "Роснано". Позднее в число акционеров НЦК также вошла компания DowAksa Advanced Composites Holdings. Центр расположен в технополисе "Москва" на площади около 8 тыс. м<sup>2</sup>, где разместились лабораторный комплекс, производственные цеха и офисные помещения. Производство сертифицировано на соответствие требованиям стандартов менеджмента качества ГОСТ Р 54338-2011 и ГОСТ ISO 9001-2011 (ISO 9001:2008).

НЦК оснащен комплексом оборудования для реализации самых современных технологий производства композитов, причем многие машины были доработаны и усовершенствованы инженерами центра.

### ЛАБОРАТОРИИ

НЦК располагает лабораториями для испытания строительных материалов и композитов, которые решают широкий круг задач: служат базой для НИОКР, осуществляют входной контроль сырья и контроль качества выпускаемой продукции, а также проводят испытания по заказу сторонних организаций.

Лаборатория для испытания композитов располагает оборудованием для тестирования прочности на растяжение, сжатие, изгиб, испытаний падающим грузом, ударной вязкости, диэлектрической прочности. Система контроля

## ENGINEERING AND MANUFACTURE OF INNOVATIVE COMPOSITES

D.Gudilin / [dug@list.ru](mailto:dug@list.ru)

In January the Nanotechnology Centre of Composites (NCC), which is one of the most modern engineering and manufacturing organizations in the Russian composite industry, celebrates three years. The NCC develops and manufactures products made of composites, conducts research and prototyping, invests in innovative start-ups, provides consulting services. The products of NCC has been successfully used in the construction of houses, roads, bridges, industrial facilities, in housing and communal services, shipbuilding, automotive and other industries.

**T**he NCC was established in 2012 as a joint project of Composite Holding Company and Fund for Infrastructure and Educational Programs of Rusnano. Later a shareholder in the NCC also became DowAksa Advanced Composites Holdings. The Centre is located in the Moscow Technopolis on an area of about 8 thousand sq.m, where laboratory facilities, production facilities and offices are located. The production is certified according to the requirements of quality management standards GOST R 54338-2011 and GOST ISO 9001-2011 (ISO 9001:2008).

The NCC is equipped with a set of equipment for implementation of the most modern technologies for the production of composites, and many machines have been modified and improved by the Centre's engineers.

### LABORATORIES

The NCC has laboratories for testing of construction materials and composites that solve a wide range of tasks: serve as a base for R&D, perform incoming inspection of raw materials and quality control of manufactured products, as well as perform tests for third parties.

Composites testing laboratory has the equipment to test tensile strength, compression strength, bending strength, impact strength, dielectric strength, for falling weight test. Stress control system measures the deformation under load and is used for non-destructive testing. 3D scanner allows to create digital models of finished products, and a



напряженных состояний измеряет деформации под нагрузкой и используется для неразрушающего контроля. 3D-сканер позволяет создавать цифровые модели готовых изделий, а 3D-принтер служит для изготовления прототипов изделий с целью проверки правильности проектирования их геометрии. Лаборатория имеет аттестат о технической компетенции в области испытания пластиков, композитов, тканей, связующего и строительных материалов, выданный системой добровольной сертификации продукции нанотехнологии АНО "Наносертифика".

### УЧАСТОК МЕХАНООБРАБОТКИ

На участке механообработки изготавливаются элементы для технологического оборудования, закладные, формы, элементы оснастки. Участок оснащен высокоточным токарным и токарно-фрезерным оборудованием японского и российского производства.

Также на участке эксплуатируется высокоточный станок последнего поколения для гидроабразивной резки, который позволяет работать с самыми разными материалами, включая легированные и углеродистые стали, цветные металлы и сплавы, бетон, камень, полимеры, композиты, стекло, древесину. Скорость водяной струи с частицами абразива на выходе из режущей головки в несколько раз превышает скорость звука. В процессе резки отсутствует термическое воздействие на материал при минимальной ударной нагрузке. Возможна как линейная, так и фигурная резка, причем края получаемых деталей не требуют дополнительной механической обработки.

### ВАКУУМНАЯ ИНФУЗИЯ

На участке вакуумной инфузии на предварительно подготовленную оснастку выкладывается материал и/или наполнитель и формируется герметизирующий технологический пакет. Под действием вакуума связующее заполняет пустоты и пропитывает наполнитель. Вакуумная инфузия обеспечивает высокое качество композиционного изделия в сочетании с экономичностью процесса и позволяет изготавливать детали больших габаритов. Значительная часть установленного на участке оборудования была спроектирована инженерами центра.

Вакуумная инфузия используется в производстве продукции для авиа-, авто- и судостроения, строительных конструкций, сельского хозяйства. В частности, по этой технологии в НЦК начали изготавливать элементы композитных кузовов



*Алексей Раннев, директор департамента продуктов НЦК  
Alexey Rannev, Director of Product Department, NCC*

3D printer is used to make prototypes of products for verification of their geometry.

The laboratory has a certificate of technical competence in the field of testing of plastics, composites, textiles, binders and building materials issued by the system of voluntary certification of nanotechnology products Nanocertifica.

### MACHINING SHOP

In machining shop elements for process equipment, embedded fittings, forms, tool sets are manufactured. The shop is equipped with high-precision lathe and mill-turn equipment of Japanese and Russian production.

Also in the shop precision machine of the latest generation for water jet cutting is operated, which allows to work with a variety of materials, including alloy steel and carbon steel, non-ferrous metals and alloys, concrete, stone, plastics, composites, glass, wood. The speed of the water jet with abrasive particles at the outlet of the cutting head is several times the speed of sound. In the cutting process, there is no thermal effect on the material with a minimum of shock load. There are linear and shape cutting possible, the edges receiving the item do not require additional machining. It is possible both linear, and shape cutting, and edges of the finished parts don't require additional machining.



Токарный станок с ЧПУ и многофункциональный токарно-фрезерный обрабатывающий центр  
CNC lathe and multifunctional turn-mill machining center

для модульных автобусов – соответствующее соглашение было подписано в середине октября на выставке "Открытые инновации 2014" с венгерской инжиниринговой компанией Evopro. Применение легких стеклопластиков обеспечивает снижение массы автобусов с возможностью использования экономичных двигателей, работающих на дизельном топливе, сжатом газе или электричестве. При этом высокая прочность композита обуславливает безопасность и долговечность кузова. Модульный принцип позволит создавать из унифицированных деталей и узлов автотранспорт различного размера. Окончательная сборка автобусов будет выполняться в Венгрии, но в рамках проекта российская сторона формирует комплект конструкторской и технологической документации, который позволит наладить лицензионное производство кузовов на других предприятиях. Следует отметить, что специалисты НЦК оптимизировали конструкцию элементов с учетом анизотропии свойств композиционных материалов. Прототип автобуса демонстрировался на выставке общественного транспорта "ЭкспоСитиТранс", где получил высокую оценку специалистов. Первые 50 автобусов планируется изготовить в 2015 году.

### ПУЛТРУЗИЯ

Пултрузия – протяжка пропитанного стекло- или углеволокна через нагретую фильеру с получением прочных деталей, имеющих постоянную поперечную структуру. Участок оснащен линиями компании Pultrex и MPI, которые имеют высокую

### VACUUM INFUSION

In vacuum infusion system the material and/or a filler on previously prepared mould is laid out and a sealing package is formed. Under the vacuum binder fills voids and impregnate the filler. Vacuum infusion provides high quality composite products, combined with the efficiency of the process and allows to produce parts of large dimensions. A lot of the equipment was designed by engineers of the NCC.

Vacuum infusion is used in the manufacture of products for the aerospace, automotive engineering, shipbuilding, construction, agriculture. In particular, this technology will be used in the production of composite elements of the body for modular buses – an agreement was signed in mid-October at the Open innovations Expo 2014 with the Hungarian engineering company Evopro. The use of lightweight fiberglass reduces the weight of the buses with the possibility of using efficient engines operating on diesel fuel, compressed gas or electricity. The high strength of the composite determines the safety and durability of the body. The modular principle allows to create vehicles of various sizes from standardized parts and components. Final assembly of buses will run in Hungary, but in the framework of the project the Russian side creates a set of design and technological documentation, which will allow to establish licensing production of bodies in other companies. It should be noted, that specialists of the NCC optimized design elements with anisotropic properties of composite materials. The prototype of a bus was shown at the exhibition of public transport ExpoCityTrans 2014, and it was highly appreciated by experts. The first 50 buses will be assembled in 2015.

### PULTRUSION

Pultrusion is a broaching of a impregnated fiberglass or carbon fiber through a heated die for manufacture of durable parts with a constant cross-section. The area is equipped with Pultrex and MPI lines, which have a high degree of automation and can be operated in continuous mode. Pultrusion allows to produce profiles of unlimited length, different geometry and is characterized by minimal technological waste.

The resulting profile is used in the manufacture of windows, stained glass windows, enclosures and supporting structures. In particular, on the basis of this profile, the NCC has developed a composite railings for bridges. These railings are not subject to corrosion are not covered by the



степень автоматизации и могут эксплуатироваться в непрерывном режиме. Пултрузия позволяет изготавливать профили неограниченной длины различной геометрии и характеризуется минимальными технологическими отходами.

Полученный профиль находит применение в изготовлении окон, витражей, ограждающих и несущих конструкций. В частности, на базе этого профиля НЦК разработал композитные перильные ограждения для мостов. Такие перила не подвержены коррозии, не покрываются наледью и не требуют окраски, что обуславливает низкую стоимость эксплуатации в течение всего срока службы. В случае повреждения элементы конструкций могут быть легко заменены. Уже запущен пилотный проект, в рамках которого перильные ограждения будут установлены на 14 мостах в Пензенской, Ульяновской, Саратовской и Оренбургской областях, в том числе, на федеральной автомобильной трассе М5 "Урал" (Москва - Челябинск). Общая протяженность установленных конструкций превысит 1300 метров.

Еще одна интересная разработка - сороудерживающие решетки для гидроэлектростанций, которые защищают турбины от попадания крупного мусора. Замена традиционных металлических профилей пултрузионными стеклопластиковыми конструкциями обеспечивает не только увеличение срока службы решеток, но и сокращение потерь мощности ГЭС в зимний период. Поскольку композит подвержен обледенению в значительно меньшей степени, чем сталь, при отрицательных температурах не происходит существенного снижения напора, а значит, не сокращается количество вырабатываемой электроэнергии. Стеклопластиковые сороудерживающие решетки успешно прошли проверку на МГЭС "Каллиокоски" в Карелии.

Возможности производства пултрузионных профилей неограниченной длины использована для создания сердечника для воздушных ЛЭП. Замена стального сердечника на легкий композитный обеспечивает возможность увеличения сечения провода и, соответственно, повышения передаваемой мощности без замены опор. Также использование композита способствует уменьшению температурных деформаций провода.

Также на пултрузионных линиях центра производится композитная арматура и другие высокотехнологичные продукты.

### НАМОТКА

На московской площадке НЦК установлено оборудование для дискретной намотки предварительно



Участок пултрузии

*Pultrusion area*

ice and do not require painting, which leads to low cost of operation over the entire lifetime. In case of damage the constructive elements can be easily replaced. Already running a pilot project in framework of which railings will be installed on 14 bridges in Penza, Ulyanovsk, Saratov and Orenburg regions, including in the Federal highway M5 "Ural" (Moscow - Chelyabinsk). The total length of the installed constructions will exceed 1300 meters.

Another interesting development is trash lattice for hydroelectric power plants, which protect the turbine from ingress of large debris. Use of pultruded fiberglass instead of metal profiles provides not only increase of the lifetime of the lattice, but also the reduction of power losses in the winter. Because the composite is exposed to the icing to a much lesser degree than steel, at low temperatures there is no substantial reduction in head, and therefore, does not reduce the amount of generated electricity. Fiberglass trash lattices were successfully tested on small SHPP "Kalliokoski" in Karelia.

The possibility of producing pultruded profiles of unlimited length used to create the core for overhead power lines. The use of lightweight composite core instead of the steel core provides the opportunity to maximize the wire cross-section and, accordingly, to increase transmit power without replacing the transmission towers. In addition, the use of composite helps to reduce thermal deformation of the wire.

On pultrusion lines in NCC also composite reinforcement and other high-tech products are produced.



Профили для перильных ограждений  
Shapes for railing

пропитанного ровинга или ленты на форму (мандрель), которое позволяет изготавливать трубы, конструкционные профили, баллоны и емкости. После намотки необходимого количества слоев стекло-, угле- или комбинированного волокна изделие на мандреле помещается в печь для полимеризации связующего. Максимальный диаметр изделий – 1600 мм.

Изготовленные методом намотки трубы могут использоваться как в ЖКХ, так и в нефтегазовой отрасли. По сравнению со стальными аналогами при равном диаметре они имеют в 3-4 раза меньший вес, что обеспечивает существенное сокращение затрат на транспортировку и монтажные работы. Композитные трубы характеризуются высокой химической стойкостью и низкой теплопроводностью. Для повышения прочности они армируются и могут выдерживать большие давления. В зависимости от условий эксплуатации срок службы изделий составляет от 50 до 100 лет.

Также методом намотки изготавливаются опоры для систем освещения, ЛЭП, рекламных и информационных щитов. Такие опоры легче стальных и железобетонных конструкций и не требуют обслуживания в процессе эксплуатации.

#### **УЧАСТКИ НАПЫЛЕНИЯ, ТЕРМОВАКУУМНОГО ФОРМОВАНИЯ И ЛИТЬЯ ПОД ДАВЛЕНИЕМ**

На участке напыления рубленое волокно, диспергированное в струе связующего, с помощью специального пистолета наносится на оснастку с последующим уплотнением полученного слоя валиком. Технология позволяет изготавливать

#### **WINDING**

At the Moscow plant of NCC is installed the equipment for the discrete winding of pre-impregnated roving or tape on the form (mandrel), which allows to produce pipes, structural shapes, cylinders and tanks. After winding of the required number of layers of glass-, carbon - or combined fiber product on the mandrel is placed in the oven for polymerization of the binder. The maximum diameter of the parts is 1600 mm.

Filament wound pipes can be used in housing and communal services and in oil and gas industry. Compared to steel counterparts with equal diameter, they have 3-4 times less weight, which provides a significant reduction of costs of transportation and installation works. Composite pipes are characterized by high chemical resistance and low heat conductivity. To increase the strength they are reinforced and can withstand high pressure. Depending on operating conditions, the service life of the products ranges from 50 to 100 years.

Also by winding are made transmission towers, poles for lighting systems, advertising and information boards. These poles are lighter than steel and concrete constructions and do not require maintenance during operation.

#### **AREAS OF SPRAY LAY-UP, THERMAL FORMING AND INJECTION MOLDING**

In the spray lay-up system chopped fibers, dispersed in a binder stream, sprayed from a special gun onto a reusable mould, followed by compaction of the resulting layer by roller. The technology allows to produce large-size parts, not subject to high loads, and is suitable for small and medium production volumes.

Using thermal forming method in the NCC are made the trim panels, parts of ventilation equipment, covers for lights and lamps.

Another technology, which is common in the polymer production, is injection molding. This method is characterized by high performance and is easily automated, and the products do not require further processing. Injection molding allows to add in the composition of the thermoplastic glass- and carbon fibers, and other additives. Using this technology, the NCC produces accessories for various products, and heads for fire hoses, that are not subject to corrosion and can withstand two times more pressure than the metal counterparts, and other products.



крупногабаритные конструкции, не подверженные высоким нагрузкам, и пригодна для мелко- и среднесерийного производства.

Методом термовакuumного формования в НЦК изготавливаются панели облицовки, элементы вентиляционного оборудования, плафоны для светильников и фонарей.

Распространенная в производстве изделий из полимеров технология – литье под давлением. Этот способ характеризуется высокой производительностью и легко автоматизируется, а изделия не требуют последующей обработки. Литье под давлением позволяет вводить в состав термoplastов стекло- и углеволокно, а также другие добавки. С использованием этой технологии НЦК производит фурнитуру для различных изделий, не подверженные коррозии головки для пожарных рукавов, которые выдерживают в два раза большее давление, чем металлические аналоги, и другую продукцию.

### ВНЕДРЕНИЕ НАНОТЕХНОЛОГИЙ И ДРУГИЕ ТЕНДЕНЦИИ

При производстве некоторых видов продукции НЦК в связующее вводятся специальные нанодобавки, которые модифицируют свойства композиционных материалов – увеличивают прочность и долговечность, повышают огнестойкость, а также стойкость к УФ-излучению. Кроме того, предприятие использует наноструктурированное углеродное волокно.

Помимо внедрения нанотехнологий, совершенствование производства композитов определяет ряд тенденций, о которых рассказал Алексей Раннев, директор департамента продуктов НЦК: "Можно отметить снижение доли ручного труда и повышение автоматизации технологических процессов. Например, в крупносерийное производство внедряются автоматизированные решения для выкладки и раскроя тканей, пропитки и выполнения других операций, что позволяет повысить производительность, снизить затраты и сократить влияние на качество "человеческого фактора". Еще один тренд – улучшение свойств материалов, как волокон, так и полимеров. Мы внимательно отслеживаем тенденции развития композитной отрасли и стремимся внедрять в НЦК наиболее передовые решения". ■

*Редакция благодарит Алексея Раннева за экскурсию по производству. В следующем номере журнала читайте интервью генерального директора НЦК Михаила Столярова.*



*Система напыления  
The spray lay-up system*

### THE INTRODUCTION OF NANOTECHNOLOGY AND OTHER TRENDS

In the manufacture of certain products in the binder are injected nano-additives that modify the properties of composite materials – increases strength and durability, increases the fire resistance as well as resistance to ultraviolet radiation. In addition, the company uses nanostructured carbon fiber.

In addition to the introduction of nanotechnology, improvement of composites production determine a number of trends. About them told Alexey Rannev, Director of Product Department of NCC: "It can be noted the decline in the share of manual work and increasing of automation of technological processes. For example, in large-scale production the automated solutions for laying out and cutting of fabrics, impregnation and perform other operations are implemented. That can improve performance, reduce costs and reduce impact on the quality of the "human factor". Another trend is the improvement of the properties of materials, such as fibers and polymers. We closely monitor trends in the development of composite industry and strive to implement in NCC the leading edge solutions". ■

*The editors thank Alexey Rannev for a excursion to the production. In the next issue of the journal: an interview with General Director of NCC Mikhail Stolyarov.*