



# НАНОМАТЕРИАЛЫ, КОТОРЫЕ БУДУТ МЕНЯТЬ МИР

## NANOMATERIALS THAT WILL CHANGE WORLD

DOI: 10.22184/1993-8578.2017.79.8.8.14

Александр Зимняков, вице-президент по продажам в России и СНГ, компания OCSiAl  
*Alexandr Zimnyakov, Vice president for sales in Russia and CIS, OCSiAl*



OCSiAl – международная компания с российскими корнями, безусловный мировой лидер в области производства одностенных углеродных нанотрубок (single wall carbon nanotubes, SWCNT). Разработки компании защищены российскими и иностранными патентами, и пока никто из конкурентов не смог создать промышленных технологий, которые могли бы соперничать с инновациями OCSiAl. Предлагаем вниманию читателей интервью с Александром Зимняковым, вице-президентом по продажам в России и СНГ. OCSiAl is an international company with Russian roots, the undisputed world leader in the production of single wall carbon nanotubes (SWCNT). The company's developments are protected by Russian and foreign patents, and so far none of the competitors has been able to create industrial technologies that could compete with the innovations of OCSiAl. We offer our readers an interview with Alexandre Zimnyakov, Vice president of sales in Russia and the CIS.

**Господин Зимняков, расскажите, пожалуйста, об истории развития и основных достижениях OCSiAl.**

Компания была основана в 2009 году Юрием Коропачинским, Олегом Кирилловым, Михаилом Предтеченским и Юрием Зельвенским для реализации технологии синтеза SWCNT на базе научных разработок М.Предтеченского. Первой важной вехой в нашей истории стал запуск в 2013 году пилотной установки синтеза одностенных углеродных нанотрубок Graphetron 1.0 мощностью 10 т в год, расположенной в Центре наномодифицированных материалов технопарка Новосибирского Академгородка. В 2015 году мы завершили отработку промышленной технологии синтеза, запустили стандартизованный процесс производства и получили первую тонну нанотрубок TUBALL. В начале 2016 года в Новосибирске началось строительство новой установки синтеза с производственной мощностью 50 т.

Сегодня на нашу долю приходится 90% мирового производства SWCNT. В OCSiAl работает более 350 человек, в том числе более 20 научных сотрудников с учеными степенями. Научными

исследованиями руководит академик РАН М.Предтеченский. Мы сотрудничаем примерно с 2000 компаний, более 800 из которых в настоящее время тестируют нашу продукцию, и около 350 являются постоянными заказчиками. Производство и центр исследований и разработок расположены в России. Мы имеем региональные отделения в Гонконге, Китае, Индии, Корее, Люксембурге и США, а также представительства в Израиле и Японии, которые работают с зарубежными заказчиками.

**Насколько важным для успеха OCSiAl было вхождение в число акционеров корпорации РОСНАНО?**

РОСНАНО является одним из акционеров и наши отношения не исчерпываются формальным взаимодействием. Мы активно сотрудничаем при реализации проектов с крупными российскими компаниями. РОСНАНО – не только акционер, но и наш партнер, играющий ключевую роль в установлении контактов с государственными органами и предприятиями, развитии продуктов в России.

## Каковы основные компетенции и ноу-хау OCSiAl?

Наши компетенции и ноу-хау можно разделить на три группы: технологии синтеза нанотрубок, создание концентратов и получение конечных продуктов. Поясню важность второй области. Дело в том, что нанотрубки при введении в вещество в качестве добавки стремятся агломерироваться под действием сил Ван-дер-Ваальса, поэтому их нужно не только распределить, но и удерживать в стабильном состоянии. Заказчикам они требуются именно в диспергированном виде, готовые к введению в состав конечного продукта.

До 2015 года мы занимались главным образом проблемами синтеза, и в настоящее время единственными в мире освоили технологию промышленного производства SWCNT. После запуска синтеза акцент был смещен на разработку концентратов, облегчающих введение нанотрубок в матрицу материала. На базе новосибирского центра исследований и разработок действуют пять лабораторий, задача



которых состоит в создании носителей SWCNT, которые можно применять в стандартных промышленных технологиях производства. В 2016 году одним из ключевых достижений компании стала разработка TUBALL MATRIX – линейки концентратов на основе одностенных углеродных нанотрубок, которые не

## Mr. Zimnyakov, please tell us about the history of development and the main achievements of OCSiAl.

The company was founded in 2009 by Yury Koropachinskiy, Oleg Kirillov, Mikhail Predtechenskiy and Yury Zelvenskiy to implement SWCNT synthesis technology based on the scientific developments of M. Predtechenskiy. The first important milestone in our history was the launch in 2013 of a pilot facility for the synthesis of single wall carbon nanotubes named Graphetron 1.0 with a capacity of 10 tons per year located in Nanomodified Materials Centre at the Technopark of Novosibirsk Akademgorodok. In 2015, we completed the development of industrial synthesis technology, launched a standardized production process and obtained the first ton of TUBALL nanotubes. In early 2016 in Novosibirsk, construction of a new synthesis plant with a production capacity of 50 tons began.

Today, our share accounts for 90% of the world production of SWCNT. OCSiAl employs more than 350 people, including more than 20 researchers with academic degrees. Scientific research is supervised by Mikhail Predtechenskiy, Academician of the Russian Academy of Sciences. We cooperate with approximately 2000 companies, more than 800 of which are currently testing our products, and about 350 are regular customers. The production and the R&D centre are located in Russia. We have regional offices in Hong Kong, China, India, Korea, Luxembourg and the USA, as well as representative offices in Israel and Japan, which work with foreign customers.

## How important to the success of OCSiAl were investments of RUSNANO?

RUSNANO is one of the shareholders and our relations are not limited to formal interaction. We actively cooperate in

the implementation of projects with major Russian companies. RUSNANO is not only a shareholder, but also our partner, which plays a key role in establishing contacts with state bodies and enterprises, and developing products in Russia.

## What are the core competencies and know-how of OCSiAl?

Our competences and know-how can be divided into three groups: nanotube synthesis, creation of concentrates and production of final products. I will explain the importance of the second one. The fact is that nanotubes, when introduced into a substance as an additive, tend to agglomerate under the action of van der Waals forces, so they need not only be distributed but also kept in a stable state. Customers need them in a dispersed form, ready to be introduced into the final product.

Until 2015, we mainly deal with synthesis problems, and at present we are the only ones in the world



требуют изменения технологии и дополнительного оборудования для их введения в состав материалов. Исследования и тесты, проведенные нашими заказчиками, подтвердили, что мы добились наилучших результатов в получении устойчивых дисперсий нанотрубок.

Третья группа ноу-хау касается производства конечной продукции, например, для электрохимических источников тока и некоторых других направлений, в которых заинтересованы наши партнеры.

**В чем состоят преимущества нанотрубок TUBALL по сравнению с другими технологическими добавками?**

SWCNT обладают уникальным комплексом свойств: электропроводностью на уровне меди

при существенно меньшей массе, прочностью выше, чем у стали, огромной относительной площадью поверхности, высокими теплопроводностью, химической стойкостью и термостойкостью. Когда удается ввести SWCNT в состав какого-либо материала и равномерно распределить их в его структуре, мы существенно улучшаем все вышеперечисленные свойства такого материала.

Конечно, сегодня существует множество добавок, позволяющих улучшить определенные свойства материала. Так, для повышения электропроводности полимера в его состав можно ввести технический углерод, но при этом неизбежно ухудшение физико-механических свойств материала. Нанотрубки TUBALL позволяют улучшить комплекс свойств материала с минимальным изменением его структуры и состава. Например, для достижения хороших антistатических свойств полимера достаточно добавить примерно 0,01% масс. TUBALL.

Наши нанотрубки имеют диаметр в несколько атомов и микронную длину. В матрице полимера они создают трехмерную решетку, модифицирующую его свойства. Никакие другие добавки не позволяют добиться таких результатов. Так, необходимые концентрации многостенных углеродных нанотрубок на порядок больше, по сравнению с нанотрубками TUBALL, что приводит к неизбежному изменению цвета материала. Только нанотрубки TUBALL позволяют получать, например, цветной электропроводящий силикон.

who have mastered SWCNT's industrial production technology. After the launch of the synthesis, the emphasis was shifted to the development of concentrates that facilitate the introduction of nanotubes into the matrix of the material. On the basis of the Novosibirsk R&D centre there are five laboratories, the task of which is to create SWCNT carriers that can be used in standard industrial production technologies. In 2016, one of the key achievements of the company was the development of TUBALL MATRIX, a line of concentrates based on single wall carbon

nanotubes, which do not require a change in technology and additional equipment for their introduction into the composition of materials. Studies and tests conducted by our customers confirmed that we have achieved the best results in obtaining stable dispersions of nanotubes.

The third group of know-how concerns the production of final products, for example, for energy storage and some other areas in which our partners are interested.

**What are the advantages of TUBALL nanotubes compared to other additives?**

SWCNTs have a unique set of properties: electrical conductivity at the copper level with significantly less mass, strength higher than steel, a huge relative surface area, high thermal conductivity, chemical resistance and heat resistance. When SWCNT can be incorporated into a material and distributed evenly in its structure, we substantially improve all of the above properties of such material.

Of course, today there are many additives to improve certain properties of the material. For example, in order to increase the electrical conductivity of the



Эффективность наших нанотрубок даже в малых концентрациях обуславливает экономическую целесообразность их применения. Использование TUBALL является самым дешевым решением во многих случаях, например для получения антистатических полов.

#### В каких областях может применяться TUBALL?

По нашим оценкам TUBALL способен изменить 70% материалов, которые используются в промышленности и быту. Сюда входят, например, электрохимические источники тока, керамика, композитные материалы, резины, краски и адгезивы. В настоящее время вопрос состоит не в том, где в принципе можно применить TUBALL, а в том, на чем целесообразно сконцентрировать усилия, так как объять необъятное невозможно. Как я уже упоминал, мы создали пять лабораторий, которые разрабатывают новые решения в следующих областях:

- реактопласти, применение нанотрубок в эпоксидной, полизэфирной, формальдегидной и других смолах для создания композиционных материалов нового поколения;
- создание термопластов с улучшенными свойствами с использованием вторичной экструзии;
- разработка новых эластомеров, включая композиции для автомобильных шин;
- улучшение красок, лаков и других материалов для декоративных и функциональных покрытий;
- электрохимические источники тока.



#### Какова оценка российского рынка для нанотрубок TUBALL?

В России основными сегментами для нас являются производство свинцовых аккумуляторов (объем выпуска – 32 тыс. т), композиционных материалов (объем выпуска – около 500 тыс. т), резинотехнических изделий и пластиков. В сегменте свинцовых аккумуляторов мы рассчитываем увеличить нашу долю до 30%, то есть каждый третий аккумулятор будет выпускаться с использованием нанотрубок TUBALL. В отрасли композитов и в производстве резинотехнических изделий наша цель – 10% рынка. Если эти планы будут реализованы, то к 2025 году суммарное потребление TUBALL только в перечисленных отраслях и только в России составит около 145 т в год.

polymer, it is possible to introduce technical carbon into its composition, but this inevitably worsens the physical-mechanical properties of the material. TUBALL allow to improve a complex of properties of a material with a minimum change in its structure and composition. For example, to achieve good anti-static properties of the polymer, it is sufficient to add about 0.01% by weight of TUBALL.

Our nanotubes have a diameter of several atoms and a micron length. In the polymer matrix, they create a three-dimensional lattice that modifies its

properties. No other additives can achieve such results. For example, the required concentrations of multi-wall carbon nanotubes are an order of magnitude larger in comparison with TUBALL, which leads to an inevitable change in the color of the material. Only TUBALL nanotubes make it possible to obtain, for example, a colored electrically conductive silicone.

The efficiency of our nanotubes, even in small concentrations, makes them economically viable. TUBALL is the cheapest solution in many cases, for example for obtaining antistatic floors.

#### What are the applications of TUBALL?

According to our estimates, TUBALL is able to change 70% of materials used in industry and everyday life. These include, for example, energy storage, ceramics, composite materials, rubber, paints and adhesives. At present, the question is not where TUBALL can be applied in principle, but in what it is worthwhile to concentrate efforts, since it is impossible to embrace the immensity. As I mentioned, we have created five laboratories that develop new solutions in the following areas:



**Достижим ли этот показатель исходя из современной динамики роста производства SWCNT?**  
 Судите сами: в 2014 году мы синтезировали 88 кг нанотрубок, что составило примерно 22% мирового производства SWCNT, в 2015 году с объемом 1,25 т мы заняли 80% рынка, в 2016 году с 3,5 т - 90% рынка, а в 2017 году мы уже реализовали 5 т нанотрубок. Если указанная динамика продолжится, то на ваш вопрос можно дать положительный ответ. Рассчитывая на рост рынка, мы строим новую установку синтеза мощностью 50 т в год и уже сейчас рассматриваем строительство завода на 250 т в Европе.

**Какие проекты по промышленному внедрению TUBALL реализованы в нашей стране и за рубежом?**

- thermosets, application of nanotubes in epoxy, polyester, formaldehyde and other resins to create new generation of composite materials;
- creation of thermoplastics with improved properties using secondary extrusion;
- development of new elastomers, including car tire materials;
- improvement of paints, varnishes and other materials for decorative and functional coatings;
- energy storage.

**How do you assess the Russian market for TUBALL?**

In Russia, the main segments for us are the production of lead-acid batteries (a yield of about 32 thousand tons), composite materials (a yield of about 500 thousand tons), rubber products and plastics. In the lead-acid battery segment, we expect to increase our share to 30%, that is, every third battery will be produced using TUBALL. In the industry of composites and in the production of rubber products, our goal is 10% of the market. If these plans are implemented, by the year 2025 the total consumption of TUBALL in only the listed industries and only in Russia will be about 145 tons per year.

**Is this achievable based on the current growth dynamics of SWCNT production?**

Judge for yourself: in 2014 we synthesized 88 kg of nanotubes, which amounted to about 22% of the world production of SWCNT, in 2015 with a volume of 1.25 tons, we occupied 80% of the market, in 2016 with 3.5 tons - 90% of the market, and in 2017 we have already sold 5 tons of nanotubes. If this dynamic continues, then your question can be answered positively. Counting on the growth of the market, we are building a new synthesis facility with a capacity of 50 tons per year and we are already considering the



реализуются в области асфальтов и других дорожных покрытий, для которых разрабатывается модифицированный битум.

Что касается мирового рынка, то приведу два факта: больше половины мировых производителей автомобильных шин являются нашими партнерами, а крупнейшими потребителями TUBALL, обеспечивающими более половины продаж, являются компании по производству электрохимических источников тока – литий-ионных аккумуляторов.

#### **Какие решения предлагаются производителям литий-ионных аккумуляторов?**

Мы выпускаем проводящую добавку для активного вещества аккумулятора и фольгу для электродов с покрытием, содержащим нанотрубки. Проводящая добавка необходима для того, чтобы запустить обратимую химическую реакцию при использовании аккумулятора. До последнего времени такие добавки делались на основе технического углерода, но, если у последнего показатель площади поверхности составляет  $60-80 \text{ м}^2/\text{г}$ , то у SWCNT он достигает  $1000 \text{ м}^2/\text{г}$ . Благодаря замене технического углерода на нанотрубки и применению нашей фольги для электродов можно существенно увеличить мощность и долговечность аккумулятора.

#### **Каковы перспективы использования TUBALL в производстве композитов?**

construction of a 250-ton plant in Europe.

#### **What projects for the use of TUBALL in the industry are implemented in Russia and abroad?**

In the Russian market, we are now conducting about 280 projects, of which about 130 companies are actively testing our additives and 40 regularly buy TUBALL. As for the world market, I will give two facts: more than half of the world's automobile tire manufacturers are our partners, and the largest consumers of TUBALL, which provide more than half of sales, are companies producing lithium-ion batteries.

#### **What solutions are offered to manufacturers of lithium-ion batteries?**

We produce a conductive additive for battery electrode slurries and a foil for electrodes coated with nanotubes. A conductive additive is necessary in order to trigger a reversible chemical reaction when using a battery. Until recently, such additives were made on the basis of carbon black, but if the latter has a surface area of  $60-80 \text{ м}^2/\text{г}$ , then for SWCNT it reaches  $1000 \text{ м}^2/\text{г}$ . Due to the replacement of carbon black with nanotubes and the use of our foil for electrodes, it is possible to

В настоящее время на долю производителей композиционных материалов приходится до 30% наших продаж в мире и до 60-70% – в России. В прошлом году основной упор в разработке добавок делался на повышении электропроводности композиционных материалов, сейчас приоритетной задачей стало увеличение прочности. Мы уже научились повышать прочность композитов на 15-35% при введении сотых долей процента нанотрубок, следующий шаг – улучшение имеющихся концентратов, чтобы прирост прочности достигал 80-100%. Есть предпосылки, что эта задача будет решена уже в следующем году.

#### **Какие технологические сервисы предлагает OCSiAl заказчикам?**

Мы предоставляем бесплатный образец материала для тестов, разрабатываем рекомендации по внедрению TUBALL в производственный процесс и оказываем технологическую поддержку на площадке заказчика силами сотрудников подразделения разработки продуктов. Само собой, заказчики получают всю необходимую документацию, включая сертификаты безопасности, технологические инструкции и т.д.

#### **Есть ли возможность повышения качества и снижения стоимости TUBALL?**

Мы уже выпускаем нанотрубки высокого качества, гораздо выше среднего показателя по рынку. Чистота синтезируемых нанотрубок TUBALL более

significantly increase the power and durability of the battery.

#### **What are the prospects for using TUBALL in the production of composites?**

At present, composites producers account for up to 30% of our sales in the world and up to 60-70% in Russia. Last year, the main emphasis in the development of additives was on increasing the electrical conductivity of composite materials, now the priority task is to increase the strength. We already know how to increase the strength of composites by 15-35% with the introduction of hundredths of a



80%, что достаточно для большинства применений. Для остальных продуктов мы предлагаем нанотрубки различной чистоты – до 99% – в зависимости от требований индустрии.

Снижение стоимости TUBALL в настоящее время неактуально, поскольку, по прогнозам, уже в следующем году мы можем столкнуться с дефицитом материала – наших производственных мощностей не хватит, чтобы удовлетворить растущий спрос. Соответственно, вопрос о снижении цены пока не стоит. В долгосрочной перспективе цена на нанотрубки упадет с запуском новых установок.

#### Каковы планы развития компании?

Во-первых, перед нами стоит задача повышения объемов синтеза, которая будет решена с запуском новой 50-тонной установки. Во-вторых, для разработки новых концентратов необходимо расширять лаборатории. Что касается качественного улучшения продукции, то сейчас акцент делается на исследовании влияния нанотрубок на про-

чность материалов в различных средах. Именно с этим направлением мы связываем следующий прорыв в области улучшения свойств материалов с помощью TUBALL.

#### Насколькоочно лидерство OCSiAl на рынке SWCNT?

Мы создали достаточно существенный отрыв от конкурентов, и пока я не вижу предпосылок к его сокращению. Даже если кто-то разработает технологию синтеза, которая будет сравнима с нашей, ему придется потратить несколько лет на освоение производства концентратов и вывод продуктов на рынок в условиях снижения цен. При этом мы не стоим на месте, продолжаем развивать и улучшать наши технологии и продукты. Думаю, что в ближайшие годы OCSiAl будет удерживать лидерство на рынке.

Интервью: Дмитрий Гудилин

Фото на обложку предоставлено компанией OCSiAl

percent of nanotubes, the next step is the improvement of available concentrates, so that the strength gain reaches 80-100%. There are prerequisites that this task will be solved in the next year.

#### What services does OCSiAl offer to customers?

We provide a free sample of material for tests, develop recommendations for the implementation of TUBALL in the production process and provide technological support on the customer's site by the forces of the product development department. Of course, customers receive all the necessary documentation, including safety certificates, technological instructions, etc.

**Is it possible to improve the quality and reduce the cost of TUBALL?**  
We are already producing nanotubes, the quality of which is much higher than the average for the market. The purity of TUBALL is more than 80%, which is enough

for most applications. For other products, we offer nanotubes of different purity – up to 99% – depending on the requirements of the industry.

The reduction in the cost of TUBALL is currently irrelevant, because, according to forecasts, next year we can face a deficit of material and our production capacity will not be enough to meet the growing demand. Accordingly, the question of reducing the price is not worth it. In the long term, the price of nanotubes will drop with the launch of new plants.

#### What are the plans for the company's development?

First, we are faced with the task of increasing the volume of synthesis, which will be solved with the launch of a new 50-ton unit. Secondly, for the development of new concentrates it is necessary to expand the laboratory. As for the qualitative improvement of products, now the emphasis is on the

study of the effect of nanotubes on the strength of materials in various media. It is with this area that we connect the next breakthrough in the field of improving the properties of materials with the help of TUBALL.

#### How strong is the leadership of OCSiAl in the SWCNT market?

We created a significant enough gap from competitors, and so far I do not see the prerequisites for its reduction. Even if someone develops a synthesis technology that will be comparable to ours, he will have to spend several years mastering the production of concentrates and bringing products to the market in conditions of lower prices. At the same time, we do not stand still, we continue to develop and improve our technologies and products. I think that in the coming years OCSiAl will maintain the leadership in the market.

Interview: Dmitry Gudilin

Photo on the cover provided by OCSiAl

## ОТЕЧЕСТВЕННАЯ РАЗРАБОТКА ПОВЫСИТ КАЧЕСТВО ПРОВЕДЕНИЯ АНЕСТЕЗИИ



Наркозно-дыхательный аппарат "Орфей"

Специалистами СПбГЭТУ "ЛЭТИ" в кооперации с петербургским предприятием ПАО "Красногвардеец" проводится работа по созданию современного автоматизированного медицинского комплекса, который существенно повысит качество проведения анестезии.

Выполнение проекта стало возможным благодаря получению предприятием государственной субсидии (Постановление Правительства РФ № 218 от 9 апреля 2010 г., договор № 02.025.31.0192).

Комплекс должен стать важным модулем уже используемого в медицинской практике наркозно-дыхательного аппарата "Орфей", производимого ПАО "Красногвардеец". Аппарат "Орфей" позволяет проводить ингаляционную анестезию, реализовывать различные режимы принудительной и вспомогательной вентиляции легких, а также самостоятельного дыхания с постоянным положительным давлением в дыхательных путях. Включение разрабатываемого комплекса в состав "Орфей" выведет этот наркозно-дыхательный аппарат в число лучших мировых систем аналогичного назначения.

Используемые сегодня в отечественной медицине испарители могут работать только с одним видом анестетика. В случае критических ситуаций в процессе операции быстрая замена анестетика в них невозможна. Разрабатываемый СПбГЭТУ "ЛЭТИ" испаритель будет способен работать практически со всеми представленными на рынке анестетиками, а также позволит производить их оперативную замену в случае необходимости.

По словам ассистента кафедры электронных приборов и устройств Владимира Герасимова, разрабатываемый инновационный комплекс обеспечит дозированное включение анестетика в дыхательную смесь, поступающую из наркозного аппарата, а также контроль глубины сна пациента на основе обработки информации энцефалографа, регистрирующего активность головного мозга. Перечисленные возможности будут реализованы в России впервые.

СПбГЭТУ "ЛЭТИ"

## РАЗРАБОТКА НОВОГО ДИЗАЙНА ДЛЯ УАЗ ПАТРИОТ 2020

С целью повышения научно-технического уровня и конкурентоспособности продукции российской автомобильной промышленности, сокращения технической и организационно-методологической зависимости и отставания от лидеров мирового автомобилестроения, запущена комплексная программа развития семейства автомобилей УАЗ Патриот 2020.

Активное участие в реализации программы принимают специалисты "Центра компьютерного инжиниринга" (CompMechLab) Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, обладающие компетенциями мирового уровня и уникальным многолетним опытом выполнения НИОКР для отечественных и зарубежных высокотехнологичных автомобилестроительных компаний.

Специалисты центра разработают новый облик автомобиля УАЗ Патриот 2020, который будет соответствовать мировому уровню и тенденциям

в дизайне, также будут улучшены потребительские свойства автомобиля в части устойчивости, управляемости, плавности хода и комфорта, повышенена пассивная безопасность.

Применение передовых методов параллельного инжиниринга, цифрового проектирования и виртуальных испытаний позволят ускорить и удешевить процесс разработки нового автомобиля, а также сократить сроки подготовки высокотехнологичного производства новых моделей.

Участие специалистов CompMechLab в проекте стало возможным благодаря выделению на его реализацию государственной субсидии в соответствии с Постановлением Правительства РФ № 218 от 9 апреля 2010 года (договор № 03.025.31.0233).

CompMechLab СПбПУ