TUBALL

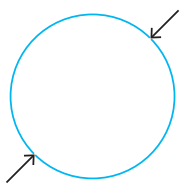
графеновые нанотрубки

Толщина стенки

1 атом

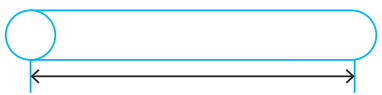
Удельная площадь поверхности в 1 г

≥ 300 м²



Наружный диаметр

1.6±0.4 нм



Длина **> 5 мкм**

Теплопроводность по сравнению с алмазом

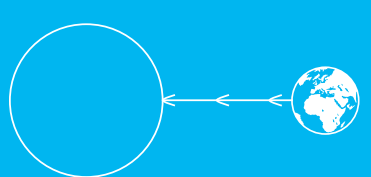
в 3 раза выше

G/D

>90

Количество шт в 1 г

10^{17}



Длины нанотрубок, содержащихся в 1 г TUBALL™, достаточно, чтобы протянуть их от Земли до Солнца

Точные характеристики указаны в технической документации

УГЛЕРОДНЫЕ НАНОТРУБКИ

Технологическое развитие человечества определяется материалами. Более 70% всех материалов можно усовершенствовать за счет универсальной добавки — графеновых нанотрубок. С их помощью можно создавать наномодифицированные материалы с уникальными свойствами.

Графеновые нанотрубки (GNT) можно описать как лист графена толщиной в один атом, свернутый в трубу длиной более 5 мкм. Этот материал также часто называют одностенными углеродными нанотрубками (SWCNT).

УНИКАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА

Уникальные свойства графеновых нанотрубок позволяют улучшать множество характеристик материалов. Это связано с их исключительными свойствами, такими как высокая электро- и термопроводность, сверхмалый вес, рекордная прочность и гибкость.

Отличный проводник

в 5 раз легче меди

Прочнее стали

до 100 раз

Термо-стойкость

до 1600 °C в вакууме

Отношение длины к диаметру

около 3000 раз

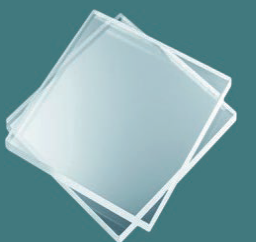
ГРАФЕНОВЫЕ НАНОТРУБКИ: ПЕРВЫЙ УНИВЕРСАЛЬНЫЙ АДДИТИВ

Благодаря исключительным теплопроводящим, механическим и электропроводящим свойствам графеновые нанотрубки служат добавкой для широкого спектра материалов.

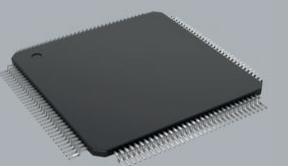
Электрохимические источники тока

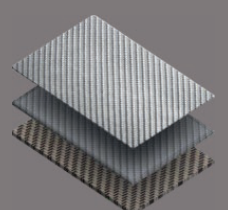
Бетон

Керамика


Стекло

Медь

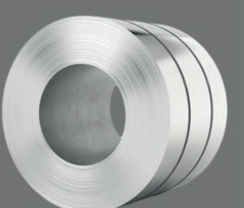

Полупроводники для датчиков


Композитные материалы

Резинотехнические материалы

Адгезивы

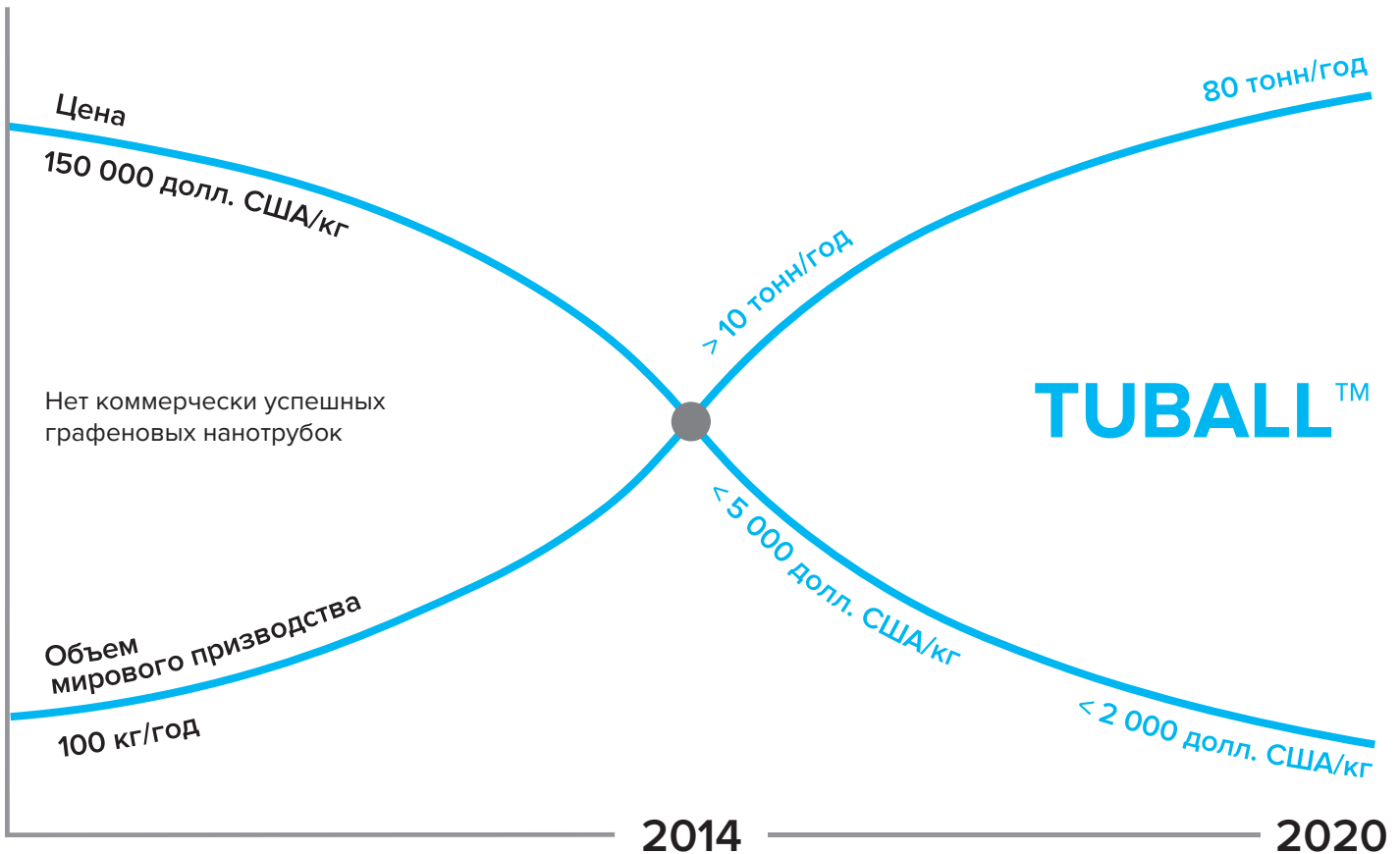
Пластмассы


Алюминий

Краски

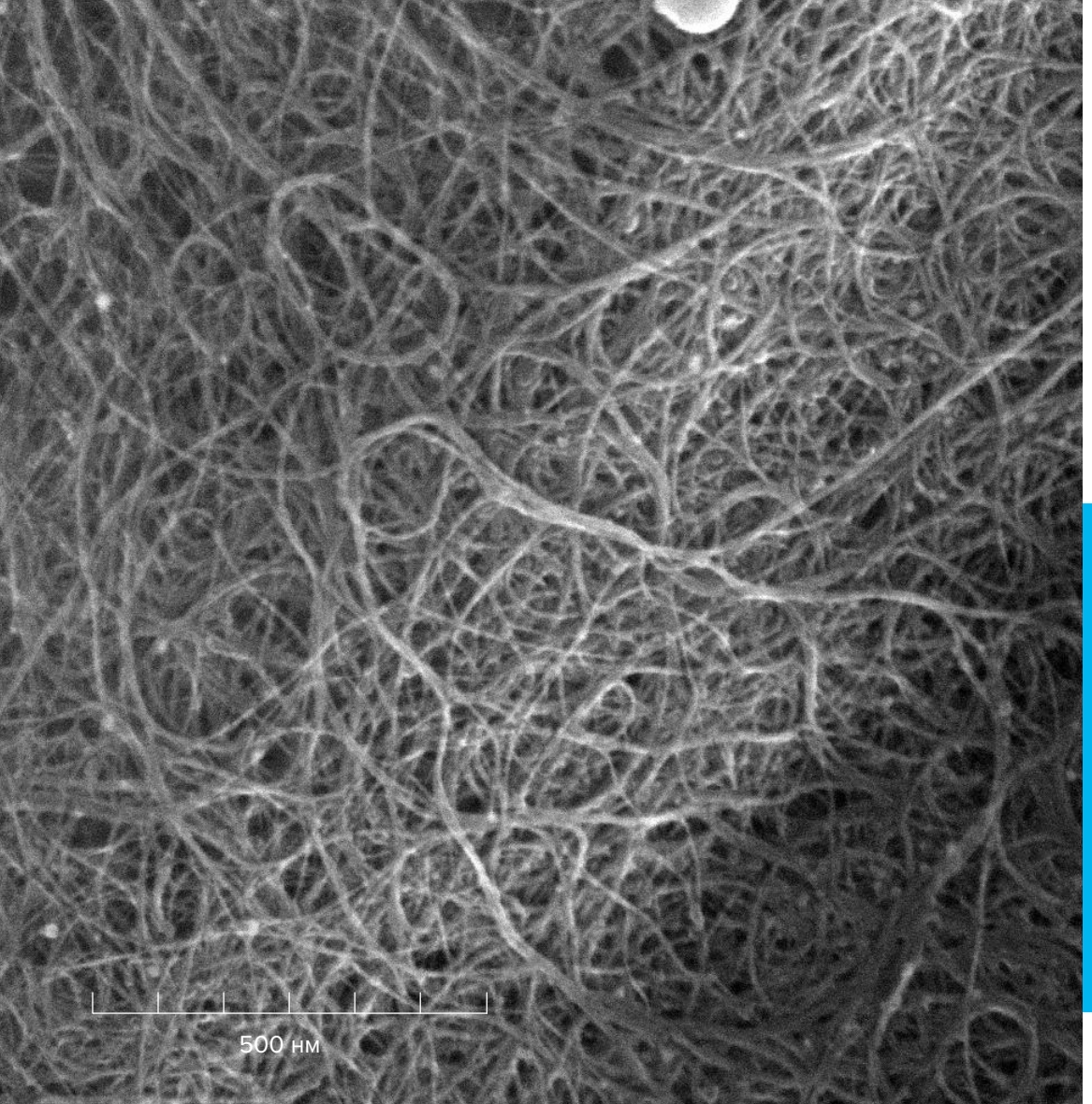
ПОЧЕМУ GNT НЕ ПРИМЕНЯЛИСЬ РАНЕЕ?

В 2014 году графеновые нанотрубки впервые стали доступны для массового применения



ПЕРВЫЕ

ГРАФЕНОВЫЕ НАНОТРУБКИ МАССОВОГО ПРОИЗВОДСТВА



TUBALL™

Несмотря на то, что огромный потенциал графеновых нанотрубок был известен давно, до недавнего времени их широкое применение в промышленности было невозможно из-за отсутствия технологии их массового производства и эффективных методов внесения в материалы, а также высокой цены.

TUBALL™ — первые графеновые нанотрубки, доступные для промышленного применения в различных отраслях. Технология массового производства компании OCSiAl сделала широкое использование нанотрубок экономически эффективным при сохранении их высокого качества.

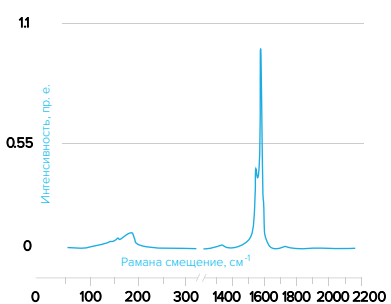
ХАРАКТЕРИСТИКИ

- Высокое качество GNT (коэффициент G/D > 90)
- Сохранение цвета, эластичности, долговечности и других ключевых свойств улучшенных материалов
- Эффективность при ультранизких концентрациях
- Улучшение механических свойств
- Обеспечение равномерной, постоянной и стабильной электропроводности
- Универсальность для широкого спектра применений

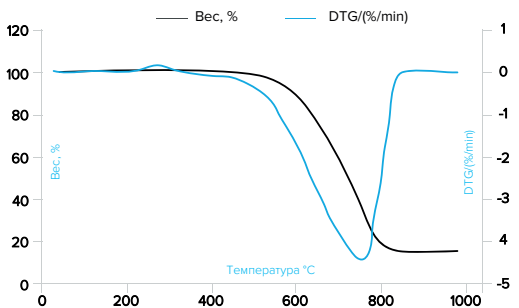
ТЕХНИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ

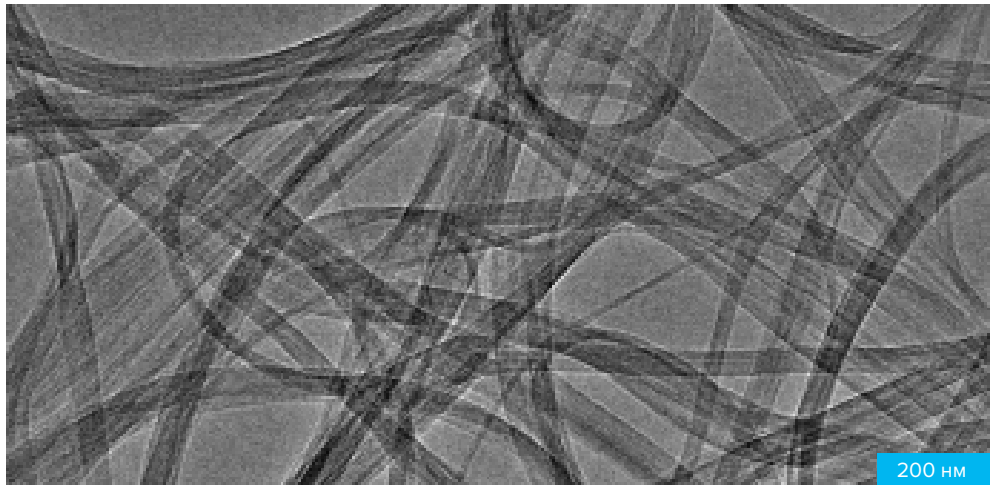
	ЕДИНИЦА ИЗМЕРЕНИЯ	ЗНАЧЕНИЕ	МЕТОД ОЦЕНКИ
Содержание углеродных нанотрубок (CNT)	% масс.	≥ 80	Внутренний метод OCSiAl: озоление
Количество стенок CNT	единица	1	ПЭМ
Средний наружный диаметр CNT	нм	1,6 ± 0,4	ПЭМ: оптическое поглощение, ISO/TS 10868:2017 (E)
Длина CNT	мкм	> 5	АСМ
Металлические примеси	% масс.	< 15	Внутренний метод OCSiAl: ICP-AES
Влага	% масс.	< 5	Внутренний метод OCSiAl: инфракрасная термогравиметрия

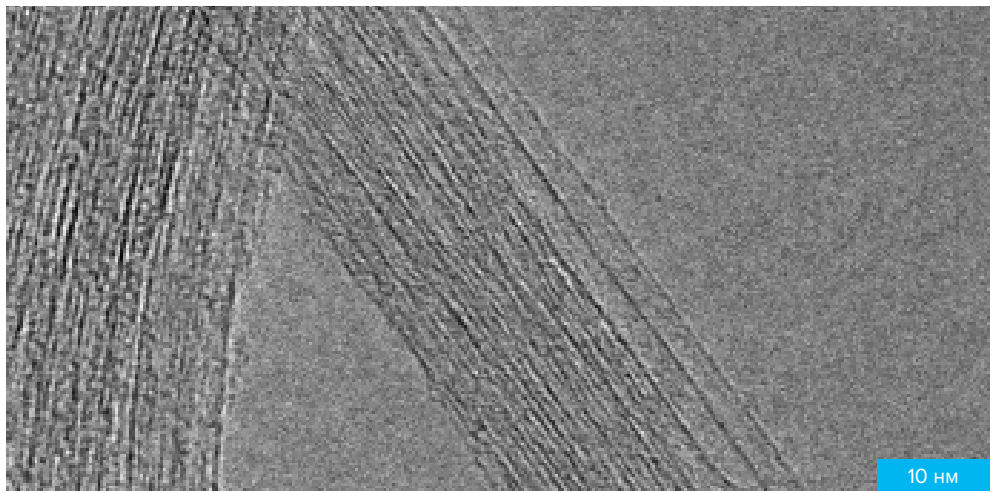
СПЕКТР КР



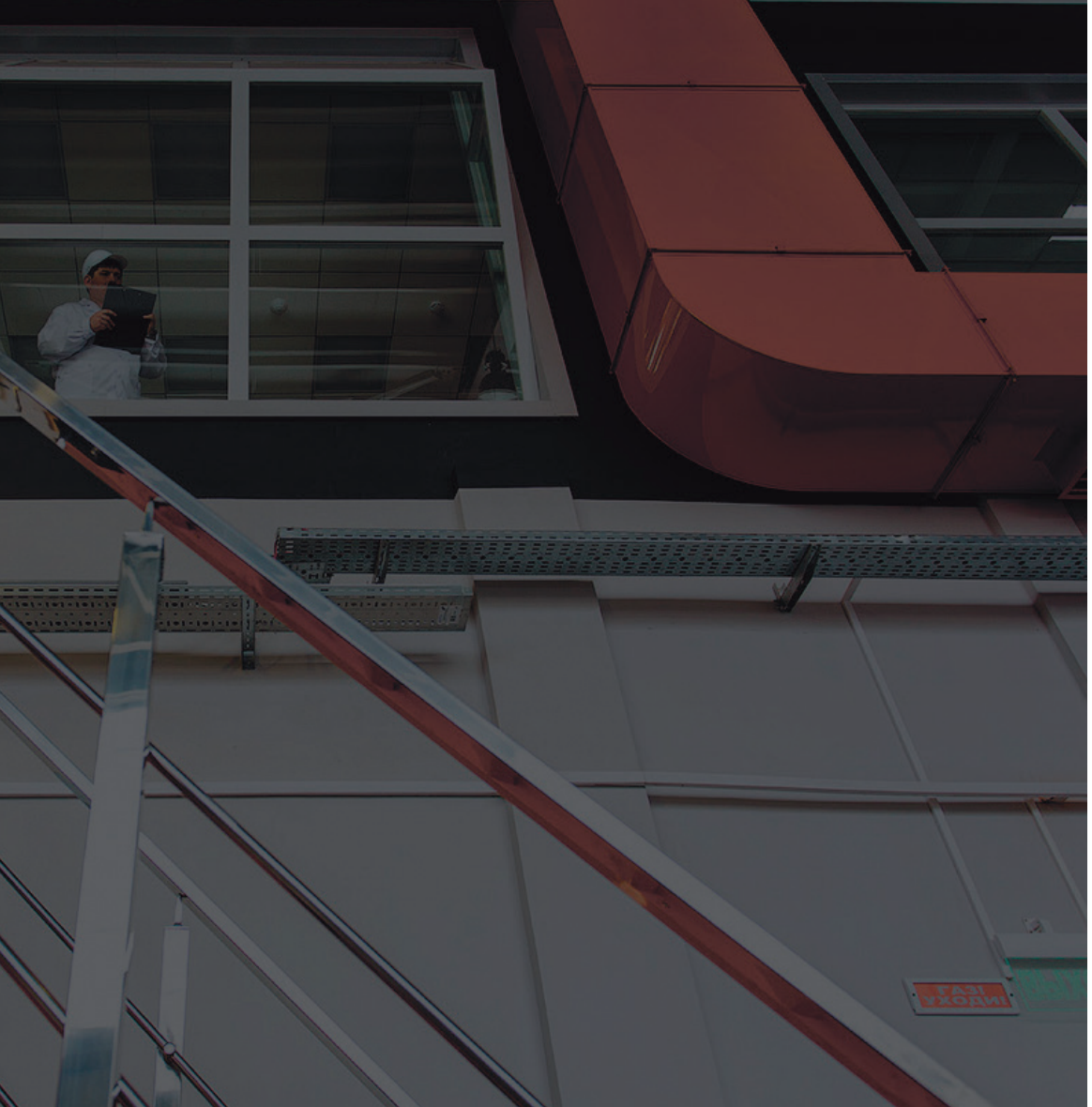
КРИВЫЕ TGA







ПРОИЗВОДСТВО



ПРОМЫШЛЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО GNT

OCSiAl — единственная компания, обладающая масштабируемой технологией промышленного синтеза графеновых нанотрубок.

В 14 ноября 2013 года в Новосибирске компания запустила Graphetron 1.0 – первую промышленную установку синтеза графеновых нанотрубок. С производственной мощностью 1 тонна TUBALL™ в год она стала крупнейшей в мире.
В 2019 году в Новосибирске был введен в эксплуатацию Graphetron 50.

Текущие производственные мощности компании – 80 тонн графеновых нанотрубок в год. В 2024 году OCSiAl запустит первую очередь завода в Люксембурге мощностью до 100 тонн.

УСТАНОВКИ

2013 GRAPHETRON 1.0

2019 Graphetron 50

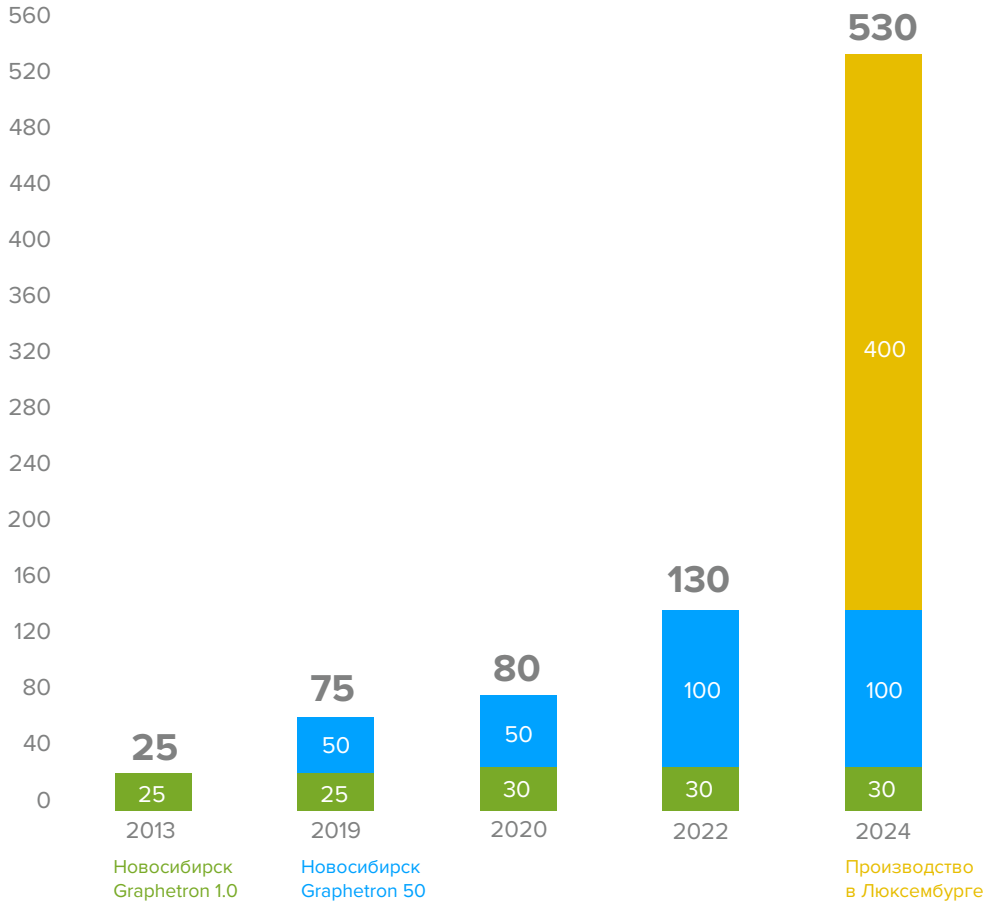
2024 GRAPHETRON IN LUXEMBOURG

В 2020 ГОДУ НА ДОЛЮ КОМПАНИИ OCSiAI ПРИХОДИЛОСЬ

97%

МИРОВЫХ МОЩНОСТЕЙ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ГРАФЕНОВЫХ НАНОТРУБОК

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ МОЩНОСТИ

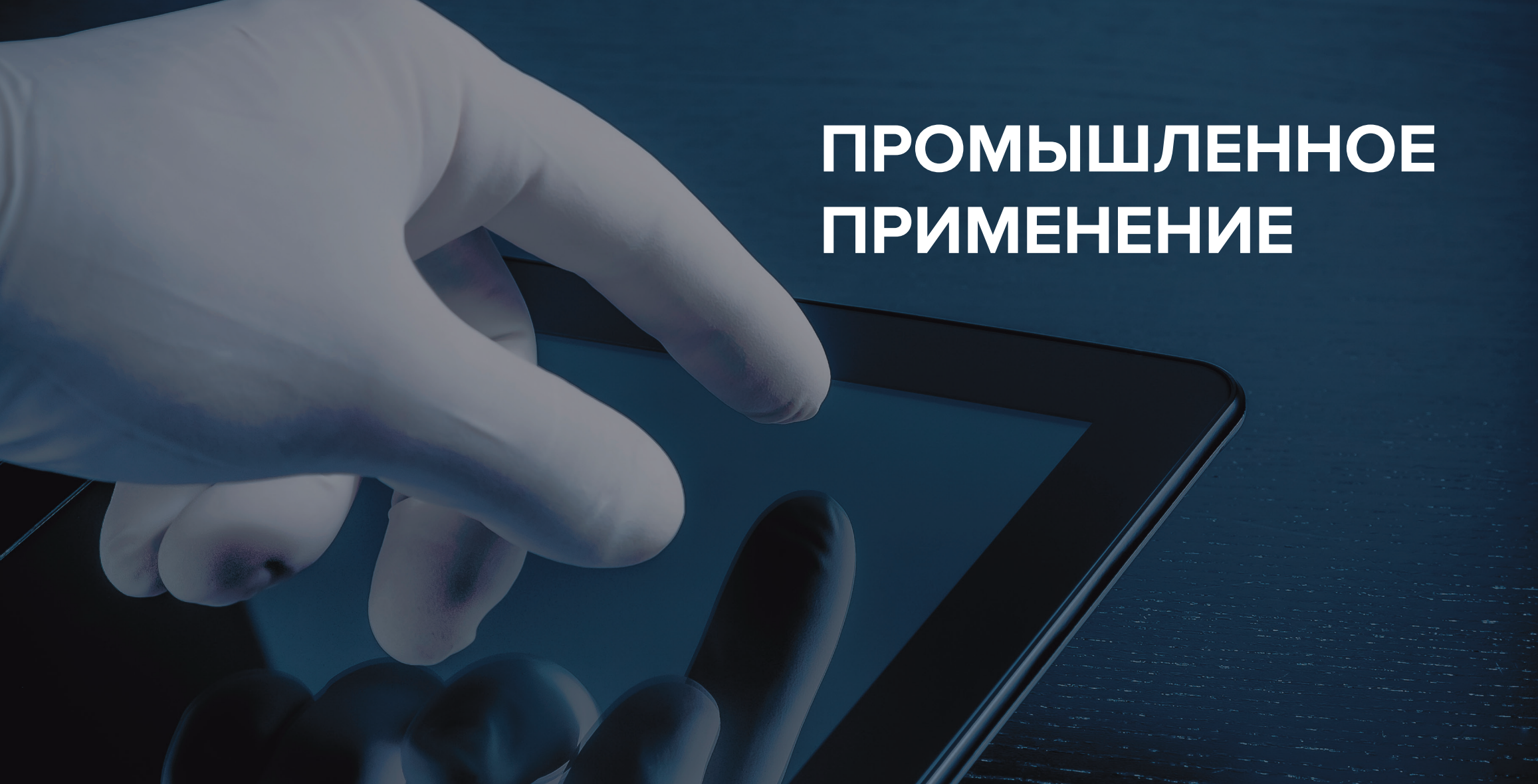


ПРОИЗВОДСТВО КОМПАНИИ OCSiAl

Компания OCSiAl расширяет и оптимизирует свое производство в глобальном масштабе за счет строительства новых установок синтеза TUBALL™ по всему миру.

Полученные в 2017 году сертификаты ISO подтверждают высокий уровень системы менеджмента контроля качества, экологии, охраны здоровья и обеспечения безопасности труда в OCSiAl.
В настоящее время компания сертифицирована в соответствии со стандартами ISO 9001, ISO 14001, ISO 45001: 2018 и BS OHSAS 18001.
В 2019–2020 годах OCSiAl успешно прошла аудиторскую проверку на соответствие VDA 6.3 – стандарту немецкой автомобильной промышленности, и получила сертификат соответствия международному стандарту систем управления качеством в автомобильной промышленности IATF 16949.

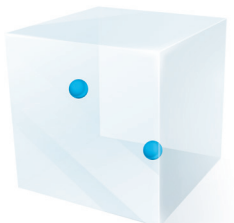
OCSiAl следит за безопасностью производства графеновых нанотрубок и изделий на их основе на всех этапах, формируя отраслевые стандарты. Так, за счет участия экспертов OCSiAl в России в 2019 году был разработан и внедрен новый стандарт в области наноматериалов: ГОСТ Р 58356-2019 «Наноматериалы. Одностенные углеродные нанотрубки. Технические требования и методы испытаний».



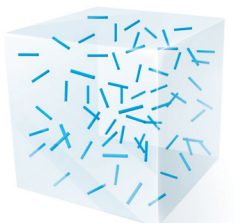
ПРОМЫШЛЕННОЕ ПРИМЕНЕНИЕ

МЕХАНИЗМ РАБОТЫ

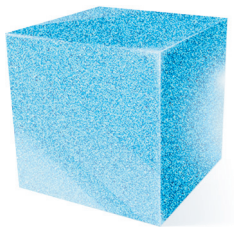
TUBALL™ значительно улучшает свойства материалов при добавлении в сверхнизких концентрациях, начиная с 0,01%.



Микрочастицы



Нановолокна



Графеновые нанотрубки

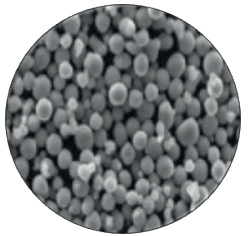
На рисунке представлены одинаковые концентрации частиц (~0,1%) в равном объеме

В отличие от традиционных добавок, таких как многостенные углеродные нанотрубки, углеродные волокна и большинство типов технического углерода, которые неравномерно распределяются в матрице материала, графеновые нанотрубки создают трехмерную армирующую и электропроводящую сеть.*

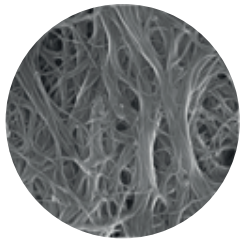
** Источник: Ma, P. C., Siddiqui, N. A., Marom, G., & Kim, J. K. (2010). Dispersion and functionalization of carbon nanotubes for polymer-based nanocomposites: a review. Composites Part A: Applied Science and Manufacturing, 41 (10), 1345-1367.*

СРАВНЕНИЕ ПОРОГА ИЗМЕНЕНИЯ СВОЙСТВ

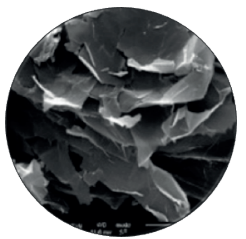
ТЕХНИЧЕСКИЙ УГЛЕРОД
20–40%



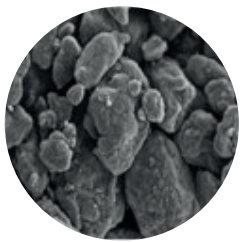
МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ НАПОЛНИТЕЛИ
15–35%



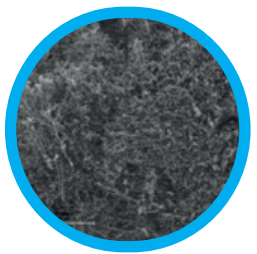
УГЛЕРОДНОЕ ВОЛОКНО
3–12%



МНОГОСЛОЙНЫЙ «ГРАФЕН»*
1–6%



МНОГОСТЕННЫЕ УГЛЕРОДНЫЕ НАНОТРУБКИ
0,5–5%



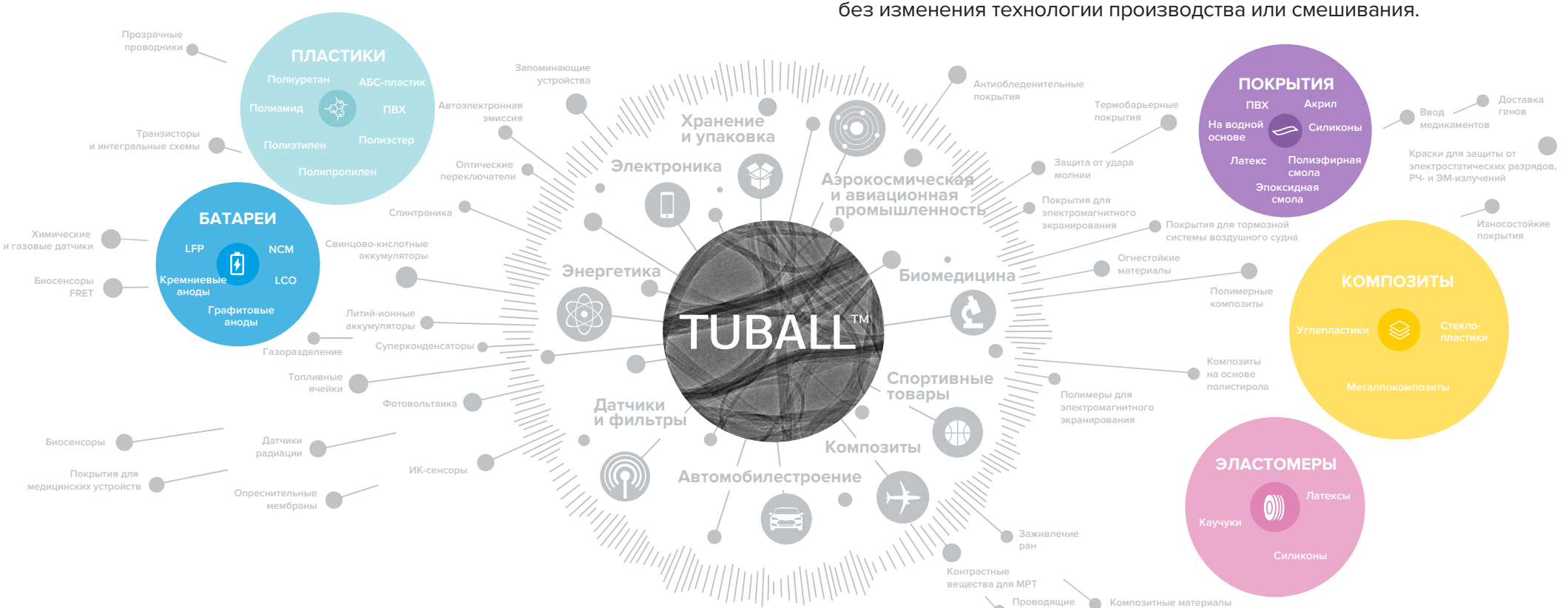
ГРАФЕНОВЫЕ НАНОТРУБКИ
0,01–0,1%

* Графеновые хлопья, оксид графена, восстановленный оксид графена и т.д.

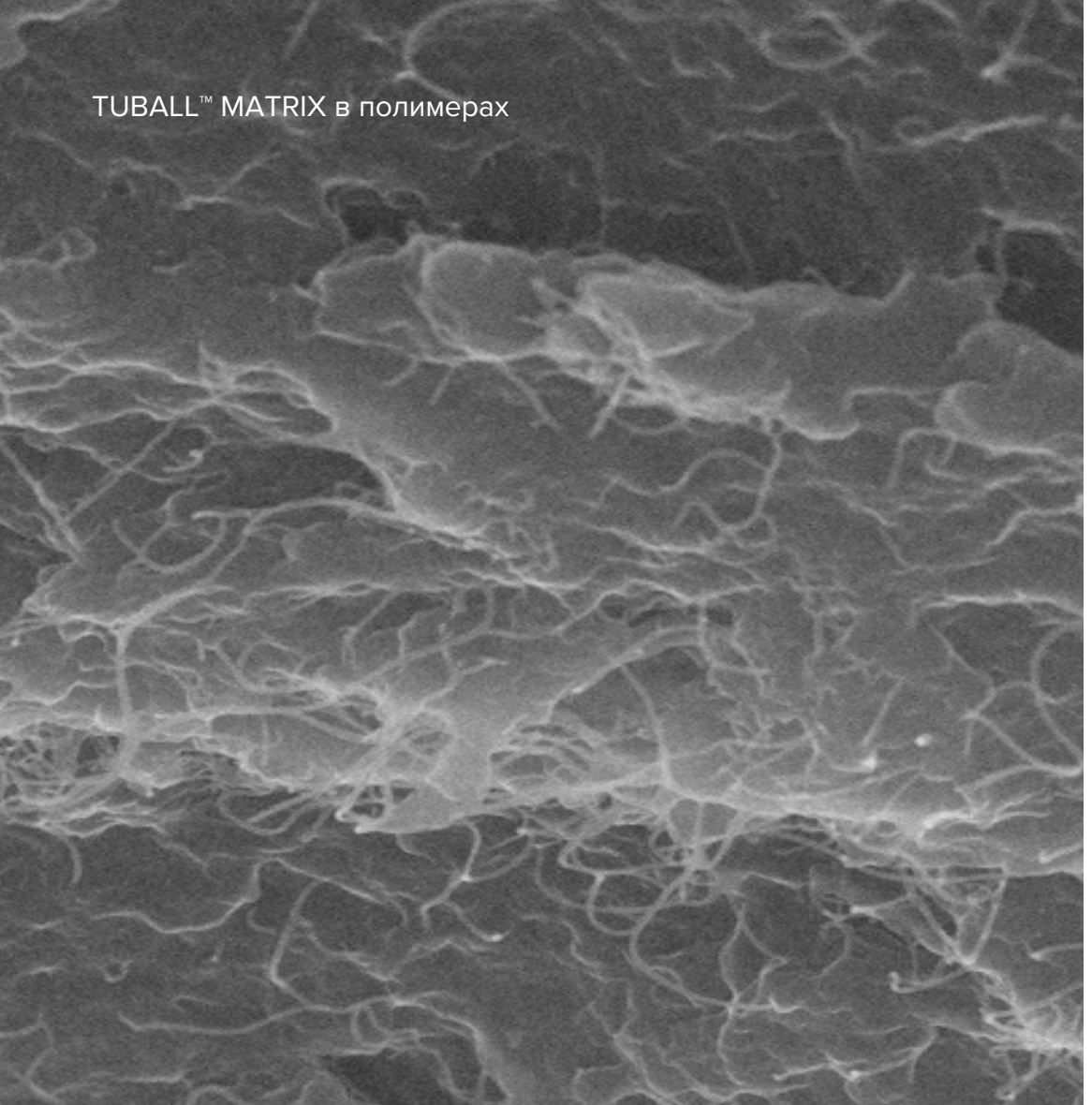
ЦЕНТР
ПРОТОТИПИРОВАНИЯ
ТЕХНОЛОГИЙ
TUBALL™ CENTER
анализ свойств графеновых нанотрубок
покрытия
электрохимические источники тока
термопласты
эластомеры
реактопласты
.... и другие

ПРИМЕНЕНИЯ TUBALL™: ОДИН АДДИТИВ ДЛЯ ТЫСЯЧ МАТЕРИАЛОВ

Нанотрубки TUBALL™ могут радикально улучшать свойства большинства материалов, используемых в промышленности. Компания OCSiAl занимает ведущие позиции в разработке различных технологий диспергирования, которые позволяют заказчикам добавлять TUBALL™ в свои продукты без изменения технологии производства или смешивания.



КОНЦЕНТРАТЫ TUBALL™ MATRIX



TUBALL™ MATRIX

Компания OCSiAl – лидер в создании технологий для введения нанотрубок в матрицы материалов.

В 2016 году компания OCSiAl представила TUBALL™ MATRIX — линейку концентратов на основе графеновых нанотрубок, которые придают материалам однородную и постоянную проводимость без негативного влияния на цвет или механические свойства продуктов. В настоящее время компания OCSiAl разработала концентраты для большинства стандартных технологических процессов производства материалов.

ПРЕИМУЩЕСТВА

- Сверхнизкая эффективная концентрация, начиная с 0,1 %
- Возможность сохранения широкого разнообразия цветов
- Сохранение и улучшение механических свойств
- Постоянная и равномерная электропроводность без «слепых зон»
- Минимальное воздействие на вязкость и плотность исходного материала

MATRIX 201 MATRIX 202 MATRIX 203 MATRIX 207
MATRIX 208 MATRIX 209 MATRIX 301

Эпоксидная смола, полиуретан

MATRIX 202 MATRIX 205

Фенольная смола

MATRIX 204

Полиэфирная смола, винилэфирная смола, акриловая смола, меламин

MATRIX 302

Акриловая смола

MATRIX 601 MATRIX 602 MATRIX 605

LSR, RTV и HCR-силиконы

MATRIX 603 MATRIX 610

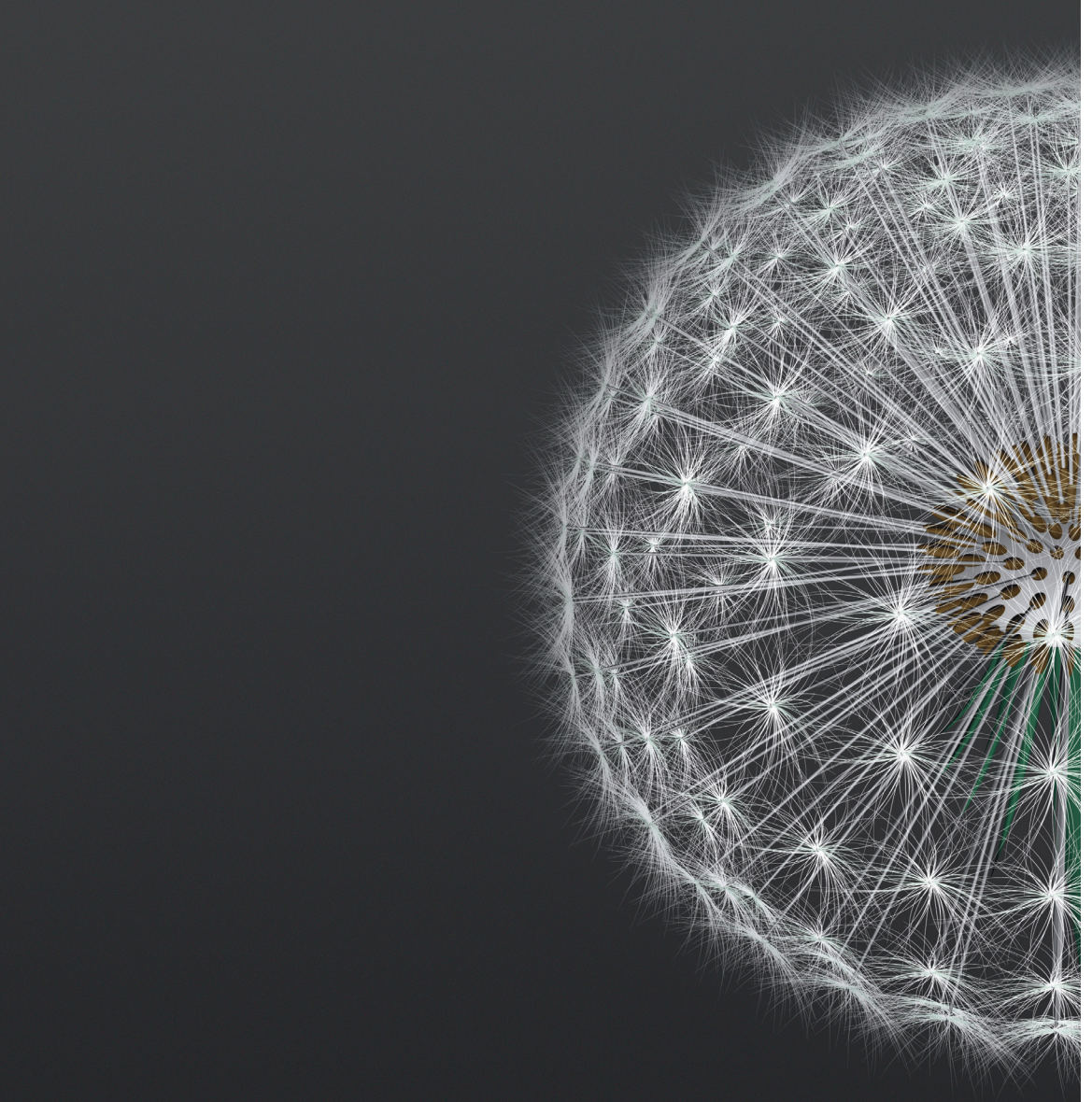
Каучуки

MATRIX 814

Термопласты

... и множество новых применений

БЕЗОПАСНОСТЬ И СЕРТИФИКАЦИЯ



ОХРАНА ТРУДА И БЕЗОПАСНОСТЬ

OCSiAl — первая компания, которой разрешена поставка крупных коммерческих партий SWCNT заказчикам в Европе, Северной Америке и на других ключевых рынках.

REACH

Регистрация, оценка, разрешение и ограничение химических веществ в Европейском Союзе

- Первый и единственный зарегистрированный вид SWCNT (сентябрь 2016 г.)
- TUBALL™ зарегистрирован под номером 01-2120130006-75-0000
- В апреле 2020 года обновленная регистрация REACH позволила OCSiAl увеличить разрешенный объем для реализации на территории Европы до 100 тонн нанотрубок TUBALL™ в год

EPA

Агентства по охране окружающей среды США

- Разрешение от EPA
- Регистрация химической субстанции номер PMN4 P-17-0257
- 5 декабря 2019 года статус OCSiAl в США повысился с публикацией Агентством в Федеральном реестре новых «Существенных правил использования» (SNUR), распространяющихся на продукты OCSiAl (§ 40 CFR 721.11179)
- Разрешен коммерческий оборот TUBALL™ в неограниченных объемах на территории США

НЕЗАВИСИМЫЕ ИСПЫТАНИЯ В ОБЛАСТИ БЕЗОПАСНОСТИ

OCSiAl постоянно инициирует исследовательские проекты в области охраны окружающей среды, здоровья и безопасности, которые проводятся независимыми лабораториями по всему миру.

Например, VITO и INERIS, два ведущих европейских независимых исследовательских центра, поддержали OCSiAl в ряде исследовательских программ, включая тесты на сжигание и горение, испытания на экотоксичность, а также различные исследования механического разрушения композитных материалов, содержащих TUBALL™, для исследования возможного выделения нано- и микрочастиц из испытуемых материалов при их эксплуатации.

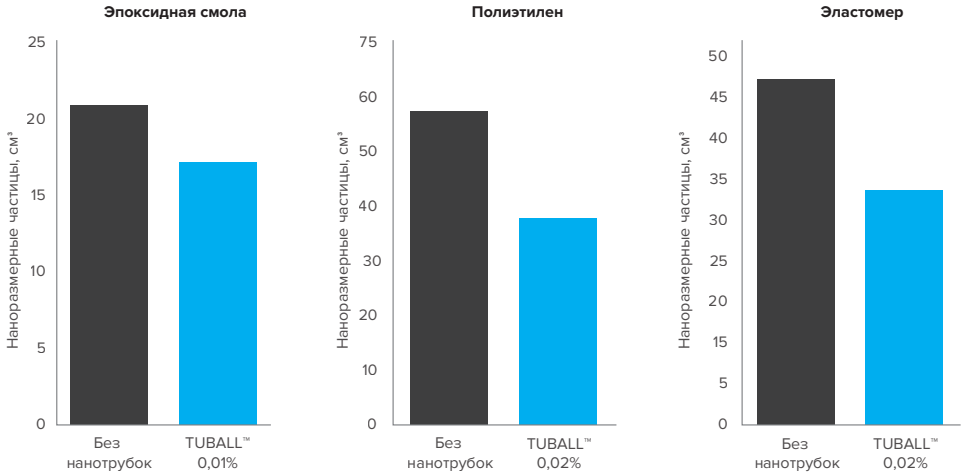
РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕСТОВ НА ЭКОТОКСИЧНОСТЬ

Отсутствие экотоксичных эффектов TUBALL™ подтверждено:

- Тестом на острую экотоксичность для дафний в соответствии с OECD 202
- Тестом на ингибирование роста пресноводных водорослей (экотоксичность) в соответствии с OECD 201

РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕСТОВ ПО ВЫДЕЛЕНИЮ ЧАСТИЦ

При использовании в качестве упрочняющего материала в полимерных композитах TUBALL™ не проявляет свойства наночастиц, и даже при шлифовании, резке или ином механическом воздействии на модифицированный материал, нанотрубки TUBALL™ не покидают матрицу материала, а высвобождаются только в составе сильно связанных с полимером частиц.



Графики из оригинального отчета VITO

- Нанотрубки TUBALL™ не покидают матрицу материалов при его механическом повреждении
- В результате улучшения прочности и когезии материалов с нанотрубками, при механическом воздействии выделяется меньше наноразмерных частиц по сравнению с обычными материалами

Воздействие TUBALL™ крайне ограничено и не считается опасным для потребителей при вдыхании, попадании на кожу или перорально.

OCSiAl ДЕЛАЕТ ВОЗМОЖНЫМ СОВМЕЩАТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЕРЕДОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ С ЗАБОТОЙ О ПЛАНЕТЕ

Материалы на всех стадиях жизненного цикла – от добычи до утилизации – вносят крупный вклад в выбросы парниковых газов. При этом производство материалов для удовлетворения потребностей растущего населения удвоится в следующие 40 лет.

Кроме того, потенциал материалов и продуктов используется лишь частично – их полезная нагрузка намного меньше общей массы.
Полезная нагрузка:

< 40%
офисное здание

15-30%
самолет

20%
легковой автомобиль

Чтобы снизить глобальное потребление материалов, нам необходимо сделать материалы более энергоэффективными, прочными и долговечными.

Графеновые нанотрубки улучшают свойства большинства материалов, известных человечеству. В результате материал с теми же свойствами можно получить при использовании гораздо меньшего объема сырья. Усовершенствованные продукты демонстрируют более высокую энергоэффективность и более длительный срок службы, что сокращает потребность в новых продуктах и, следовательно, выбросы CO_2.

Рама автомобиля

Пластики, армированные нанотрубками TUBALL™, отличаются долговечностью и легким весом, что приводит к повышенной энергоэффективности автомобилей.

Литий-ионные батареи

Высокоэффективные литий-ионные батареи с TUBALL™ не только приближают массовое внедрение электромобилей, но и позволяют сократить количество ячеек, отправляемых на переработку.

Шины

Шины нового поколения с TUBALL™ позволяют экономить 600 г технического углерода на шину, что приводит к значительному сокращению выбросов CO_2, приходящихся на производство технического углерода.

Промышленные покрытия

TUBALL™ улучшает свойства покрытий на водной основе, что позволяет сократить использование растворителей и других летучих органических соединений.

Эти и другие материалы с TUBALL™ ведут к значительному сокращению выбросов парниковых газов.

ДЛЯ ЗАКАЗА ОБРАЗЦОВ, ПОЛУЧЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПАСПОРТОВ БЕЗОПАСНОСТИ МАТЕРИАЛА ОБРАЩАЙТЕСЬ В БЛИЖАЙШИЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ОФИС

АЗИЯ

КОРЕЯ
208, Gaetbeol-ro 12,
Yeonsu-gu, Incheon,
21999, Korea
+82 32 260 0407
asiapacific@ocsial.com

ГОНКОНГ
Room 1102, 11/F, Lippo Sun Plaza, 28, Canton Road, Tsim Sha Tsui, Kowloon, Hong Kong
+852 3575 3946

КИТАЙ
#2004, 20th floor, Tower B, Da Chong Business Centre, Yue Hai Street, Nanshan District, Shenzhen, Guangdong, China
+86 755 867 00059

Ground floor, Unit 4, Building 7, No.160, Basheng Road, Pudong district, Shanghai, China
+86 135 9012 5295

china@ocsial.com

ЯПОНИЯ
Tokyo, Japan
070-1421-0331
japan@ocsial.com

ИНДИЯ
Vimal intertrade PVT Ltd,
Shivam centrium,
Sahar road, Koldongri,
Andheri East, Mumbai,
400 069, India
+ 91 22 6288 4200
india@ocsial.com

СЕВЕРНАЯ И ЮЖНАЯ АМЕРИКА

США
500 S Front St,
Suite 860, Columbus,
OH 43215, USA
+1 415 906 5271
usa@ocsial.com

ЕВРОПА

ЛЮКСЕМБУРГ
1 Rue de la Poudrerie,
L-3364, Leudelange,
Grand-Duché de Luxembourg
+352 27990373
europe@ocsial.com

РОССИЯ
107078, Россия, Москва,
Каланчевская, 29, стр. 2
+7 499 653 5152

630090, Россия,
Новосибирск,
Инженерная, 24
+7 383 201 8387

russia@ocsial.com

tuball.com
ocsial.com

210630

Materials have evolved