



«Водородная энергетика – экологически чистая  
линия взаимоотношений Человека и Природы»  
А.Ф. Чабак

# ФОНД РАЗВИТИЯ НАУЧНЫХ ДОСТИЖЕНИЙ И ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ

представляет Технологию CNT в рамках проекта Водородная Энергетика 2050



**ВОДОРОДНАЯ  
ЭНЕРГЕТИКА**



**ВОДОРОДНАЯ  
МЕДИЦИНА**

Москва 2020

Главной стратегией России до 2050 года по нашему мнению должна стать **стратегия поэтапного перехода России к Водородной Энергетике**. По нашим оценкам доля мирового потребления водорода увеличится с 40 млн. т. в 2000 г. до 800 млн. т. в 2100 году. Поэтому главным фактором определяющим роль любой страны на мировой геополитической арене станет уровень развития технологий по водородно-топливным элементам, а также эффективным системам в области хранения и транспортировки водорода.

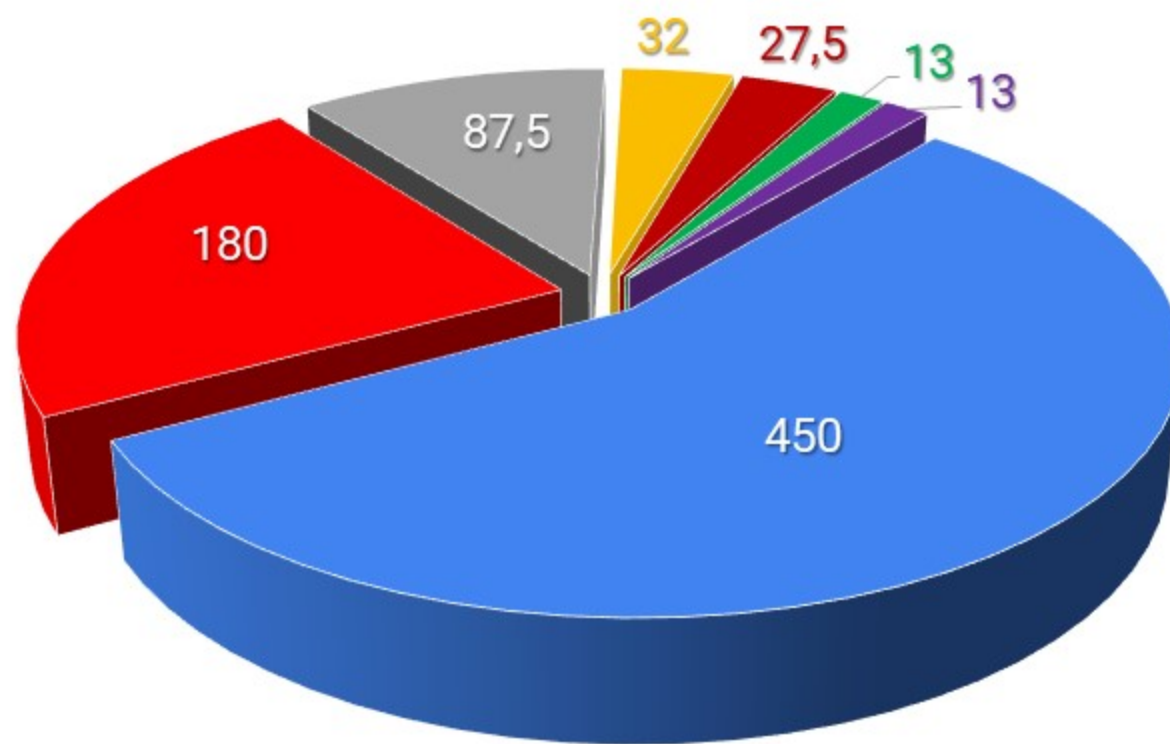
В подтверждение этому предположению служат совместные действия многих крупных игроков ([www.hydrogencouncil.com](http://www.hydrogencouncil.com)) в результате которых, формируется повестка по развитию водородной экономики (создание заправочных станций, серийный выпуск автомобилей на водороде и др.) При этом согласно их дорожной карте\* 1 из 12 автомобилей продаваемых в Калифорнии, Германии, Японии и Южной Корее, будут на водороде, некоторые виды ЖД и морского транспорта будут работать на водородном топливе. Планируемые инвестиции ряда стран и компаний для создания водородной экономики до 2030 составляют около **280 млрд. \$**

Вместе с этим развитие технологий в сфере Водородной Энергетики позволит более эффективно решать проблемы национальной безопасности РФ, усилит влияние России в освоении космического пространства, а также будет способствовать развитию и укреплению международных экономических отношений.

Поэтому наш Фонд предлагает **стратегию поэтапного перехода России к Водородной Энергетике**, на основе развития уникальной нанокпиллярной технологии хранения и транспортировки водорода (**Технология CNT**). По предварительным оценкам наших и зарубежных экспертов\*, **годовой объем рынка в сфере Водородной Энергетики к 2050г., будет составлять около 3 трлн. \$**, при этом, в этой сфере будет создано более **35 млн. рабочих мест**.

\* - Данные основываются на дорожной карте Hydrogen Council ([www.hydrogencouncil.com](http://www.hydrogencouncil.com))

ПЕРСПЕКТИВНАЯ СТРУКТУРА МИРОВОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ ВОДОРОДА НА 2100г.  
(СУММАРНОЕ ПОТРЕБЛЕНИЕ ~ 800 МЛН. Т)



■ Топливо для автотранспорта

■ Производство аммиака

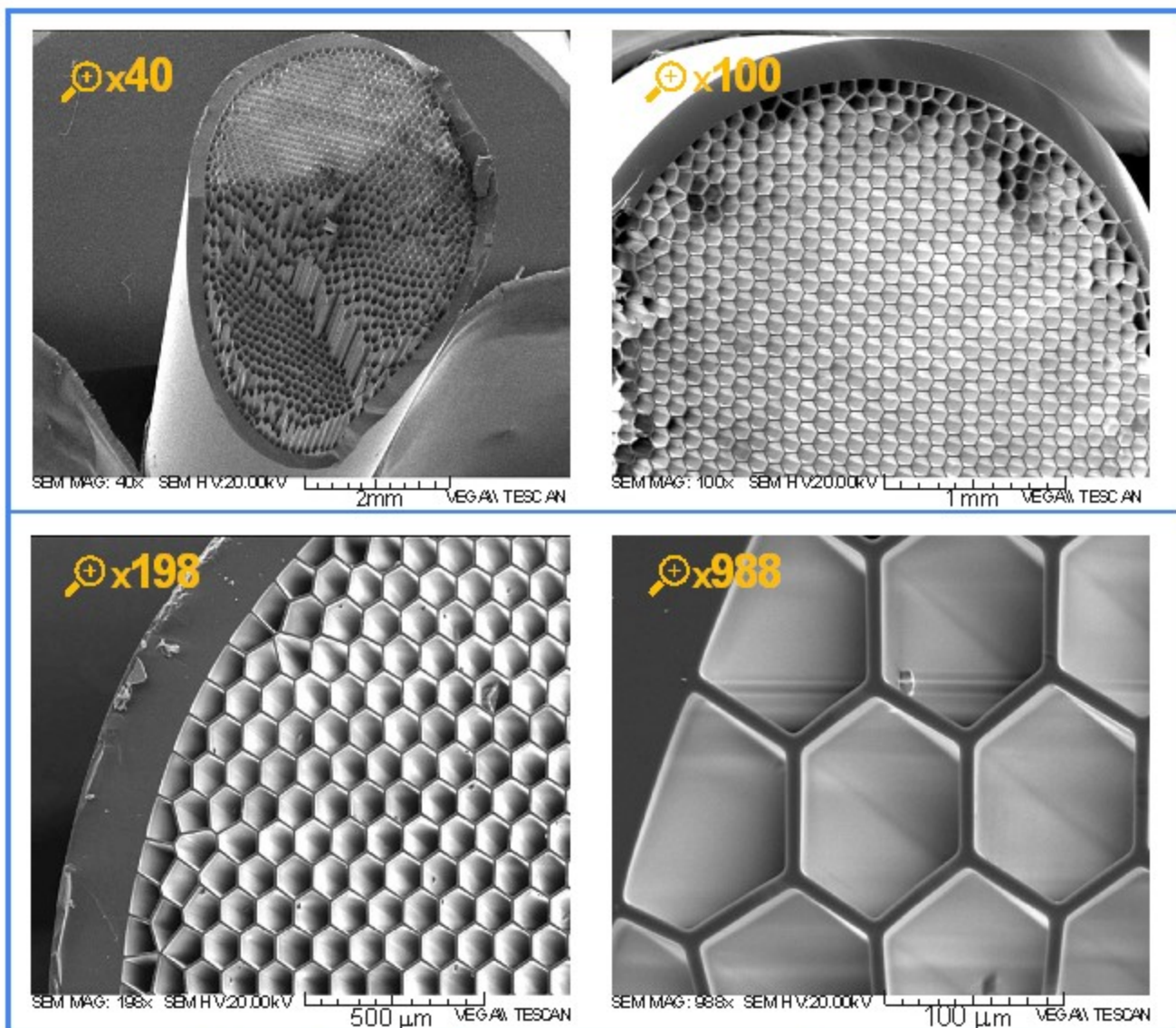
■ Нефтепереработка и нефтехимия

■ Другие производители

■ Производство синтетического топлива

■ Metallургия

■ Производство метанола



Микрофотография поликапиллярной структуры

Технология нанокапиллярного хранения и транспортировки Водорода (Технология CNT), является принципиально новым техническим решением в области аккумуляции различных газов ( $\text{H}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{O}_2$ , He,  $\text{N}_2$ , Ar, и др.), в основе которой, лежит принцип разбиения на миллионы независимых капилляров – микрообъемов (см. Микрофотографию).

В ходе испытаний образца-прототипа нанокапиллярного аккумулятора CNT (см. Фото. 2), на установке сверхвысокого давления, открылись уникальные свойства материалов поликапиллярной структуры, а также существенные преимущества перед другими системами хранения/транспортировки газов. Эксплуатационная надежность, высокая технологичность, экономическая эффективность, безопасность – главные отличительные особенности Технологии CNT!

## УРОВЕНЬ ГОТОВНОСТИ К ПРОМЫШЛЕННОМУ ПРОИЗВОДСТВУ ТЕХНОЛОГИИ CNT



На сегодняшний день по Технологии CNT выполнен ряд научно-исследовательских работ, изготовлены образцы-прототипы аккумуляторов, а также произведены их лабораторные испытания, на установках сверхвысокого давления (более 200 МПа). При этом полученные экспериментальные данные полностью подтвердили все заявленные технические параметры хранения и транспортировки, а также определен ряд революционных особенностей, свойств в области аккумуляции различных газов, мало изученных современной наукой.

Предлагаемое производство нанокапиллярных систем хранения и транспортировки газов по Технологии CNT, является высокоэффективным и технологичным решением, с гигантским потенциалом постоянного развития и областью применения, а также с низкой степенью затрат материальных ресурсов.

(Фото 2) Образцы поликапиллярной матрицы прототип аккумулятора CNT



«Для нашей страны использование газомоторного топлива является даже более приоритетным. Ясно, что мы должны больше и больше внимания уделять вопросам экологического характера, и видим тенденции, которые в мировой экономике происходят, в том числе в автомобилестроении, имею в виду значительное увеличение использования электромобилей»  
В.В. Путин

## ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЯ CNT



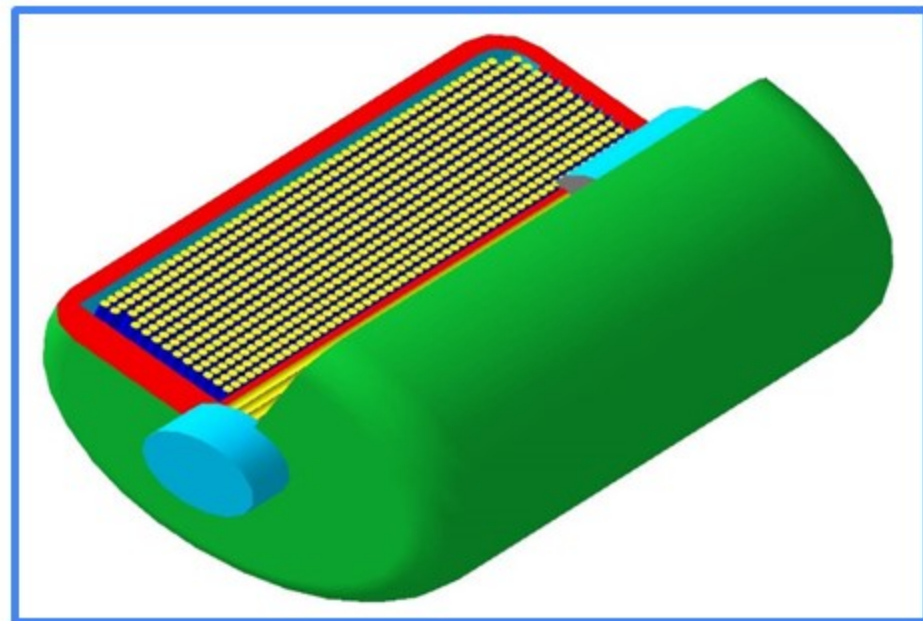
1. Высокоэффективные системы хранения и транспортировки природного газа, водорода, а также и различных других газов (CH<sub>4</sub>, O<sub>2</sub>, He, N<sub>2</sub>, Ar, и др.)
2. Топливные элементы и аккумуляторы для мобильных устройств, электротранспорта;
3. Системы пожаротушения и жизнеобеспечения.

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ CNT ДЛЯ ХРАНЕНИЯ ВОДОРОДА



Композитный баллон TYPE 4

VS



Аккумулятор CNT

Тип баллона	Масса баллона, (кг)	Рабочее давление, (бар)	Геометрический объем, (л)	Масса Водорода, (кг)	Потери в день, (%)	Стоимость, (\$)
TYPE 4	85	700	104	4,1	1-3	>1550
CNT	5,6	>1000		>5,1	-	≈500



## ЧТО ДАЕТ ВОДОРОД ДЛЯ ТС

### Преимущества ТЭД (тяговый электро двигатель) с технологией CNT на борту ТС перед ДВС:

- ✓ Увеличение запаса хода в 2 и более раз;
- ✓ Существенное увеличение мощности двигательной установки (ДУ)
- ✓ ТЭД имеет КПД до 90-95% по сравнению с 22-60% у ДВС(двигатель внутреннего сгорания);
- ✓ Нет потери на трение в трансмиссии .
- ✓ Максимальный крутящий момент ТЭД развивается с начала движения, в момент пуска, поэтому ему не нужна коробка передач. Именно по этому у электрических машин фантастическая тяга.
- ✓ Меньшая стоимость эксплуатации и обслуживания.
- ✓ Высокая экологичность ввиду отсутствия применения нефтяных топлив, антифризов, трансмиссионных и моторных масел.
- ✓ Низкая пожаро- и взрывоопасность при аварии.
- ✓ Простота конструкции и управления, высокая надёжность и долговечность.
- ✓ Возможность заправки в полевых условиях;
- ✓ Меньший шум за счёт меньшего количества движимых частей и механических передач.
- ✓ Высокая плавность хода с широким интервалом изменения частоты вращения вала двигателя.

### ВЫВОД:

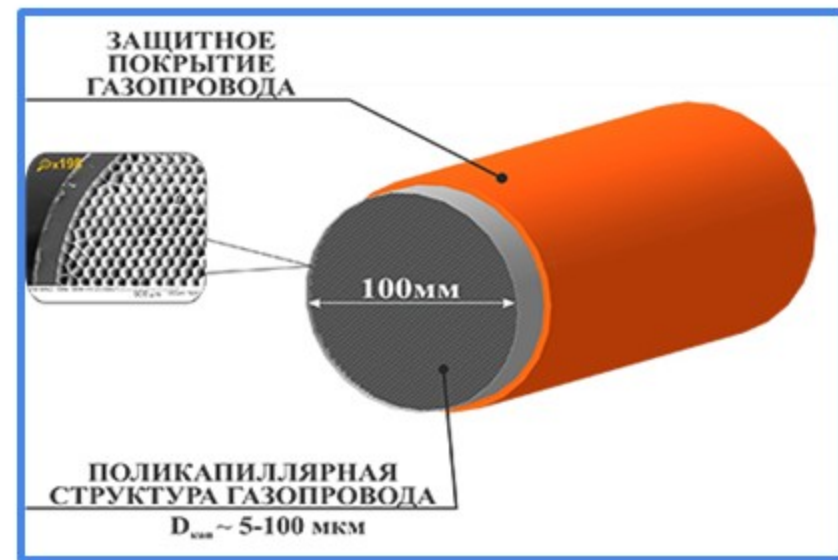
Суммируя всё выше перечисленное, можно с уверенностью констатировать, что использующие ТЭД с технологией CNT на борту ВТС **в 3-4 раза эффективнее аналогичного ТС с ДВС!**

# ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕХНОЛОГИИ CNT НА ПРИМЕРЕ ГАЗОПРОВОДА «СЕВЕРНЫЙ ПОТОК»



Внешний вид трубы "Северного потока"  
(масса 1 км трубопровода 2000 тонн)

VS



3D Модель трубы CNT  
(масса 1 км CNT трубы около 75 тонн)

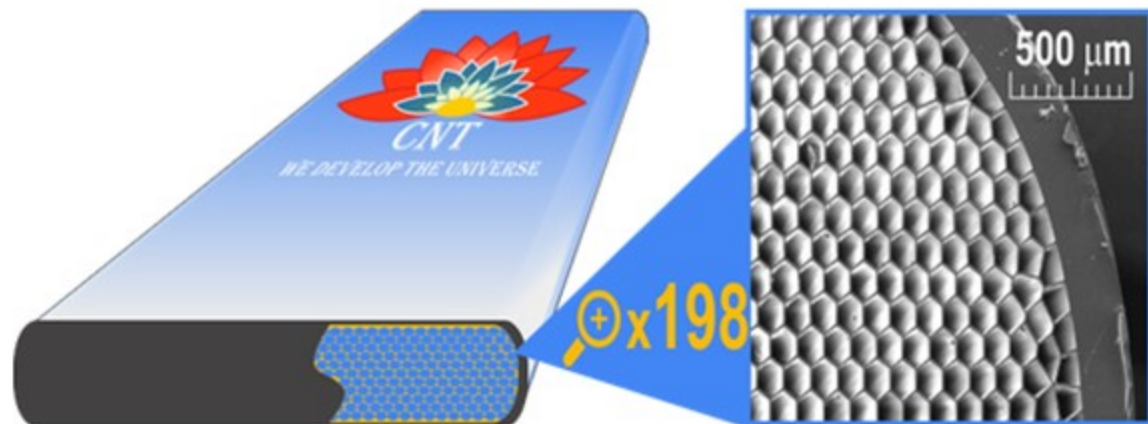
Тип трубы	Рабочий диаметр трубы, мм	Рабочее давление, бар	Длина газопровода, км	Скорость прокладки газ-да, км/год	Мощность	Масса всех труб	Стоимость проекта
ТБД 1220	1153	220	1224	300-600	61,96 млрд м <sup>3</sup> в год	4,8 млн. т	8,08 млрд \$
CNT	100	>1000		5000-30000		0,092 млн. т	0,5 млрд \$*

\*- Затраты на создание газопровода CNT длиной 1224км

## ТЕХНОЛОГИЯ CNT - ЭФФЕКТИВНАЯ ЗАМЕНА ДЛЯ Li-ion, LiPo АККУМУЛЯТОРОВ



Аккумулятор Tesla model S (85кВт\*час, 400В)



CNT аккумулятор

### ТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ

Масса аккумулятора = 540 кг

Емкость = 85кВт\*час

Удельная емкость  $\approx 0,157$  кВт\*час/кг

Время заряда  $\approx 4-32$  часа

Стоимость > 24000\$

Срок службы  $\approx 1$  год (Без потери емкости)

### ТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ

Масса аккумулятора  $\approx 92$  кг

Емкость  $\approx 624$  кВт\*час

Удельная емкость  $\approx 5,67$  кВт\*час/кг

Время заряда  $\approx 1-2$  минуты

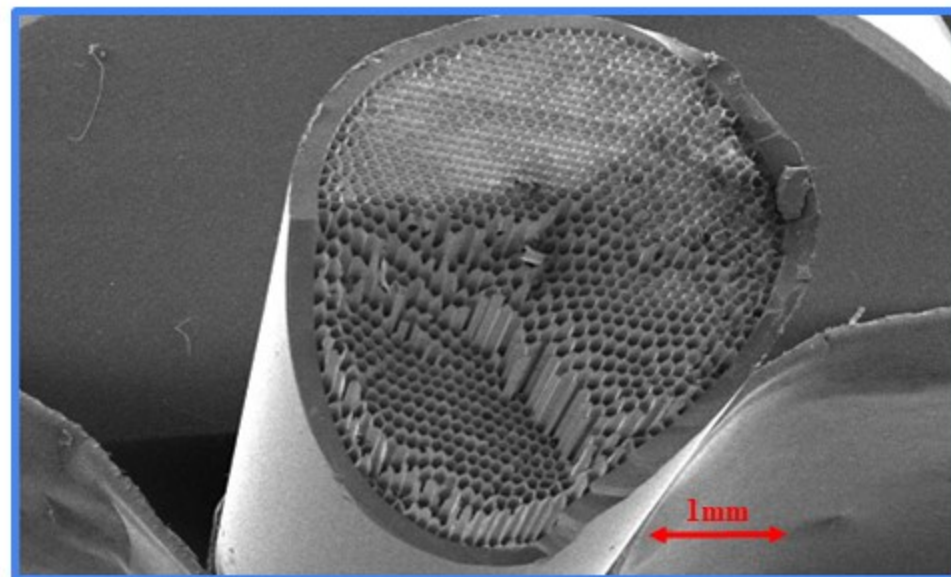
Стоимость  $\approx 9700-11300$  \$

Срок службы  $\approx 10$  лет (Без потери емкости)

## 1. КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ КАПИЛЛЯРОВ

Особое внимание следует уделить выбору конструкционных материалов, в процессе создания высокоэффективных и безопасных водородных аккумуляторов CNT на основе капиллярных и поликапиллярных структур. Исключительный интерес для создания пористой микроструктуры представляют материалы с высокими прочностными характеристиками и низкой плотностью. Это прежде всего композитные углеродные материалы и полимерные материалы. Например, материалы, изготовленные на основе поли-фенилтерефталата и других аналогичных ароматических полимеров - арамидов (Армос, Терлон, Русар, Кевлар), которые по плотности в 5,5 раз меньше стальных, но прочностные характеристики выше в 6-10 раз. Например, прочность на растяжение хром-никелевой стали может достигать 550 МПа, а прочность на растяжение Армоса достигает  $\sigma_{\text{limit}} = 5500$  МПа.

Материал	$\rho$ , гр/см <sup>3</sup>	$\sigma_{\text{limit}}$ , МПа
Хром-никелевая сталь	7,8	550
Полиамид	1,4	80
Армос	1,45	5500
СВМ	1,45	4200
Терлон	1,45	3100
Кварц	2,65	>7500
Стекло с MgO	2,3	4200

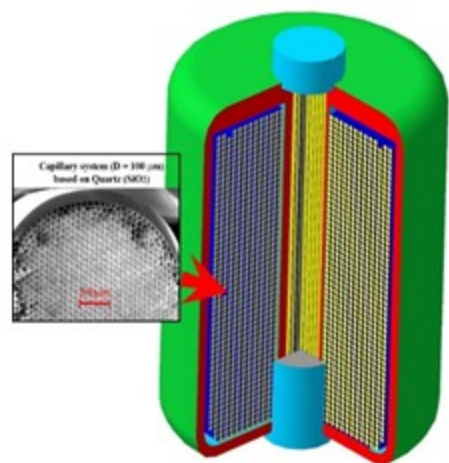


Поликапиллярная матрица (D=100 мкм) на основе кварца (SiO<sub>2</sub>)

# БЕЗОПАСНОЕ ХРАНЕНИЕ ВОДОРОДА И ДРУГИХ ГАЗОВ

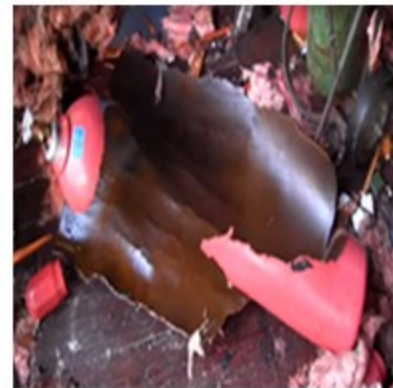
Уникальная структура нанокapиллярного аккумулятора водорода делает его одним из самых безопасных способов хранения и транспортировки водорода.

Принцип разбиения на микрообъемы (капилляры) исключает мгновенное распространение пламени в объеме. Например, в случае повреждения целостности конструкции — происходит постепенное (растянутое во времени) истечение водорода из пучка поврежденных капилляров. Поэтому данные системы хранения более взрывобезопасны, чем стандартные баллоны высокого давления.



## структура баллонов

Существующие типы баллонов являются взрывоопасными, это обусловлено высвобождением большого объема газа при их разрушении.





1. Малый срок окупаемости проекта (менее 1,5 года после выхода на проектную мощность)
2. Высокая рентабельность и эффективность;
3. Многоэтапный уровень усовершенствования Технологии CNT;
4. Легкая масштабируемость (модульное производство) и полная автономия предприятий;
5. Универсальность Технологии CNT позволяет встраивать в существующие системы газовой инфраструктур например,
6. Широкий спектр применения;
7. Длительная (1,5 - 2 лет) невозможность обратного инжиниринга Технологии CNT;
8. Полное отсутствие конкуренции;
9. Высочайшие стандарты безопасности и экологичности, как предприятий, так и выпускаемой продукции

### Капиллярная матрица

- Создана технология производства для различных типов капиллярной матрицы.
- Испытания капиллярной матрицы и показывают реальность создания капиллярной матрицы с давлением до 2000 атм.
- Создана программа расчета содержания газа в капиллярной матрице, а также весовые и объемные характеристики матриц и энергетического содержания в хранимом водороде.

### Система заполнения матрицы водородом

- Разработаны методы соединения системы заполнения с капиллярной матрицей.
- Реализовано соединение системы заполнения с капиллярной матрицей.
- Реализованы экспериментальные системы заполнения капиллярных матриц с давлением до 2000 атм.

### Система извлечения и подачи водорода потребителю

- Принципы извлечения и редуцирования газа высокого давления.
- Реализовано редуцирование и извлечение водорода из капиллярной матрицы с диаметром в несколько миллиметров.
- Разработана технология редуцирования водорода с 1000-2000 атм.

ФОНД РАЗВИТИЯ НАУЧНЫХ ДОСТИЖЕНИЙ И ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ основал в 2017г. Александр Фёдорович Чабак. Именно его научные Открытия в области ВОДОРОДНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ, НАНОТЕХНОЛОГИЙ и др. стали главными направлениями деятельности Фонда.

В настоящее время Фонд ведет два основных проекта:

- Водородная Энергетика
- Водородная Медицина.

Стоит отметить особую значимость этих проектов, например, благодаря Технологии CNT полностью решена главная техническая проблема безопасного и энергоемкого хранения водорода, природного газа и т.п., что позволяет поэтапно реально осуществить переход к газомоторному топливу, а в перспективе и к Водородной Энергетике в целом. По самым скромным оценкам наших специалистов доля мирового потребления водорода увеличится с 74 млн. т. в 2018 г. до более 800 млн. т. в 2100 г. Поэтому главным фактором определяющим роль любой компании в Мире станет уровень развития высокоэффективных технологий в области хранения/транспортировки водорода, природного газа, а также технологий связанных с компактной генерацией энергии - топливные элементы...

В связи с выше изложенным, Фонд предлагает научно-производственное партнерство в реализации проекта по созданию нанокапиллярных систем хранения/транспортировки водорода, природного газа, многократно превосходящих по эффективности любые аналоги в Мире.



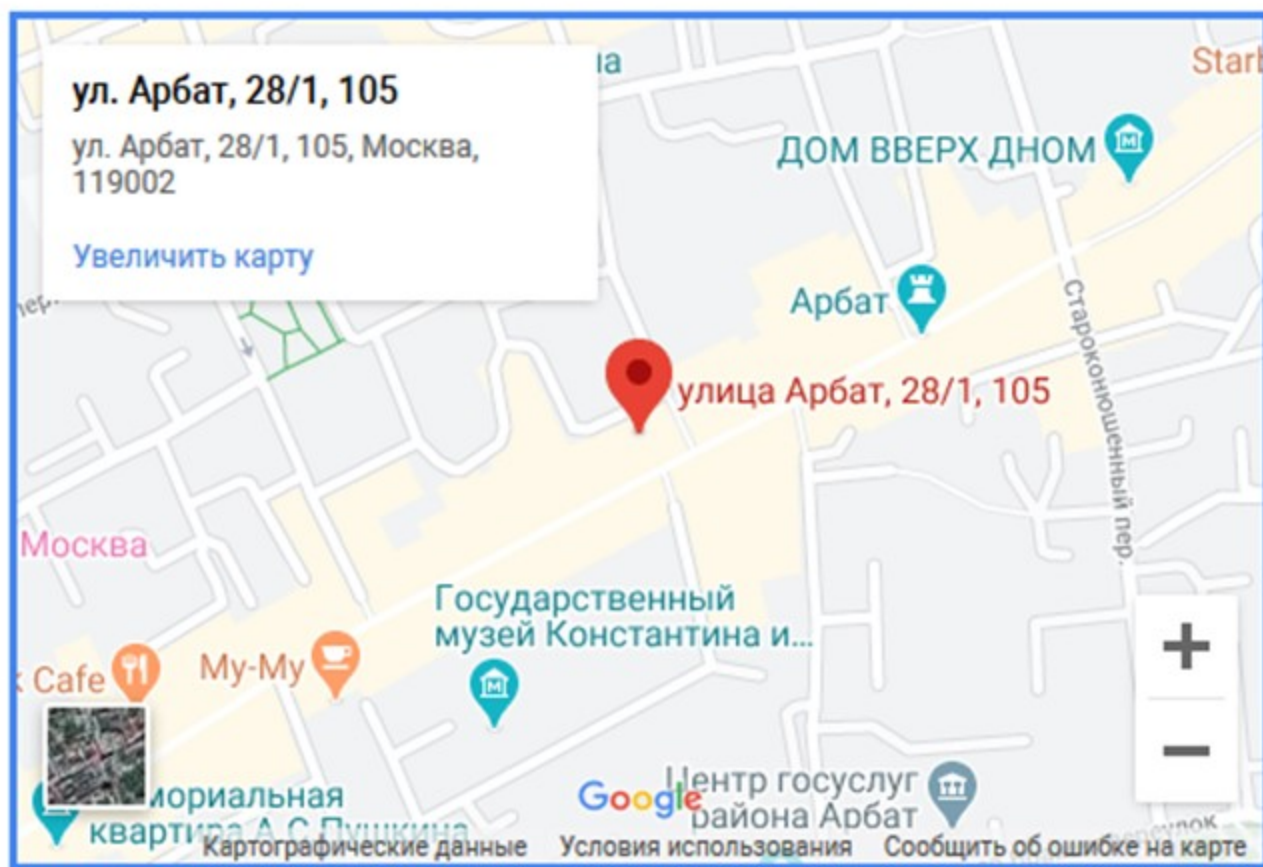
## ПАТЕНТЫ НА ИЗОБРЕТЕНИЕ РФ



Европейский патент (EP1944539A1) на который ссылаются известные компании:

1. Linde Aktiengesellschaft (DE102009032472A1; 15 April 2010)
2. Helmholtz-Zentrum Berlin Für Materialien Und Energie Gmbh (DE102011087023A1; 29 May 2013)
3. C. En. Limited (US7870878; 18 January 2011)
4. L'Air Liquide (US9052063; 9 June 2015)

### ФОНД РАЗВИТИЯ НАУЧНЫХ ДОСТИЖЕНИЙ И ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ



119019, Россия, г. Москва,  
ул. Арбат, 1, оф. 105  
<http://fundcnt.com/>  
[info@fundcnt.com](mailto:info@fundcnt.com)  
+7 (916) 965-06-50

