



Программа внедрения технологий **НОВАТЭК НТЦ** «Платформа инноваций»

**ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЛЮБЫХ ГАЗОВ, КРОМЕ ГЕЛИЯ, В ТВЕРДОМ СОСТОЯНИИ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ СО СЪЁМНЫМ МНОГОРАЗОВЫМ ТВЕРДОГАЗОВЫМ КРИОГЕННЫМ ЭЛЕМЕНТОМ**

Беловодский Александр Львович



## РЕЗЮМЕ

Информация о компании:

ООО «МОДУЛЬ ЭНЕРДЖИ ПЛЮС»



## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

### Преимущества и особенности проекта:

Технология решает глобальную проблему России для перераспределения основных видов деятельности при санкционном давлении, мировую проблему перехода к низкоуглеродной экономике, способствует выдаче углеродных кредитов.

### Название проекта:

Внедрение технологии получения, применения, использования, транспортировки и хранения газов в твердом состоянии для целей водородной энергетики, перспективного газомоторного топлива, космической программы, военно-промышленного комплекса, газификации удаленных регионов, настройки инфраструктуры продаж метана, аммиака дружественным странам

### Эффекты от внедрения:

Внедрение технология подразумевает опережающее технологическое развитие всех отраслей

## ПРОБЛЕМА

Описание проблемы/ технологического вызова, которую решает проект:

Использование газов в твердом криогенном состоянии ограничивается в основном научными исследованиями их свойств и получением в минимальных количествах для проведения лабораторных экспериментов, при этом из предшествующего уровня техники, по общедоступным сведениям, неизвестны технологии и устройства получения газов в твердом состоянии в промышленном производстве. Ведутся лабораторные исследования в направлении получения и использования газогидратов. Результаты исследований по данному направлению существенно уступают технологии твердых газов.

Применение и использование газов именно в твердом состоянии в промышленном производстве и масштабах до настоящего времени не осуществлялось.

## ОПИСАНИЕ ПРОЕКТА

Технология относится к криогенной и может быть использована для получения в промышленном масштабе любых газов, кроме гелия, в твердом состоянии, например, метана. Техническим результатом является повышение удельной плотности при хранении и использования газов за счет наиболее полного использования термодинамических характеристик отверждаемых газов.

Технология реализуется следующим образом: сжиженный газ, полученный любым известным в настоящее время способом, охлаждают с помощью хладагента, имеющего температуру ниже температуры кристаллизации охлаждаемого сжиженного газа, до получения газа в твердом состоянии. Устройство для получения газа в твердом состоянии содержит блок кристаллизации и формовочно-упаковочный блок со съёмным многоразовым твердогазовым криогенным элементом (ТГКЭЛ).

Блок кристаллизации использует механизм отвода теплоты (теплообмена) от сжиженного газа более холодным хладагентом через теплопроводность элементов (соосных труб). Размер и скорость движения криопродукта в трубах, регулирует степень переохлаждения кристаллизуемого газа и производительность всей установки. Некоторое увеличение теплоемкости сжиженных газов по мере снижения температуры в процессе кристаллизации, обеспечивает достижение точки плавления (отверждения) конечного продукта в соответствии с показателями термодинамической кривой фазового состояния получаемого твердого газа.

Твердогазовый криогенный элемент (ТГКЭЛ) используя принципы минимизации теплообмена с окружающей средой по усовершенствованному типу сосуда Дьюара, представляет собой устройство, специально разработанное для упаковки в него не жидкого, а твердого криогенного продукта.

Установку отверждения сжиженных газов целесообразно монтировать на продолжении технологической линии сжижения газов, при этом она будет являться ее дополнительным элементом или составной частью, однако, данная установка также имеет принципиальную возможность функционировать обособленно (как отдельная установка отверждения сжиженных газов) в условиях замкнутого цикла охлаждения хладагента при получении твердого газа.

## СРАВНЕНИЕ С АНАЛОГАМИ

Аналогов нет.

Анализ известных технических решений (RU 2 353 869 C2, RU 2 337 057 C2, SU 161788 A1, US3521458A, US 2005/0061028A1, RU2337057 C2, US3901044A, US1863377A) свидетельствует о том, что технологии переработки газов ограничены получением газов в сжиженном или шугообразном состоянии. Шугообразное состояние газов представляет собой процесс получения твердой фазы газа в сжиженном растворе в различных соотношениях каждого компонента.

Применение и использование газов именно в твердом состоянии в промышленном производстве и масштабах до настоящего времени не осуществлялось.

# ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СОБСТВЕННОСТЬ И ДОКУМЕНТАЦИЯ

## Патент на изобретение 2 745 259

«СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ЛЮБЫХ ГАЗОВ, КРОМЕ ГЕЛИЯ, В ТВЕРДОМ СОСТОЯНИИ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ СО СЪЁМНЫМ МНОГОРАЗОВЫМ ТВЕРДОГАЗОВЫМ КРИОГЕННЫМ ЭЛЕМЕНТОМ»

Техническим результатом является получение газов в твердом состоянии для их транспортирования и хранения, а также последующего применения в заинтересованных областях промышленности.

Изобретение относится к криогенной технике и может быть использовано для получения в промышленном производстве любых газов, кроме гелия, в твердом состоянии, например метана.

Техническим результатом является улучшение удобства хранения и использования газов за счет их уплотнения. Способ реализуется следующим образом: сжиженный газ, полученный любым известным в настоящее время способом, охлаждают с помощью хладагента, имеющего температуру ниже температуры кристаллизации охлаждаемого сжиженного газа, до получения газа в твердом состоянии. Устройство для получения газа в твердом состоянии содержит блок кристаллизации и формовочно-упаковочный блок со съёмным многоразовым твердогазовым криогенным элементом (ТГКЭЛ). Блок кристаллизации содержит теплоизолированный корпус, в котором размещены три концентрически расположенные друг в друге соосные трубы для охлаждения хладагентом сжиженного газа и движитель (например, шнек) для продвижения сначала сжиженного, затем аморфного и далее отвержденного газа в формовочно-упаковочный блок. Формовочно-упаковочный блок содержит барабан с размещенными внутри вращающим и разъединяющим механизмами, шестью съёмными модулями с четырьмя съёмными многоразовыми твердогазовыми криогенными элементами (ТГКЭЛ) в каждом съёмном модуле и предназначен для подачи и перемещения съёмного модуля внутри барабана, формования газа в твердом состоянии и заполнения им ТГКЭЛ, герметизации и вакуумирования сосудов ТГКЭЛ и съёмного модуля. ТГКЭЛ содержит два, концентрически расположенных один в другом, металлических цилиндрических разборных сосуда, между которыми создан вакуум не менее  $10^{-4}$  мм рт. ст., для хранения, транспортирования газа в твердом состоянии и применения ТГКЭЛ как универсальной энергетической и/или химической единицы оборудования различных систем транспортных и других средств, установок, устройств и техники гражданского и военного назначения, жилых зданий и сооружений и др.

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ

1. Возможность перевозки больших объемов газа в твердом состоянии по сравнению с перевозками в сжиженном и/или сжатом состоянии. Длительность хранения продукта без регазификации.
2. Снижение риска инцидентов и аварий при транспортировке твердого газа по сравнению с сжиженным газом за счет исключения негативных явлений при транспортировке сжиженного газа, таких как ролловер, всплескивание, распыление или разбрызгивание жидкости, накопление статического электричества и др.
3. Минимизация финансовых затрат для получения газов в твердом состоянии при монтаже соответствующей установки на продолжении технологической линии сжижения газов.
4. Запуск процесса опережающего развития криогенной, энергетической (генерация, транспортировка, резервирование) отраслей промышленности, а также материаловедения, вакуумной техники, производства некоторых видов пластиков, обладающих низким и сверхнизким коэффициентами теплопроводности.
5. Частичное решение экологических проблем при массовом переходе на твердый водород и/или метан.
6. Уменьшение затрат на транспортирование по морю за счет увеличения использования железнодорожного транспорта.

## ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ

1. Всеохватность и универсальность применения твердого газа, в общем, и ТГКЭЛ, как универсальной энергетической и/или химической (или другой) единицы оборудования, в частности, в различных областях жизнедеятельности: от систем питания автомобилей и отопления домовладений, до топлива и систем жизнеобеспечения в космосе, оборонной и химической промышленности (что отражено в изобретении).
2. Возможность транспортировки более чем значительных объемов энергии в виде твёрдого газа, например, водорода, от мест его генерации, на любые расстояния. В отношении технологии транспортирования водорода предлагаемая технология является наиболее оптимальным техническим решением.
3. Доставка твердого метана на внутренний рынок в качестве исходного продукта для получения аммиака, водорода, отопления домохозяйств, на внешний рынок готовые продукты – удобрения, водород в ТГКЭЛ.
4. ТГКЭЛ для авто, ж/д и речного транспорта.
5. Создание систем отверждения CO<sub>2</sub>, в том числе для снижения углеродного следа на предприятиях НОВАТЭК.
6. Создание и поставка отечественных установок сжижения и отверждения газов, восстановление производства малых и средних криогенных установок.
7. Создание многокомпонентных систем хранения и использования газов в твердом состоянии с заранее заданными составом.
8. Интеграция технологий получения, хранения, транспортирования и использования криогенных газов в твердом состоянии для получения и использования гидратов метана.

## ЗАКАЗЧИКИ

Информация о планируемых заказчиках:

- НОВАТЭК
- ГК «Роскосмос»
- Минобороны
- ГК «Росатом»
- АО «Русстрой»
- АО «Роснано»
- En+ Group
- ПАО «Газпром нефть»
- Фонд Энергия
- ПАО «Русгидро»
- H4Energy
- ОАО «РЖД»
- АО «Трансмашхолдинг»
- ПАО «КАМАЗ»



## КОМАНДА И ПАРТНЕРЫ

- Беловодский Александр Львович - правообладатель технологии, главный научный руководитель
- Рязанов Антон Валентинович – правообладатель технологии, главный технолог
- Герасимов Алексей Владимирович - правообладатель технологии, технический директор
- Лобанов Владимир Игоревич – партнер, генеральный директор

## ПЕРСПЕКТИВЫ И РЕСУРСЫ ПРОЕКТА

- Стадия разработки  
Техническое предложение

- Планы развития:

1) Изготовление малогабаритной установки и подтверждение результата - **1 800 000 000 руб.**, в том числе применение ТГКЭЛ для грузового автомобиля и для отопления частного дома.

2) Изготовление промышленной установки с системой применения и хранения твердого метана и водорода - **16 000 000 000 руб.**  
+ система применения (заправка - **1 000 000 000 руб.**).

До закрытия Мира для России срок по п.1 составлял 1.5-2 года. Сейчас срок будет зависеть от возможности поставки некоторых криогенных элементов оборудования по параллельному импорту, или «допиливания» китайского оборудования.

По п.2 - с учётом вышеприведённого с учётом доработки китайского и налаживания производства криогенного оборудования в России скорее всего уйдёт пятилетка (также как и с отечественными электролизерами для водорода)

- Информация о текущих ресурсах для реализации проекта  
Площадка на территории МЭП. Конструктор. Технологическая схема.

- Информация о ресурсах, которые необходимо привлечь

**1) Проектно-конструкторская группа в составе 20 чел. Площадка имеется.**

**Проблемы: отсутствие криогенной отрасли в России, отсутствие в России производства криогенных аппаратов и приборов, отсутствие квалифицированных кадров в области криогеники, физики твердого тела, квантовой механики, единицы профессионалов в области термодинамики...**

**2) Комплекс предприятий с поддержкой государства с проектным, конструкторским и эксплуатационным блоками.**

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

### - Краткие выводы по проекту

Внедрение технологии получения, применения, использования и хранения газов в твердом состоянии для целей водородной энергетики, перспективного газомоторного топлива, космической программы, военно-промышленного комплекса, газификации удаленных регионов, настройки инфраструктуры продаж метана, аммиака дружественным странам.

### - Запрос к Заказчику

#### **Инвестиции - 18 000 000 000 руб.**

1. 18 млрд. руб. - это 0,1 % от оттока капитала из России за рубеж в 2022 году, если считать по настоящему курсу доллара США и официальным данным Центробанка РФ (отток - 233 млрд. долларов, курс на 16.05.2023 - 80,12 рублей за доллар).
2. 18 млрд. руб. - это сумма, рассчитанная на 7 лет до закрытия Мира.
3. Развитие криогенной промышленности в России "застыло" на уровне 80-х годов прошлого века, т.к. в России в настоящее время не производятся изотермические компрессоры с температурой входа газа минус 210...250 град. Цельсия, не производятся соответствующие турбодетандеры, имеются проблемы с производством криогенной запорно-регулирующей арматуры, экранно-вакуумной изоляции, определенных пластиков, которые могут надёжно и безопасно работать при температурах минус 250...270 градусов Цельсия. Развитие технологии производства, упаковки, хранения, использования твёрдых газов приведет к развитию не только криогенной промышленности, но и материаловедения и т.д.

### - Ожидания

Переход на низкоуглеродную экономику, водородную энергетику задача государственного значения до 2030 года. До этого срока планируем внедрить промышленное хранение и транспортировку твердого водорода и метана с последующим выходом к 2050 на их использование в виде энергетических единиц.



# МОДУЛЬ ЭНЕРДЖИ ПЛЮС

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ НА БАЗЕ КОНТЕЙНЕРОВ



г. Санкт-Петербург, пр-кт Обуховской Обороны, дом №51

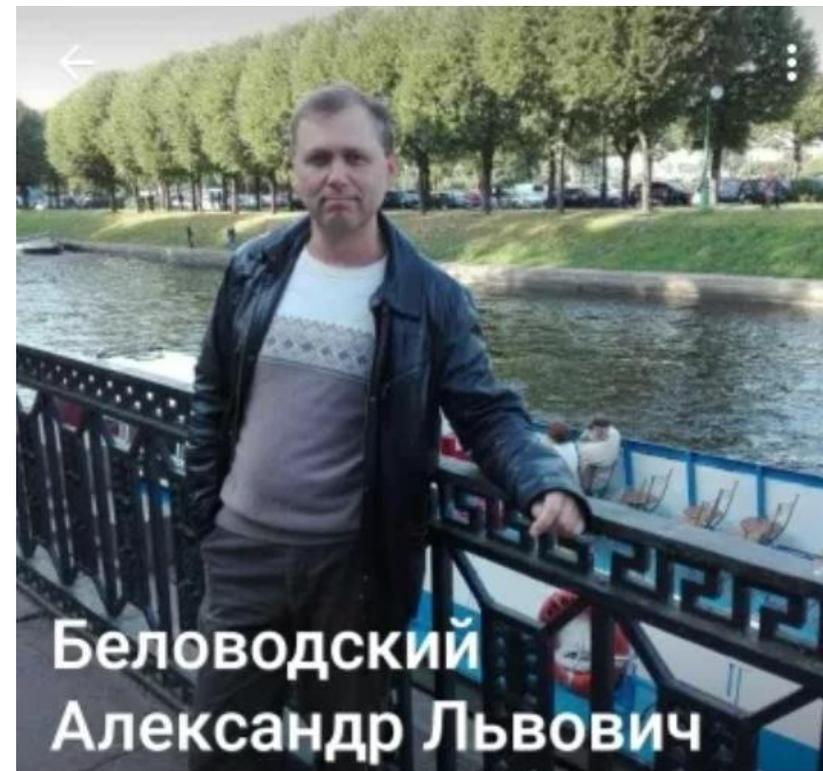
**+7 (812) 339-54-42**

<https://modenergy.ru>

<http://solidgas.ru/>

[info@modenergy.ru](mailto:info@modenergy.ru)

[info@solidgas.ru](mailto:info@solidgas.ru)



**Беловодский  
Александр Львович**

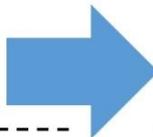
Права на использование технологии  
[ela-1964@yandex.ru](mailto:ela-1964@yandex.ru)

**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!**

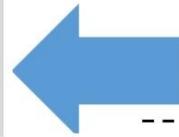


# ПРИЛОЖЕНИЯ

**ПАТЕНТ**  
RU 2 745 259



**ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ**  
**ХРАНЕНИЯ, ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ и ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**  
**газов в твердом состоянии в промышленном масштабе**

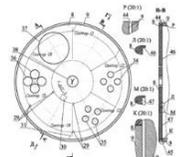
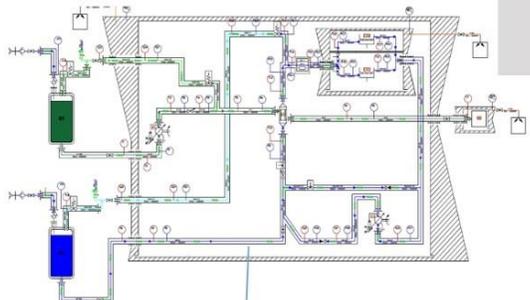


**ОТВЕРЖДЕНИЕ**

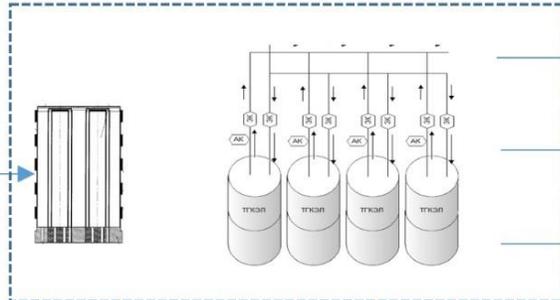
**ИНВЕСТИЦИИ:** Формула: 1/10 миллиардов руб.  
(опытный образец/  
промышленная установка)

Установка получения  
глубокого холода (ЭУПГХ)

Установка получения твердого  
газа (ЭУПТГ)



Твердогазовый криогенный  
элемент (ТГКЭЛ)



**ПРИМЕНЕНИЕ**



КОСМОС



ВПК - подлодки



Б П Л А



ТРАНСПОРТ – съемный ТГКЭЛ



Малогобаритные  
установки для  
отопления домов со  
съемным ТГКЭЛ

