

## ОТЗЫВ

на патент RU 2745259 C1

«Способ получения любых газов, кроме гелия, в твердом состоянии и устройство для его осуществления со съёмным многоразовым твердогазовым криогенным элементом»

авторов Беловодского А.Л., Рязанова А.В., Герасимова А.В.

Представленное на отзыв изобретение относится к области криогенной техники.

В рассматриваемом способе получения, хранения, транспортирования и использования газов в твердом состоянии используется второй закон термодинамики, описывается простое, надежное и эффективное устройство для его реализации. Блок кристаллизации, заявленный в изобретении, использует механизм отвода теплоты (теплообмен) от сжиженного газа более холодным хладагентом за счет теплопередачи через металлические элементы (соосные трубы) длина которых, а также скорость движения криопродукта в них, регулируется в зависимости от температуры фазового перехода газа и требуемой производительности установки. При этом, несмотря на некоторое увеличение теплоемкости  $c_p$  ряда сжиженных газов, по мере снижения температуры в кристаллизаторе достаточная разность температур хладагента и криопродукта, а также длина кристаллизатора и регулируемая скорость движения в нем сжиженного газа, обеспечивают надежную и эффективную его кристаллизацию. Твердогазовый криогенный элемент (ТГКЭЛ), конструкция которого приведена в описании изобретения, используя принципы минимизации теплообмена с окружающей средой по типу сосуда Дьюара, представляет собой устройство, специально разработанное для упаковки в него твердофазного криогенного продукта.

Данное изобретение является в определенной мере исключительным и в значительной степени перспективным. Его особенность заключается в следующем:

1. Впервые в теории и практике использования криогенных продуктов ставится и решается задача получения, хранения, транспортировки и использования криогенных газов в твердом, т.е. максимально уплотненном состоянии, в промышленных масштабах (до настоящего времени максимальным достижением при обработке газа является его шугообразное, т.е. твердожидкостное состояние).
2. эффективность и доступность применения твердофазного газа в общем, и ТГКЭЛ, в частности, как универсальной энергетической и/или химической единицы оборудования, в различных областях жизнедеятельности человечества, начиная от систем энергоснабжения автомобилей и отопления домовладений, заканчивая топливом и системами жизнеобеспечения в космосе и задачами для оборонной промышленности.

3. Исключение неэффективных процессов при транспортировке сжиженного газа, таких как ролlover, всплескивание, распыление или разбрызгивание жидкости, накопление статического электричества и др.
4. Транспортировка значительных объемов энергии в виде твердого газа, например, водорода, от мест генерации (приливные и гидроэлектростанции, АЭС большой мощности), до конечных потребителей на территориях с ограничениями способов энерго- и теплогенерации.

Для создания указанной в изобретении установки и реализации инновационных технологий необходимо решить несколько ключевых, но принципиально решаемых задач:

1. Получение глубокого холода достаточной мощности (холодопроизводительности), для чего в первую очередь необходимо создать (разработать с последующим производством) изотермический турбокомпрессор (или поршневой компрессор высокого давления) с температурой газа на входе в него минус 230...240 °С, а также объединить указанный компрессор в один блок с соответствующим турбодетандером с целью реализации близкого к адиабатическому процессу политропного расширения газа-хладагента при соответствующем охлаждении.
2. Технологию и аппаратную реализацию вакуумирования ТКЭЛ с кратным уменьшением внешнего теплопритока за счет снижения теплопроводности внутренних элементов ТКЭЛ.

Реализация представленных инновационных концепций и дальнейшее развитие в данном направлении будет способствовать продвижению производств, связанных с криогенными технологиями, повышению эффективности газотранспортных логистических процессов, обеспечению наукоемких отраслей экономики, а также способствовать опережающему развитию смежных отраслей промышленности России на мировом рынке.

Доктор технических наук, профессор,  
ведущий технолог АО «Ангстрем»

Рощин В.М.

Подпись Рощина Владимира Михайловича подтверждаю:  
Директор по персоналу АО «Ангстрем»



Лукьянов Е.В.