

МОДЕРНИЗАЦИЯ МАЛОТОННАЖНОГО ВОДОРОДНОГО ОЖИЖИТЕЛЯ ПУТЁМ ЗАМЕНЫ СИСТЕМЫ ОЧИСТКИ ВОДОРОДА И МЕХАНИЧЕСКОГО КОМПРЕССОРА ИНТЕГРИРОВАННОЙ МЕТАЛЛОГИДРИДНОЙ УСТАНОВКОЙ

Скрыпников И.М.¹, Некрасов К.Д.¹

¹Московский политехнический университет, г. Москва,
logo.skrypnikov@yandex.ru

Ключевые слова: водородный ожижитель, водород, металлогидриды, модернизация

Развитие малотоннажных водородных ожижителей, востребованных при децентрализованном производстве и потреблении водорода, сдерживается сложностью и низкой надёжностью традиционного узла механического компримирования, а также системы очистки. В качестве альтернативы, позволяющей совместить обе функции в одном аппарате, предлагается интегрированная металлогидридная установка (компрессор) [1, 2], одновременно осуществляющее глубокую очистку водорода и его компримирование. Такой подход даёт ряд преимуществ. Упрощается технологическая схема водородного ожижителя или криогенного комплекса. Из цикла исключаются поршневой или мембранный компрессор, а также блоки адсорбционной или мембранной очистки, что сокращает количество единиц вспомогательного оборудования (системы клапанов, нагнетательное оборудование для мембранной системы и т.д.), занимаемую площадь и капитальные затраты. Металлогидридная очистка и компримирование реализуется без движущихся частей за счёт циклической сорбции/десорбции водорода при нагреве и охлаждении сплавов накопителей водорода (например, интерметаллическое сплав TiFe [3], как один из наиболее перспективных сплавов накопителей водорода), используя в том числе низкопотенциальное сбросное тепло. Это устраняет вибрации, масляные загрязнения и механический износ,кратно увеличивая ресурс и снижая эксплуатационные расходы. Благодаря селективному поглощению водорода сплавом накопителем водорода в процессе сорбции отделяются инертные газы, азот, кислород, влага и другие примеси, что обеспечивает стабильную чистоту водорода на выходе не менее 99,999 % [4] без дополнительных ступеней фильтрации. Дополнительно повышается безопасность: водород в связанном гидридном состоянии находится при относительно низком давлении, а его выделение происходит строго контролируемым образом, что минимизирует риски утечек и образования взрывоопасных смесей.

На рис.1 изображена блок схема малотоннажного водородного ожижителя. Под индексом «а» изображен малотоннажный водородный ожижитель до модернизации и после «б».

Замена механического компрессора и системы очистки интегрированным металлогидридной установкой превращает малотоннажный водородный ожижитель в компактную, энергоэффективную, безопасную и простую в обслуживании систему, отвечающую требованиям распределённой водородной инфраструктуры. Помимо прямого сокращения капитальных и эксплуатационных затрат, такой подход обеспечивает требуемую чистоту водорода, повышает гибкость и надёжность водородного ожижителя.

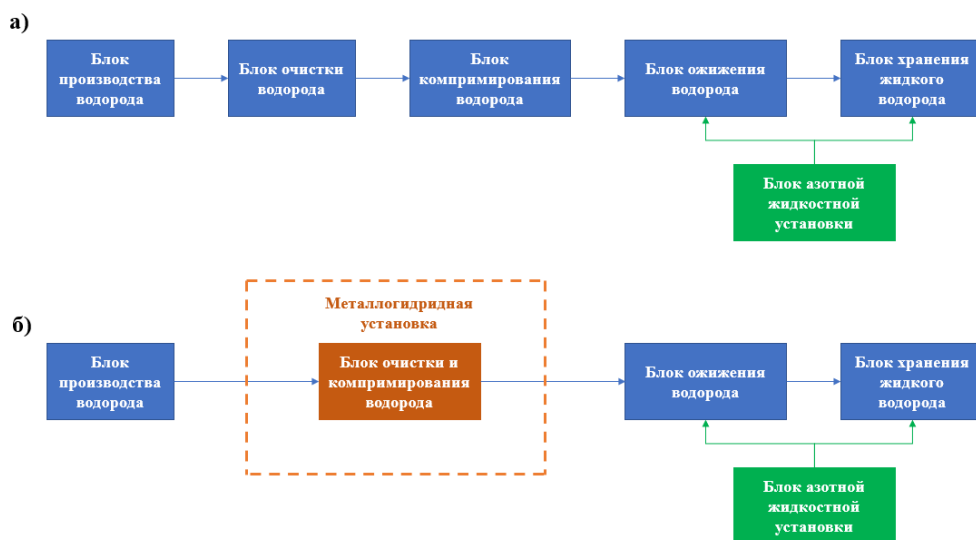


Рис.1 – Блок схема малотоннажного водородного ожижителя:
 а) Малотоннажный водородный ожижитель до модернизации;
 б) Малотоннажный водородный ожижитель после модернизации.

Список литературы

1. Бочарников М.С., Яненко Ю.Б., Тарасов Б.П. Металлогидридный термосорбционный компрессор водорода высокого давления // Альтернативная энергетика и экология. – 2012. – № 12. – С. 18-23. – EDN: PXKJMZ
2. Криогенные системы: учебник / А. М. Архаров, И. А. Архаров, В. П. Беляков [и др.]. Том 2. – 2-е издание, переработанное и дополненное. – Москва: Научно-техническое издательство «Машиностроение», 1999. – 720 с.
3. Zadorozhnyi, M.Y., Kaloshkin, S.D., Klyamkin, S.N., and others. Mechanochemical synthesis of a TiFe nanocrystalline intermetallic compound and its mechanical alloying with third component. (2013) Metal Science and Heat Treatment. – № 54 (9-10), – pp. 461-465. – DOI: 10.1007/s11041-013-9531-x
4. Нащокина, М.Д. Численное исследование эффективности внутреннего оребрения “активного” объема проточных металлогидридных реакторов очистки водорода от примесей / М. Д. Нащенки, К. Б. Минко // Теплоэнергетика. – 2022. – № 7. – С. 23-37. – DOI 10.1134/S0040363622070050.

Сведения об авторах

Скрыпников Иван Михайлович – Студент. Область научных интересов: Водородные технологии, криогенные технологии ожижения водорода и природного газа, металлогидридные технологии, газохимические технологии.

Некрасов Константин Дмитриевич – студент. Область научных интересов: Процессы тепломассопереноса, холодильная и криогенная техника, альтернативная энергетика.

MODERNIZATION OF A LOW-TONNAGE HYDROGEN LIQUEFIER BY REPLACING THE HYDROGEN PURIFICATION SYSTEM AND A MECHANICAL COMPRESSOR WITH AN INTEGRATED METAL HYDRIDE UNIT

Skrypnikov I.M.¹, Nekrasov K.D.¹

¹Moscow Polytechnic University, Moscow, logo.skrypnikov@yandex.ru

Replacing the mechanical compressor and purification system with an integrated metal hydride unit transforms the low-tonnage hydrogen liquefier into a compact, energy-efficient,

safe and easy-to-maintain system that meets the requirements of a distributed hydrogen infrastructure. In addition to directly reducing capital and operating costs, this approach ensures the required purity of hydrogen and increases the flexibility and reliability of the hydrogen liquefier.