

УДК 621.59

**И.Ф. Кузьменко, И.М. Морковкин, Г.И. Сайдаль, К.В. Безруков, Ю.Н. Румянцев**

ОАО «Криогенмаш», пр. Ленина, 67, г. Балашиха Московской области, РФ, 143907

e-mail: kuzmenko@cryogenmash.ru

## ОПЫТ СОЗДАНИЯ КРУПНОМАСШТАБНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ, ХРАНЕНИЯ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ ЖИДКОГО ВОДОРОДА

Крупнотоннажные производства жидкого водорода, а также соответствующую инфраструктуру его использования начали создавать с середины XX в. для реализации различных программ освоения космоса. В настоящее время водород рассматривается как идеальное экологически чистое топливо для наземных и авиационных транспортных средств и др. объектов. Для развития водородной энергетики необходимо создание совершенного оборудования для всего технологического цикла использования водорода: ожижение-хранение-транспортирование. На основе анализа опыта ОАО «Криогенмаш» и с учётом современных тенденций развития криогенной техники рассматриваются проблемы создания необходимого оборудования. Уделяется внимание разработке ряда эффективных ожижителей водорода с гелиевым криогенным циклом производительностью 600, 1500, 3000 и 10000 л/ч жидкого водорода. При использовании в гелиевом цикле вместо винтовых компрессоров их поршневых аналогов удельный расход энергии составит 10-12 кВт·ч/кг жидкого водорода. Приводятся характеристики резервуаров для хранения жидкого водорода, автомобильных и железнодорожных цистерн для его доставки потребителям. Сообщается о разработке нового поколения этих изделий для использования в современных перспективных водородных технологиях.

**Ключевые слова:** Жидкий водород. Ожижители водорода. Гелиевый криогенный цикл. Водородный криогенный цикл. Удельные затраты энергии на получение жидкого водорода. Резервуары для жидкого водорода. Потери от испарения. Транспортные цистерны.

**I.F. Kuzmenko, I.M. Morkovkin, G.I. Saidal, K.V. Bezrukov, Yu.N. Rumyantsev**

## EXPERIENCE IN DEVELOPMENT OF LARGE-SCALE EQUIPMENT FOR LIQUID HYDROGEN PRODUCTION, STORAGE AND TRANSPORTATION

Tonnage manufactures of liquid hydrogen and also corresponding infrastructure of its use have started to create with the middle of XX century for realization of various programs for an outer space exploration. Now hydrogen is considered as well as ideal pollution-free fuel for ground and aviation vehicles, etc. objects. For development of hydrogen power is necessary to creation the perfect equipment for all work cycle of hydrogen using: liquefaction-storage-transportation. On the basis of the analysis of experience of JSC «Cryogenmash» and in view of modern trends of cryogenic engineering development, the problems of creation are examined. Pays attention to development of some effective liquefiers for hydrogen with helium cryogenic cycle by productivity 600, 1500, 3000 and 10000 l/h of liquid hydrogen. At use in helium cycle instead the screw compressors of their piston analogues the specific power consumption will make 10-12 kW·h/kg of liquid hydrogen. The characteristics of liquefiers, liquid hydrogen storage tanks, road and railway tankers for its delivery to the consumer are given. It is informed on development of new generation of more perfect equipment for use in modern perspective hydrogen technologies.

**Keywords:** Liquid hydrogen. Hydrogen liquefiers. Helium cryogenic cycle. Hydrogen cryogenic cycle. Specific power consumption for liquid hydrogen production. Liquid hydrogen tanks. Evaporation losses. Transport tanks.