

## **ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ДАТЧИКОВ ВОДОРОДА И УСЛОВИЙ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ В КРИОГЕННОМ ОБОРУДОВАНИИ**

**Р.В. Бурчиков**

(«Военно-космическая академия им. А.Ф. Можайского»)

**Научный руководитель - к. т. н., доцент И.В. Наумчик**

(«Военно-космическая академия им. А.Ф. Можайского»)

**Введение.** Опыт применения отечественных водородных заправочных систем подтвердил, что одной из важнейших проблем их эксплуатации является обеспечение безопасности. Разработана достаточно эффективная система мер по обеспечению безопасности при работе с водородом, однако аварийные ситуации, связанные с утечками водорода, его воспламенением и взрывом, случались неоднократно. С созданием ракеты космического назначения «Ангара» вновь стала актуальной водородная проблематика, поэтому необходимо вновь вернуться к вопросам повышения безопасности водородных систем. Для предотвращения опасных ситуаций, связанных с образованием пожаровзрывоопасных водородо-воздушных смесей, необходимо создавать систему обнаружения утечек водорода в закрытых рабочих зонах и замкнутых объемах, используя датчики водорода.

**Основная часть.** Основными путями попадания водорода в атмосферу помещений и рабочих зон водородных заправочных комплексов являются: проницаемость материалов; течи водорода через трещиноподобные усталостные повреждения и коррозионные сквозные отверстия конструкций; выбросы водорода в результате аварийного разрушения трубопроводов или емкостей; неправильные действия лица, принимающего решение.

Особенностью криогенного оборудования является применение тепловых изоляций, которые представляют собой пространство, в котором поддерживается низкое давление остаточных газов и размещается специализированный порошок либо отражающие экраны. Теплоизоляционная вакуумная полость образуется за счет введения двойных стенок трубопроводов и емкостей [1].

При любом развитии аварийной ситуации водород в первую очередь будет попадать в теплоизоляционную вакуумную полость, и только потом в окружающую среду. Поэтому необходимо размещать датчики водорода непосредственно в теплоизоляционную вакуумную полость водородных систем для обеспечения оперативности обнаружения утечек водорода [2].

К системе обнаружения утечек водорода, которая будет функционировать в условиях низких температур и вакуума, предъявляется ряд особых требований: компактность; малое тепловыделение; высокая чувствительность. Разработанные приборы не позволяют осуществлять контроль утечек водорода в вакуумных теплозащитных полостях криогенных резервуаров и трубопроводов [3].

Результаты проведенных исследований позволили обосновать параметры датчиков водорода в системе обнаружения его утечек и условия их применения в криогенном оборудовании водородных систем ракетно-космических комплексов [2, 3].

**Выводы.** В работе представлены результаты исследования вопроса повышения безопасности хранения криогенного водорода, как компонента ракетного топлива, посредством уменьшения времени обнаружения течи данного компонента в вакуумных теплозащитных полостях криогенных резервуаров и трубопроводов. Результаты исследования могут быть

использованы при разработке и реализации мероприятий по предотвращению возникновения отказов водородных систем и опасных событий, а также эффективному устранению их возможных последствий на всех стадиях жизненного цикла водородных систем. Внедрение полученных результатов позволит повысить обоснованность решений об использовании датчиков водорода в системах обеспечения безопасности функционирования криогенных заправочных комплексов ракет космического назначения.

#### **Список литературы**

1. Дзитоев М.С., Пеньков М.М., Кожанов А.А., Наумчик И.В., Шевченко А.В., Мартынов В.В. Криогенная техника и системы термостатирования: учебник / М.С. Дзитоев, М.М. Пеньков, А.А. Кожанов, И.В. Наумчик, А.В. Шевченко, В.В. Мартынов; под ред. М.М. Пенькова. – СПб.: ВКА им. А.Ф. Можайского, 2012. – 351 с.

2. Гусев А.Л., Пеньков М.М., Наумчик И.В. Повышение безопасности водородных систем на основе оптимального размещения детекторов водорода в теплоизоляционных полостях емкостей и трубопроводов // Альтернативная энергетика и экология. – 2008, № 7. – С. 112-121.

3. Гусев А.Л., Пеньков М.М., Наумчик И.В. Выбор условий применения металлооксидных детекторов водорода в системах контроля газовой среды криогенных водородных комплексов // Известия Санкт-Петербургского государственного университета низкотемпературных и пищевых технологий. – 2009. – № 1. – С. 65-69.