

УДК 621.59:04-182.1

<sup>1</sup>А.М. Домашенко, канд. техн. наук, <sup>2</sup>В.Н. Криштал, <sup>3</sup>Ю.В. Красовицкий

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

e-mail: <sup>1</sup>domashenko@cryogenmash.ru, <sup>2</sup>vilkrishthal@yandex.ru, <sup>3</sup>krasovitskiy@cryogenmash.ruORCID: <sup>1</sup>http://orcid.org/0000-0002-5755-3517, <sup>2</sup>http://orcid.org/0000-0002-7688-9614,<sup>3</sup>http://orcid.org/0000-0003-4894-4476

## СОЗДАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ КРИОГЕННЫХ ЗАПРАВОЧНЫХ И СТЕНДОВЫХ КОМПЛЕКСОВ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ

*Рассмотрены в развитии этапы разработки ОАО «Криогенмаш» криогенных систем накопления, хранения, охлаждения, заправки изделий ракетно-космической техники (РКТ) жидкими водородом и кислородом, создававшихся, начиная с 60-х годов прошлого столетия. Дана характеристика отечественных стендовых и стартовых систем, а также систем, созданных для выполнения международных программ освоения космоса. Особое внимание уделено анализу методов охлаждения и термостатирования жидких водорода и кислорода в баках ракет и их реализации в зависимости от предъявляемых требований. Эффективность и безопасность созданных систем с сохранением качества криогенного топлива обеспечивается охлаждением криогенных топлив в потоках при заправке баков РКТ. Этот уникальный метод в мировой практике принят как основной и реализован не только в системе «Энергия-Буран», но и системах «Ангара», «Зенит-SeaLaunch», HSLV.*

**Ключевые слова:** Криогенные системы. Водород. Азот. Кислород. Ракетно-космическая техника. Стендовые и стартовые комплексы. Газовые эжекторы.

### 1. ВВЕДЕНИЕ

Применение жидких кислорода, а в дальнейшем водорода в качестве криогенных компонентов топлива в ракетно-космической технике потребовало создания стендовых и стартовых систем, обеспечивающих накопление, хранение, получение заданных параметров и заправку ракет-носителей (РН) и стендовых резервуаров. В свою очередь это привело к необходимости:

- создания широкой номенклатуры стационарных и транспортных резервуаров, криогенных магистралей большой протяженности и высокой пропускной способности, насосов, арматуры, фильтров и т. д.; к значительному улучшению технических характеристик оборудования;
- выполнения интенсивных крупномасштабных исследований рабочих процессов в жидкостных системах и совершенствования безопасной технологии их эксплуатации;
- организации исследований и разработки новых металлических материалов, пластиков, изоляционных материалов, смазок.
- проведения значительного объема исследовательских и опытно-конструкторских работ по проблеме взрывопожаробезопасности.

В начале 60-х годов, учитывая бурное развитие многих отраслей народного хозяйства, потребляющих криогенные продукты, и в том числе ракетно-космическую технику (РКТ), решением правительства

СССР Балашихинский машиностроительный завод (БМЗ) был определен головным предприятием для выпуска крупных воздухоразделительных установок, необходимых для технического перевооружения черной и цветной металлургии, нефтехимической промышленности и для создания стартовых ракетно-космических комплексов (РКК) и стендовых систем, обеспечивающих испытание и работу ракетно-космической техники.

Поворотным моментом в истории ВНИИКриогенмаша и БМЗ явилось создание одного из первых в СССР научно-производственного объединения — НПО «Криогенмаш», что позволило объединить для решения сложнейших задач создания криогенной техники конструкторов, учёных, технологов, производственников. Главная заслуга в создании объединения принадлежит блестящему учёному и организатору производства Генеральному конструктору, Герою социалистического труда, лауреату Ленинской премии, д.т.н., профессору, члену-корреспонденту АН СССР Виктору Петровичу Белякову и его сподвижникам.

В настоящее время для ОАО «Криогенмаш», как и фирм США, Франции, Германии, Японии, занимающихся проблемами освоения космоса, разработка и изготовление криогенного оборудования испытательных и стартовых комплексов и инфраструктуры их обеспечения криогенными топливами — основной и определяющий вид деятельности. Это и понятно, и объяснимо, поскольку криогенные компоненты топ-