

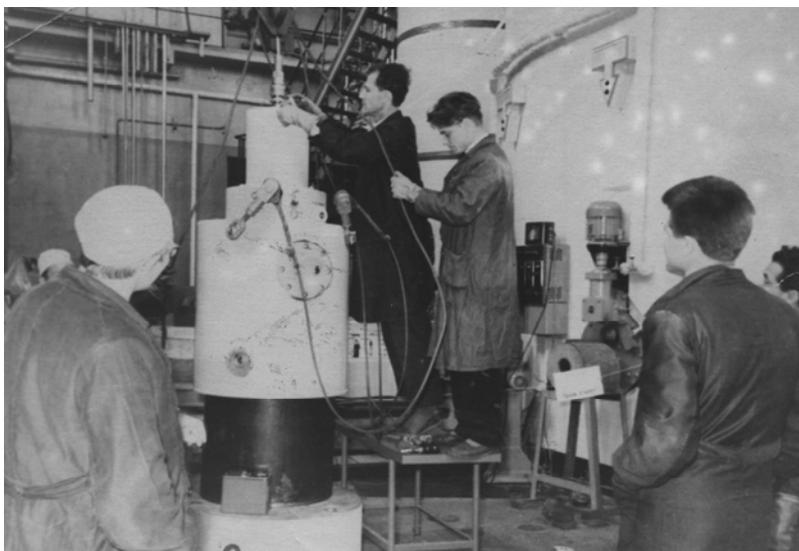
ОБ ИСПЫТАНИЯХ ТЕРМОЭМИССИОННЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ЭНЕРГИИ НА РЕАКТОРЕ ВВР-М

Г.А. Кирсанов

Бурное развитие космической техники в начале 60-х годов прошлого столетия требовало интенсивных и надёжных источников электрической энергии для питания бортовых установок космических аппаратов. Это обстоятельство стимулировало изучение методов прямого преобразования тепловой энергии непосредственно в электрическую, минуя промежуточную стадию превращения тепловой энергии в механическую. Основными методами прямого преобразования тепловой энергии в электрическую являются термоэлектрический (полупроводниковый), термоэмиссионный, магнитогидродинамический и электрохимический (топливные батареи). Термоэмиссионный метод позволяет создать компактные ядерные энергетические установки средней мощности (в пределах нескольких киловатт), что наилучшим образом подходит для космической техники. Термоэмиссионный преобразователь (ТЭП) устроен по принципу простейшей электронной лампы–диода, в которой «испарившиеся» с горячего катода электроны могут отдавать свою энергию во внешнюю цепь, замыкающую катод и анод. Отсутствие подвижных деталей, возможность ядерного нагрева катода и использование паров цезия для нейтрализации пространственного заряда в межэлектродном зазоре позволяли существенно упростить конструкцию, повысить её ресурс и КПД. Изучению прямых методов получения электрической энергии из тепловой в те годы уделялось огромное внимание. Возможности термоэмиссионного преобразования изучались на установках в лаборатории Физико-технического института (ФТИ), возглавляемой профессором Ю.А. Дунаевым. Испытания полномасштабных преобразователей с ядерным нагревом (с катодом, содержащим уран) планировалось проводить на реакторе ВВР-М в бывшем тогда филиале ФТИ, т. е. в нашем институте. Для этих испытаний в кратчайший срок силами конструкторского бюро и механической мастерской филиала ФТИ был создан специальный петлевой канал с использованием двух сквозных каналов в бериллиевом отражателе и изготовлена с участием Кировского завода петлевая установка, которая обеспечивала циркуляцию через этот канал органического теплоносителя (моноизопропилдифенила) при давлении до 6 атм и температуре до 350°C. Такая высокая температура теплоносителя была необходима для создания нужного давления паров цезия в преобразователе. Эта установка, названная петлёй низкого давления (ПНД), размещалась в помещении насосной первого контура. Для электропитания элементов петли, контроля технологических параметров, управления арматурой петли и измерения характеристик испытываемых преобразователей был создан специальный пульт управления, связанный с пультом управления реактора. Испытуемые преобразователи, изготовленные в Ленинграде, монтировались в механической мастерской филиала на специальной штанге, которая устанавливалась в петлевой канал реактора. В верхней части эта штанга имела разъём для соединения выводов преобразователя с пультовыми приборами. После испытаний высокоактивная нижняя часть штанги, содержащая преобразователь,

отделялась от штанги в специальном контейнере и помещалась в герметичный пенал, который затем перегружался в хранилище выгоревших тепловыделяющих элементов.

Петля была введена в эксплуатацию 18 июня 1962 года. Реакторные испытания преобразователей продолжались до ноября 1965 года. За это время было испытано 15 преобразователей различных конструкций, как одиночных, так и соединённых последовательно в батарею из трёх элементов, в которых использовались различные металлы в качестве электродов. Создание петли и проведение испытаний осуществлялось под руководством В.А. Шустова. В этой работе принимали непосредственное участие Г.А. Кирсанов, Л.М. Евстифеев, В.А. Рубан, А.Н. Губинский, В.Г. Велединский, В.В. Хромов, А.К. Приклонский, Р.М. Гришин, Г.А. Роденков.



Основным недостатком всех преобразователей был сравнительно малый ресурс работы, не превышающий нескольких десятков дней. Причиной выхода из строя преобразователей являлась, как правило, потеря электроизоляционных свойств керамики изоляторов, установленных между катодом и анодом, из-за взаимодействия её с парами цезия. В ноябре 1965 года реакторные испытания преобразователей были прекращены, однако некоторое время ещё продолжались лабораторные опыты с электронагреваемыми моделями. Параллельно реакторные испытания термоэмиссионных преобразователей проводились в ФЭИ (г. Обнинск), которые завершились созданием первого в мире термоэмиссионного реактора-преобразователя на промежуточных нейтронах ТОПАЗ. Первый лётный образец ЯЭУ ТОПАЗ был запущен в космос в качестве бортового источника электропитания на спутнике «Космос-1818» 2 февраля 1987 года и проработал около полугода.