

УДК 621.382, 621.383

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ МОДУЛЬНЫЙ КАЛИБРОВОЧНЫЙ ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС

© Клочков К.А., Бешапошникова А.П., Печаткин А.В.

e-mail: klochkov19994816letomail@mail.ru

*Рыбинский государственный авиационный технический университет
имени П.А. Соловьёва, г. Рыбинск, Российская Федерация*

Этапы создания и изготовления электронного оборудования предполагают получение информации о качестве электронных и оптоэлектронных изделий и их составных частей на всех стадиях жизненного цикла – от начала проектирования до изготовления в серийном производстве и на последующих этапах эксплуатации.

Для получения необходимой информации используются данные по эксплуатации аналогичных изделий, теоретические расчёты, компьютерное моделирование и испытания [1]. Проведение испытаний предполагает использование различных видов испытательного оборудования, стоимость которого достаточно велика.

Для решения задачи объединения испытаний и калибровки тепловизионной аппаратуры по заказу АО «Ростовский оптико-механический завод» был разработан прототип универсального комплекса, имеющего децентрализованную систему автоматического управления, модульную структуру активаторов (имитаторов воздействий), сенсоров для сбора информации и калибровочного поверхностного ИК излучателя малой оптической апертуры. Состав модульного оборудования определяет реализованные и перспективные функции испытательного комплекса, а также его технические параметры и характеристики (см. рис.).

Блоки управления реализованы в стандартных корпусах, единый форм-фактор которых позволяет использовать вертикальное каскадирование для уменьшения рабочего пространства комплекса. Рабочая камера представляет собой герметичную конструкцию, выполненную на основе энергоэффективного пластикового многокамерного профиля, и может быть реализована полностью или частично остеклённой. Внутри камеры монтируется дополнительное оборудование: вольфрамовые, ртутно-паровые лампы или газоразрядные трубки и защитные шторки – для испытаний на воздействие солнечного излучения; акустические излучатели – для акустических испытаний. На верхней плоскости рабочей камеры установлены термопроцессоры, обратные клапаны и гофрированные трубы для формирования замкнутой двухконтурной системы повторного охлаждения (см. рис.).

Протяжённый калибровочный ИК излучатель является функционально и конструктивно завершённым модулем. Благодаря особенностям конструктивного исполнения ИК излучатель способен функционировать как в составе калибровочно-испытательного технологического комплекса, так и в качестве автономного оборудования для калибровки оптико-электронной и тепловизионной аппаратуры малой и средней оптической апертуры. Опытный образец ИК излучателя позволяет получить следующие базовые характеристики: температурный диапазон – 35...+70 °С; площадь апертуры 120×80 мм² (близкая к формату 4×3 тепловизора), нестабильность температуры ± 0,15 °С, время выхода на режим не более 20 минут, потребление не более 600 Вт). Для измерения температуры рабочей поверхности используются

4 платиновых сенсора соединённых попарно последовательно-параллельно и равномерно размещённых по периметру рабочей пластины – теплового аккумулятора.

Конструкция модуля протяжённого ИК излучателя допускает установку тоннеля для увеличения площади апертуры и снижения влияния окружающей среды на рабочую поверхность.

Рабочая поверхность ИК излучателя использует технологию формирования квази-пирамидальной «бархатной» излучающей поверхности, полученной путём комбинированной обработки в пескоструйной установке и глубокого контролируемого травления. Такая комбинация позволяет добиться более высокой степени «черноты» за счёт активного проявления переотражения ИК лучей на гранях микропирамид, а также улучшить равномерность формируемого равно-температурного поля и повысить износостойкость рабочей поверхности, подверженной влиянию конденсата и температурному удару при реверсировании излучателя.

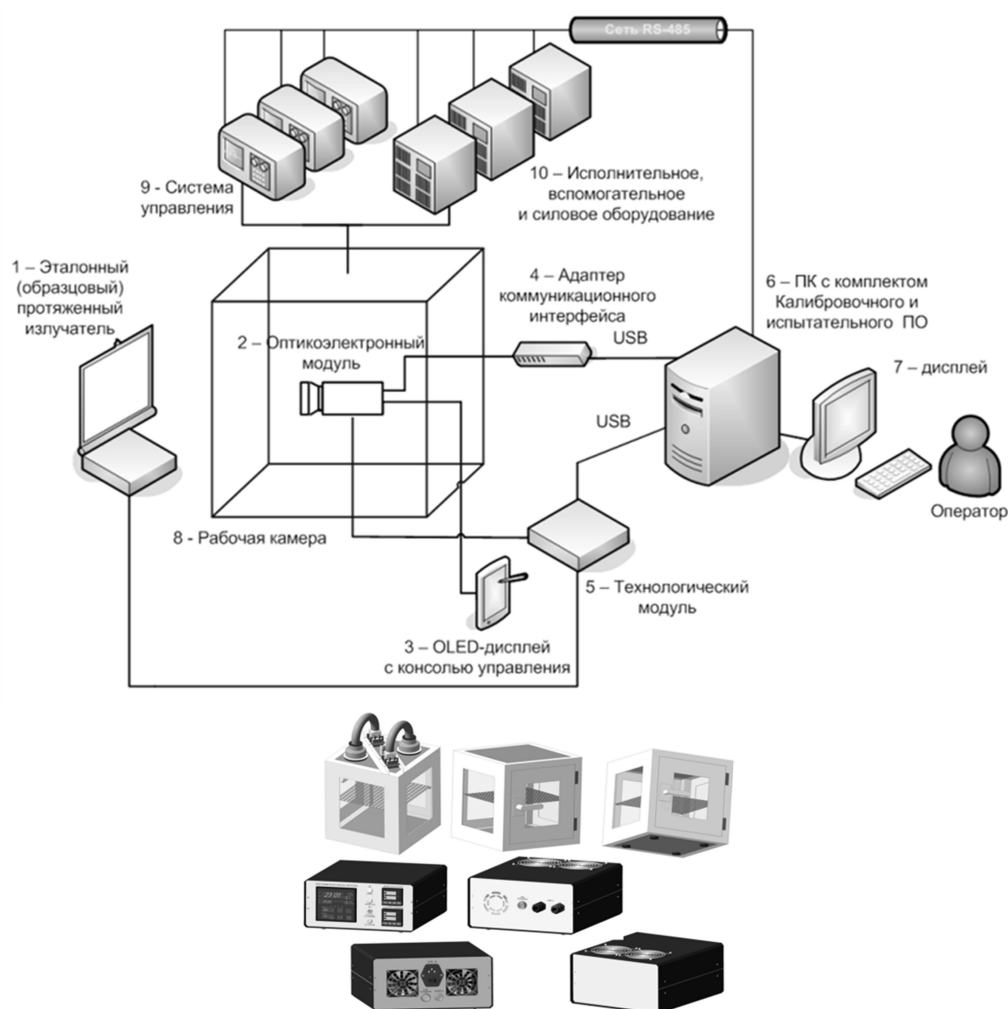


Рис. Обобщённая структура и состав оборудования испытательного комплекса и 3D-модели базовых модулей

Отличительной особенностью технологического комплекса является использование единой типовой термоэлектрической платформы на основе реверсируемых отечественных высокоэффективных термоэлектрических модулей

(ТЭМ) для статического и динамического формирования положительных и отрицательных температур [2]. В протяжённом калибровочном ИК излучателе используются двухкаскадные модули с максимальной разницей температур на холодной и горячей сторонах, в то время как в термоэлектрических процессорах рабочей камеры – модули с максимальной холодильной мощностью. Аналогичные модули применены и в замкнутой комбинированной воздушно-жидкостной системе охлаждения, благодаря чему удалось минимизировать её конструкцию и повысить эффективность охлаждения «горячей» стороны. Применение двухкаскадных ТЭМ позволило увеличить толщину теплоизоляционного барьера между «холодной» и «горячей» сторонами ТЭМ, что привело к формированию более низких отрицательных температур, существенному снижению энергопотребления, стоимости и массогабаритных показателей комплекса по сравнению с существующими отечественными и зарубежными аналогами.

Библиографический список

1. Испытания радиоэлектронной, электронно-вычислительной аппаратуры и испытательное оборудование: Учебное пособие для ВУЗов. Под ред. проф. А. И. Коробова. [Текст]. – М.: Радио и связь, 1987. – 272 с.: ил.
2. Термоэлектрические модули, системы охлаждения и генерации электрической энергии [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://kryothermtec.com/ru/download-catalog.html>