ПРОЕКТИРОВАНИЕ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ГЕНЕРАТОРОВ ОГНЕТУШАЩЕГО АЭРОЗОЛЯ С ОПТИМАЛЬНЫМИ ГАБАРИТНО-МАССОВЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

Бортников Р.А.

Пермский государственный технический университет

В России и за рубежом в качестве объемных средств пожаротушения, широкое распространение получают твердотопливные генераторы огнетушащего аэрозоля (ГОА) и системы пожаротушения на их основе. Этот факт объясняется более высокими показателями эффективности, надежности и экологической безопасности аэрозольных технологий локализации огня по отношению к традиционным методам.

Огнетушащий аэрозоль представляет собой смесь инертных газов (CO2, N2) и мелкодисперсных частиц - солей щелочноземельных металлов (KNO3, K2CO3) размером 0,5-2,0 мкм, образующуюся при горении твердотопливного заряда с температурой T=540-1700 K и давлением P=0,12-0,2 МПа.

Несмотря на то, что теория аэрозольного тушения была основана сравнительно давно, при исследованиях в области гашения дульного пламени, провидимых в 1934-36 годах Г.К. Клименко, практическая реализация положений данной теории началась только в начале 90-х, в связи с конверсией оборонной промышленности. Многими научно-производственными структурами, такими как ФЦДТ "Союз", НПГ "Гранит-Саламандра", ИВЦ "Техномаш", ОКБ "Темп" и др., спроектирована и внедрена гамма аэрозольных генераторов различных конструкций и назначений.

Тем не менее, до настоящего времени перед разработчиками газогенераторов данных систем остро стоит задача определения связи параметров теплообмена с массогабаритными характеристиками теплообменников различных конструкций при максимальном снижении температуры аэрозоля и сохранении его пожаротушащей эффективности. В первую очередь такая постановка задачи обусловлена возможным негативным воздействием повышенных температур продуктов сгорания на человека, электронное оборудование и материальные ценности. Поэтому данные исследования являются актуальными.

Одним из эффективных способов снижения температуры продуктов сгорания аэрозольобразующего заряда является использование инертных теплообменников. В отличие от химических методов охлаждения, дающих жидкофазную составляющую, инертные теплообменники практически не снижают пожаротушащую эффективность аэрозоля, так как быстрое охлаждение твердой газоконденсатной фазы на выходе из камеры сгорания сохраняет минимальный размер частиц и предотвращает их дальнейшее слипание и коагуляцию. Однако при использовании описанного способа охлаждения продуктов сгорания, габаритно-массовые характеристики ГОА значительно ухудшаются, что увеличивает их себестоимость и накладывает ограничение на возможность использования подобных специзделий в авиационной и ракетно-космической технике.

Целью работы является повышение эффективности инертных теплообменников твердотопливных генераторов огнетушащего аэрозоля и разработка низкотемпературного газогенератора (НТГГ), сохраняющего безопасный диапазон концентрации, температуры и давления продуктов сгорания в защищаемом помещении.

В рамках поставленной цели произведен выбор и обоснование принципиальных схем инертных теплообменников; разработана математическая модель и прикладные программы на языке Maple для описания процессов нестационарного теплообмена при движении продуктов сгорания в каналах сложной формы; выполнено комплексное исследование влияния параметров теплообменника на основные выходные характеристики НТГГ.

В результате исследования построены временные температурные поля в элементах и по длине теплообменников в зависимости от скорости газа и от соотношения энтальпии и поглощательной способности конструкций (массы, материала, конфигурации); получены рекомендации к проектированию, представленные в виде номограмм, позволяющих подобрать типоразмер трубчатых, пластинчатых и матричных теплообменников с заданными выходными характеристиками. С учетом рекомендаций разработаны НТГГ, теплообменники которых снимают температуру продуктов сгорания на 80% и более. Показано, что в матрицах из перфорированных дисков отношение изменения энтальпии к массе DH/m на 15% выше по сравнению с последовательно расположенными пластинами и на 30-40% выше по отношению к пучкам труб. Моделированием подтверждено, что после срабатывания аэрозольных НТГГ пиковая температура в помещении не превысит 320 К.

Таким образом, проведенное исследование позволяет проектировать малогабаритные НТГГ с эффективными инертными теплообменниками, сохраняющие безопасный диапазон концентрации, температуры и давления воздушно-аэрозольной смеси в защищаемом помещении.