

МИКРОЭЛЕКТРОННЫЕ ДАТЧИКИ ДАВЛЕНИЙ ДЛЯ РАБОТЫ В ОСОБО ЖЕСТКИХ УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВИАЦИОННОЙ И РАКЕТНО- КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ

Баринов И. Н.

ОАО «Научно-исследовательский институт физических измерений», г. Пенза,
Россия

Создание высоконадежных двигательных установок для систем и комплексов авиационной, ракетно-космической и гражданской техники, а также модернизация существующих образцов, невозможны без наличия высокоэффективных информационно- измерительных систем (ИИС) управления и контроля, которые позволяют значительно повысить надежность двигательных установок и обеспечить наиболее экономичный режим их работы. Современные авиационные, ракетные, автомобильные, транспортные и т.д. воздушно-газотурбинные, жидкостно-реактивные, дизельные двигатели и двигатели внутреннего сгорания в целом являются отработанными и совершенными механизмами, поскольку они были объектами интенсивных развития и модернизации как со стороны отечественных, так и зарубежных производителей на протяжении более полувека для военного, авиационно-космического и гражданского применений. Вследствие этого резко возросли стоимость и трудоемкость дальнейшего усовершенствования авиационных, ракетно-космических и автомобильных двигателей. Добиться значительного улучшения характеристик двигателя (кпд, удельного расхода топлива, массы, габаритных размеров, выбросов, стоимости и др.) возможно, основываясь на более глубоком изучении режимов его работы на установившемся, переходном и аэродинамическом режимах. Важнейшим параметром, подлежащим измерению в двигателях, является давление. Изучение и понимание таких процессов, как пульсация и срыв потока в компрессоре, устойчивость сгорания и низкий уровень выбросов систем сгорания, шум в системах перегрева оборудования, изменение давления в камере сгорания и цилиндрах, системах впрыска топлива и выхлопа, давление наддува и т.д. напрямую связаны с наличием постоянных данных о давлениях, снимаемых с высокотемпературных датчиков давлений. К датчикам давлений, устанавливаемым на авиационных, ракетно-космических и автомобильных двигателях, подвергающихся на различных этапах отработки и эксплуатации воздействию температур до 600°C, ионизирующих излучений и жестких электромагнитных помех, предъявляются высокие метрологические и эксплуатационные требования. Кроме того, непрерывное усложнение создаваемых летательных аппаратов (ЛА), исключительно высокая насыщенность их специальными техническими системами, информационно- измерительными комплексами, системами управления и контроля различных физических параметров, значительный рост взаимосвязей и взаимодействий этих систем, конструктивных элементов агрегатов и подсистем как внутри ЛА, так и в комплексе с наземными измерительными пунктами, требует увеличения объемов измерения и контроля параметров в различных системах ЛА.

Для реализации этих задач требуется создание широкой номенклатуры датчиковой аппаратуры с высокими метрологическими и эксплуатационными характеристиками. Значительные отличия технических требований к датчиковой аппаратуре авиационных и ракетно-космических систем, особенно систем многоуровневого использования, привели к тому, что, начиная с 80-х годов, более 90% датчиковой аппаратуры было разработано вновь, при этом потребовалось резко изменить традиционные подходы к конструированию и технологии изготовления датчиковой аппаратуры.

Основные дестабилизирующие факторы (температура и вибрация) на изделиях авиационной и ракетно-космической техники в 3...5 раз превышают соответствующие

значения на изделиях других отраслей.

В качестве примера использования высокотемпературных датчиков давлений в жестких условиях эксплуатации можно рассмотреть датчики давлений как элементы информационно-измерительной системы газотурбинных двигателей. Высокотемпературные измерения давлений необходимы в ступенях компрессора, газогенераторе, газопроводах, турбонасосном агрегате и других частях двигателя, где температура достигает значений 600 °С и более. Также существует задача измерения пульсаций давлений в камере сгорания, с обеспечением непрерывного контроля за процессом сгорания топлива с целью управления этим процессом в направлении повышения экономичности и минимизации вредных выбросов. При этом датчики могут находиться в химически агрессивной среде, состоящей из таких веществ, как кислород, углеводород/водород в топливе, каталитические соединения NO_x и SO_x , образующиеся при горении топлива.

В настоящий момент такие измерения либо не реализуются вообще, либо проводятся с помощью датчиков давлений, имеющих значительно меньший рабочий температурный диапазон, когда измерения происходят с помощью систем охлаждения, либо дистанцированием датчика от измеряемого объекта, что отрицательно влияет на частотные, динамические и конструкционно-технологические характеристики измерительной системы.

В связи с этим разработка и создание микроэлектронных датчиков давлений для работы в особо жестких условиях эксплуатации авиационной и ракетно-космической техники является *актуальной* научно-практической задачей.

Целью работы является обобщение и развитие технологических и научно-методических основ проектирования и создания микроэлектронных датчиков давлений для работы в особо жестких условиях эксплуатации авиационной и ракетно-космической техники.

В процессе выполнения конкурсной работы был проведен системный анализ и синтез структурных и функциональных схем микроэлектронных датчиков давлений для работы в особо жестких условиях эксплуатации, удовлетворяющих совокупности современных требований; систематизированы ограничения, препятствующие увеличению температурного диапазона микроэлектронных датчиков давлений для работы в особо жестких условиях эксплуатации при сохранении требуемых метрологических характеристик; научно обоснован механизм возникновения дрейфа начального выходного сигнала и изменения чувствительности микроэлектронных датчиков давлений для работы в особо жестких условиях эксплуатации; разработана методика анализа конструктивно-технологических решений для оценивания температурной погрешности датчиков; разработана математическая модель функции преобразования микроэлектронных датчиков давлений для работы в особо жестких условиях эксплуатации; разработана методика проектирования микроэлектронных датчиков давлений для работы в особо жестких условиях эксплуатации с заданными метрологическими и эксплуатационными характеристиками; создан унифицированный ряд чувствительных элементов микроэлектронных датчиков давлений для работы в особо жестких условиях эксплуатации.

Работа обеспечивает создание серии микроэлектронных датчиков давлений для работы в особо жестких условиях эксплуатации авиационной и ракетно-космической техники, внедрение которых способствует развитию научно-технического и производственного базиса для разработки и производства конкурентоспособной наукоемкой электронной и радиоэлектронной продукции для решения приоритетных задач социально-экономического развития и обеспечения национальной безопасности Российской Федерации, а также созданию научно-технического задела по перспективным технологиям и конструкциям электронных компонентов, унифицированных узлов и блоков радиоэлектронной аппаратуры для обеспечения

российской продукции и стратегически значимых систем.

Работы по реализации вышеперечисленных задач осуществляются в
ОАО

«НИИФИ» в том числе в рамках выполнения ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» (ГК № 16.740.11.0270).

По тематике исследований автором опубликованы более 40 печатных работ, получено 8 патентов, 12 свидетельств о государственной регистрации топологии интегральной микросхемы.