

# ДАТЧИКИ MEGGITT

## 150 ЛЕТ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

А.Бекмачев, к.т.н., К.Солинский sensor@ranet.ru

За свою более чем полуторавековую историю корпорация Meggitt заслужила репутацию серьезного производителя компонентов, материалов и оборудования для самых ответственных и экстремальных применений – для авиации, космической техники, электроэнергетического, промышленного, нефтегазового оборудования, медицинской техники и т. д. Одним из важных направлений деятельности корпорации является производство датчиков и измерительных систем, которым занимается подразделение Meggitt Sensing Systems. Его продукция позволяет решать самые разнообразные задачи, связанные с наземными и летными испытаниями, техническим обслуживанием и контролем работы авиационных и космических систем, диагностикой и управлением технологическим оборудованием.

**В** 1850 году два итальянских иммигранта Энрико Негретти и Йозеф Замбра учредили в Лондоне фирму Negretti&Zambra, которая занималась производством научного оборудования, навигационных приборов и оптических инструментов для нужд флота, а впоследствии и авиации Соединенного Королевства. Их барометр-анероид (рис.1.) был немедленно применен на тепловых аэростатах – монгольфьерах.

Вскоре фирма стала официальным поставщиком оборудования для Королевской обсерватории и Британского Адмиралтейства. В 1863 году с аэростата, оборудованного приборами собственного предприятия, Энрико Негретти провел первую аэрофотосъемку Лондона. Сохранились свидетельства того, что Негретти и Замбра при создании своих приборов сотрудничали с одним из основателей современной морской метеорологии – вице-адмиралом

Фицроем, капитаном знаменитого дарвиновского "Бигля". Этот "кирпичик", заложивший фундамент группы компаний Meggitt, сейчас носит название Meggitt Avionics.

Общая специализация группы компаний Meggitt сформировалась в 1930-х годах: авионика, компоненты и материалы для авиационных систем, радиоэлектронные компоненты, датчики, испытательное и измерительное оборудование.

После произведенной в 2010 году реструктуризации Meggitt стала подлинно международной корпорацией со штатом в 10000 человек. В ее составе – исследовательские центры, производственные площадки, а также представительства в Дании, Германии, Франции, Испании, Швейцарии, Великобритании, США, Канаде, Мексике, Бразилии, Австралии и странах Ближнего Востока и Азии, в том числе в Индии и Китае. Годовой оборот компании составляет около 1,5 млрд. фунтов стерлингов.

Среди ключевых направлений деятельности корпорации – производство авиационных тормозных систем, бортовых систем управления, полимеров и композитных материалов, военного и промышленного оборудования. Значимое место исторически занимает подразделение датчиков



Рис.1. Памятный знак в честь юбилея компании



Рис.2. Основные рынки MSS

и измерительных систем – Meggitt Sensing Systems (MSS). MSS традиционно присутствует на таких рынках, как:

- авиационная и космическая техника: системы контроля параметров двигателей, инерциальные датчики, датчики давления в шинах, системы сбора данных, оптические системы контроля горения, системы контроля состояния лопаток турбин, интегральные системы контроля исправности летательных аппаратов (более 50% объема продаж подразделения);
- электроэнергетика: датчики перемещения и наклона, системы контроля давления и вибрации, обнаружения возгорания и пожара, системы розжига, диспетчеризации, контроля состояния лопаток турбин (четверть объема продаж MSS);
- измерительные системы: краш-тесты автомобильной техники, летные испытания (поверхностная нагрузка и давление), имплантируемое медицинское оборудование, ультразвуковые исследования, испытания систем вооружений (рис.2).

Под брендом Meggitt в настоящее время объединена продукция следующих производителей:

**Endevco:** датчики и преобразователи сигналов для измерения вибрации, ударов и давления для особо ответственных отраслей, измерительные микрофоны, специальные кабельные сборки, калибраторы.

**Sensorex:** сервоинклинометры, сервоакселерометры, инерциальные измерительные системы, гибридные микросхемы и блоки электроники.

**Wilcoxon Research:** возбудители колебаний (шейкеры) для вибродиагностического оборудования, вибродатчики, гидрофоны и аксессуары для них.

**Vibro-Meter:** датчики динамического давления и системы мониторинга для экстремальных условий эксплуатации, решения для авиакосмической и электроэнергетической индустрии.

**Ferroperm Piezoceramics:** пьезоэлектрические керамические компоненты для датчиков вибрации, гидрофонов, медицинского ультразвукового оборудования, расходомеров.

Наиболее массовые и востребованные изделия Meggitt Sensing Systems широко известны под маркой Endevco:

**Емкостные акселерометры (VC)** для измерения движения, продолжительных во времени процессов и низкочастотных вибраций. Они имеют высокие чувствительность и температурную стабильность, а также стойкость к большим ударным нагрузкам и короткое время восстановления при многолетнем сроке службы и высокой точности измерений. Акселерометры питаются от источника постоянного напряжения и не требуют дополнительных формирователей сигнала.

**Пьезорезистивные акселерометры (PR)** поставляются в двух исполнениях: демпфированном и недемпфированном и идеальны для регистрации продолжительных переходных процессов. Типичные варианты применения: автомобильные краш-тесты, биомедицинские исследования, ударные испытания с высокой кинетической энергией. Изделия доступны в вариантах для поверхностного монтажа.

**Пьезорезистивные датчики давления** предназначены для точного измерения как статического, так и динамического давления, имеют мощный выходной сигнал и высокую резонансную частоту, а также исключительную линейность и повторяемость. Верхний диапазон рабочих температур достигает 260°C, а диапазон измерений составляет от 0-15 до 0-2000 psi для датчиков абсолютного



Рис.3. Акселерометр серии 7290

давления или от 0-1 до 0-20000 psi – для дифференциальных датчиков.

**Пьезоэлектрические акселерометры (PE)** – это высокоимпедансные датчики зарядового типа, известные своим длительным сроком службы и повышенной устойчивостью к температурным воздействиям. Пьезоэлектрические датчики наилучшим образом подходят для использования в экстремальных условиях, когда невозможно заранее определить диапазон возможных ускорений. Специальные серии PE предназначены для применения в аппаратуре космических кораблей, в условиях сверхнизких и сверхвысоких температур, а также в зоне радиоактивного излучения.

**Пьезоэлектрические датчики давления** – высокотемпературные датчики для жестких условий эксплуатации, таких как контроль в камере сгорания, испытания двигателей, реактивных систем и других применений, где температура в месте установки датчика может достигать 538°C. Датчики снабжаются кабелями с соответствующими эксплуатационными характеристиками.

**Акселерометры Isotron (IEPE)** – усовершенствованные пьезоэлектрические акселерометры, имеющие встроенные усилители и формирователи сигнала. Это позволяет избежать ослабления и зашумления сигнала и передавать его в системах сбора и обработки информации на большие расстояния без внешних усилителей. Производитель предлагает широкий выбор датчиков по параметрам чувствительности, диапазона измерений, габаритов и способов монтажа. Существуют облегченные версии с полосой пропускания 30 кГц.

**Микрофоны пьезоэлектрические** измеряют высокоинтенсивные акустические шумы и ничтожно малые флуктуации давления в диапазоне частот от 1 Гц до 10 кГц при силе звука от 100 до 180 дБ. Микрофоны герметичны, рассчитаны на работу при температурах от -55 до 260°C и нечувствительны к изменению высоты и окружающим вибрациям.

**Микрофоны пьезорезистивные** измеряют звуки высокой интенсивности в широком диапазоне частот и имеют размах выходного сигнала 200 мВ на диапазоне измерений от 95 до 190 дБ (в зависимости



Рис.4. Акселерометр серии 7265

от конкретной модели). Предусмотрено резьбовое или клеевое крепление. Полномостовая схема датчика позволяет использовать стандартные формирователи-усилители сигналов. Основное назначение этих микрофонов – летные испытания, испытания в аэродинамической трубе, акустические испытания авиационных реактивных двигателей на стороне воздухозаборника.

**Блоки электроники** представляют собой широкий набор формирователей и усилителей сигнала, включающий и простейшие формирователи сигнала с батарейным питанием, и компьютерное оборудование лабораторного уровня, позволяющее измерять вибрации, удары и давление. Такие высокоточные электронные приборы адаптированы к работе с датчиками VC, PR, PE, IEPE фирмы Meggitt и сторонних производителей.

**Кабели и кабельные сборки** обладают низкими потерями, проходят испытания, подтверждающие способность работать в экстремальных условиях (например, высокие температуры и радиационное излучение).



Рис.5. Комплект для вибродиагностики реактивного двигателя



**Рис.6.** Комплект для вибродиагностики топливной аппаратуры

Рассмотрим типовые условия и решения задач контроля и диагностики авиационных и космических систем с использованием продукции Meggitt.

**Измерения флаттера во время летных испытаний.** Новые и модернизированные воздушные суда проходят летные испытания для подтверждения структурной прочности планера во всем диапазоне предполагаемых условий эксплуатации.

- Диапазон температур: -55-100°C.
- Амплитуда ускорения: 100g.



**Рис.7.** Виброакселерометры серии 25

- Анализируемый диапазон частот: 0-500 Гц.
- Желаемая точность на рабочем температурном диапазоне:  $\pm 2\%$ .

Вариант решения задачи: высокоточный акселерометр VC серии 7290 (рис.3).

**Исследование систем катапультирования.** Измерение возникающих ускорений и определение перегрузок, испытываемых человеком, при проектировании и отработке систем спасения экипажа.

- Максимальное расчетное ускорение: 30g.
- Анализируемый диапазон частот: 0-500 Гц.
- Способ монтажа датчиков: резьбовой.



Рис.8. Система контроля срабатывания пироболтов

Вариант решения задачи: миниатюрный акселерометр VC серии 7265 (рис.4).

**Техническое обслуживание и ремонт реактивных двигателей.** При завершении регламентного технического обслуживания и капитального ремонта реактивных двигателей требуется проведение комплексной проверки параметров в рабочих режимах, в том числе и измерение вибраций.

- Максимальная температура в зоне замеров: 230–450°C.
- Максимальная амплитуда ускорений: 300g.
- Анализируемый диапазон частот: 10–1000 Гц.
- Специальные требования к кабелям: высокотемпературные.
- Способ монтажа датчиков: резьбовой.

Вариант решения задачи: высокотемпературный акселерометр PE серии 6222S, 6233C, кабельная сборка 6917B/D, 6918M30, формирователь сигнала 6634C (рис.5).

**Испытания блоков топливной аппаратуры авиационных двигателей.** Блоки проходят вибрационные испытания, в том числе и с заполнением топливом. Для этого на корпусе устанавливаются акселерометры.

- Максимальная температура в зоне замеров: 149°C.
- Максимальная амплитуда ускорений: 300g.
- Анализируемый диапазон частот: 10–1000 Гц.
- Максимальная масса датчика с арматурой: 15 г.
- Способ монтажа датчиков: резьбовой, шпилькой.

Вариант решения задачи: миниатюрный высокотемпературный акселерометр PE серии 2220E, 2221F, 2248M1 (рис.6).

**Отработка конструкции, контроль исправности трансмиссии вертолета.** Трансмиссия вертолета – высоконагруженная механическая передача с высокими резонансными частотами и возможными дисбалансами. Для предупреждения преждевременного износа и разрушения узлов конструкции необходим вибромониторинг.

- Максимальная температура в зоне замеров: 125°C.
- Максимальная амплитуда ускорений: 500g.
- Анализируемый диапазон частот: 10–10000 Гц.



Рис.9. Датчик давления серии 8510

- Максимальная масса датчика с арматурой: 1 г.
- Способ монтажа датчиков: клеевой.

Вариант решения задачи: ультраминиатюрный высокотемпературный акселерометр Isotron (IEPE) со встроенным формирователем сигнала серии 25A, 25B (рис.7).

**Контроль отделения ступени ракеты.** Требуется установить факт срабатывания пироболтов, отделяющих вторую ступень ракеты. Место установки датчика – на расстоянии не более 15 см от пироболта.

- Максимальная амплитуда ускорений: 10000–50000g.
- Предел ударной нагрузки: 300000g.
- Способ монтажа датчиков: резьбовой.

Вариант решения задачи: миниатюрный герметичный акселерометр Isotron (IEPE) со встроенным демпфером для работы в ближней зоне модели 7255A и усилитель 2685MX (рис.8).

**Измерение скорости потока в аэродинамической трубе.** При исследовании обтекания воздушными потоками моделей летательных аппаратов (включая и испытания на сверхзвуковых скоростях) датчики устанавливаются группами в характеристических точках, что позволяет получить пространственную картину измерений.

- Тип датчика давления: дифференциальный.
- Диапазон измерений: 0–50 psi.
- Резонансная частота: 130–300 кГц.
- Перегрузочная способность без потери точности: 5х.
- Способ монтажа датчиков: резьбовой.

Вариант решения задачи: миниатюрный пьезорезистивный датчик давления PR серии 8510B, 8510C (рис.9).

В следующей части нашего обзора будут рассмотрены задачи более "приземленные", но так же требующие высоких эксплуатационных параметров и надежности – это задачи в областях электроэнергетики, промышленности и других отраслях, решить которые помогут датчики и системы обработки сигналов Meggitt. ●