

УДК 629.78

## ДИАГНОСТИКА СИСТЕМЫ ПОЛНОГО И СТАТИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ ПО ФУНКЦИОНАЛЬНЫМ ПАРАМЕТРАМ

© Пандие А.Р., Кириллов А.В.

e-mail: andrey.renaldy@gmail.com

*Самарский национальный исследовательский университет  
имени академика С.П. Королёва, г. Самара, Российская Федерация*

Целью данного исследования является изучение трубки Пито как датчика воздушных давлений самолёта Boeing 737, ее компонентов, принципа работы, входных и выходных параметров, а также методов диагностики и устранения неисправностей системы полного и статического давлений.

Трубка Пито широко используется для определения скорости воздушного судна, скорости воды на судне и для измерения скорости жидкости, воздуха и газа в промышленных целях. Трубка Пито используется для измерения локальной скорости в данной точке потока, а не средней скорости в трубе или трубопроводе.

Основа трубки Пито представляет из себя трубку, направленную непосредственно в поток жидкости или газа. Жидкость или газ, попавшие в трубку останавливаются (застаиваются), так как нет выхода для продолжения потока. При этом создаётся давление, представляющее собой застойное давление жидкости (газа), также известное как полное давление или (особенно в авиации) давление Пито.

На основе трубки Пито созданы приёмники воздушных давлений (ПВД), представляющие собой прибор измерения давления, используемый для измерения скорости воздушного потока. Так же самолёты имеют «Статическую систему Пито», воспринимающим атмосферное (статическое) давление воздуха снаружи самолёта. С помощью этих давлений бортовое оборудование определяет высоту и воздушную скорость самолёта.

Система Пито (давление Пито и статическое давление) подается на один или несколько компонентов бортового оборудования: указатель вертикальной скорости самолёта, высотомер, модуль обработки воздушных параметров, бортовой самописец, сигнализатор воздушной скорости, комбинированный указатель воздушной скорости, указатель «высоты в кабине» и перепада давления, систему контроля давления воздуха и модуль управления.

Однако существуют некоторые практические ограничения: если скорость самолёта низкая, разница в давлениях очень мала и трудно точно измерить воздушные параметры полёта. Погрешность измерения может быть больше, чем измеряемая величина! Так что трубки Пито не работают на низких скоростях. Если скорость очень высокая (сверхзвуковая), то нарушаются положения уравнения Бернулли – на фронте трубки появляется ударная волна, которая изменит общее давление и измерение снова окажется неверным. Для решения этой проблемы применяют поправки для ударной волны, которые позволяют использовать трубки Пито для высокоскоростных самолётов.

### Диагностирование трубки Пито

Air Data Module (ADM) – специализированный переносной измерительный модуль, предназначенный для контроля и диагностирования системы Пито на

самолётах. ADM обеспечивает цифровой выход измеренных давлений. Он может использоваться для контроля полного и статического давления. Набор параметров тестирования воздушных данных позволяет быстро калибровать высотометры, индикаторы скорости движения, индикаторы скорости вращения, индикаторы вертикальной скорости, компьютеры с воздушными данными (ADC), тестирование зондов системы измерения углов атаки (Angle of Attack – AoA) и других бортовых статических компонентов (см. рис.).



Рис. Модуль воздушных данных

Для применения на разных воздушных судах существуют адаптеры, которые разработаны таким образом, чтобы все важные практические соображения были выполнены, например: герметичное крепление к зонду; обеспечение позиционирования датчика; используемый материал, подходящий для рабочей среды и другие.

Характеристики трубки Пито самолёта Boeing 737:

– Рабочее давление: постоянно установленные узлы из углеродистой или нержавеющей стали могут работать до 1400 PSIG (97 бар) при температуре 100°F (38°C) или 800 PSIG (55 бар) при температуре около 700°F (371°C).

– Рабочая температура: для постоянных установок до 750°F (399°C) в стали и до 850°F (454°C) в конструкции из нержавеющей стали.

– Диапазоны расхода: Может использоваться в трубах или каналах размером 2 дюйма (50 мм) или больше; нет верхнего предела.

– Минимальное число Рейнольдса: от 20 000 до 50 000.

Для выполнения процедур технического обслуживания, проверки на утечку/герметичность используется техническая документация ATA Chapter 34: Navigation», разработанная компанией Boeing, раздел «Taskcard, ATAchapter 34».

В результате данной работы изучены особенности эксплуатации и принципа действия системы полного и статического давлений самолёта Boeing 737.

### Библиографический список

1. Liptak, B.G. Process Measurement and Analysis [Текст] / B.G. Liptak – CRCPress: 2003-1868 с.
2. ATA Chapter 34: Navigation [Текст]. – 2015-02-15 – Boeing Company. 2015.
3. Marchiori, D. MPS27C Extended Range Air Data Test Set [Электронный ресурс] / D. Marchiori //dma-aero.com— 2016. – URL: <https://www.dma-aero.com/sites/default/files/downloads/eu-27c-web.pdf> (Дата обращения, 6.12.2018 г.)