

УДК 531.768.082.15

*Устинов Н.И.*

*магистрант*

*2 курс, кафедра «Электроника и микропроцессорная техника»*

*филиал ФГБОУ ВО «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ*

*УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»*

*в г. Смоленске*

*Россия, г. Смоленск*

*Научный руководитель: Астахов С.П.*

*к.т.н., доц.*

## **СИГНАЛИЗАТОРЫ ОБЛЕДЕНЕНИЯ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

*Аннотация:*

*Статья посвящена обзору сигнализаторов обледенения аэродинамических поверхностей летательных аппаратов*

*Ключевые слова: сигнализатор, летательный аппарат, беспилотник.*

*Ustinov N. I. master's degree  
student*

*2st year, Department of "electronics and microprocessor technology"  
branch OF the national RESEARCH UNIVERSITY "MPEI" in Smolensk  
Russia, Smolensk*

*Scientific supervisor: Astahov S.P.  
candidate of technical Sciences, Assoc.*

## **ICING DETECTORS FOR AERODYNAMIC SURFACES OF AIR- CRAFT**

*Annotation:*

*The article is devoted to the review of icing detectors of aerodynamic surfaces of aircraft*

*Keywords: alarm system, aircraft, drone.*

Под летательным аппаратом в общем случае понимаются устройства (аппараты), основным назначением которых является осуществление полётов в атмосфере или космическом пространстве. Наибольшим интересом среди летательных аппаратов обладают воздушные суда, отличительной особенностью которых является поддержание аппарата в атмосфере за счет взаимодействия с воздухом, отличного от взаимодействия с воздухом, отражённым от поверхности земли или воды. Данный интерес обоснован повсеместным применением воздушных судов: воздушные суда авиации общего или коммерческого назначения, научно-исследовательские суда, народно-хозяйственные суда, суда военного назначения, суда для проведения спортивных мероприятий, беспилотные суда и т.д.

Научно-технический прогресс и бурные темпы развития цифровой и микропроцессорной техники последних лет поспособствовали мощным положительным изменениям динамики развития многим перспективных и востребованных направлений науки и производства, одним из которых является разработка и проектирование летательных аппаратов (воздушных судов). Применение цифровых и микропроцессорных модулей в летательном аппарате позволяет не только расширить функционал аппарата (мониторинг состояния окружающей среды, воздушного пространства, микроклимата внутри кабины пилота и т.д.), но и решить многие часто возникающие проблемы, ограничивающие повсеместную применимость в узконаправленных целях и различных по атмосферным показателям воздушных пространствах серийно-изготавливаемых воздушных судов.

Одна из наиболее часто встречаемых проблем и одно из самых опасных для воздушного судна атмосферных явлений состоит в обледенении, в результате которого изменяются аэродинамические и летные характеристики, а, следовательно, и характеристики устойчивости и управляемости летательного аппарата. Под влиянием ледяных отложений может заметно измениться форма профиля крыла и горизонтального оперения, возникнуть состояние повышенной турбулентности и преждевременного срыва потока, что чрезвычайно опасно при эксплуатации в воздушном пространстве лётного судна.

Разработка способов устранения данного рода проблемы состоит в первую очередь в первичном обнаружении обледенения аэродинамических

поверхностей. Для достижения этой цели инженерами разрабатывается целый ряд устройств, который можно обобщить как сигнализаторы (индикаторы) обледенения. Устройства данного класса предназначены для проведения непрерывных измерений интенсивности обледенения аэродинамической поверхности, с выдачей информации оператору и/или в автоматическую систему противообледенения. Преимущественное применение устройств данного класса – контроль обледенения воздушных судов и лопаток турбин в оборудовании промышленного назначения.

Поскольку от качественности работы сигнализатора обледенения зависит качество полёта (а в ряде случаев и безопасность многих человеческих жизней), то в данным устройствам предъявляются довольно жесткие требования, чтобы добиться от них должного уровня контроля метеорологических условий полета и своевременного выявления начала процесса обледенения аэродинамических поверхностей летательного аппарата. Так, сигнализатор обледенения в общем случае должен:

- обеспечивать безотказность работы и выдачу достоверных информационных и регистрационных данных вне зависимости от условий обледенения;
- обеспечивать максимальную чувствительность;
- предоставлять возможность сигнализации об опасности обледенения, а также начала и окончания процесс обледенения аэродинамических поверхностей;
- проводить измерение интенсивности обледенения;
- быть простым в эксплуатации;
- иметь минимальные массо-габаритные показатели;
- иметь минимальное аэродинамическое сопротивление датчика.

Сигнализаторы обледенения в общем случаев имеют следующую структурную схему (рисунок 1). Основными элементами устройства являются датчик обледенения, электронный блок усиления сигнала и/или его обработки, а также устройство выдачи информации оператору.

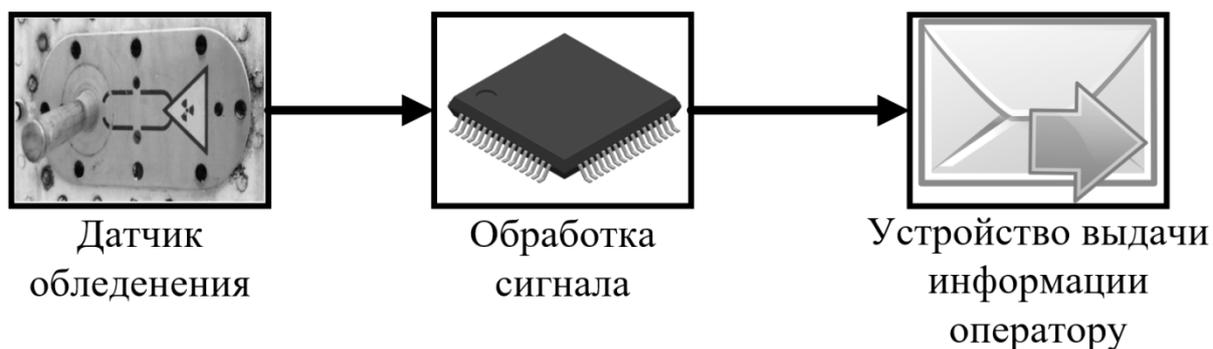


Рисунок 1 - Обобщенная структурная схема сигнализаторов обледенения

Рассмотрим наиболее широко используемые типы сигнализаторов обледенения, различающиеся в зависимости от физического принципа работы датчика обледенения:

– тепломерные сигнализаторы. Принцип действия сигнализаторов данного типа заключается в поддержании постоянной температуры датчика за счёт изменения мощности нагревателя, отслеживая величину которой, можно оценить, возникает ли обледенение на датчике или нет;

– вибрационные сигнализаторы. Принцип действия сигнализаторов данного типа основан на измерении частоты колебаний некоторой мембраны. Обрастание льдом мембраны в данном случае соответствует увеличению частоты колебаний, что является своего рода индикатором возникновения обледенения;

– радиоизотопные сигнализаторы. Принцип действия сигнализаторов данного типа основан на ослаблении бета-излучения радиоактивного изотопа слоем льда, нарастающего на чувствительной поверхности штыва датчика;

– оптические (оптоэлектронные). Принцип действия сигнализаторов данного типа основан на искажении измерении интенсивности прямого и отраженного луча при наличии льда на датчике.

Наиболее приоритетным направлением в развитии устройств класс сигнализаторов обледенения является использованием оптоэлектронных датчиков, так как устройства, разработанные с применением этих датчиков, будут обладать наименьшими массо-габаритными показателями, относительно дешевыми и массово применимыми с различными системами противообледенения.

Таким образом, разработка сигнализаторов обледенения является достаточно востребованным и перспективным направлением современной электроники. Наибольшими преимуществами обладают сигнализаторы обледенения, основанные на применении оптоэлектронных датчиков, так как устройства, разработанные с применением этих датчиков, будут обладать наименьшими массо-габаритными показателями, относительно дешевыми и массово применимыми с различными системами противообледенения.

#### Литература:

1. Рентюк, В. Шаговые двигатели и особенности их применения // Электрик. - 2012. - № 11. - С. 45-50 [Электронный ресурс]. URL: <https://yadi.sk/d/kZzJlwnBAQJGK> (дата обращения 1.12.2021)
2. LMD18245 3A, 55V DMOS Full-Bridge Motor Driver, Texas Instruments Inc., April 2013 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ti.com/lit/ds/symlink/lmd18245.pdf> (дата обращения 1.12.2021)
3. ARDUINOMASTER.RU. Всё для радиолюбителей [Электронный ресурс]. URL: <https://arduinomaster.ru/> ( дата обращения 25.12.2021)
4. Пермин, В.Ю. Беспилотники: воздушные роботы мирного назначения. – М.: изд. Дод, 2010. – 296 с.
5. Мелешин В.И. Транзисторная преобразовательная техника. – М.: Техносфера, 2005. – 632с., ил.