

СРАВНЕНИЕ И ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ВАРИАНТА ИССЛЕДОВАНИЙ ЭКРАННОЙ СРЕДЫ ПРИ ДВИЖЕНИИ ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ АМФИБИИ

Сравниваются различные способы исследования экранной среды при движении высокоскоростной амфибии и на основе их анализа выбирается наиболее рациональный способ измерения скорости звука в среде и затухания звукового сигнала с использованием модульного измерителя экранной среды с радиоканалом, входящим в состав бортового измерительного комплекса.

Ключевые слова: высокоскоростная амфибия, экранная среда, ультразвук, приемопередатчик, измеритель плотности

DOI: 10.53883/20749325_2021_04_13



Ю.В. Виноградов



Д.Г. Евсеев

Экранная среда, возникающая в процессе движения высокоскоростных амфибий (ВСА), представляет значительный интерес с точки зрения проектирования и эксплуатации экранопланов и других ВСА, в то же время системные исследования по определению ее состояния и свойств, практически отсутствуют. Стоит выделить работу [1], в которой выдвинута и обоснована гипотеза о конденсированном состоянии экранной среды.

Целью данной статьи является сравнение и обоснование выбора варианта исследований экранной среды при движении высокоскоростной амфибии.

При исследовании состояния экранной среды возможны различные методы измерений (рис. 1). Большую популярность получают вновь освоенные

методы измерений, связанные с применением определенных физических явлений и использованием величин, однозначно зависящих от плотности, например, ослабление радиоактивного излучения, скорость распространения звука в веществе, частота и амплитуда колебаний вибрирующего вспомогательного тела; параметры, имеющие место в потоке жидкости или газа, вихрях [2].

Исходя из того, что возникновение экранной среды и измерение ее состояния, возможны только при движении ВСА и, учитывая особенности оборудования для реализации вышеперечисленных методов, наиболее рациональным и практически реализуемым авторам представляется именно ультразвуковой метод [3].

Виноградов Юрий Викторович, ведущий инженер АО «Научно-технического центра эксплуатации и ресурса авиационной техники». Область научных интересов: теория и практика эксплуатации и продления ресурса самолетов государственной и экспериментальной авиации, а также проблемы измерений различных сред акустическими методами. Автор восьми научных работ.

Евсеев Дмитрий Геннадьевич, доктор технических наук, профессор кафедры «Технология транспортного машиностроения и ремонта подвижного состава» Института транспортной техники и систем управления Российского университета транспорта (ИТТСУ РУТ (МИИТ)), Заслуженный деятель науки РФ, научный руководитель – координатор Программы «Формирование и развитие высокоскоростного амфибийного транспорта в России». Область научных интересов: безопасность на транспорте, высокоскоростной амфибийный транспорт. Автор более 250 научных работ, в том числе трех учебников, пяти монографий. Имеет более 40 патентов и авторских свидетельств на изобретения.

Коробкин Александр Васильевич, директор испытательного сертифицированного центра «Высокоскоростной амфибийный транспорт России» Института транспортной техники и систем управления Российского университета транспорта (ИТТСУ РУТ (МИИТ)). Область научных интересов: теория и практика высокоскоростного амфибийного транспорта, проектирование и испытание экранопланов. Автор пяти научных работ.

За основу ВСА авторами взят наиболее сложный объект — экраноплан, с учетом его конструктивных особенностей. При этом большую роль будут играть варианты расположения источников ультразвукового излучения и приемников.

Определение наиболее рациональной схемы измерения и взаиморасположения приемо-передающих устройств возможно лишь на основе анализа положительных и отрицательных факторов для разных вариантов. Рассмотрим некоторые из них.

1. Измерение скорости прохождения ультразвуковой волны при расположении приемопередатчика (поз. 1–2, рис. 2) ультразвукового сигнала на одном из контактных устройств ВСА с внутренней стороны.

Положительными сторонами данного метода являются:

- простота проведения измерительных работ с учетом обязательного перемещения по борту контактного устройства, с целью проведения замеров в различных местах зоны экранной среды по ее высоте и длине;
- наличие одного канала передачи измеряемых параметров среды.

Отрицательные стороны данного метода:

- увеличенные массово-габаритные размерности;
- потребности значительной мощности излучаемого сигнала;
- большая величина затухания сигнала при двукратном прохождении зоны экранной среды и поглощении его сигнала композитной поверхностью кон-



Рис. 1. Методы определения плотности жидкости и газа

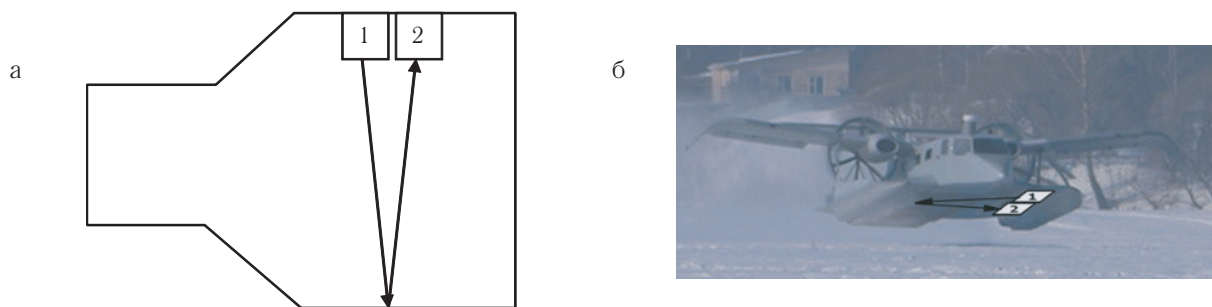


Рис. 2. Расположение УЗ приемопередатчика на одном контактном устройстве:

а – схема; б – на реальной ВСА

тактного устройства, а также ухода сигнала более 300 мм при скорости ВСА 200 км/ч.

2. Измерение скорости прохождения ультразвуковой волны при расположении источника ультразвука (поз. 1, рис. 3) на правом борту контактного устройства ВСА, а приемника (поз. 2, рис. 3) — на левом борту контактного устройства ВСА.

Положительными сторонами данного метода являются:

- уменьшенные массово-габаритные размерности;

- незначительная мощность излучаемого сигнала.

Отрицательные стороны данного метода:

- потребность двух каналов передачи измеряемых параметров среды;

- усложнение проведения измерительных работ с учетом обязательного перемещения по бортам контактного устройства приемника и передатчика с целью проведения замеров в различных местах зоны экранной среды по ее высоте и длине.

3. Измерение скорости прохождения ультразвуковой волны при расположении приемника и передатчика на нижней несущей поверхности ВСА для

получения отраженного сигнала от подстилающей поверхности (поз. 1—2, рис. 4).

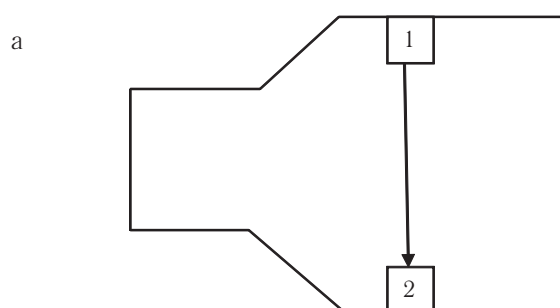
Основным преимуществом данного метода является возможность проведения измерения во всех местах несущей поверхности, включая нижние части корпуса. При положительных результатах измерений данный метод может быть использован как высотный прибор для сверхмалых высот, а также для замера высоты волны.

Недостатками данного метода являются недостатки первого метода №1.

4. Измерение затухания прохождения ультразвукового сигнала от источника к приемнику при их расположении на внутренних поверхностях контактных устройств ВСА (рис. 5).

Основным преимуществом данного метода является возможность получения значений плотности среды без выполнения каких либо перерасчетов, а также данных энергетического состояния экранной среды ввиду возможности фиксации ее температурного состояния.

Недостатками данного метода являются недостатки второго метода.



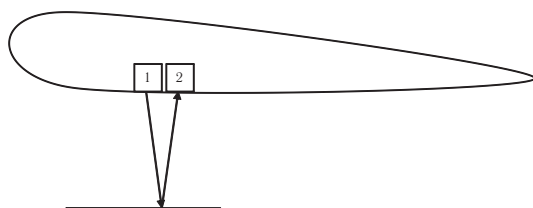
б



Рис. 3. Расположение УЗ источника и УЗ приемника на разных контактных устройствах:

а — схема; б — на реальной ВСА

а



б



Рис. 4. Расположение УЗ передатчика и УЗ приемника на нижней поверхности ВСА:

а — схема; б — на реальной ВСА

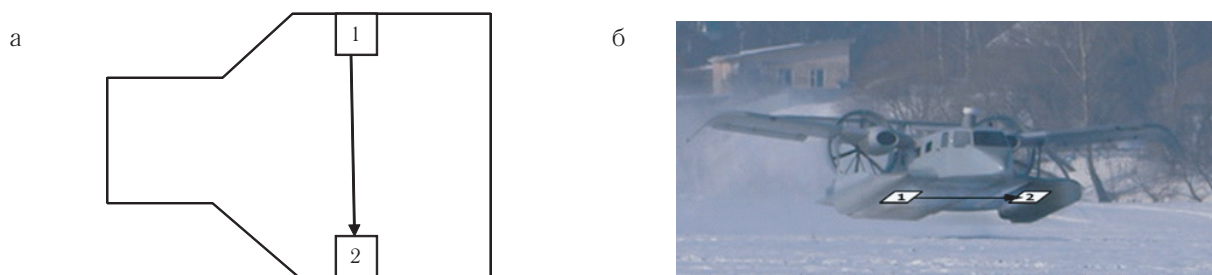


Рис. 5. Расположение УЗ передатчика и приемника на внутренних поверхностях контактных устройств:
а – схема, б – на реальной ВСА

5. Измерение скорости звука в среде и затухания звукового сигнала, при прохождении ультразвука от источника к приемнику в случае их расположения на модульном измерителе плотности экранной среды с радиоканалом, входящим в состав бортового измерительного комплекса (рис. 6, 7).

Положительными сторонами данного метода являются:

- наличие нескольких каналов измерения;
 - возможность получения плотности среды, как с выполнением перерасчетов, так и без них;
 - возможность проведение измерений, во всех местах несущей поверхности включая нижнюю части корпуса;
 - возможность сравнения результатов, измерений параметров экранной среды и параметров невозмущенной воздушной среды;
 - возможность учитывать при проведении измерений параметры среды и движения ВСА (скорость, барометрическое давление, высоту полета ВСА, температуру окружающей среды, величины крена и тангажа, время и др.);
 - возможность визуального контроля и регистрации состояния экранной среды оптическим способом.
- Отрицательные стороны данного метода:
- усложнение проведения измерительных работ с учетом обязательного перемещения и крепления модульных измерителей с целью проведения замеров в различных местах зоны экранной среды по ее высоте и длине;
 - наличие нескольких радиоканалов при проведении измерений;

- необходимость автономных источников тока для электропитания модульных измерителей;
- возможные аэродинамические погрешности при проведении измерений, связанных с конструктивными параметрами модульных измерителей;

Выводы

1. Все рассмотренные способы замера состояния экранной среды вполне могут быть применимы при практических исследованиях.
2. Оптимальным из рассмотренных способов замера состояния экранной среды, дающим возможность комплексного ее исследования с наибольшим охватом параметров движения ВСА считается способ измерения скорости звука в среде и затухания звукового сигнала при прохождении ультразвука от источника к приемнику при их расположении на модульном измерителе параметров экранной среды с радиоканалом, входящим в состав бортового измерительного комплекса (см. рис. 6, 7).
3. Открывается возможность создания модульного измерителя параметров экранной среды [4] из состава имеющихся в эксплуатации приборов и оборудования.
4. При разработке технического задания и методик проведения практических работ по исследованию экранной среды необходимо учитывать реальную возможность применения всех рассмотренных способов замеров.
5. В последующей статье авторами будет дан аналитический обзор возможности исследования состояния экранной среды способом замера ее энергетического состояния.



Литература

1. Евсеев, Д.Г. Состояние и особенности экранной среды при движении высокоскоростной амфибии/ Д.Г. Евсеев, А.В. Коробкин. —Текст: непосредственный. Наука и техника транспорта. —2021. —№3. —С. 77—80.
2. Михайлов, И.Г. Основы молекулярной акустики / И.Г. Михайлов, В.А. Соловьев, Ю.П. Сырников; Под ред. И.Г. Михайлова. —Москва: Наука, 1964. —514 с. —Текст: непосредственный.
3. Кивилис, С.С. Плотномеры / С.С.Кивилис. —Москва: Энергия,1980. —281 с. —Текст: непосредственный.
4. Блокин-Мечталин, Ю.К. Методы и средства построения высокоэффективных информационно-измерительных систем для исследования моделей летательных аппаратов в аэродинамических трубах: специальность 05.11.16: диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук/ Блокин-Мечталин Юрий Константинович. —Жуковский, 2020. —300 с. —Текст: непосредственный.

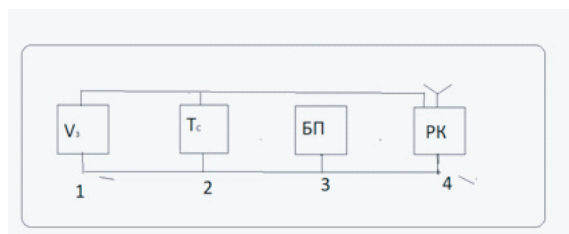


Рис. 6. Модульный измеритель плотности экранной среды: 1 – измеритель плотности экранной среды; 2 – датчик температуры воздуха; 3 – блок питания; 4 – передатчик радиоканала

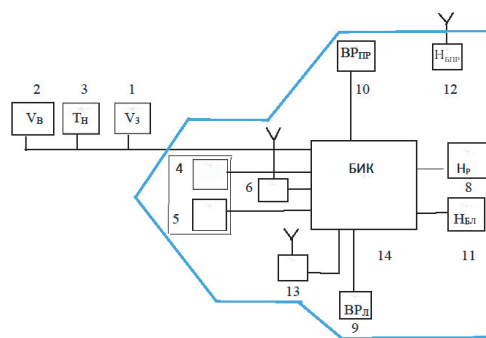


Рис. 7. Бортовой измерительный комплекс (БИК): 1–измеритель плотности невозмущенного воздушного потока; 2–датчик воздушной скорости; 3–датчик температуры воздуха невозмущенного потока; 4–датчик тангажа ВСА; 5–датчик крена ВСА; 6–спутниковая навигационная система GPS/ГЛОНАСС (датчик путевой скорости, времени и при необходимости измерения навигационных параметров); 7–датчик барометрического давления; 8–радиовысотомер сверхмалых высот; 9–видеорегиистратор левого борта; 10–видеорегиистратор правого борта; 11–мобильный блок с радиоканалом, измеритель плотности и температуры среды левого борта; 12–мобильный блок с радиоканалом, измеритель плотности и температуры среды правого борта; 13–приемник радиоканала; 14–бортовой измерительный комплекс