

УДК 620.179.18+629.7.067.8

## ДИСКРЕТНО-ФАЗОВЫЙ СВЧ-ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ДЕФОРМАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ ЛОПАСТЕЙ НЕСУЩЕГО ВИНТА ВЕРТОЛЁТА

Жуков С. В., Данилин А. И.

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

Несущий винт является важнейшим узлом вертолётa. Он обеспечивает как подъемную силу, так и полетные качества вертолётa. Несущий винт в своем составе имеет втулку несущего винта, шарниры и лопасти. Именно от исправности этих деталей и механизмов зависит во многом работоспособность и целостность всего вертолётa.

Анализ научно-технической литературы показывает, что среди разнообразных методов и средств контроля и диагностики деформационного состояния лопастей несущего винта вертолётa, в настоящее время, наиболее перспективным является дискретно-фазовый метод, основанный на облучении зондирующим СВЧ-сигналом объекта исследования [1]. Суть метода заключается в облучении лопастей зондирующим СВЧ сигналом и последующем анализе отраженного сигнала. Анализ принятого отраженного от лопасти СВЧ-сигнала позволяет судить о целостности крепления лопасти и частоте вращения винта путем определения временных интервалов между соседними лопастями. По разности фаз между излученным и отраженным сигналами определяется расстояние до лопасти. На этом основании можно судить о целостности крепления лопасти и силового элемента лопасти – лонжерона. Кроме этого анализ сигнала позволяет выявить и контролировать скручивание путем измерения длительности отражённого сигнала. Приемо-передающий модуль устанавливается неподвижно в корпусе вертолётa на хвостовой балке. Схема расположения модуля представлена на рисунке 1.



Рис. 1. Схема расположения приемо-передающего модуля на хвостовой балке вертолётa

В работе [3] была предложена методика расчёта мощности отражённого зондирующего потока СВЧ-излучения от движущейся лопасти несущего винта вертолётa. Модель позволяет определить мощность отражённого сигнала в любой момент времени и его длительность на любом расстоянии от лопасти. При выводе аналитических уравнений лопасть представляется недеформированной плоской отражающей поверхностью прямоугольной формы. В результате получена пространственно-временная модель взаимодействия зондирующего СВЧ-сигнала с лопастью. Это позволяет определить требуемые характеристики для СВЧ-преобразователя, необходимые для получения достоверных данных о состоянии лопастей вертолётa.

Для изучения особенностей и возможностей предложенного метода [1,2], а также для проверки модели [3] был разработан и изготовлен экспериментальный стенд [4]. Экспериментальный стенд позволяет имитировать вращение лопастей и получать информационный сигнал, отраженный от движущейся лопасти, который характеризует

взаимодействие зондирующего потока с поверхностью лопасти, а также позволяет регистрировать временное представление полученных электрических сигналов. На стенде предусмотрена установка двух бесконтактных преобразователей с возможностью регулировки расстояния до объекта контроля (высоты их расположения). В качестве объекта контроля на стенде установлена модель лопасти воздушного винта, выполненная в виде плоской металлической пластины. Для проведения измерений при различных частотах вращения ротора в блоке управления электродвигателем предусмотрено формирование трех фиксированных скоростей. На рисунке 2 представлен экспериментальный стенд.

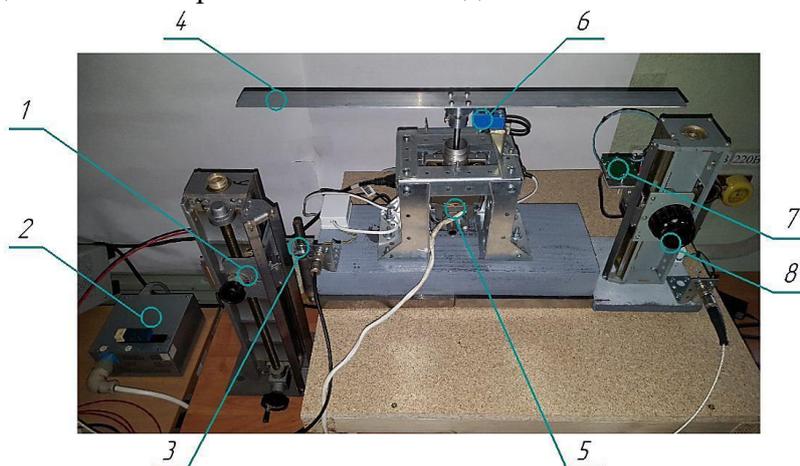


Рис. 2. Экспериментальный стенд для бесконтактного контроля целостности лопастей вертолёта: 1 – первый установочный механизм, 2 – блок управления электродвигателем, 3 – первый СВЧ-преобразователь, 4 – модель лопасть, 5 – электродвигатель, 6 – оборотный датчик, 7 – второй СВЧ-преобразователь, 8 – второй установочный механизм

Воздушный винт, которым и является несущий винт вертолета, применяется в качестве движителя на таких распространённых средствах передвижения как вертолеты, самолеты с турбовинтовыми двигателями, экранопланы, суда на воздушной подушке и, несомненно, является важнейшей частью средства передвижения. Поэтому в будущем планируется внедрение данного метода контроля рабочего состояния лопасти несущего винта на всех типах воздушных винтов.

#### Библиографический список

1. Жуков, С.В. Бесконтактный контроль целостности лопастей вертолёта [Текст]/ С.В. Жуков, А.А. Ефименко – Самара: Сборник трудов «Международная молодежная научная конференция «XII Королевские чтения»», т. 2. 2013. – 124 с.
2. Данилин, А.И. Пат. 2593652 (РФ). Способ контроля целостности лопастей несущего винта вертолёта и устройство для его осуществления [Текст]/ А.И. Данилин, С.В. Жуков, У.В. Бояркина, А.А. Грецов – М.: РОСПАТЕНТ, Бюл. № 22, 2016.
3. Жуков, С.В. Математическое описание взаимодействия зондирующего СВЧ-сигнала с лопастью несущего винта вертолета [Текст]/ С.В. Жуков, А.И. Данилин, М.С. Попов - Самара: Вестник Самарского университета. Аэрокосмическая техника, технологии и машиностроение №3, т. 15. 2016. - 178-188 с.
4. Жуков, С.В. Экспериментальная установка бесконтактного контроля целостности лопастей вертолета [Текст]/ С.В. Жуков, А.И. Данилин - Самара: Материалы Всероссийской научно – технической конференции «Актуальные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций». 2016. - 99-100 с.