

БЕСКОНТАКТНАЯ ДИАГНОСТИКА ЛОПАСТЕЙ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

А.Ж. Чернявский, С.В. Жуков

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

Ключевые слова: возобновляемый источник энергии, ветроэнергетическая установка, диагностика, лопасть, колебания.

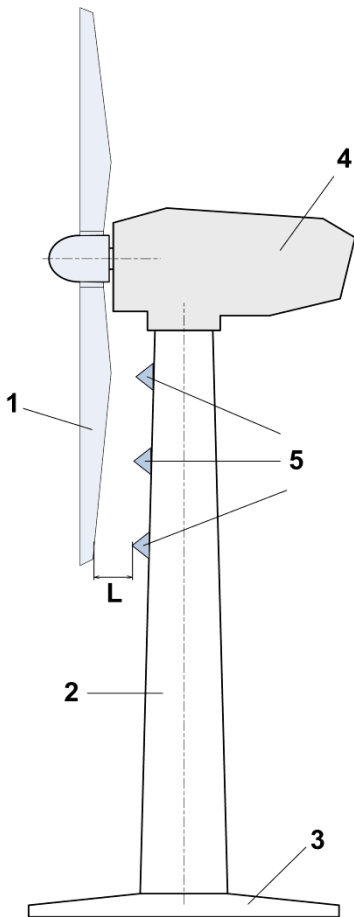
Быстрое развитие возобновляемых источников энергии (ВИЭ) и стремление к получению экологически чистой энергии для снижения парникового эффекта стало важным драйвером современных исследований. Среди различных реализаций возобновляемых источников энергии технология ветроэнергетических установок имеет преимущество благодаря своей технической зрелости, развитой инфраструктуре и относительной ценовой конкурентоспособности.

Количество энергии, вырабатываемой в мире возобновляемыми источниками энергии, непрерывно растет. Так, например, в Германии в первом полугодии 2020 г. 51.8 % электрической энергии было выработано с помощью ВИЭ, что на 8.3 % больше, чем в первом полугодии 2019 г. [1]. При этом ветроэнергетические установки (ВЭУ) обеспечили 29 % выработки электроэнергии.

Тем не менее, в ветрогенерации существуют определенные проблемы – большая высота ветровых турбин, их размещение в труднодоступных горных или морских районах затрудняют обслуживание и ремонт, случаются аварийные ситуации, в том числе связанные с разрушением турбин. Обзор научно-технической литературы показывает, что неисправности лопастей ветровых турбин составляют от 7 до 34 % по количеству инцидентов [2, 3] и до 30 % по стоимости [3]. Таким образом, диагностирование состояния лопастей ветроэнергетических установок является актуальной задачей.

Для бесконтактного диагностирования состояния лопастей ВЭУ может использоваться метод, аналогичный применяемому, для диагностирования лопастей несущего винта вертолета [4].

Авторы предлагают при бесконтактном диагностировании состояния лопастей ВЭУ определять форму и параметры изгибных колебаний лопастей с помощью бесконтактных первичных преобразователей (ПП), построенных, например, на основе автодинных сверхвысокочастотных (СВЧ) ПП [5].



1 – лопасть, 2 – башня, 3 – фундамент, 4 – гондола, 5 – датчики

Рисунок 1 – Схема расположения датчиков (ПП) на мачте ВЭУ

Для этого по длине лопасти на мачте ВЭУ необходимо установить несколько (3–5) СВЧ ПП (рис. 1), измеряющих как расстояние L от датчика до лопасти ВЭУ, так и моменты времени прохождения лопасти в зоне видимости датчика.

Углы установки лопастей и их крутильные колебания можно определить с помощью измерения длительности импульсного сигнала от датчиков.

Расстояния L_i от ПП до лопасти ВЭУ будут измеряться фазовым методом [4], при котором расстояние пропорционально разности фаз излученного и отраженного от лопасти сигнала. Параметры изгибных колебаний лопастей ВЭУ – амплитуда и форма – могут быть определены с помощью накопления и последующего анализа расстояний L_i до лопастей.

Достоинством такого подхода с использованием нескольких ПП является возможность определения параметров колебаний лопасти не только по торцу при колебаниях по 1-й изгибной форме, но и в других сечениях при колебаниях более высоких форм.

Список использованных источников

1. Electricity production in the 1st half of 2020: wind power most important energy source. Press release No. 352 of 11.09.2020, Federal Statistical Office (Destatis), Wiesbaden, Germany. URL:

https://www.destatis.de/EN/Press/2020/09/PE20_352_43312.html (дата обращения: 20.03.2021).

2. Hahn B., Durstewitz M., Rohrig K. Reliability of Wind Turbines // Peinke J., Schaumann P., Barth S. (eds) Wind Energy. 2007. Springer, Berlin, Heidelberg. doi: 10.1007/978-3-540-33866-6_62.

3. Lee J-K, et al. Transformation algorithm of wind turbine blade moment signals for blade condition monitoring // Renewable Energy, 2014. doi: 10.1016/j.renene.2014.11.030.

4. Жуков С.В., Данилин А.И., Бояркина У.В., Воронцова С.А. Фазовый метод измерения параметров деформационного состояния лопастей несущего винта вертолета // Известия Самар. науч. центра РАН, 2017. Т. 19. Вып. 6. С. 189-192.

5. Noskov V.Ya. A double-diode autodyne transceiver // Instruments and Experimental Techniques, 2015, Vol. 58, No. 4, pp. 505-509. doi: 10.1134/S0020441215030240.

Чернявский Аркадий Жоржевич, кандидат технических наук, инженер кафедры радиотехники. E-mail: ark@vaz.ru.

Жуков Семен Викторович, ассистент кафедры радиотехники. E-mail: zhukovsv91@inbox.ru.

УДК 537.5; 621.396.67

СХЕМА ШИРОКОПОЛОСНОЙ АКТИВНОЙ АНТЕННЫ

Н.А. Малыгин

«Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева», г. Самара

Для современной мобильной связи актуальны малогабаритные и в то же время широкополосные и эффективные антенны. Одновременное выполнение этих противоречивых требований заставляет разработчиков антенн искать новые технические решения, например, усиление индуцированного тока в самой же антенне, увеличивая тем самым интенсивность поля её излучения [1].

На рисунке 1 приведена схема широкополосной миниатюрной активной антенны, состоящей из двух идентичных магнитных рамок и усилителя тока на транзисторах VT1 и VT2 по схеме с общей базой.

Малые входные сопротивления транзисторов, примерно равные сопротивлению открытого эмиттерного перехода r_3 (от долей до единиц ома) шунтируют первую (левую) рамку и в ней появляется ток I_1 . Сопротивления коллекторных переходов транзисторов велико (десятки и сотни килоОм). Поэтому вторая рамка работает в режиме, близком к