

ОДНОВИТКОВЫЕ ВИХРЕТОКОВЫЕ ДАТЧИКИ: ОТ КЛАСТЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ К КЛАСТЕРНЫМ КОНСТРУКЦИЯМ

Л.Б. Беленький, Б.К. Райков, Ю.Н. Секисов, О.П. Скобелев

Институт проблем управления сложными системами РАН
443020, Самара, ул. Садовая, 61, Россия
sekisov@iccs.ru

тел: +7 (8462) 33-31-31, 33-26-77, факс: +7 (8462) 33-27-70

Ключевые слова: *одновитковые вихретоковые датчики, многокоординатные смещения элементов конструкций силовых установок, кластерные композиции датчиков, кластерные конструкции датчиков*

Abstract

Structures of existing eddy-current single-coil sensors with a sensitive element made as a piece of a conductor are systematized. Different combinations of sensors sensitive elements allocation inside cluster compositions meant for measuring coordinate components of multidimensional displacements of gas turbine and propeller fan engines blades are considered. Problems in constructing of cluster compositions by means of existent sensors are analyzed. Structures named as cluster single-coil eddy-current sensors are proposed. The description of the one of such cluster structure is given.

Введение

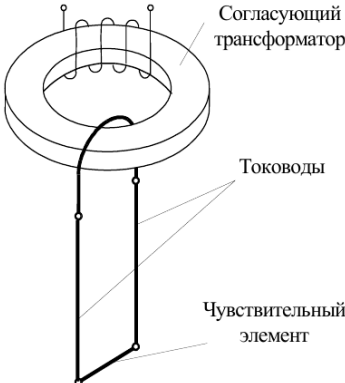
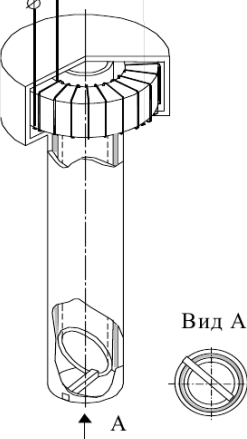
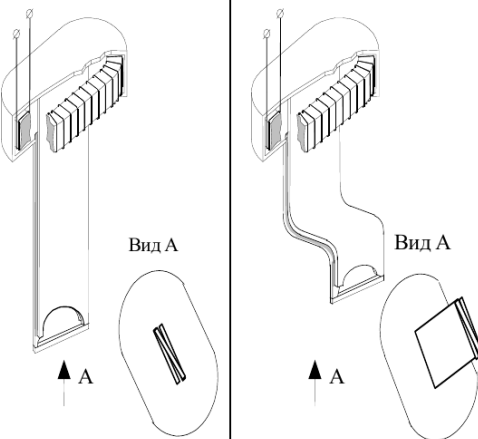
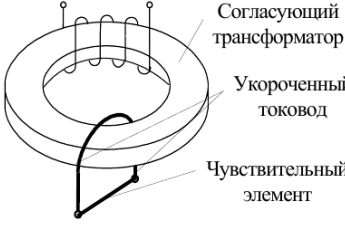
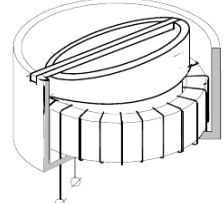
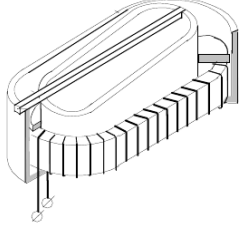
Первые публикации, связанные с одновитковыми вихретоковыми датчиками (ОВТД), чувствительные элементы (ЧЭ) которых имеют простейшую геометрическую форму в виде линейного отрезка проводника, обеспечивающего работоспособность датчика и повторяемость его характеристик при воздействии дестабилизирующих факторов, появились более 10 лет назад. Различные варианты конструкций ОВТД и измерительных цепей, включающих ОВТД, рассматриваются в работах [1, 2], а результаты их теоретических исследований приведены в работах [3-5]. В ряде публикаций [2, 5-8] приведены описания методов и средств измерения многокоординатных смещений элементов конструкций лопаточных и поршневых силовых установок, которые основаны на использовании ОВТД с ЧЭ в виде отрезка проводника.

Разнообразие существующих конструкций ОВТД вызывает необходимость их систематизации и обобщения, а также анализа трудностей и ограничений в построении кластерных композиций ОВТД, предназначенных для измерения многокоординатных смещений элементов конструкций силовых установок, причем проведение такого анализа способствовало бы разработке нового подхода к конструированию ОВТД и созданию перспективных датчиков. Однако, в известных литературных источниках [1-8] перечисленным вопросам уделено недостаточное внимание и поэтому в настоящей работе предпринята попытка устранения существующего пробела. В работе систематизируются известные конструкции ОВТД с ЧЭ в виде отрезка проводника, а на основе анализа существующих трудностей и ограничений в создании кластерных композиций ОВТД, предназначенных для измерения перемещений торцов лопаток турбомашин и лопастей винтовентиляторов, предлагаются перспективные конструкции, названные кластерными ОВТД.

1 Систематизация существующих конструктивных разновидностей ОВТД

Принцип действия ОВТД иллюстрируют схематические изображения, представленные в таблице 1 (колонка 1). ОВТД состоит из трех элементов: согласующего трансформатора, безындуктивных тоководов и ЧЭ. С помощью удлиненных безындуктивных тоководов ЧЭ вносится в зону измерения с неблагоприятными внешними условиями, в частности в зону с высокой температурой (до 1200°C [1, 2, 9]). Согласующий трансформатор расположен в приемлемых условиях, а его первичная обмотка включается в измерительную цепь.

Таблица 1 - Одновитковые вихретоковые датчики с чувствительными элементами в виде отрезка проводника.

Принцип действия	Варианты механической конфигурации	
	Токовод цилиндрической формы	Плоские тоководы
1	2	3
		
		

Ток, протекающий в ЧЭ, создает магнитный поток, который, проникая в электропроводный объект, возбуждает вихревые токи, уменьшающие магнитный поток и индуктивность ЧЭ, а, следовательно, эквивалентную индуктивность датчика. Влияние вихревых токов зависит от расстояния до поверхности объекта, которое является входным преобразуемым параметром ОВТД.

Если ЧЭ датчика работает в условиях, приемлемых для магнитопровода, то необходимость в удлиненном токовом отпадает. В датчиках с укороченным тоководом (вторая строка таблицы 1) согласующий трансформатор находится вблизи зоны измерения [1, 2].

В таблице 1 (колонки 2, 3) представлены варианты механической конфигурации таких датчиков.

