

РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИКИ ОСЕВОГО МАГНИТНОГО ПОДВЕСА РОТОРА

Ломачев А.О., Бенедюк М.А., Бадыков Р.Р.

Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королёва, г. Самара, benedyuk00@bk.ru

Ключевые слова: магнитный подвес ротора, осевой магнит, потребная мощность.

Магнитный подвес ротора с использованием гибридных активных магнитных подшипников позволит заменить существующие классические АМП, применяемые в вакуумной, криогенной и насосной технике, сократив расходы на электроэнергию, без изменения геометрических параметров корпусов существующих агрегатов. Электромагнитные подвесы широко применяются в установках перекачки природного газа на объектах ПАО «Газпром». При этом более 50% ГПА оснащаются электромагнитными подвесами. За счёт теоретического уменьшения массы и потребной мощности электромагнитного подвеса с использованием гибридных подшипников, в сравнении с классической системой подвеса АМП, предложенная схема может найти широкое применение в космических установках: гироскопах, инерционных накопителях энергии.

Согласно теоретическим исследованиям для заданных параметров работы гибридные АМП позволяют уменьшить потребление электроэнергии магнитного подвеса ротора на номинальном режиме на 92%, а на максимальном – на 42%, по сравнению с использованием классических АМП. Все результаты представлены в табл. 1.

Таблица. 1 – Результаты расчетов

Параметры	Тип осевого подшипника	
	Классический	Гибридный
Количество источников питания, шт	2	1
Несущая номинальная способность (max), кН	1,3 (4)	1,3 (4)
Потребляемая мощность, номинальная (max), Вт	21 (40)	3 (27)

Для исследования работы активного магнитного подвеса осевого действия была разработана установка, схема которой приведена на рис. 1.

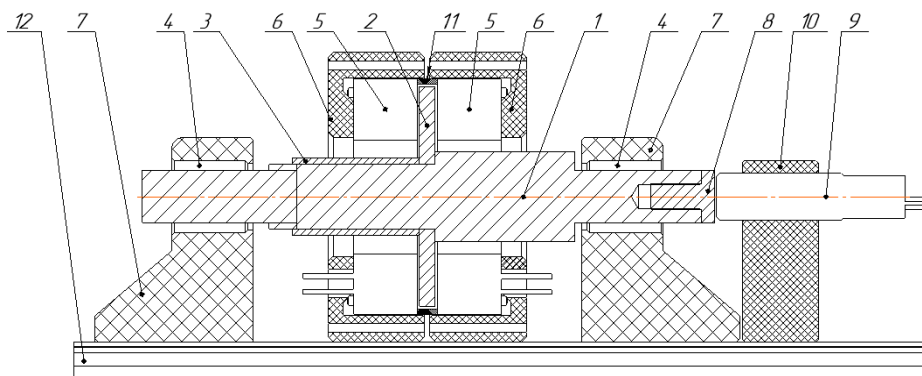


Рис. 1 – Схема экспериментальной установки

На плиту 12 устанавливается опора датчика 10, корпуса осевых подшипников 7 и корпуса магнитов 6. Данные детали выполнены из пластика при помощи 3D-печати. В каждый из них соответственно устанавливается индукционный датчик 9, осевые подшипники

скольжения 4 и магниты 5. Между магнитами вставляется диск 2, закрепленный на валу 1 с втулкой 3 и винтом 8. Для более точной работы было принято решение делать вал и втулку из немагнитных материалов, чтобы они не взаимодействовали с активными магнитами. Диск же, наоборот, должен быть магнитным, так как благодаря ему и будет обеспечиваться заданное положение вала в осевом направлении. Винт выполнен из стали для того, чтобы обеспечить правильную работу индукционного датчика. Между магнитами устанавливается проставка 11, для фиксации их на заданном расстоянии друг от друга.

Магниты 5 обладают следующими данными: материал проволоки – медь, диаметр проволоки – 0,511 мм, количество витков – 225, материал корпуса – электротехническая сталь 10880.

В работе на магниты 5 будет подан рабочий ток, чтобы обеспечить неподвижность вала 1 в осевом направлении. Датчик измеряет смещение вала из заданного положения равновесия. Сигнал измерения обрабатывается регулятором, после чего усилитель мощности преобразует этот сигнал в управляющий ток в обмотке электромагнита, который вызывает силу магнитного притяжения, вследствие чего, вал возвращается в заданное положение равновесия. Устойчивость подвеса, также как и необходимые жесткость и демпфирование, достигаются соответствующим выбором закона управления.

Список литературы

1. Журавлёв Ю.Н. Активные магнитные подшипники: Теория, расчёт, применение. СПб.: Политехника, 2003. 206 с. <https://booksee.org/book/1503325>
2. Программный комплекс для моделирования активного магнитного подвеса / Ю.К. Евдокимов, С.А. Гогузов, Т.А. Изосимова.
3. Maslen E., Allaire P., Noh M. and Sortore C. Magnetic bearing design for reduced power consumption // ASME Journal of Tribology, 118. 1996. Pp. 839-846.

Сведения об авторах

Ломачев Алексей Олегович, магистрант. Область научных интересов: условия работы активных магнитных подшипников в авиационном двигателе.

Бенедюк Максим Андреевич, студент. Область научных интересов: условия работы активных магнитных подшипников в авиационном двигателе.

Бадыков Ренат Раисович, канд. техн. наук, старший преподаватель. Область научных интересов: динамика процессов в торцевых газодинамических бесконтактных уплотнениях, условия работы активных магнитных подшипников в авиационном двигателе.

DEVELOPMENT OF A PILOT PLANT FOR STUDYING THE DYNAMICS OF THE ROTOR AXIAL MAGNETIC SUSPENSION

Lomachev A.O., Benedyuk M.A., Badykov R.R.

Samara National Research University, Samara, Russia, benedyuk00@bk.ru

Keywords: Rotor magnetic suspension, axial magnet, required power.

Magnetic suspension of the rotor using hybrid active magnetic bearings will allow replacing the existing classical AMBs used in vacuum, cryogenic and pumping technology, reducing energy costs, without changing the geometric parameters of the existing units' casings.