

УДК 621.317.2

ПРИМЕНЕНИЕ МУЛЬТИСЕНСОРНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ И СИЛОВЫХ АГРЕГАТОВ

С. А. ГРИШИН, В. В. КЛИМЕНТОВСКИЙ

ГНПО «Оптика, оптоэлектроника и лазерная техника»

Минск, Беларусь

UDC 621.317.2

APPLICATION OF MULTISENSOR SYSTEM FOR TECHNOLOGICAL EQUIPMENT AND ENGINE UNITS MONITORING

S. A. GRISHIN, V. V. KLIMENTOVSKI

Аннотация

Представлены результаты применения мультисенсорной системы для исследования физических полей, создаваемых при работе технологической установки аддитивного синтеза материалов и модельных жидкостных ракетных двигателей.

Ключевые слова:

мультисенсорная система мониторинга; сложные технические системы; преобразователь переменного магнитного поля; преобразователь переменного электрического поля, установка аддитивного синтеза, реактивный двигатель.

Abstract

The results of application of multisensor system for investigation of physical fields created by operation of technological installation for additive synthesis of materials and model liquid-propellant rocket engines are presented.

Key words:

multisensor monitoring system; complex technical systems; alternating magnetic field transducer; alternating electric field transducer, installation for additive synthesis, jet engine.

Технологические установки и силовые агрегаты представляют собой сложные технические системы, которые обычно подразумевают постоянный мониторинг их технического состояния и режимов работы. В состав таких систем входят разнородные узлы, для которых могут быть характерны дефекты и неисправности различных типов, поэтому наиболее эффективно мониторинг такого оборудования выполнять при помощи мультисенсорных систем для контроля и диагностики, которые позволяют регистрировать различные диагностические характеристики в режиме реального времени, предпочтительно, дистанционно и бесконтактно и не требующих проведения доработок и вмешательства в конструкцию оборудования для установки датчиков и узлов системы. Поскольку во время работы технологические установки и силовые агрегаты становятся источниками различных физических полей, параметры которых могут нести информацию о

процессах, происходящих в оборудовании, то актуальным оказывается исследование возможностей построения систем мониторинга с использованием бесконтактных электромагнитных, оптических, тепловых, акустических, вибрационных и других методов и средств контроля [1, 2]. В ГНПО «Оптика, оптоэлектроника и лазерная техника» разработан программно-аппаратный комплекс, который позволяет регистрировать величины: компонент вектора напряженности переменного магнитного поля; напряженность переменного электрического поля; спектры оптического излучения факела реактивного двигателя; параметры теплового поля; видеоданные процесса проведения испытаний; вибрации и звуковые колебания. Практическая отработка элементов программно-аппаратного комплекса с целью исследования возможностей мониторинга техпроцессов и режимов работы оборудования проводилась на установке лазерного спекания материалов УЛПС-1 ГНУ «Институт порошковой металлургии» НАН Беларуси (рис. 1). А на стенде филиала МГТУ им. Н.Э. Баумана выполнена регистрация информативных параметров при проведении огневых испытаний модельных жидкостных ракетных двигателей (ЖРД) (рис. 2). При этом измерялись переменные магнитные и электрические поля и регистрировались спектры оптического излучения факела ЖРД.

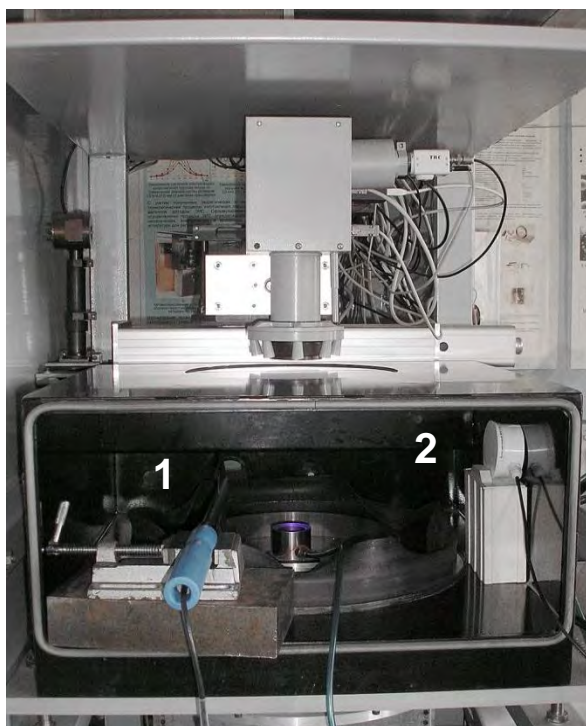


Рис. 1. Размещение магнитной антенны (1) и индукционного преобразователя (2) магнитного поля в рабочей камере установки при регистрации переменных магнитных полей, создаваемых при работе вибросистемы формования порошкового слоя

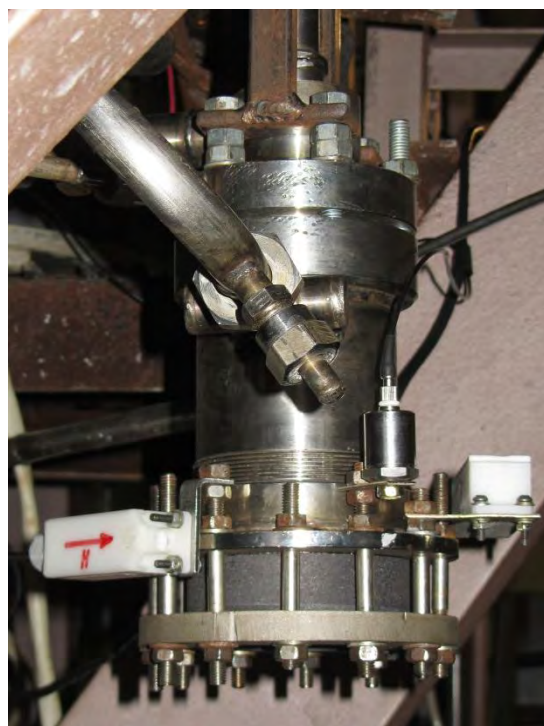


Рис. 2. Размещение на испытуемом модельном ЖРД преобразователей переменного магнитного и электрического полей и вибродатчика

Некоторые из полученных результатов представлены на рис. 3–7. Приведенные на рис. 4–6 спектры показывают, что параметры магнитных полей, создаваемых при работе разных узлов установки лазерного спекания материалов существенно различаются. Анализ полученной измерительной информации, представленной на рис. 7, показывает очевидную взаимосвязь между параметрами работы модельного ЖРД и характеристиками регистрируемых вблизи от ЖРД электрического и магнитного полей. Регистрация и анализ спектрального состава излучения факела испытываемого ЖРД до начала и во время разгара вкладыша критического сечения позволили зафиксировать появление спектральных линий, связанных с излучением выносимых из газового тракта двигателя материалов.

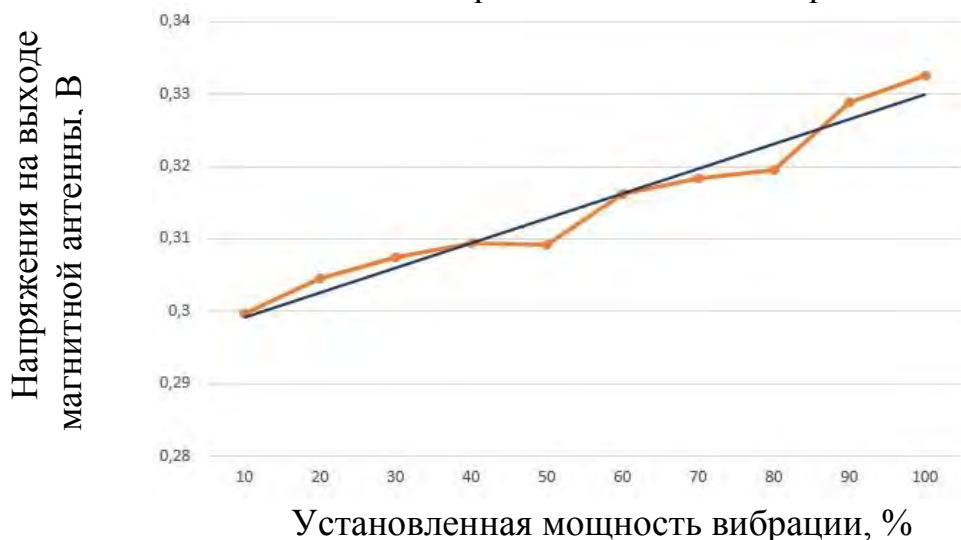


Рис. 3. Зависимость напряжения на выходе магнитной антенны от установленной мощности вибрации системы формирования порошкового слоя

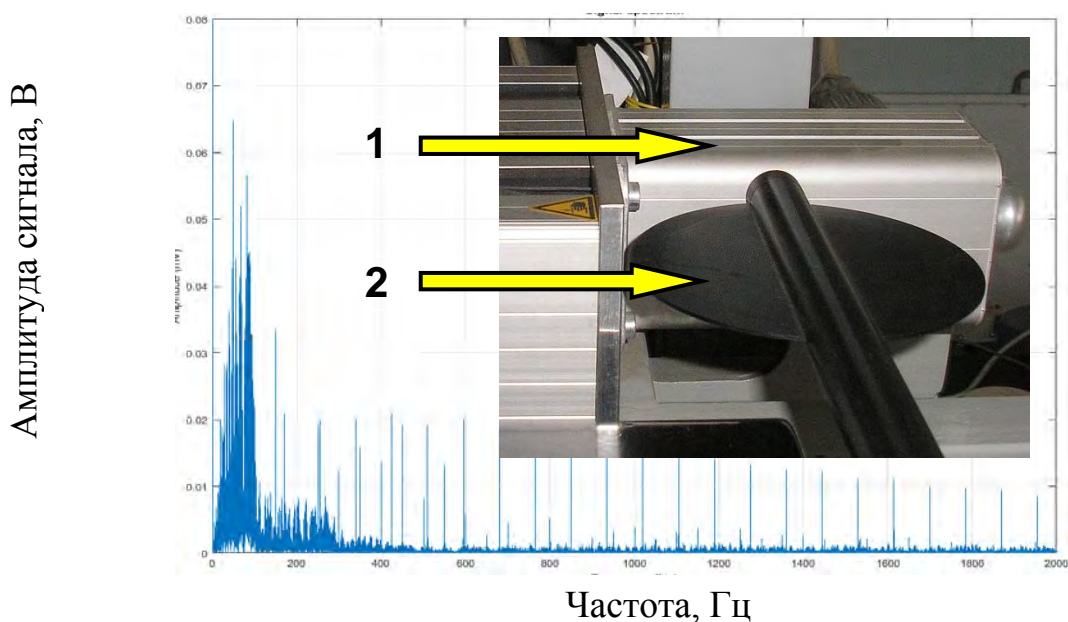


Рис. 4. Размещение магнитной антенны (2) вблизи от двигателя (1) во время проведения измерений при работе системы позиционирования и полученный при этом спектр напряженности магнитного поля в диапазоне частот до 2 кГц

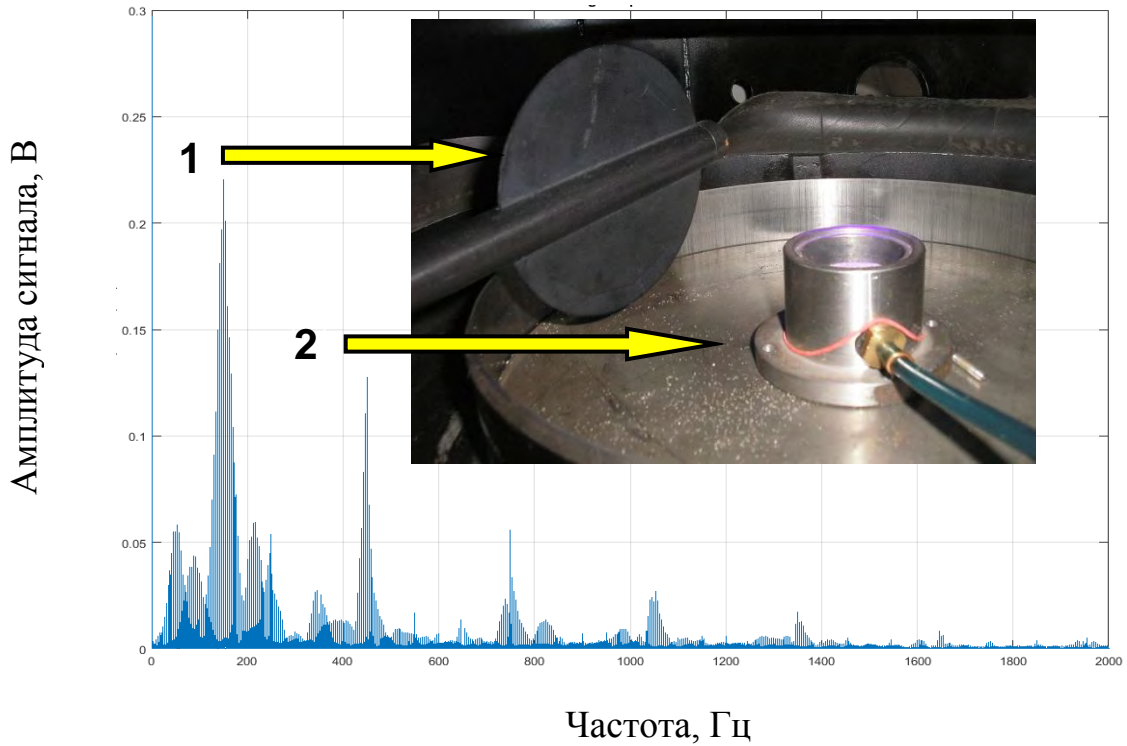


Рис. 5. Размещение магнитной антенны (1) внутри рабочей камеры (2) при генерации импульсного лазерного излучения и полученный при этом спектр магнитного поля в диапазоне частот до 2 кГц

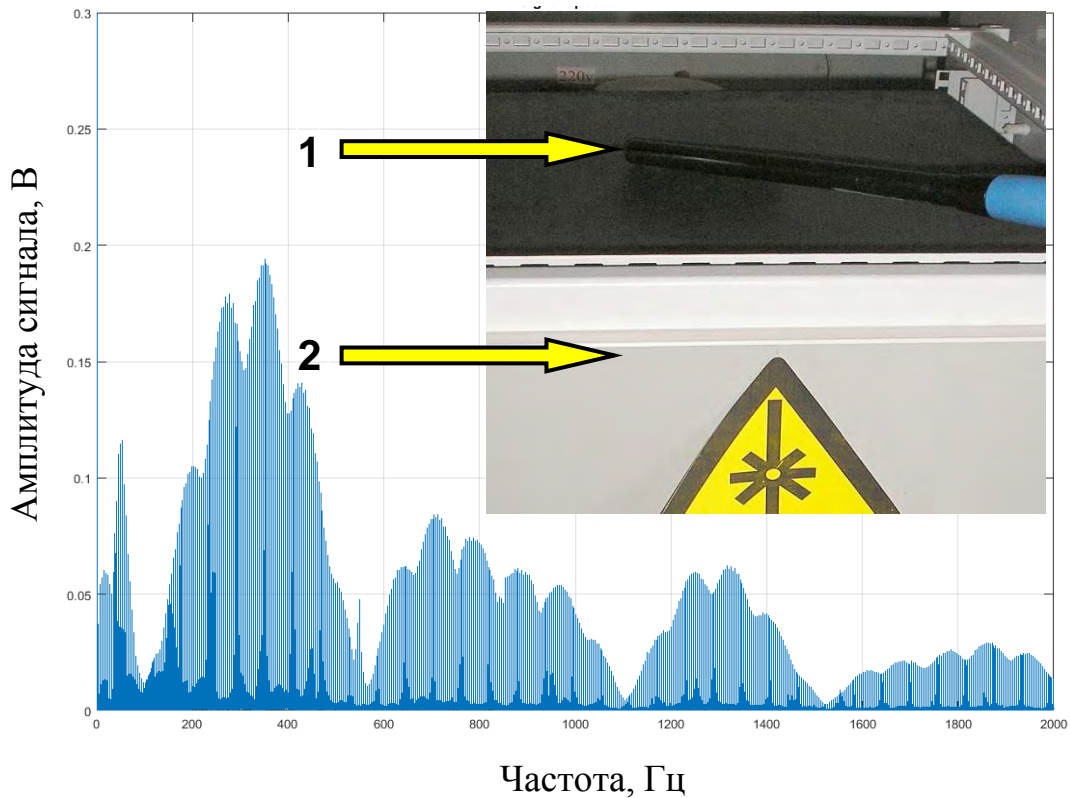


Рис. 6. Размещение магнитной антенны (1) над резонатором (2) лазера при генерации импульсного лазерного излучения и полученный при этом спектр магнитного поля в диапазоне частот до 2 кГц

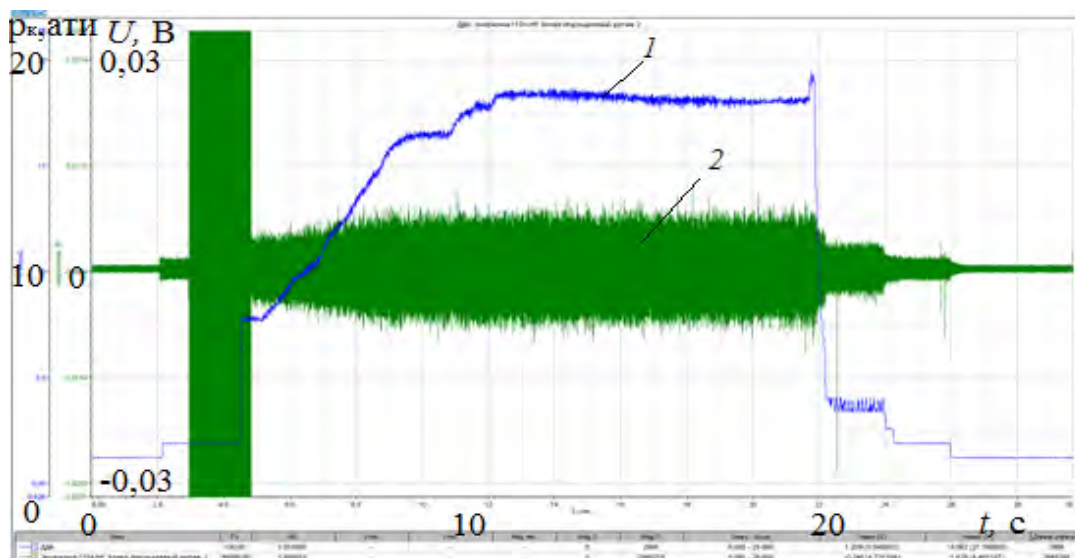


Рис. 7. Профиль изменения давления в камере сгорания ЖРД (1) и осциллограмма сигнала с преобразователя переменного магнитного поля (2)

Установленная зависимость напряженности магнитного поля и электрического поля от давления в камере сгорания модельного ЖРД, близка к линейной и может быть использована в качестве диагностического признака при разработке быстродействующей системы аварийной защиты ЖРД. Зависимость напряженности магнитного поля в рабочей камере установки лазерного спекания материалов от заданной мощности вибрации системы формования порошкового слоя также близка к линейной и может быть использована в качестве диагностического признака при разработке системы мониторинга технического состояния и режимов работы технологической установки. Результаты анализа полученных данных и зависимостей характеристик электрических и магнитных полей от технологических параметров подтверждают перспективность применения электромагнитных средств и методов контроля при разработке систем мониторинга и технической диагностики реактивных двигателей и технологических установок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Гришин, С. А.** Интеллектуальные модули цифровой регистрации электромагнитных излучений высокотемпературных плазменных потоков / С. А. Гришин, В. В. Климентовский // Современные методы и приборы контроля качества и диагностики состояния объектов: материалы 4-й междунар. науч.-техн. конф. / редкол. : И. С. Сазонов (гл. ред.) [и др.]. – Могилев : Белорус.-Рос. ун-т, 2012. – С. 338–339.
2. **Гришин, С. А.** Система сбора и обработки сигналов переменных магнитных полей реактивных двигателей / С. А. Гришин, В. В. Климентовский // Измерение, контроль, информатизация: материалы XVI междунар. науч.-техн. конф., Т. 2 / под ред. Л. И. Сучковой. – Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2015. – С. 51–54.

E-mail: grsamail@mail.ru
inel@tut.by