

УДК 621.833

Ю.М. Осипов, Б.Я. Вологдин

Мультикоординатные электромехатронные манипуляторы технологического оборудования

Статья посвящена мультикоординатным электромехатронным манипуляторам высокотехнологического оборудования: технологических комплексов формирования и обработки поверхностей изделий сложной пространственной формы; систем ориентации солнечных батарей; автоматической сборки компонентов светотехнических устройств; зондовых станций тестирования приборов нано- и микросистемной техники и др.

Ключевые слова: мультикоординатный электромехатронный манипулятор, электромехатронные модули движения.

Постановка проблемы. В рамках научно-образовательного центра (НОЦ) «Электромехатроника и микросистемная техника» ТУСУР (в составе НОЦ – отделение кафедры ЮНЕСКО «Новые материалы и технологии», ООО «Электромехатронные системы», ФГУП «Томский электротехнический завод»), развивается новое и актуальное научное направление «Создание устройств и систем автоматики, связанных с «электронизацией и интеллектуализацией» объектов электромеханической природы, с синергетическим объединением рабочих органов оборудования и электроприводных элементов с компонентами электроники и интеллектуального управления». Эта тематика является одной из необходимых для развития высокотехнологичной промышленности России в аспекте решения проблем современных систем движения (см. Перечень критических технологий Российской Федерации от 21 мая 2006 г. Пр-843, критическая технология за № 11 – Технологии мехатроники и создания микросистемной техники).

В теоретической части создания и конструирования подобных электроприводов – электромехатронных модулей движения (ЭМД) и устройств на их основе – коллективом НОЦ получены обнадеживающие результаты. Создается теория и методология проектирования ЭМД и мультикоординатных электромехатронных манипуляторов (МЭМ) на их основе [1–9]. Основные итоги 4-летней (2007–2010 гг.) научно-исследовательской работы в отделении кафедры ЮНЕСКО «Новые материалы и технологии» по электромехатронике следующие: более 20 публикаций в рецензируемых изданиях, в том числе 7 статей в изданиях ВАК, 1 монография и 4 изобретения (патенты РФ); защищены 2 кандидатские диссертации; разработаны действующие экспериментальные образцы МЭМ для лазерного комплекса, МЭМ для автономной электростанции с ориентированными солнечными батареями. Созданы в ТУСУРе для внедрения интеллектуальной (промышленной) собственности сотрудников отделения кафедры ЮНЕСКО и других кафедр, в соответствии с ФЗ № 217 малое инновационное предприятие – ООО «Электромехатронные системы» и НОЦ «Электромехатроника и микросистемная техника». Разработаны и поданы на конкурс РФФИ 2011–2012 гг. материалы проекта на фундаментальную НИР «Теория и методология создания мультикоординатных электромехатронных систем движения с интеллектуальным управлением (грант «Россия–Китай»), а также конкурсные материалы по ФЦП Минобрнауки РФ по номинации «Мехатроника и создание микросистемной техники»: по сборочным манипуляторам компонентов светотехнических устройств и зондовых станций тестирования и 3D-измерений приборов нано- и микросистемной техники и других систем движения.

В процессе формирования и создания актуальное научное направление «Создание устройств и систем автоматики, связанных с «электронизацией и интеллектуализацией» объектов электромеханической природы, с синергетическим объединением рабочих органов оборудования и электроприводных элементов с компонентами электроники и интеллектуального управления». В настоящий момент, помимо ОКР «Автономная электростанция с ориентированными солнечными батареями» на основе двухкоординатного МЭМ, выполняются следующие научные исследования:

1) по специальности 05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ: докторская диссертация «Методология и инструментарий геометрического обеспечения функционирования мультикоординатных электромехатронных манипуляторов»; кандидатская диссертация «Математические модели и комплекс программ

совместной работы технологического лазера с мультикоординатным электромехатронным манипулятором»;

2) по специальности 05.13.05 – элементы и устройства вычислительной техники и систем управления: докторские диссертации «Динамика электромехатронных модулей движения на неподвижном и подвижном основании: компьютерное и экспериментальное моделирование» и «Управление лазерным технологическим комплексом с мультикоординатным электромехатронным манипулятором: динамика, компьютерное и экспериментальное моделирование», а также кандидатская диссертация «Система интеллектуального управления электромехатронными модулями движения сборочного манипулятора».

Основной проблемой в российской электротехнической промышленности, в частности в ФГУП «ТЭТЗ», является отсутствие технологии мелкосерийного производства ЭМД. Существующий сегодня путь решения проблемы – коммерческий: покупка подобного оборудования у зарубежных фирм, стоимость однокоординатного ЭМД (электромеханика и блок интеллектуального управления) порядка 100 тыс. рублей и более. Это путь временного улучшения возможностей создания новой техники на основе этого оборудования, путь технологической зависимости России.

Второй путь решения проблемы – инновационный – это создание отечественного оборудования на основе мультикоординатных ЭМД с интеллектуальным управлением, обеспечивающих в соответствии с критерием «цена–качество» характеристики оборудования на мировом уровне. Стоимость отечественного оборудования даже при всех аналогичных затратах, в сравнении с зарубежным, будет меньше на величину таможенных пошлин, транспортных расходов, стоимости гарантийного обслуживания и т.п. Главное – мы получим технологическую независимость и уникальную возможность развития высокотехнологичной промышленности в России.

В НОЦ «Электромехатроника и микросистемная техника» предпринята попытка создания технологии мелкосерийного производства ЭМД в ФГУП «Томский электротехнический завод». Запущены в изготовление компоненты (сегментный индуктор и круговой ротор) экспериментального образца ЭМД по конструкторской документации, разработанной ООО «Электромехатронные системы». Предполагается изготовить отечественный сегментный ЭМД для привода компоненты двухкоординатного манипулятора системы ориентации солнечных батарей. Этому способствует выполнение в 2011 г. проекта «Создание мелкосерийного производства дуговых и линейных электромехатронных модулей движения в городе Томске», выигранный на городском конкурсе «Успешный старт» малым инновационным предприятием ООО «Электромехатронные системы». Организован творческий коллектив, в котором сотрудники отделения кафедры ЮНЕСКО объединены с заводскими экономистами, задача которого создать методологию оптимального финансирования позаказного производства наукоемких отечественных электромехатронных изделий. По специальности 08.00.10 – финансы, денежное обращение и кредит ведутся работы аспирантов отделения кафедры ЮНЕСКО по кандидатским диссертациям по тематике: «Методология реального учета затрат и финансирование позаказного производства наукоемких изделий» и «Финансовые показатели – инструмент оценки конкурентоспособности фирмы с позаказным производством наукоемких изделий».

Выводы. На основе проводимых научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ сформулированы достижимые технико-эксплуатационно-экономические характеристики МЭМ (в зависимости от типоразмеров конструкции и типа направляющих): грузоподъемность рабочего органа от 5,0 кг и выше; возвратно-линейные перемещения рабочего стола по осям $X, Y, Z - 10 \div 1000$ мм; вращения вокруг осей $X, Y, Z - \pm 180$ град; скорость движения: линейного – от «ползучей» до 500 мм/с; вращательного – от «ползучей» до 360°/с; погрешность позиционирования и повторяемость перемещений – $\pm (0,5 \div 5)$ мкм на площади перемещения 300×300 мм; минимальный шаг перемещения – $(0,5 \div 5)$ мкм.

Литература

1. Осипов Ю.М., Васенин П.К., Медведев Д.А. Дуговой электромехатронный модуль движения // Доклады ТУСУРа. – 2008. – № 1(17). – С. 58–62.
2. Управление многокоординатной манипулятор-платформой при обработке поверхностей сложной формы / П.К. Васенин, Ю.М. Осипов, С.В. Негодяев, С.В. Щербинин // Мехатроника. Автоматизация. Управление. – 2009. – № 7. – С. 47–51.
3. Создание лазерных технологических комплексов по критерию «цена–качество» / Д.А. Медведев, О.Ю. Осипов, Ю.М. Осипов, С.В. Щербинин // Мехатроника. Автоматизация. Управление. – 2009. – № 12. – С. 41–43.

4. Медведев Д.А. Многокоординатный манипулятор на основе дугowych и линейных электромехатронных модулей движения: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Томск, 2009. – 22 с.
5. Патент 2 353 044 РФ, МПК H02K15/00. Способ согласования электромагнитных систем и систем с постоянными магнитами / Ю.М. Осипов (РФ). – № 2 005 104 032 / 11; заявл. 16.02.2005; опубл. 20.04.2009. – Бюл. – № 11. – 1 с.
6. Патент 2 365 888 РФ, МПК G01M 1/16. Устройство для контроля параметров не-уравновешенности подвижной системы / Ю.М. Осипов (РФ). – № 2 005 104 031 / 28; заявл. 16.02.2005; опубл. 27.08.2009. – Бюл. – № 24. – 2 с.
7. Негодяев С.В. Аппаратно-программный комплекс построения траекторий движения многокоординатного манипулятора: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Томск, 2010. – 23 с.
8. Осипов Ю.М. К вопросу о развитии понятия «мехатроника» // Доклады ТУСУРа. – 2010 – № 1 (21), ч. 2. – С. 193–198.

Осипов Юрий Мирзоевич

Д-р техн. наук, д-р экон. наук профессор зав. отд. каф. ЮНЕСКО
«Новые материалы и технологии» ТУСУРа
Тел.: (382-2) 41-38-64,
Эл. почта: umo@main.tusur.ru

Вологдин Борис Яковлевич

Директор ФГУП «Томский электротехнический завод»
Тел. /факс: (382-2) 55-54-39
Эл. почта: tetz@mail.tomsknet.ru

Osipov J.M., Vologdin B.J.

Multi-coordinate electro-mechatronic manipulators of technological equipment

Multi-coordinate electro-mechatronic manipulators are considered for such highly technological equipment as technological complexes for formation and processing of surfaces of difficult spatial form products, solar battery orientation systems, automatic assembly of lighting devices components, probe stations for of nano- and the micro-system engineering tests and 3D measurements, etc.

Keywords: multi-coordinate electro-mechatronic manipulator, electro-mechatronic movement modules.