

Решения на основе электропривода тахон motor и Harmonic Drive для космического применения

ОЛЕГ СЕРГЕЕВ, инженер по технической поддержке, ЗАО «Авитон»

Электропривод в настоящее время распространён повсеместно. Не является исключением и космическая техника. Как и остальные области применения приводов, она нуждается в современных компактных и надёжных решениях, соответствующих условиям работы и предъявляемым требованиям. Среди мировых производителей, предлагающих решения такого уровня, — компании тахон motor (Швейцария) и Harmonic Drive (Германия). Мы рассмотрим вопросы, связанные с применением продукции этих компаний в космических приложениях.

Космические аппараты — это одна из самых сложных областей применения приводов по жёсткости предъявляемых требований. Используемые в космосе технические средства должны работать в очень специфических условиях: вакуум, невесомость или небольшая сила тяжести, экстремальные температуры, вибрации, удары и перегрузки, ионизирующие излучения. К оборудованию предъявляются и иные требования, такие как компактность, малый вес, высокая надёжность, высокий КПД, низкое потребление энергии. Большинство перечисленных факторов отсутствует в наземных приложениях или не действует одновременно, что влечёт необходимость применения специализированных комплектов изделий, изготовленных с учётом указанных требований.

Чтобы очертить круг задач, которые можно решить при помощи изделий, предлагаемых компаниями тахон motor и Harmonic Drive, рассмотрим ассортимент их продукции.

Компания тахон motor производит коллекторные двигатели мощностью до 250 Вт с диаметрами от 6 мм и бесколлекторные мощностью до 400 Вт с диаметрами от 6 мм. Двигатели могут поставляться в сборе с редукторами и энкодерами. Имеются винтовые передачи и широкий ассортимент контроллеров.

Компания Harmonic Drive производит волновые редукторы в различных исполнениях с выходным моментом до 6 кНм и планетарные редукторы высокой точности с

выходным моментом до 8 Нм. Также выпускаются синхронные серводвигатели и сервоприводы на их основе с мощностью до 3 кВт и ряд контроллеров.

Широкий ассортимент продукции позволяет решать многие задачи построения приводов различной мощности и точности. Большинство серийных изделий может стать основой для исполнения, соответствующего требованиям космических применений.

Соответствие двигателей и редукторов требованиям космических применений обеспечивается путём внесения в конструкцию ряда существенных изменений, основные из которых приведены ниже.

Смазка. В редукторах смазка является одним из самых критичных компонентов для космических применений. В двигателях смазка используется в подшипниках, установленных на вал двигателя. Используются специальные сорта смазок — консистентные и твёрдые. В подшипниках качения используются специальные покрытия дорожек и шариков, вкладыши из специальных материалов (фенол, ПЭК) [1]. Стойкость к радиации также является важным фактором для выбора смазки.

Конструкционные материалы. Чрезвычайно широкий диапазон рабочих температур влечёт необходимость тщательного подбора материалов по коэффициентам теплового расширения. Работа в условиях вакуума добавляет ряд ограничений на выбор материалов. Для клеевых соединений применяются специальные марки клеев. Изоляционные материалы выбираются стойкие к газовой выделению и радиации (тефлон).

Оптимизация массы изделия. Изделия, предназначенные для эксплуатации в космосе, могут разрабатываться на основе облегчённых серийных продуктов или специально разработанных конструкций со сниженной массой [2]. Для таких задач могут применяться двигатели с высокой удельной мощностью, что обеспечивается применением высококачественных магнитов и рядом конструктивных решений.

Контроль качества. При изготовлении изделий для космических проектов применяется специальная программа



Рис. 1. Модельный ряд продукции тахон motor



Рис. 2. Редуктор CPL Harmonic Drive



...ТОЧНОСТЬ РЕШАЕТ ВСЁ...

WWW.AVITON.SPB.RU

ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ от 0,2 до 400 Вт и КОМПОНЕНТЫ к ним



ПРЕЦИЗИОННЫЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА

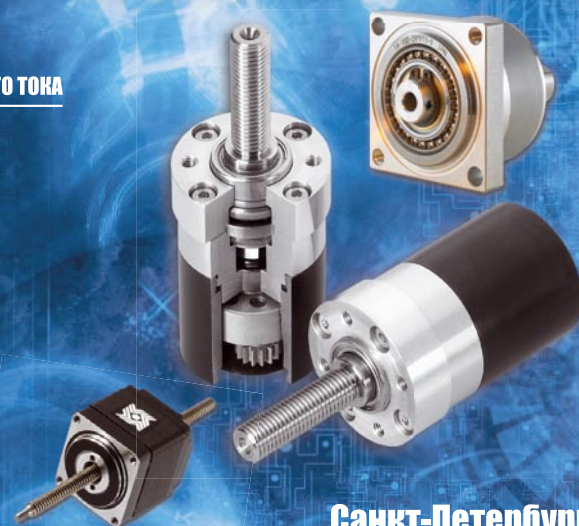
ШАГОВЫЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДЫ

ВОЛНОВЫЕ И ПЛАНЕТАРНЫЕ РЕДУКТОРЫ

ТОКОСЪЕМНИКИ, МУФТЫ, ДАТЧИКИ

УПРАВЛЯЮЩАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

ВИНТОВЫЕ ПЕРЕДАЧИ, НАПРАВЛЯЮЩИЕ



Компания AVITON – официальный дистрибьютор:

Санкт-Петербург

sales@aviton.spb.ru

(812) 702-10-01

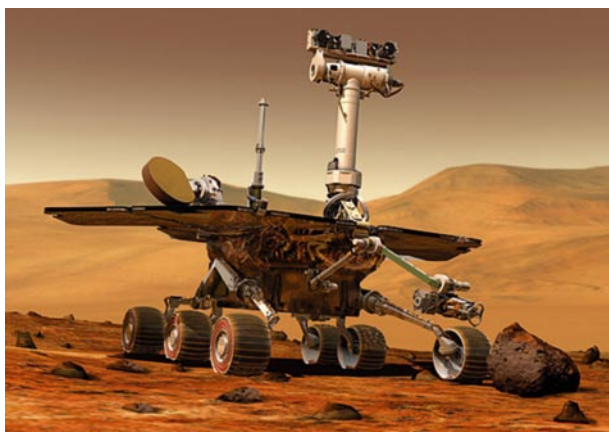


Рис. 3. Марсоход Spirit

контроля качества продукции, в которую включаются специальные проверки и испытания в составе и с требованиями, согласованными с заказчиком.

Подобный комплекс мероприятий требует плотного сотрудничества потребителя и производителя. Хорошим примером такого сотрудничества может служить изготовление двигателей для марсоходов Spirit и Opportunity, выполненное компанией maxon motor для JPL (Лаборатория реактивного движения, НАСА). Важным условием для такого сотрудничества является предоставление потребителем максимально полной информации о приложении, в котором будет использован привод, и об условиях его работы. Специальный порядок изготовления изделий для космического применения увеличивает их стоимость по сравнению со стандартным исполнением, но затраты оправдываются

надёжностью получаемого решения, от чего зависит успех космической экспедиции.

Компания Harmonic Drive (Германия) имеет большой опыт по поставке изделий для космической отрасли. Практически с самого основания компании её изделия использовались в космических аппаратах в экспедиции на Луну — «Аполлон-15», «Аполлон-16» и «Аполлон-17» (1971—1972 гг.). В экспедиции применялся луномобиль (Lunar Rover). Редукторы Harmonic Drive (HD) были установлены в мотор-колёсах (4 колеса).

В автоматических межпланетных зондах «Пионер-10» и -11 (1972 г.) для исследования Юпитера и Сатурна в приводе фотополяриметра, получавшего фотографии высокого разрешения, были установлены редукторы HD.

В экспедиции Mars Pathfinder (1997 г.) редукторы HD использовались в марсоходе Sojourner в приводах колёс. Также они были использованы в приводах раскрытия солнечных батарей посадочного модуля [3].

Экспедиция Mars Exploration Rover (2004 г.). На планету были доставлены два марсохода Spirit и Opportunity. В каждом из них было установлено 19 приводов, из них 12 — с использованием редукторов HD: 6 приводов мотор-колёс; 4 привода поворота колёс и 2 привода поворота антенны. Решения, использованные в этих марсоходах, на практике подтвердили высокую надёжность. Марсоходы проработали более 2000 дней при запланированных 90. Марсоход Spirit находился на ходу до мая 2009 г. Связь с ним была потеряна в марте 2010 г. Второй марсоход проработал более 6 лет и продолжает работу [4].

Редукторы HD часто применяются в приводах раскрытия солнечных батарей спутников. С их использованием был разработан специальный сервопривод для подобных применений (компания RUAG, привод Septa31). Для дру-

гого проекта был разработан двухступенчатый волновой редуктор с редукцией 5150:1. С 1991 г. было запущено более 50 различных спутников, в которых использовались изделия Harmonic Drive.

В малогабаритном роботе для исследования Меркурия редуктор HD стоял в приводах гусениц [5]. Для этого проекта был разработан малогабаритный редуктор со входом через коническое зацепление.

Компания тахон motor также имеет опыт работы с космической отраслью. Её двигатели неоднократно использовались в космических аппаратах, в т.ч. совместно с редукторами Harmonic Drive.

В марсоходе Sojourner (экспедиция Mars Pathfinder, 1997 г.) было установлено 11 двигателей тахон motor: 6 — в приводах вращения колёс; 4 — в приводах поворота колёс и 1 — в приводе подъёма спектрометра.

В каждом из марсоходов Spirit и Opportunity (экспедиция Mars Exploration Rover, 2004 г.) было установлено по 19 двигателей: 6 приводов мотор-колёс; 4 привода поворота колёс; 3 привода в манипуляторе; 2 привода в камере; 2 привода поворота камеры и 2 привода поворота антенны. Оба марсохода успешно выполнили программу работ, а один из них работает до сих пор. Также приводы тахон motor были установлены в посадочных модулях «Бигль-2» (Mars Express, 2003 г.) — 17 шт. [6] и в «Фениксе» (Mars Scout, 2007 г.) — 9 шт.

В отечественной космической отрасли также находят применение высокопроизводительные и надёжные решения от тахон motor и Harmonic Drive. В нескольких проектах планетоходов применялись двигатели тахон motor

и корпусные редукторы Harmonic Drive. Манипулятор спускаемого аппарата в проекте «Фобос-Грунт» также содержит бесколлекторные двигатели тахон motor. Другие применения: приводы раскрытия солнечных батарей, манипуляторы для космических аппаратов, электроприводы систем терморегулирования.

За прошедшие годы накоплен большой опыт по изготовлению приводов для космических аппаратов. При жёстких требованиях к техническим характеристикам и условиям работы приводов имеется большой положительный опыт их практического применения. Успешная работа космических аппаратов подтвердила высокую надёжность приводов, предлагаемых компаниями тахон motor и Harmonic Drive.

ЛИТЕРАТУРА

1. I. Schäfer, P. Bourlier etc., *Space lubrication and performance of harmonic drive gears. Proceedings of the 11th ESMATS Symposium. Lucerne. Switzerland. 2005.*
2. P. Bourlier, I. Schäfer etc. *Doing more with less: innovative, new lightweight harmonic drive component sets. Proceedings of the 12th ESMATS Symposium. Liverpool. UK. 2007.*
3. K. Ueura, R. Slatter *Development of the harmonic drive gear for space applications. Proceedings of the 8th ESMATS Symposium. Toulouse. France. 1999.*
4. www.nasa.gov/mission_pages/mer/index.html.
5. I. Schäfer, S. Klinkner *Präzisionsgetriebe für die Raumfahrt// Antriebstechnik. 4/2006.*
6. N. Phillips *Mechanisms for the Beagle2 lander. Proceedings of the 9th ESMATS Symposium. Liege. Belgium. 2001.*

СОБЫТИЯ РЫНКА

| MOTOROLA РАЗДЕЛИТСЯ НА ДВЕ КОМПАНИИ | В новом году Motorola, американский производитель сотовых телефонов и средств связи, разделится на две отдельные публичные компании. Официально это разделение должно произойти до 4-го января 2011 г. Нынешние подразделения Mobile Devices and Home Businesses, превратившись в самостоятельную компанию Motorola Mobility с Санджай Джа (Sanjay Jha) во главе, будут продолжать заниматься мобильными устройствами и продукцией для домашних приложений, а в введении Motorola Solutions останутся производство оборудования связи и корпоративные решения. Руководителем Motorola Solutions станет нынешний исполнительный директор компании Грег Браун (Greg Brown).

По мнению Брауна и Санджая Джа, разделение пойдет на пользу компании, ее акционерам, клиентам и сотрудникам. Впервые дискуссии о таком разделении возникли в январе 2008 г., а в марте того же года компания заявила о том, что реструктуризация начнется позже. Это заявление было сделано в то время, когда компания испытывала явный недостаток в производстве такого мобильного телефона, который пользовался бы популярностью, сравнимой с Razr.

Несмотря на то, что нынешняя модель Droid буквально «улетает» с прилавков, Motorola оценивает свое положение на рынке мобильных телефонов как достаточно трудное. Продажи Droid позволили отделению Mobile Devices стать прибыльным впервые за более чем три года. В III кв. объемы продаж составили 2 млрд долл., что на 20% выше прошлогоднего показателя. Совокупный объем продаж за этот квартал вырос на 13% по сравнению с прошлогодним показателем, составив 4,9 млрд долл.

Аналитики компании Zacks Investment Research положительно оценивают это разделение.

www.elcomdesign.ru

НОВОСТИ СИЛОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ

| КОМПАНИЯ AZZURRO SEMICONDUCTORS AG, ПОСТАВЩИК КРЕМНИЕВЫХ ПЛАСТИН, ЗАВЕРШИЛА ИНВЕСТИЦИОННЫЙ РАУНД НА ОТМЕТКЕ 14,5 МЛН ЕВРО. | Эти средства пойдут на создание производства в Дрездене, Германия, а также на развитие производства с использованием технологии создания эпитаксиальных полупроводниковых пластин GaN на Si.

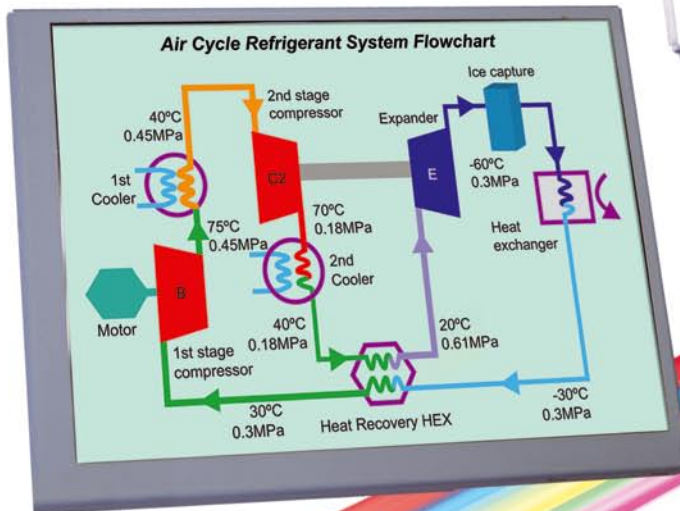
В самом последнем раунде финансирования принимали участие новые компании Wellington Partners, Good Energies и Emerald Technology Ventures, к которым присоединились известные инвесторы Cedrus Private Equity и IBG Innovationsfonds.

Компания Azzurro (Магдебург, Германия), учрежденная в 2006 г., образовалась на основе части исследовательской группы из Магдебургского университета имени Отто фон Герике. Компания выпускает эпитаксиальные GaN-подложки диаметром до 150 мм, которые применяются в производстве и разработке светодиодов и силовых полупроводников. Azzurro планирует заняться производством стандартных 200-мм кремниевых пластин со слоями нитрида галлия.

Эрвин Вульф, глава Azzurro, заявил о том, что его компания семь лет упорно работала над коммерциализацией своей технологической платформы. Azzurro получила высокую оценку деятельности со стороны заказчиков и в настоящее время наращивает производственные мощности по крупносерийному выпуску эпитаксиальных GaN-подложек.

www.elcomdesign.ru

Широкий взгляд на яркий мир



Hitachi – TFT дисплеи высшего класса по умеренной цене

- Диагонали от 2.4" до 12"
- Гарантия 2.5 года
- Технология IPS pro – беспрецедентно широкие углы обзора при сохранении яркости и контрастности изображения
- Широкий температурный диапазон
- Любая модель – не менее 5 лет в производстве!



ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА • СОПРОВОЖДЕНИЕ ПРОЕКТОВ • СКЛАД

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

198099, Россия, Санкт-Петербург,
ул. Калинина, д. 13 (м. Нарвская)
Тел.: +7 (812) 325-36-85
Факс: +7 (812) 786-85-79
E-mail: micro@mtgroup.ru

МОСКВА

Россия, Москва,
ул. Красноармейская, д. 11, корп.1
Тел.: +7 (495) 988-20-73
Факс: +7 (495) 988-20-74
E-mail: info@mosmtgroup.ru



MT system
www.mt-system.ru