

Опорно-поворотные устройства в различных отраслях промышленности

Д. Аверичев¹, Ю. Березина²

УДК 621.313.1 | ВАК 2.2.2

Наиболее распространенные приложения для приводных систем – различные опорно-поворотные устройства (ОПУ). В российской практике такие системы часто называют опорными подшипниковыми узлами, но в статье речь пойдет об устройствах, которые в англоязычной литературе известны, как Pan&Tilt-устройства. Эти системы предназначены для перемещения полезной нагрузки с заданными точностью и угловыми скоростями. Спектр решений на основе таких устройств весьма широк – от камер уличного наблюдения до систем лазерной спутниковой связи. Рассмотрим основные виды ОПУ и компоненты, которые могут входить в их состав.

Простейшие опорно-поворотные устройства не всегда содержат электромеханические приводные системы, но в них могут использоваться датчики угла вращения для установки угла в ручном режиме. Ярким примером таких устройств может быть прибор для измерения высоты в геодезии – ручной тахеометр (рис. 1). Внутри тахеометра находятся высокоточные абсолютные датчики угла поворота (энкодеры), показания с которых оцифровываются и используются в процессе строительства различных объектов. Индуктивные абсолютные датчики, поставляемые компанией «ИНЕЛСО», уже длительное время используются в данной отрасли. Возможность доработки корпуса под требования заказчика, а также простота монтажа и эксплуатации в сочетании с высокой надежностью делают их незаменимыми в подобных проектах.

Такие системы могут быть автоматизированными, то есть содержать в своей конструкции не только энкодеры, но и полноценную приводную систему с применением мотор-редукторов. Это позволяет не только настраивать двухосевую систему с высокой точностью, но и делать это с любым шагом, не полагаясь на ручную регулировку. Подобные решения используют мотор-редукторы с большими передаточными отношениями, так как им не требуется высокая скорость перемещения, но необходима высокая точность позиционирования. Отличным решением в таких системах служат волновые редукторы, которые имеют малую осевую длину и высокий номинальный момент.



Рис. 1. Тахеометр

Волновые редукторы и микродвигатели Assun Motor отлично справляются с подобной задачей и позволяют реализовать высокоточный безлюфтовый привод компактных габаритов – диаметром 20 мм и длиной до 100 мм. В привод такого размера могут входить

¹ ООО «ИНЕЛСО», руководитель проекта.

² ООО «ИНЕЛСО», инженер.

бесколлекторный двигатель, волновой редуктор и абсолютный энкодер.

Подобные решения актуальны не только в геодезии, но и во всех сферах, где требуются прецизионное перемещение и малые габариты. Например, в телекоммуникационных спутниках, где определяющим является соотношение веса и выходной мощности (рис. 2). При этом решения, используемые в спутниковых системах, должны быть не только компактными, легкими и эффективными, но и иметь огромный срок наработки на отказ, так как подобные системы не подлежат ни ремонту, ни обслуживанию в процессе эксплуатации. Микроприводы Assun Motor подходят для эксплуатации в условиях космоса, отличаются высокой надежностью, могут применяться в системах раскрытия и вращения солнечных панелей. При работе в космосе важно не только выполнять задачи, связанные с вращением в сложнейших условиях окружающей среды, но и выдерживать огромные перегрузки при выводе на околоземную орбиту, учитывая, что устройство калибруется на Земле.

Менее требовательным к внешним факторам, но не менее сложным устройством является вышка для кинематографической видеоаппаратуры, которая может быть расположена на различных подвижных объектах (рис. 3). Данные устройства должны быть оснащены приводными комплексами гиросtabilизации, которые будут нивелировать любые угловые отклонения в двух плоскостях в процессе движения транспортного средства. Подобные решения требовательны не только к качеству приводных систем, датчиков обратной связи и гироскопических модулей, но и управляющей электронике, ее быстродействию. Гиросtabilизированные платформы могут строиться на системах управления с использованием многоосевого мастер-контроллера для упрощения программирования и настройки исполнительных осей.

О выборе инерциальных датчиков для гиросtabilизации в видеоаппаратуре мы подробно рассказывали в журнале «ЭЛЕКТРОНИКА: Наука, Технология, Бизнес» №3 за 2024 год.

На первый взгляд это совершенно независимые применения, но их всех объединяет наличие опорно-поворотного узла, который состоит из двух и более осей.

Классическое опорно-поворотное устройство содержит две оси вращения, модули управления электроприводами (в составе которых могут быть волновые или планетарные редукторы; цилиндрические коллекторные или бесколлекторные, а также моментные электродвигатели; датчики обратной связи; тормозные муфты), вращающиеся контактные устройства (токопереходы), гироскопы (рис. 4).

Использование приводных систем на основе волнового звена позволяет крепить полезную нагрузку непосредственно на выходной вал электропривода, что делает систему более компактной. Моментные двигатели при небольшой осевой длине могут создавать нужный момент на входном



Рис. 2. Телекоммуникационный спутник

валу волнового редуктора. Использование резольвера и абсолютного датчика на выходном валу позволяет достигать высокой точности определения положения нагрузки даже после потери питания системы и продолжать работу без холодного движения в поисках «нулевой точки».

Использование данных компонентов открывает новые возможности по разработке опорно-поворотных устройств, так как они позволяют скомпоновать приводной опорный узел осевой длиной около 40 мм, включая датчики угла поворота, волновой редуктор и моментный электродвигатель.

Такие системы могут быть собраны и без редуктора, что дает возможность сохранить динамические характеристики электродвигателя. Но, как правило, требования к крутящему моменту не позволяют отказаться от редуктора, так как для обеспечения равных сило-моментных характеристик потребуется использовать более массивный моментный двигатель. В связи с этим, такие системы применимы в очень компактных решениях, где вес и габариты редуктора могут стать лимитирующим фактором. Примерами таких применений могут быть системы, где нет требований по габаритам или токопотреблению осей вращения, так как с увеличением мощности



Рис. 3. Гиросtabilизированная мачтовая камера

Таблица 1. Параметры волновых редукторов

Тип гибкого колеса	Габаритный ряд, мм	Номинальный момент, Нм	Средний допустимый момент, Нм	Допустимый момент старта, Нм	Люфт, угл. с.	Повторяемость, угл. с.
Чашевидный	20-180	0,25-382	0,38-586	0,5-841	<10	<60
Шляповидный	74-175	7-382	9-586	23-841	<10	<60
Плоский	55-142	3,5-91	4,6-143	11,4-221	<10	<60

Таблица 2. Параметры абсолютных энкодеров

Технология измерений	Габаритный ряд, мм	Разрешение	Выходной сигнал	Интерфейсы
Магнитный	16-200	До 24 бит	SSI, BISS-C	CanOpen, Ethercat, RS422, RS485, Profinet
Индуктивный	37-1500	До 24 бит	SSI, BISS-C	CanOpen, Ethercat, RS422, RS485, Profinet
Оптический	16-100	До 24 бит	SSI, BISS-C	CanOpen, Ethercat, RS422, RS485, Profinet

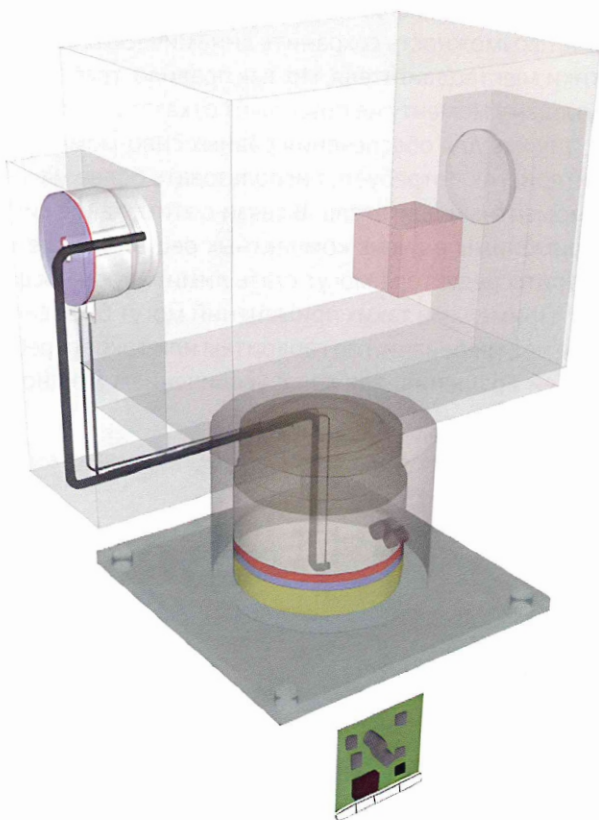


Рис. 4. Схема опорно-поворотного устройства

приводной системы растут и требования к обеспечению электропитанием.

Рассмотрим параметры приводных систем, которые могут быть использованы в опорно-поворотных устройствах. Параметры волновых редукторов приведены в табл. 1.

При данных параметрах (см. табл. 1) осевая длина волновых редукторов начинается от 11 мм, но при этом передаточные отношения могут быть от 30:1 до 160:1, динамические нагрузки на вал – до 43 кН, статическая нагрузка – 82 кН. Данные преимущества позволяют использовать выходной вал редуктора как полноценный элемент опоры для полезной нагрузки.

На точность позиционирования, а также возможность слежения или работы в условиях экстренного отключения электропитания влияют параметры датчиков угла вращения. В опорно-поворотных устройствах целесообразно использовать абсолютные энкодеры, позволяющие сохранить значение угла поворота даже при отключении электропитания. В каталоге «ИНЕЛСО» представлены энкодеры, использующие различные технологии измерения: магнитные, оптические и индуктивные (табл. 2). Выбор конкретной технологии зависит от особенностей применения – например, в роботе, действующем в условиях сильных электромагнитных помех, целесообразно использовать оптический датчик, который менее подвержен данным помехам. В лабораторном испытательном оборудовании (в частности, в поворотных столах) лучше использовать магнитные энкодеры, а индуктивные энкодеры подойдут для работы в условиях повышенного загрязнения.

Таблица 3. Параметры гироскопов

Технология измерений	Количество осей датчика	Диапазон измерений, °/с	Нестабильность смещения, °/ч	Случайный угловой уход, °/ч
Лазерный	1	±400	0,003; 0,01	0,0005; 0,002
ВОГ	1-3	±60-±1000	0,002-2	0,0004-0,5
МЭМС	1-3	±100-±8000	0,05-5	0,0125-1

Компания «ИНЕЛСО» может разработать по техническому заданию заказчика приводной узел с заданным уровнем локализации ключевых узлов. Сервоприводы «ФЕРЗЬ» – это готовое интегрированное решение на основе волнового редуктора, моментного двигателя, а также датчиков обратной связи и тормозной муфты. Стандартный каталожный модельный ряд насчитывает более 1 млн комбинаций, что позволяет заказчику провести испытания в своей системе каталожного продукта с заданными параметрами.

Параметры приводных систем определяют динамические характеристики, связанные с ускорением. В подобных системах нужны продукты, которые сообщают в систему данные для компенсации угловых перемещений, установленные как на полезной нагрузке, так

и у основания опорно-поворотного устройства. Одно- и двухосевые гироскопы могут быть выполнены по трем технологиям: микроэлектромеханические (МЭМС), волоконно-оптические (ВОГ) и лазерные (табл. 3).

Подходящий гироскоп выбирается исходя из требуемых параметров точности или динамических характеристик, могут быть также использованы готовые к применению двухосевые инклинометры.

Компания «ИНЕЛСО» специализируется на промышленной интеграции приводных решений, датчиков угла вращения и линейного перемещения, инерциальных датчиков и модулей, лабораторных источников питания. Специалисты компании помогут в выборе подходящих комплектующих для решения конкретной задачи заказчика. ●

ИНЕЛСО

ЭЛЕКТРОННЫЕ И ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ КОМПОНЕНТЫ



**ПРАВИЛЬНЫЕ КОМПОНЕНТЫ ДЛЯ ВАШИХ
ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ ПРОДУКТОВ**

ineldo.ru

+7 (812) 628-00-16

sales@ineldo.ru

МОТОРЫ: КОЛЛЕКТОРНЫЕ И БЕСКОЛЛЕКТОРНЫЕ

РЕДУКТОРЫ: ВОЛНОВЫЕ И ПЛАНЕТАРНЫЕ

ДАТЧИКИ: АБСОЛЮТНЫЕ И ИНКРЕМЕНТАЛЬНЫЕ ЭНКОДЕРЫ

КОНТРОЛЛЕРЫ: ПОЛОЖЕНИЯ

ИНЕРЦИАЛЬНЫЕ ДАТЧИКИ: ГИРОСКОПЫ, АКСЕЛЕРОМЕТРЫ, МАГНИТОМЕТРЫ

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ: AC-AC, AC-DC, DC-AC, DC-DC И ДР.



www.ineldo.ru