

Электропривод для экстремальных систем эксплуатации в геофизическом оборудовании

Соколов В.А., ОАО "АВИТОН", г. Санкт-Петербург

Активное развитие промышленности и техники в нашей стране вызывает все больший интерес производителей и разработчиков к вопросам организации исполнительной части автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП). В качестве исполнительных устройств (ИУ) наиболее часто используются электродвигатель, подключаемый, как напрямую для непосредственного привода объекта управления, так и в сочетании в различными типами редукторов или другими видами передач (червячно-винтовой, ременной и др.). Интеграция исполнительного устройства в АСУ ТП обеспечивается применением регуляторов со стандартным набором функций в сочетании с датчиками скорости и положения, а также дополнительными устройствами (тормозными муфтами и др.). Совокупность исполнительного устройства, регулятора, датчиков и дополнительного оборудования представляет собой электропривод.

Один из ведущих производителей прецизионных электроприводов постоянного тока швейцарская компания тахон motor в 1968 году разработала первый двигатель с полым ротором, положивший начало производственной линейке современной продукции тахон motor. К настоящему моменту производственная программа тахон motor насчитывает более 12000 наименований и включает:

- коллекторные электродвигатели постоянного тока мощностью от 0,3 до 250 Вт,
- бесколлекторные двигатели постоянного тока мощностью от 0,03 до 400 Вт,
- редукторы с прямой зубчатой и планетарной передачами,
- тормозные электромагнитные муфты,
- набор датчиков скорости и положения вала двигателя (тахогенераторы, СКВТ, инкрементальные энкодеры),
- управляющая электроника (сервоусилители и контроллеры для управления по току, скорости и положению)
- соединительные кабели и разъемы.

Также компания реализует специализированные решения под конкретные задачи заказчика, выполняемые по отдельным проектам. К наиболее известным спешрешениям можно отнести проекты тахон motor по использованию электродвигателей постоянного тока в космическом оборудовании, в частности в марсоходах Spirit и Opportunity. После специальной доработки коллекторные двигатели тахон были использованы в ряде узлов марсоходов, в том числе на приводе телекамера и системе управления колесами. Однако это не единственные примеры применения приводов тахон motor для оборудования, работающего в жестких условиях.

Таблица 1. Технические характеристики редукторов, используемых при производстве аппаратуры ВСП

Передаточное число	Редуктор GP42C от 3,5:1 до 936:1	Редуктор GP52C от 3,5:1 до 936:1
Диаметр/длина*, мм	42 / до 84,4	52 / до 92
Количество ступеней	1-4	1-4
Максимальный постоянный момент нагрузки, Нм	15	30
Максимальный кратковременный момент нагрузки, Нм	22,5	45
КПД, %	до 80	до 91
Вес, г.	до 560	до 920
Рекомендуемая входная скорость, об/мин	< 8000	< 6000
Рекомендуемый диапазон рабочих температур, °С	-20...+100	-20...+100
Тип подшипника	качения	качения

* - в зависимости от числа ступеней редуктора.

На сегодняшний момент достаточно широко продукция тахон motor нашла свое применение в специализированных проектах по производству геофизического оборудования.

Так в ОАО «Татнефтегеофизика» разработаны и изготавливаются прижимные устройства для скважинной геофизической аппаратуры, в которых успешно внедрены редукторы серии GP42C и GP52C (см. табл.1). Прижимные устройства используются, например, для аппаратуры ВСП. Устройства предназначены для создания надежного сейсмоакустического контакта скважинных датчиков (геофоны или акселерометры) со стенкой скважины.

Известно, что при соотношении силы прижима к весу не менее 10 возможна неискаженная регистрация сигналов с частотами до 600 Гц, что достаточно для исследований ВСП. В предлагаемых устройствах выполнено



Рис.1 - Двигатель серии RE40 148867 в стандартном исполнении

ВО ВНУТРЕННИХ ТОЧКАХ СРЕДЫ...
ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

Таблица 2. Основные технические характеристики аппаратуры ВСП.

Наименование параметра	Тип устройства	
	МП-80	МП-60
Диаметр	76 мм	54 мм
Длина	500 мм	500 мм
Диаметр исследуемой скважины	90-320 мм	80-320 мм
Усилия на оси штока	1000 кг	550 кг
Усилие, при длине рычага L = 320 мм	90 кг	70 кг
Усилие, при длине рычага L = 160 мм	170 кг	120 кг
Номинальное напряжение питания электродвигателя	100 В	100 В
Ток холостого хода	50 мА	50 мА
Максимальный ток	500 А	500 А
Скорость хода	0,47 мм/сек	0,41 мм/сек
Длина рабочего хода штока	20 мм	20 мм
Полное время раскрытия рычага	45 сек	30 сек
Максимальная рабочая температура	150°C	150°C
Максимальное гидростатическое давление	100 МПа	100 МПа

требование жесткости и управляемости. Обе конструкции созданы как управляемые электромеханические системы. Структурная схема: электродвигатель — планетарный редуктор — винтовая пара — рычаг. Основные технические характеристики приведены в табл. 2, а внешний вид — на рис. 1. По желанию заказчика прижимные устройства могут быть изготовлены в полном комплекте с блоком регистрации и кабельными соединителями (механические узлы) — рис. 2.

Прижимные устройства отличаются высоким КПД, электродвигатели обладают высокой термостойкостью и приспособлены для работы через длинные линии проводов.

Комбинация двигателя RE40 с редуктором GP42C используется также в скважинной телеметрической аппаратуре.

Среди российских разработчиков и производителей геофизического оборудования большим успехом в построении электропривода пользуются коллекторные двигатели постоянного тока серии RE40 мощностью 150 Вт (рис. 3). Габаритные размеры: диаметр 40 мм, длина 106,6 мм, диаметр вала 6 мм. Вес 460 г, линейка напряжений питания 12, 24 и 48 В.



Рис. 2 Специальные решения maxon motor (мотор-редуктор со шпинделем)



Рис. 3 Прижимные устройства для скважинной геофизической аппаратуры

Диапазон скоростей без нагрузки от 987 до 6920 об/мин, максимально допустимая скорость вращения 8200 об/мин. Максимальный момент нагрузки до 201 мНм. Пусковой момент от 289 до 1690 мНм. Диапазон рабочих температур -20...+100°C. Имеют в своем составе подшипники качения.

Двигатель доступен как в стандартном, так и в промышленном исполнении (класс защиты IP54). Второй вариант подразумевает наличие кожуха (защита от отложения пыли и водяных брызг) для энкодера 137959 HEDL9140 (3-х канальный, с разрешающей способностью 500 имп/об и Line Driver) и тормоза Brake AB28, а также специальных герметичных выводов для проводов двигателя и датчика. Все двигатели RE40 могут комплектоваться планетарными редукторами GP42C и GP52C (версии с керамическими компонентами). В этих редукторах из керамики изготовлены валы для шестерней. Это позволяет расширить диапазон моментов нагрузки, уменьшить трение и уровень шумов примерно на 30% и увеличить срок службы до 15000 — 20000 часов.

Опционально делается доработка мотор-редуктора (замена смазки и использование специальных материалов для деталей изделия) для применения в более жестких температурных условиях (расширение диапазона до -40...+155°C). Также по чертежам и техническим характеристикам заказчика возможно изготовление так называемого мотор-редуктора со шпинделем, который позволяет преобразовывать вращательное движение в линейно-поступательное.

Для решения задач точного позиционирования и стабилизации скорости двигатель серии RE40 может быть укомплектован датчиком положения и скорости MR Encoder (3-х канальный, разрешающая способность 256-1024 имп/об, с Line Driver) или Encoder HEDS5540 (3-х канальный, разрешающая способность 500 имп/об) и тормозной электромагнитной муфтой Brake AB40 (напряжение питания 24 В, рабочий диапазон температур -5...+85°C, статический момент торможения > 0,4 Нм, максимальная скорость 16000 об/мин). Для 3-х контурного регулирования (по току, скорости и положению) можно использовать блоки управления: ADS 50/5, ADS 50/10, ADS_E 50/5, ADS_E 50/10, EPOS 24/5, EPOS 70/10, MIP 50 и MIP 100.