

Хохряков Б.Г., к.т.н., ОАО «Сибирский машиностроитель»

## ЭЛЕКТРОПРИВОДЫ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ ДЛЯ ЗАПОРНО-РЕГУЛИРУЮЩЕЙ АРМАТУРЫ

ООО НПО «СибМаш» разработал и серийно выпускает взрывозащищенные электроприводы моделей «Гусар» и «Томприн» для запорной и запорно-регулирующей арматуры с условным проходом от 25 до 1200 мм и давлением до 8,0 МПа.

Первые образцы были созданы в 1987 году, спустя год после Чернобыльской катастрофы, специально для запорной арматуры атомных электростанций, которые удовлетворяли требованиям вышедшего тогда документа ОТТ-87. Этот документ очень жестко регламентировал требования надежности и безопасности, предъявляемые к оборудованию атомных станций.

Впоследствии эти электроприводы были переработаны под условия эксплуатации магистральных нефтепроводов и газопроводов.

Электроприводы имеют три исполнения: с линейным перемещением выходного звена для управления клапанами, с вращающимся выходным звеном для управления шиберными и клиновыми задвижками и с поворотным выходным звеном для управления шаровыми кранами, поворотными дисковыми затворами и заслонками.

Одним из основных отличий этих электроприводов от аналогов является применение в них волновой передачи с промежуточными телами качения.

Эта передача (рис. 1) состоит из генератора, выполненного в виде эксцентрика, вращающегося вокруг оси О. На этой же оси установлен несущий сепаратор с радиальными пазами, в

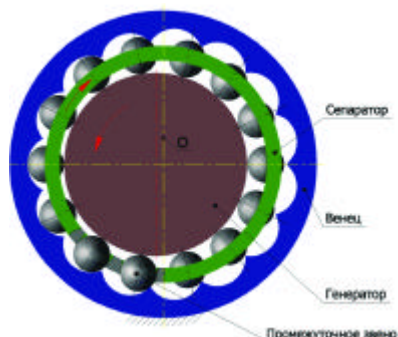


Рис. 1

которых с возможностью радиального перемещения размещены тела качения (шарики или ролики). Эти тела качения постоянно соприкасаются с рабочими поверхностями зубьев венца, описанных совокупностью укороченных гипоциклоид.

При вращении генератора он своей поверхностью воздействует на тело качения и перемещает его по радиальному пазу сепаратора. Тело качения в свою очередь воздействует на наклонную плоскость зуба венца, чем вызывает возникновение радиальной силы, заставляющей поворачиваться несущий сепаратор, если заторможен венец, и наоборот поворачиваться венец, если заторможен сепаратор.

Устанавливая на одном генераторе последовательно два или три ряда тел качения, можно почти кратно повышать несущую способность передачи.

При заторможенном венце, передаточное отношение передачи  $i = z$ , а при заторможенном сепараторе  $i = z + 1$ , где  $z$  — число тел качения.

Передаточное отношение одной ступени для надежной работы можно задавать в пределах от 4 до 80.

КПД передачи достигает 89%, она имеет очень высокую несущую способность, точность, плавность и малые массогабаритные показатели. Особое достоинство — это высокая износостойкость передачи из-за отсутствия в ней трения скольжения, поскольку фактически передача представляет собой подшипник с волнообразной беговой дорожкой.

Серийное изготовление этой передачи требует самой совершенной технологии и специального дорогостоящего оборудования. Например, рабочие зубья колеса должны иметь погрешность профиля не более  $\pm 4$  мкм и чистоту поверхности не хуже  $Ra = 0,17$  мкм.

По своим техническим характеристикам эта передача многократно превосходит червячную передачу.

Все выпускаемые электроприводы моделей «Гусар» и «Томприн» в качестве редуктора имеют волновую передачу с промежуточными телами качения.

Это позволило значительно улучшить технические характеристики этих электроприводов. Например, при одинаковых с червячной передачей силовых характеристиках, в разы снизить габариты и вес, почти вдвое снизить мощность электродвигателя, повысить гарантированную наработку до 36000 циклов, значительно повысить точность работы, надежность, срок службы и т.д.

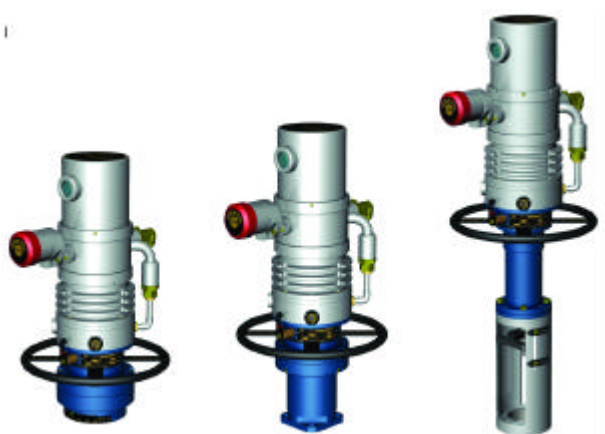


Рис. 2

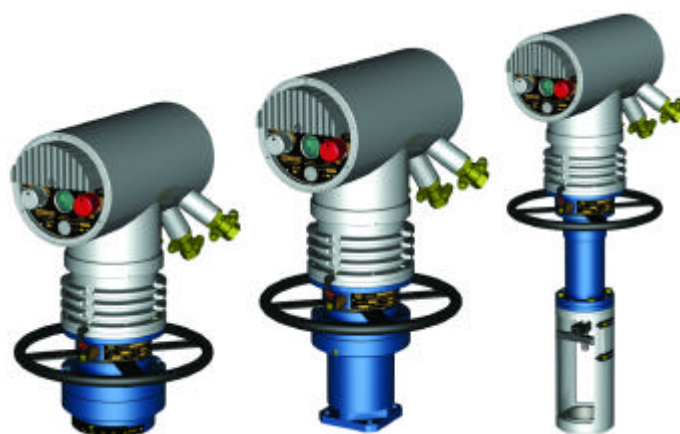


Рис. 3

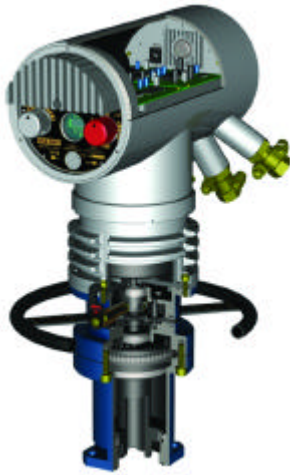


Рис. 4

Разработана и серийно выпускается гамма электроприводов «Гусар» для арматуры с условным проходом до 150 мм. Все электроприводы построены по модульному принципу и состоят из унифицированных модулей: модуля движения, модуля ручного дублера, электродвигателя и модуля управления.

Электроприводы могут оснащаться электронной или электромеханической системой управления.

Электроприводы с электромеханической системой управления (рис. 2) предназначены для управления запорной арматурой, выполняющей функцию «открыть - закрыть». Они снабжены дублированными взрывозащищенными концевыми выключателями специального исполнения. Из них два выключателя путем механической регулировки настраиваются на положение «открыто» и «закрыто», а два других - на ограничение момента или тягового усилия раздельно на «открытие» и на «закрытие». Электропривод обеспечивает связь с центральным пультом диспетчерского управления и может передавать сигналы о своем текущем состоянии и всех аварийных ситуациях. Возможна работа в местном и дистанционном режимах управления.

Электроприводы с электронной системой управления (рис. 3) предназначены для управления запорной арматурой, обеспечивающей регулирование потока жидкости или газа. Они помимо функции «открыть-закрыть» обеспечивают регулировку во времени проходного сечения арматуры по любому закону движения. Регулируется величина момента и скорости перемещения выходного звена раздельно на «открытие» и «закрытие».

Электропривод выполняет заданные функции и в аварийных ситуациях:

- при обрыве одной из фаз;
- при случайном чередовании фаз;
- при отклонении величины напряжения на  $\pm 30\%$ .

Система управления выполняет контроль сопротивления изоляции и защиту от перегрева электродвигателя, а также имеет защиту от несанкционированных действий оператора. Кроме того, система записывает в память 32 последних события, что позволяет найти причины и виновников нештатных ситуаций. Система самодиагностики выводит на экран код ошибки, по которому можно определить характер неисправности. Вся настройка осуществляется ручками на лицевой панели или с дистанционного пульта управления. Электропривод может работать в местном и дистанционном режиме управления.

Устройство электроприводов «Гусар» показано на рис. 4.

Модуль движения состоит из корпуса, в котором смонтирована двухрядная шариковая волновая передача, являющейся одновременно подшипниковой опорой, из которой выходит полый выходной вал, опирающийся на нижний подшипник. Во внутреннюю полость вала выходит винт-шток арматуры.

Модуль ручного дублера имеет цилиндрическую передачу с двумя промежуточными шестернями, а центральная шестерня соединена с автоматической муфтой расцепления вала электродвигателя с волновым редуктором. Электродвигатель специальный встроенный, на конце вала имеет магнитоэлектрический датчик, обеспечивающий точное управление приводом. Электронный блок выполнен в виде взрывозащищенной оболочки с магнитными рукоятками управления и с цифровым индикатором. На лицевую панель можно устанавливать антивандальное устройство, не позволяющее вмешиваться в работу привода посторонним лицам и повреждать его.

Помимо электроприводов мод. «Гусар» серийно выпускается еще три типоразмера электроприводов «Томприн» (рис. 5) для арматуры с условным проходом от 200 мм до 1200 мм. Эти электроприводы предназначены для управления шибберными и клиновыми задвижками с вращающимся рабочим звеном и для шаровых кранов и поворотных дисковых заслонок с поворотным звеном. Они также построены по модульному принципу и состоят из таких же унифицированных модулей. Эти электроприводы также могут иметь электронную и электромеханическую системы управления.

Устройство этих электроприводов показано на рис. 6. Они состоят из полного волнового трехрядного роликового редуктора, который одновременно является подшипниковой опорой, вторая подшипниковая опора одновременно является опорой автоматически отключающегося ручного дублера. Электропривод имеет полость, в которую входит винт-шток запорной арматуры. Входной вал волнового редуктора соединен с электродвигателем через специальную цилиндрическую передачу, которая не требует регулировок.

В приводах применяется смазка «Эра 12» (бывшая ВНИИ НП- 286М), которая применяется для смазки тяжело нагруженных передач в авиационной технике и ракетах. Она сохраняет работоспособность в интервале температур от  $-60^{\circ}\text{C}$  до  $+120^{\circ}\text{C}$ , не гигроскопична, не разлагается от действия внешней среды и имеет большой срок службы. Все электроприводы взрывозащищенные и предназначены для эксплуатации в нефтегазовых отраслях и нефтехимии.

Девятилетний опыт эксплуатации этих электроприводов на магистральных нефтепроводах, в нефтедобывающих и нефтеперерабатывающих предприятиях показал их высокую эксплуатационную надежность.

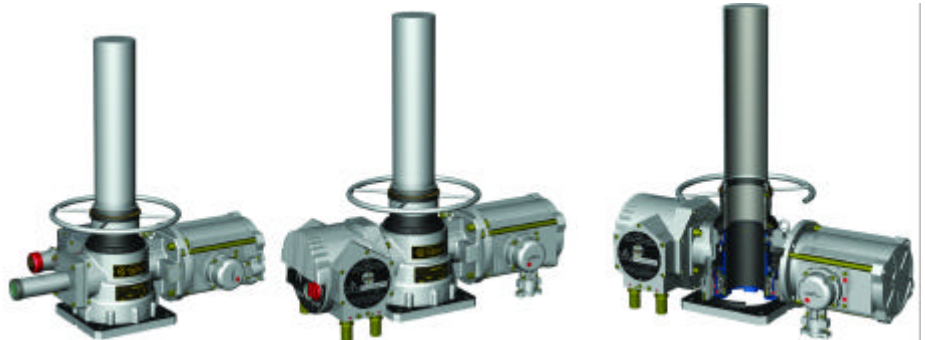


Рис. 5

Рис. 6