ЭЛЕКТРОПРИВОД РЕГУЛИРУЮЩЕЙ ТРУБОПРОВОДНОЙ АРМАТУРЫ «ГУСАР»

НИКОЛАЙ ГУСЕВ, К. Т. Н.
ИВАН ОДНОКОПЫЛОВ, К. Т. Н.

Электропривод запорной арматуры представляет собой электромеханическое устройство, предназначенное для механизации и автоматизации трубопроводной арматуры. Наиболее часто электроприводы используются для дистанционного управления арматурой, ее открытия и закрытия, регулирования, а также диагностики и определения положения выходного звена арматуры.

РИС. 1. ▼ Электропривод «ГУСАР» с синхронным электродвигателем ДСМ

Электроприводы изготавливаются с электродвигателями постоянного или переменного тока. Электроприводы переменного тока, как правило, используются на стационарных объектах, а постоянного тока — в транспорте и системах с резервным питанием. Большое применение электроприводы регулирующей трубопроводной арматуры находят в таких отраслях промышленности, как нефтегазовая, химическая и пищевая.

По конструкции редуктора приводы делят на червячные, планетарные, цилиндрические, кулисно-винтовые и сложные (состоящие из двух или более типов передач).

В зависимости от величины и вида перемещения выходного элемента различают многооборотные, неполноповоротные и прямоходные приводы.

Современный рынок приводов регулирующей трубопроводной арматуры на территории России широко представлен крупными производителями, такими как AUMA и ROTORK. В данной статье рассмотрим новую отечественную разработку, не имеющую аналогов в России, — взрывозащищенный электропривод «ГУСАР» совместной разработки ООО «Мехатроника-Томск» и ООО НПО «Сибирский Машиностроитель».

Существенным отличием данного привода от большинства отечественных и зарубежных аналогов является применение синхронного электродвигателя на постоянных магнитах производства АО «Калужский электромеханический завод». Благодаря этому удалось достичь значительного снижения массы и габаритов устройства, а также повысить энергоэффективность привода в целом. В отличие от массово применяемых асинхронных двигателей, синхронный имеет более высокую перегрузочную способность, что позволяет в режиме уплотнения кратковременно выработать момент, превышающий номинальный в 3–4 раза — без ухудшения характеристик двигателя при дальнейшей эксплуатации. Изображение электропривода приведено на рис. 1. Применение волнового редуктора позволяет также уменьшить массогабаритные характеристики механической части редуктора и оболочки привода даже при наличии ручного дублера.

Заложенные в блоке управления энергонезависимые энкодеры, один

ТАБЛИЦА. ПАРАМЕТРЫ ЭЛЕКТРОПРИВОДА

Номинальные параметры	
Номинальное напряжение питания	220 В, 50 Гц
Номинальный момент на выходном звене	100 Н•м
Номинальный ток	1,2 А
Пиковый ток	2,4 А
Максимальное количество оборотов выходного звена	30
Погрешность остановки в заданном положении	не более ±2°
Максимальная частота вращения выходного звена	10 об/мин
Тип электродвигателя	Синхронный
Габариты Д×Ш×В	264×184×334 мм
Интерфейсы датчиков положения	
Датчик положения №1 (абсолютный многооборотный, энергонезависимый)	CAN
Датчик положения №2 (абсолютный однооборотный, энергонезависимый)	SinCos
Коммуникационные интерфейсы	
RS-485, изолированный	1 шт.
CAN, изолированный	1 шт.
USB, изолированный	1 шт.
Bluetooth	1 шт.
Дискретные и аналоговые входы/выходы	
Дискретные входы	4 шт., 24 В/220 В
Дискретные выходы	6 шт., 24 В/220 В
Аналоговый вход	1 шт.
Аналоговый выход	4–20 мА, 1 шт.
Индикация	
Светодиодная индикация	6 шт.
LCD-индикатор	Двухстрочный, восьмисимвольный
Общее	
Диапазон рабочих температур окружающей среды	–60...+50 °С
Маркировка взрывозащиты привода	1Ex d IIC T4 Gb
Степень защиты привода	IP67 или IP68
Функции IoT	
Конфигуратор параметров mViewer, ОС	Windows 10
Мобильное приложение (в разработке), платформа	Android, IOS
Обновление ПО, интерфейсы	RS-485, USB, CAN, Bluetooth

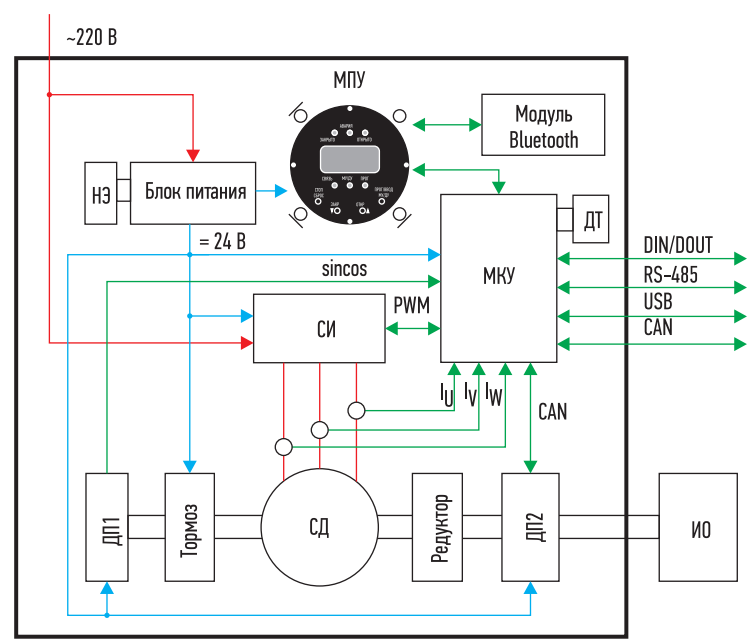

РИС. 2. Функциональная схема системы электропривода: ДП1 — датчик положения 1, ДП2 — датчик положения 2, ИО — исполнительный орган, МУ — модуль индикации, СД — синхронный электродвигатель ДТ — датчик температуры; НЭ — нагревательный элемент; СИ — силовой инвертор; МПУ — местный мост управления

из которых является абсолютным многооборотным, дают возможность использовать блок управления для регулирования положения в многооборотных, неполноповоротных и прямоходных задвижках, что значительно расширяет спектр их применения. Точность останова выходного звена редуктора контролируется с погрешностью не более ±2°.

Отсутствие энергозависимых датчиков позволяет исключить периодические замены элементов питания, подверженных воздействию низких температур.

С целью удержания вала двигателя в точке останова после потери питания или в режиме останова применен электромагнитный тормоз, который в том числе обеспечивает удержание двигателя при работе ручного дублера.

Основные параметры электропривода приведены в таблице.

Встроенное программное обеспечение (ПО) предусматривает управление синхронным электродвигателем в нескольких режимах (моментный, скоростной и позиционный), что позволяет покрыть все возможные варианты применения электропривода задвижки. Полный перечень функций привода представлен следующим образом:

- открытие, закрытие и регулировка проходного сечения трубопроводной арматуры;
- остановка в любых промежуточных положениях по всей длине хода;
- останов электропривода при превышении усилия на выходном звене;
- автоматический повторный пуск электропривода в случае заклинивания запорной арматуры;
- уплотнение (герметизация) запорной арматуры в конечных положениях;
- аварийное перемещение запорной арматуры в заданное положение по сигналу аварии;
- тактовый режим работы электропривода для исключения гидравлических ударов в трубопроводах;
- дистанционное переключение источника команд управления;
- отключение электродвигателя от сети электропитания в аварийных режимах;
- локальное управление электроприводом с лицевой панели блока;

- дистанционное управление электроприводом по цепям управления;
- индикация параметров и режимов работы на лицевой панели;
- быстрая калибровка электропривода по положению без вскрытия корпуса на месте эксплуатации.

Большое значение имеет также вопрос защиты работы блока управления и механической части. Так, чтобы обеспечить функционирование привода задвижек в тяжелых условиях эксплуатации, в температурном диапазоне –60…+50 °С предусмотрена система подогрева компонентов привода. Помимо этого, в системе управления есть защиты, связанные с остановкой электропривода и последующей выдачей соответствующего сигнала при следующих аварийных ситуациях:

- превышение усилия на выходном звене;
- заклинивание запорной арматуры;
- авария сети электропитания (обрыв фаз, повышенное и пониженное напряжение);
- перегрев электродвигателя;
- перегрузка электродвигателя;
- короткое замыкание обмоток электродвигателя;
- заклинивание вала электродвигателя;
- перегрев и переохлаждение блока;
- ввод некорректных параметров настройки блока.

В электроприводе предусмотрены и сервисные функции, позволяющие оценить состояние блока:

- самодиагностика внутренних электронных узлов блока и электропривода;
- учет, архивирование событий и аварий, пусков, количества циклов работы в энергонезависимом журнале.

С целью интеграции в различные технологические процессы, оснащенные как дискретными, так и цифровыми каналами связи, в блок управления интегрированы такие популярные интерфейсы, как RS-485, CAN, USB, Bluetooth, а также аналоговые каналы управления (рис. 2). Дискретные каналы управления предусматривают наличие четырех входов и шести выходов. Токовое аналоговое управление строится на применении одного входа и одного выхода 4–20 мА.

Использование каналов связи по USB или Bluetooth позволило дать возможность не только настройки привода и локального управления режимами работы, но и обновления прошивки без использования программаторов. Это позволяет анализировать архивы событий и проводить модернизацию ПО блока без вскрытия его корпуса, получив доступ с мобильного телефона или компьютера. Для работы с блоком через USB пользователю предоставляется специализированное ПО MViewer (рис. 3), которое обеспечивает управление и отображение всех параметров блока, логов событий и построение графиков по всем регулируемым координатам привода: скорость, положение, момент и т. д.

Помимо удаленного управления по цифровым или дискретным интерфейсам, пользователю предоставляется возможность локального управления от пульта, интегрированного в блок управления. Для отображения меню и параметров применен двухстрочный 8-символьный LCD-индикатор.

Стоит отметить, что от ближайших аналогов электропривод «ГУСАР», помимо применения синхронного электродвигателя и малых массогабаритов, отличается и доступом к облачной платформе. Развитие цифровых систем управления и сбора информации подталкивает производителей к переосмыслению классических принципов конструирования электроприводов, в том числе запорной арматуры. Доступ к облачной платформе позволяет интегрировать функции, присущие «Интернету вещей»:

- сбор больших данных от технологического оборудования, систем и комплексов;
- обработка массивов больших данных согласно заданным правилам;
- предиктивный анализ состояния оборудования;
- выработка рекомендаций и управляющих воздействий;
- хранение базы данных состояний оборудования;
- хранение библиотеки обновляемого ПО с функцией автообновления.

Такие функции позволяют:

- сократить издержки на обслуживание и контроль за оборудованием;
- снизить риски возникновения техногенных аварий и катастроф;
- предотвратить выход из строя сложного оборудования и не допустить останов технологических процессов;
- предоставить достоверную информацию управляющему звену предприятия;
- сформировать гибко планируемые сроки на планово-предупредительные работы и обслуживание;
- идентифицировать с высокой долей вероятности причины выхода из строя оборудования;
- минимизировать влияние неквалифицированного персонала на расстройство технологического процесса. ⬣

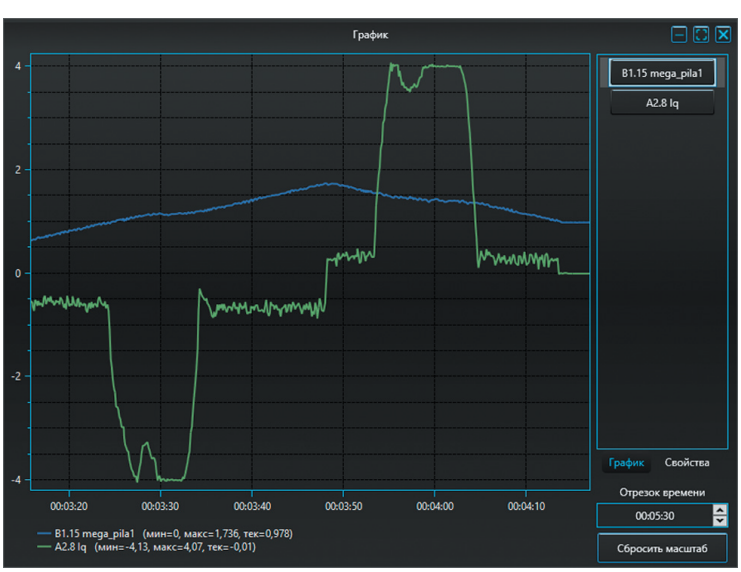

РИС. 3. ◀ Переходные процессы тока (зеленый) и положения выходного звена (синий), полученные в программе MViewer