

*Владимир Алексеевич Юдин*

## **К ВОПРОСУ КАЧЕСТВА УПРАВЛЕНИЯ АРМАТУРОЙ. КАКИМ БЫТЬ ЭЛЕКТРОПРИВОДУ**



*В. А. Юдин*

Длительное время в СССР, а затем в России 75 - 80% производства многооборотных электроприводов (ЭП) было сосредоточено на одном предприятии, а все однооборотные ЭП типа МЭО выпускало другое предприятие. Причем с распадом СССР часть производства осталась в Украине, а «Тяжпромарматура» (г. Пенза) и «Энергомаш» (г. Чехов) постепенно свернули выпуск многооборотных ЭП для своей арматуры.

Таким образом, в России практически все производство ЭП оказалось сосредоточенным у двух монополи-

стов, владеющих каждый своим сектором рынка — однооборотных и многооборотных ЭП. Последствия такого положения дел с точки зрения приведения качественных показателей в соответствие возрастающим требованиям современных систем управления оказались весьма негативными. Кстати отметить, что импортные ЭП некоторых европейских фирм также не отвечают требованиям наших норм, и есть случаи выхода их из строя через две недели с начала эксплуатации.

С середины 90-х годов предпринято несколько попыток организации серийного производства многооборотных ЭП в Уфе, Томске, на БЭМЗе в Новосибирской области. Однако они носили локальный характер и на общую картину влияли незначительно. Хотя по некоторым типоразмерам и появилась конкуренция — это относится к ЭП с малыми крутящими моментами типа А и Б. По ЭП с большими крутящими моментами типа В, Г и Д монополизм по-прежнему сохранился. Даже к настоящему времени укомплектовать различную электрифицированную арматуру однотипными электроприводами возможно лишь продукцией одного ЗАО «Тула-электропривод».

В подавляющем большинстве отечественных и зарубежных ЭП в качестве силовой передачи применяются червячные или планетарные редукторы, за исключением продукции Томска и Новосибирска. В их разработках применены довольно прогрессивные на тот момент времени редукторы (ПТК), что позволило резко снизить вес

ЭП и увеличить ресурс работы. Однако эти редукторы достаточно дороги в изготовлении, требуют высокоточного оборудования и специальных, легированных сталей.

Дальнейшим развитием редукторов с промежуточными телами качения являются редукторы-подшипники (РП), которые обладают рядом неоспоримых преимуществ, основными из которых являются:

- редукция осуществляется посредством трения качения промежуточных тел по дорожкам определенной конфигурации — снижаются требования к смазке, высокий КПД;
- в передаче крутящего момента участвуют 100% промежуточных тел качения — большая перегрузочная способность редуктора;
- высокое отношение граничных плоскостей, передающих полезную нагрузку к общему объему редуктора, — значительный выигрыш в массе редуктора и удобство компоновки;
- нагрузки равномерно распределены по всему объему редуктора.

Как видно из таблицы, вес редуктора, при прочих равных условиях, за счет высокого показателя передаваемого момента на единицу собственной массы уменьшается в сравнении с традиционными редукторами в десятки раз.

Тип редуктора	Цилиндрический, конический	Червячный, планетарный, спиройдный	ПТК	РП
Массовый показатель (Н·м/кг)	15 - 30	25 - 60	150 - 280	750 - 1000

Следует особо отметить, что при назначенном ресурсе работы 4,5 - 5 тысяч моточасов, себестоимость изготовления редуктора-подшипника, как сборочной единицы ЭП в целом, будет всего на 10 - 15% выше себестоимости изготовления традиционных редукторов, что с лихвой компенсируется уменьшением стоимости металла корпусных деталей.

Указанного ресурса работы редуктора-подшипника достаточно, чтобы довести срок эксплуатации ЭП до 40 - 45 лет при ежегодной наработке 1000 - 1200 циклов для запорной арматуры или  $2,5 \cdot 10^6$  включений для регулирующей арматуры.

Таким образом, можно утверждать о создании ЭП нового поколения с существенным, в 2 - 4 раза, уменьшением веса и увеличенным, в 2,5 - 3 раза, сроком эксплуатации, в приведенных единицах себестоимости изготовления при этом будет на уровне отечественных аналогов.

При разработке необходимо руководствоваться следующими условиями:

- разработке подлежит весь типоразмерный ряд ЭП по крутящим моментам, скоростям вращения выходного звена, условиям эксплуатации и областям применения;
- конструктивные решения и построение кинематической схемы электроприводов должны, с одной стороны, обеспечивать оптимизацию массогабаритных показателей, с другой стороны, быть унифицированы между собой для всего типоразмерного ряда;
- ЭП должны предусматривать управление как от автомата исполнительного (АИ), сопрягаемого с АСУ ТП, так и посредством традиционных схем управления со сборок РТЗО. АИ должен быть в шкафном и встроенном в ЭП исполнениях, и предусматривать управление электроприводами запорной и регулирующей арматуры;
- блок конечных и путевых выключателей, механизм настройки муфты ограничения крутящего момента, бло-

кировка ручного дублера, сальниковые и штепсельные вводы должны быть одной конструкции и применяться на весь типоразмерный ряд.

По предварительным оценкам потребности рынка в многооборотных ЭП составляют 7 - 8 тысяч в год. Потенциальными потребителями ЭП выступают:

- заводы-изготовители электроприводной арматуры;
- проектные институты как определяющие пакеты заказов на долгосрочную перспективу в заказных спецификациях проектов реконструкции или вновь вводимых объектов;
- фирмы «Атомстройэкспорт», «Технопромэкспорт», поставляющие приводы на экспорт;
- другие заказчики, а также мелкие фирмы-посредники.

Высокие темпы внедрения АСУ ТП в различные технологические процессы ставят вопросы надежности исполнительных устройств в разряд первоочередных. ЭП должен принять управляющую команду, выполнить ее и информировать верхний уровень о выполнении команды. В промежутке между выполнением команд система должна иметь информацию о готовности ЭП к работе и своевременно выдавать сообщения о плано-предупредительном обслуживании после наработки определенного количества циклов или при отклонении заданного значения крутящего момента. Таким образом, надежная работа самого ЭП может быть дополнена АИ, который выполняет функции управления, диагностики арматуры, ЭП и его функциональных узлов и кабельных связей, защиты, плавный пуск-останов. По совокупности решаемых задач применение исполнительного автомата становится выгодным, особенно для арматуры, влияющей на технико-экономические показатели технологического процесса, участвующей в схемах защит основного оборудования, а также дорогостоящей уникальной арматуры, требующей постоянного контроля.

Автоматические системы регулирования (АСР) с помощью исполнительных автоматов можно построить по принципу следящей системы с плавным регулированием скорости вращения выходного звена ЭП регулирующей арматуры как функции от сигнала рассогласования и сигнала указателя положения регулирующего органа. При таком построении АСР кинематика ЭП не будет испытывать ударных нагрузок, как это происходит при построении традиционных АСР по принципу широтно-импульсной модуляции, когда электродвигатель включается сразу на номинальную частоту вращения. Точность поддержания параметра в этом случае значительно повысится, поскольку из взаимоисключающих условий по величине зоны нечувствительности и количеству включений ЭП, опуская остальные параметры настройки АСР, последнее условие попросту отсутствует. Вместо ограничения по количеству включений влияние на точность поддержания параметра будет оказывать глубина регулирования оборотов электродвигателя ЭП, что относится к разряду инженерной задачи и комплектации. Для более быстрого и широкого внедрения АСР по этому принципу, исполнительный автомат можно делать в нескольких исполнениях, отличающихся друг от друга глубиной регулирования, и, как следствие, ценой.

Средняя цена АИ со стандартным набором функций для запорной арматуры будет 18 - 22 тыс. рублей, для регулирующей — 20 - 30 тыс. рублей.

Решение поставленных задач требует достаточно серьезных инвестиций как в части разработки КД, так и в освоении серийного производства. Причем, если на документацию сроки и объем финансирования вполне конкретны и уже определены, то затраты на освоение в серийном произ-

водстве ЭП и АИ будут зависеть от выбора завода-изготовителя и от планируемого объема производства. В преддверии этих работ автором уже разработана документация на блок конечных и моментных выключателей с характеристиками, удовлетворяющими поставленным выше условиям, проведены предварительные работы по унификации кинематических схем ЭП на базе редуктора-подшипника.

Экономическая ситуация в стране способствует инвестициям в такого рода проект. Стремление повысить гибкость технологических процессов и эффективность внедрения АСУ ТП приведет к востребованности надежных и многофункциональных ЭП. «Интеллектуальный» ЭП

значительно увеличит срок безаварийной эксплуатации и межремонтный период работы арматуры. Повысится вычислительный ресурс АСУ ТП, поскольку ЭП будет способен самостоятельно решать поставленные ему задачи, выдавая на верхний уровень «минимально-достаточный» объем информации.

Освоив в серийном производстве ЭП с такими уникальными характеристиками, мы можем некоторое время значительно превосходить конкурентов по совокупности потребительских качеств, гарантируя тем самым большой рынок сбыта и, как следствие, быстрый возврат инвестиций.