УДК 621.316

Н.С. ПРОЦУК, студент гр. ЭАб-131 (КузГТУ)
Научный руководитель: Е.А. РАТНИКОВА, ассистент (КузГТУ)
г. Кемерово

ИСТОРИЧЕСКИЙ ОБЗОР РАЗВИТИЯ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА

История развития электрического привода как системы, состоящей из электрических машин, аппаратов и преобразователей, а также устройств автоматического управления неразрывно связана с историей развития технических компонентов и теоретических основ создания и применения такой системы. Занимаясь решением текущих и перспективных задач создания электроприводов, методически важно хорошо представлять основные вехи на пути становления этой актуальнейшей сегодня отрасли науки и техники.

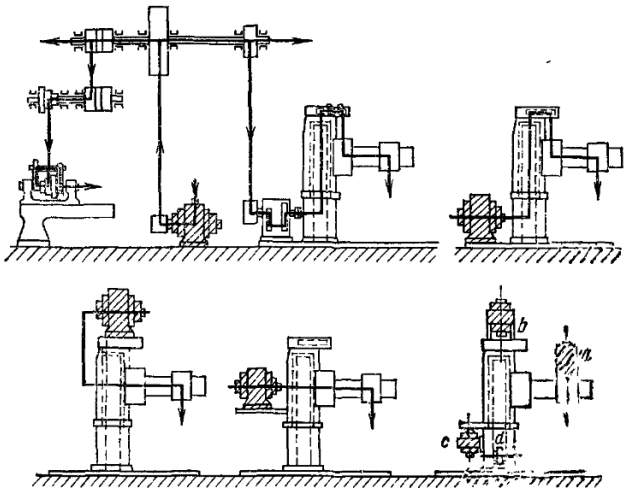

Рис. 1. Схема развития электропривода радионально-сверлильного станка

К концу XIX века появились промышленные электропривода с постоянной скоростью вращения. Это привело к замене группового привода на индивидуальный. Этот переход вызывал вначале недоумение и возражения, так как станок с индивидуальным приводом стоил дороже и был сложнее, так что первая четверть XX века ознаменовалась борьбой «групповиков» с «индивидуалистами».

Ограниченные технические возможности средств управления заставляли специалистов искать способы управления электроприводами в свойствах электродвигателей. Так, широко использовались двигатели постоянного тока с различными схемами возбуждения (независимой, параллельной, последовательной, смешанной) при реостатном регулировании

или при ослаблении магнитного поля, асинхронные двигатели с фазным ротором, коллекторные двигатели переменного тока, двигатели Бушеро и т.п.

Наибольшее применение в регулируемых электроприводах средней и большой мощности в этот период и в дальнейшем нашла предложенная еще в конце XIX в. система Вард-Леонарда (генератор - двигатель), обладающая широкими регулировочными возможностями, как в статике, так и в динамике.

Индивидуальный электропривод способствовал развитию и совершенствованию многих технологических машин и агрегатов, главным образом, за счет исключения значительной части громоздких механических передач, а также за счет перехода от механического управления скоростью к электрическому. Индивидуальный электропривод позволил серьезно упростить конструкции агрегатов при одновременном повышении функциональных возможностей, производительности и качества технологического процесса, снижении потерь электроэнергии, и даже соединить электродвигатель с рабочим органом рабочей машины в единое целое: моторколесо транспортного средства, электрошпиндель, электроверетено, электроинструмент, ролик рольганга в виде наружного ротора двигателя со статором, размещенным внутри, и т.п. Эта интеграция отдельных элементов в электромеханические модули, возникшая на ранней стадии освоения индивидуального электропривода, получила убедительное развитие в последние годы.

В 30-е гг. XX в. начали интенсивно развиваться идеи автоматического управления электроприводами.

В эти же годы появились и стали быстро развиваться принципы построения систем автоматического управления электропривода, основанные на применении замкнутых структур с использованием усилителей разных типов: электромашинных, электронных и в дальнейшем магнитных. Широкое применение усилителей позволило осуществить непрерывное управление и обеспечить формирование переходных процессов в электроприводах большого числа механизмов с плавным и большим диапазоном регулирования скорости.

Еще в довоенное время проводились работы, связанные с заменой электромашинного преобразовательного агрегата системы генератор - двигатель статическим.

К середине 50-х гг. сформировалась теория и практика «дополупроводникового» электропривода. В эти годы в США созданы основы современной теории электромеханического преобразования энергии на основе обобщенной машины, получившие впоследствии широкое использование в практике разработки управляемого электропривода

Основные усилия в эти годы были направлены на решение задачи создания эффективных регулируемых электроприводов, вместе с тем основная масса (более 95 %) электроприводов остается нерегулируемой.

Революционизирующее влияние на развитие электропривода оказали разработка и производство полупроводниковых приборов. Наряду с системой Г - Д все шире используется более быстродействующая система тиристорный преобразователь - двигатель (ТП - Д).

Основой для ее создания в послевоенные годы послужил прорыв в области силовой электроники, который кардинально изменил наряду с другими сферами техники и электропривод.

В конце 50-х – начале 60-х гг. на первых, еще очень несовершенных силовых транзисторах (ток 5 А, напряжение 60 В), работающих в ключевом режиме, было построено множество оригинальных схем для питания маломощных двигателей и для цепей возбуждения мощных двигателей. В технику электропривода начал входить управляемый ключ и построенные на его основе устройства.

Радикальное воздействие на электропривод оказал тиристор - мощный полууправляемый ключ, созданный в 1955 г. Появление тиристоров на тысячи вольт и большие токи при малых падениях напряжения в проводящем состоянии позволило полностью перейти на управляемые тиристорные выпрямители как в цепях возбуждения, так и в силовых цепях электроприводов постоянного тока.

С середины 60-х гг. система ТП - Д стала практически единственным техническим решением для регулируемого электропривода малой и средней мощности; тиристорные возбудители активно вытеснили другие устройства в цепях возбуждения мощных электроприводов. Ее преимущества состоят в высоком быстродействии, компактности (блочная компоновка), высоком КПД минимальном обслуживании, высокой надежности. На фоне этих преимуществ недостатки системы ТП - Д (дорогой двигатель постоянного тока, сложность рекуперации, ухудшение коммутации, низкий коэффициент мощности, пульсации выпрямленного напряжения и радиопомехи) на первых порах казались несущественными.

В 70-е гг. получили развитие начатые еще в начале 40-х гг, работы в области частотно-регулируемого электропривода.

В этот же период развивается электропривод с вентильными двигателями, в которых коллектор заменяется группой полупроводниковых ключей, коммутирующих обмотки и управляемых в функции положения ротора.

В 60-70-е гг. был практически реализован ряд эффективных идей в области систем управления электропривода, среди которых идея, предложенная еще в середине 50-х гг. Кесслером (ФРГ) и состоящая в подчинен-

ном регулировании координат электропривода с последовательной коррекцией.

Новую эру в сфере управления электроприводами ознаменовало создание в США на границе 60-70-х гг. четырехразрядного однокристального микропроцессора INTEL 4004 и программируемого логического контроллера (ПЛК) PDP 14. Уже в 70-е гг. в мировой практике эти технические средства начали интенсивно вытеснять использовавшиеся ранее контактные и бесконтактные реле; к 80-м гг. схему управления на восьми и более реле стало экономически целесообразно заменять ПЛК.

В сравнении с устройствами монтажной логики ПЛК обладает высокой гибкостью при отладке, не зависит от объекта управления, снижает расходы на разработку, программирование, тестирование и запуск изделия, очень компактен, имеет высокую надежность, упрощает обслуживание системы привода. ПЛК может производить вычисления, обеспечивать регулирование, принятие решений, наблюдение за отработкой алгоритма управления.

В сравнении с мини-компьютером ПЛК существенно проще, он ориентирован на непосредственное общение с объектом управления.

По мере развития микропроцессорных средств управления и ПЛК изменялась информационная часть электропривода: резко, почти скачкообразно, наращивались функциональные возможности в управлении координатами, во взаимодействии нескольких систем между собой и с внешней средой, в детальной диагностике состояния и защите всех элементов привода от любых нежелательных воздействий.

Первые годы XXI в. характеризуются продолжением интенсивного развития, повышением эффективности и существенным расширением областей использования электропривода.

К настоящему времени фактически завершился массовый переход на цифровую элементную базу в электроприводе. Универсальные и специализированные микроконтроллеры применяются практически во всех разработках электроприводов, в том числе и электроприводов общепромышленного применения. При этом многие проблемы синтеза систем управления рассматриваются иначе, разрабатываются новые алгоритмы, позволяющие реализовать практически любые сложные законы регулирования, ранее считавшиеся нерациональными, обеспечить новые потребительские свойства, такие как адаптацию под новые или изменяющиеся условия применения, самонастройку и оптимизацию регуляторов, контроль, диагностику и удобное для пользователя дистанционное или местное управление.

Список литературы:

1. История электротехники / под ред. И.А. Глебова. – М.: Издательство МЭИ, 1999. – 524 с.

2. Чиликин, М.Г. Общий курс электропривода: учебник для вузов / М.Г. Чиликин, А.С. Сандлер. – М.: Энергоиздат, 1981. – 576 с.

3. Малафеев, С.И. Основы автоматики и системы автоматического управления: учебник / С.И. Малафеев, А.А. Малафеева. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 384 с.

4. Основные тенденции развития автоматизированного электропривода [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://principact.ru/content/view/30.