

ПРИМЕНЕНИЕ РЕГУЛИРУЕМЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

Быстрый рост цен на энергоносители и ресурсы привел к тому что доля затрат на них в суммарных расходах на производство стала несоразмерно большой. В результате перед многими предприятиями остро встала задача уменьшения энерго- и ресурсоемкости выпускаемой продукции, т.е. задача энергосбережения.

Анализ расхода энергоресурсов на многих предприятиях показывает, что решение этой задачи имеет два направления – организационно-технические мероприятия, направленные на исключение бесполезного расходования энергоресурсов, и внедрение энергоэффективных технологий и энергосберегающего оборудования, позволяющих выполнить тот же объем работ при меньших затратах энергии.

В своем сообщении я хотел бы рассказать вам о некоторых возможностях экономии энергоресурсов средствами регулируемого электропривода.

Электропривод, являясь энергосиловой основой современного производства, потребляет около 60% всей вырабатываемой электроэнергии. В свою очередь, среди промышленных электроприводов преобладают электроприводы с асинхронными короткозамкнутыми двигателями, потребляющие до 50% этой энергии. Эти электроприводы благодаря своей простоте, отлаженности и автоматизированности производства и, благодаря этому, относительно невысокой стоимости, нашли широкое применение в различных промышленных механизмах. Общеизвестны и их недостатки – тяжелый пуск при прямом подключении к сети, сопровождающийся 6-7 кратными токами, и, как следствие, невысокая эксплуатационная надежность, трудность регулирования скорости.

Характерным примером использования асинхронных двигателей являются насосные станции холодного и горячего водоснабжения, канализационных насосных станций и систем отопления, компрессорные установки и вентиляторы.

Этот тип механизмов потребляет не менее 20—25% всей вырабатываемой электроэнергии.

В подавляющем большинстве случаев электроприводы указанных механизмов являются нерегулируемыми, что не позволяет обеспечить режим рационального энергопотребления и расхода воды, пара, воздуха и т.д. при изменении технологических потребностей в широких пределах. Выбранные, исходя из максимальной производительности, эти механизмы значительную часть времени работают с меньшей производительностью, что определяется изменением потребности в разные периоды времени. По некоторым данным среднесуточная загрузка насосов холодного водоснабжения составляет всего 50—55% максимальной. Существующие системы водоснабжения (с нерегулируемым электроприводом) не обеспечивают заметного снижения потребляемой мощности при уменьшении расхода, а также обуславливают существенный рост давления (напора) в системе, что приводит к утечкам воды и неблагоприятно сказывается на работе технологического оборудования и сетей водоснабжения. Специалисты считают, что при существующих средствах водораспределения избыточный (ненужный в данный момент) напор 10 м (или давление 0,1 МПа) увеличивает утечки воды на 7-9 %.

Преднамеренное изменение подачи и напора центробежных насосов в соответствии с переменным режимом работы системы водоподдачи или водоотведения может осуществляться разными способами, основными из которых являются - изменение степени открытия задвижки (затвора) на напорной линии или изменение частоты вращения рабочих колес насосов. Кроме того, режим работы центробежных насосов может регулироваться с помощью направляющего аппарата, устанавливаемого на входе воды в насос, впуском воздуха в корпус насоса и некоторыми другими способами. Прикрывая или открывая затвор, изменяют крутизну характеристики **Q-H** трубопровода (см. рис.), которая зависит от его гидравлического сопротивления. Прикрывая затвор, увеличивают крутизну характеристики, при этом рабочая точка насоса **A₁** перемещается в положение **A₂**.

Подача уменьшается до значения Q_2 , напор, развиваемый насосом, возрастает до значения H_2 , а напор на трубопроводе за затвором снижается до значения H_2' за счет потерь напора ΔH в затворе.

Увеличивая степень открытия затвора, уменьшают крутизну характеристики трубопровода. Вследствие этого подача увеличивается, напор, развиваемый насосом, уменьшается, а напор в трубопроводе за затвором возрастает. Этот способ регулирования считается малоэкономичным, так как на преодоление дополнительного гидравлического сопротивления в затворе требуются дополнительные затраты энергии.

При изменении частоты вращения насоса изменяется положение характеристики $Q-H$ насоса. Уменьшая частоту вращения, перемещают характеристику вниз параллельно самой себе. При этом рабочая точка, перемещаясь по характеристике трубопровода, занимает положение A_2' , следовательно, подача уменьшается так же, как и напор в сети и напор, развиваемый насосом.

Увеличение частоты вращения вызывает обратные явления. Этот способ регулирования более экономичен, что наглядно иллюстрирует следующая диаграмма. Однако, он требует применения специального регулируемого электропривода, что усложняет и удорожает насосную установку.

Об эффективности регулирования режимов работы центробежных насосов изменением частоты вращения рабочих колес известно давно. Однако такой способ регулирования ранее не получил распространения из-за отсутствия достаточно надежных и дешевых видов регулируемого электропривода и сравнительно низких цен на электроэнергию. При этом следует отметить, что в системах водоснабжения и водоотведения критерий надежности всегда ставился выше экономических выгод.

Положение существенно изменилось в последнее время, когда, как было сказано в начале доклада, возросла цена энергоресурсов и получила развитие полупроводниковая техника. Появление на рынке благодаря выдающимся успехам электронной техники доступных и весьма совершенных технических средств для

управления АД — преобразователей частоты, "мягких" пускателей и др. дало возможность перехода от нерегулируемого массового асинхронного электропривода к регулируемому.

Первоначально из-за отсутствия надежных и дешевых преобразователей частоты (ПЧ) для управления скоростью насоса в продолжительном режиме пытались использовать преобразователи напряжения (ПН), т.е. осуществлять так называемое параметрическое регулирование.

Этот способ привлекателен тем, что тиристорный преобразователь напряжения (ТПН) очень прост и дешев. Однако, существует принципиальное ограничение на использование параметрического регулирования в продолжительном режиме — большие потери энергии в двигателе. Для того, чтобы все-таки использовать этот способ, энтузиасты идут на завышение установленной мощности электродвигателя в 2-2,5 раза, использование специально ухудшенного ротора с повышенным скольжением, принудительную вентиляцию двигателя от вентилятора-наездника. Очевидно, что при этом система с дешевым преобразователем ТПН оказывается слишком дорогой и нерациональной в практической реализации.

Система ПЧ-АД, в которой регулируется скорость двигателя путем изменения частоты питающего его напряжения полностью лишена перечисленных недостатков. В этой системе экономится примерно вдвое больше энергии, так как в системах с ТПН половина экономящейся в насосе энергии рассеивается в двигателе, непредсказуемо уменьшая срок службы его подшипников и других деталей.

Из изложенного следует важный вывод: нормальный и по существу единственный способ регулирования скорости АД - изменение частоты с одновременным изменением напряжения при использовании ПЧ. При этом срок окупаемости инвестиций в оборудование составляет от 6 до 18 месяцев в зависимости от механизма, режимов его работы и мощности приводного двигателя.

Очевидно, что все сказанное выше о насосных установках полностью относится и к механизмам компрессорно-вентиляторной группы.

В настоящее время дочерним предприятием ОАО «ЧЭАЗ» по производству электроприводов и систем управления на их основе - ООО ЭЛПРИ производится целая гамма различных преобразователей частоты на IGBT-модулях с прямым цифровым управлением. В настоящее время начато производство преобразователей частоты предназначенных для регулирования частоты вращения асинхронных электродвигателей мощностью до 110 кВт и разрабатываются опытные образцы преобразователей для электродвигателей мощностью 160, 250 и 400 кВт. Эти преобразователи частоты обладают всеми свойствами современных электроприводов - встроенным пультом управления, задания параметров настройки и отображения информации о состоянии преобразователя и двигателя, их параметрах и режимах работы; автоматическим определением параметров подключенного двигателя и настройкой регулятора управления двигателем; автоматическим перезапуском после отключения питания; встроенным технологическим регулятором с входами для датчиков с аналоговыми сигналами 0-10 В, 4-20 мА; расширенным диапазоном изменения частоты выходного напряжения; широкой номенклатурой аналоговых и дискретных входных и выходных сигналов; изолированным двунаправленным последовательным каналом в стандарте RS-485 для приема управляющей и передачи статусной информации преобразователя, и, что самое главное – они имеют весьма конкурентоспособные цены.

Несмотря на то, что тиристорные преобразователи напряжения не позволяют эффективно регулировать скорость асинхронных двигателей в длительных режимах работы, их низкая стоимость определила возможность их применения в другой области – для обеспечения плавного пуска асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором в так называемых «мягких пускателях».

Применение таких пускателей позволяет эффективно решать две задачи:

первая из которых - ограничение бросков тока при пуске двигателя, особенно негативно проявляющихся при работе двигателей от недостаточно мощных линий питания;

а вторая - снижение потерь в динамических режимах работы нерегулируемых электроприводов с частыми включениями-выключениями, поскольку из теории электропривода известно, что потери энергии при прямом пуске равны величине кинетической энергии, которая запасается в движущихся частях механизма. При плавном же пуске эти потери энергии минимизируются.

По завершении пуска двигатель оказывается подключен к сети напрямую через «мягкий пускатель», что позволяет, при необходимости, шунтировать последний обычным контактором, хотя это и не обязательно.

ООО «ЭЛПРИ» выпускает выполненную по схеме тиристорного преобразователя напряжения серию пускорегулирующих устройств УПР1 на номинальные токи от 25 до 400 А. В серии имеются как реверсивные, так и нереверсивные пускатели. При этом первые обеспечивают торможение двигателя противовключением или динамическим торможением, а вторые имеют исполнения с обеспечением режима динамического торможения двигателя и без обеспечения этого режима.

С 4-го квартала 2003 года будет запущена в производство новая серия устройств плавного пуска УПП. Благодаря применению цифровой системы управления эти преобразователи будут более удобны в эксплуатации, одновременно будет расширено число выполняемых ими функций, а стоимость будет на уровне стоимости устройств УПР1.

Все выпускаемые ООО «ЭЛПРИ» ПЧ имеют все виды средств собственной защиты, а также средства защиты подключенных к ним двигателей, что характеризует систему ПЧ-АД как очень надежную.

Следует отметить, что регулируемый электропривод сам по себе не может обеспечить эффективной работы технологической установки. Её эффективная работа обеспечивается надлежащими технологическими режимами, которые создаются специальной системой управления, в которой регулируемый привод является одним из элементов, хотя и очень важным.

Основной смысл использования регулируемого электропривода в САУ технологических установок заключается в том, чтобы привести в соответствие

режим работы механизма, например, насоса с режимом работы объекта, например, водопроводной или канализационной сети.

Дело в том, что нагрузка во многих случаях непрерывно изменяется во времени по случайным равновероятностным законам. Чтобы отслеживать эти изменения необходимо непрерывно регулировать режим работы механизма установки.

Например, чтобы подать увеличенный расход воды по трубопроводу напор на насосной станции надо увеличивать, а характеристики центробежных насосов таковы, что при увеличении водоподдачи напор, развиваемый насосом, падает. И, наоборот, при уменьшении расхода надо уменьшить напор насоса, а он увеличивается. Поэтому в периоды уменьшенного водопотребления системы водоснабжения работают с избыточным напором, который гасится в дросселирующих устройствах или в водоразборной арматуре у потребителя. При этом нерационально расходуется энергия на создание избыточных напоров. Под воздействием избыточных напоров, увеличиваются утечки и непроизводительные расходы воды, возникают повышенные механические напряжения в стенках труб. Несоответствие в режимах работы насосов и трубопроводов устраняется регулированием частоты вращения насосов в соответствии с изменениями водопотребления или притока сточных вод. В этом случае, при уменьшении частоты вращения насоса, развиваемый им напор уменьшается при уменьшении водоподдачи, а при увеличении частоты вращения напор увеличивается одновременно с увеличением водоподдачи. Таким образом, рабочие параметры насоса приводятся в соответствие с режимом работы водопроводной или канализационной сети. Чтобы изменить частоту вращения насоса его оснащают регулируемым электроприводом. То есть регулируемый привод является, своего рода исполнительным устройством, изменяющим частоту вращения насоса. Значение частоты вращения насоса, с которой он должен работать в тот или иной момент времени определяется системой автоматического управления (САУ) режимом работы насосной установки. Это значение устанавливается системой управления автоматически в зависимости от многих факторов: расхода воды в

системе, уровня воды в резервуарах, статического и динамического противодавления, количества параллельно работающих насосов и насосных установок и т.д.

В качестве примера такой САУ можно привести шкаф управления канализационной насосной станцией, выполненный на базе программируемого контроллера и наших преобразователей. На этом и других комплектных устройствах управления я остановлюсь подробнее в сообщении, которое будет представлено Вам позднее.

Опыт внедрения и эксплуатации разработанных систем показал, что они обеспечивают высокоэффективную и экономичную работу оборудования. Так, например, в насосных установках как по нашим данным, так и по данным, приводимым в различных публикациях, обеспечивается:

- экономия 5—15%, а в отдельных случаях до 25—30% электроэнергии, расходуемой на перекачку чистых и сточных вод;
- снижение расхода чистой воды на 2—5 % за счет стабилизации давления в водопроводной сети и соответственно уменьшения утечек и нерациональных расходов воды;
- сокращение сброса сточных вод в канализацию на 2—4 % благодаря снижению утечек и нерациональных расходов воды;
- уменьшения износа гидромеханического и электротехнического оборудования благодаря сокращению количества пусков и остановок насосных агрегатов;
- снижение вероятности возникновения аварий, вызванных гидравлическими ударами, благодаря плавному изменению режимов работы насосных установок.