

ПРИМЕНЕНИЕ ЧАСТОТНО РЕГУЛИРУЕМОГО ПРИВОДА – КАК ЭФФЕКТИВНЫЙ МЕТОД ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

Жумагалиева Ж.С., Муралев У.Д.

Бұл мақалада жиілікпен реттелетін жетек арқылы энергияны тиімді үнемдеу әдісі қарастырылға. Өндірістік сораптар мен желдеткіштер үшін.

This article discusses the method of effective energy saving with the use of frequency controlled drive. For industrial pumps and ventilators.

В последнее время во всем мире необходимости энергосбережения придается огромное значение. Эта проблема становится наиболее обсуждаемой и популярной и в нашей стране. Динамика производства и потребления электроэнергии в Казахстане с 2000 года по 2009 год показывает, что ежегодный прирост потребления электроэнергии складывался на уровне 6-8%. Но если, например, в целом за 8 месяцев 2008 года выработка электроэнергии составила 107,6 %, то потребление за 8 месяцев – на уровне 108,3 %.

С резким ростом цен на энергоносители проблема энергопотребления и экономии топливно-энергетических ресурсов чрезвычайно обострилась. В связи с этим во всех сферах промышленного производства полным ходом идут разработки оборудования, которое позволяет достигать максимального КПД и минимизировать энергопотребление.

В условиях дефицита электроэнергии наиболее остро стоит вопрос ее эффективного использования и энергосбережения.

В Казахстане энергоемкость производимой продукции и ВВП страны в целом в 3-5 раз выше, чем в развитых странах. Для сравнения, энергоемкость у нас в 5 раз выше, чем в Японии и Италии. [1].

В наше время практически всю механическую энергию для работы машин и механизмов получают за счет электрической энергии, используя для этого электроприводы. Именно они потребляют более 65% всей вырабатываемой в стране электроэнергии. Рост тарифов вынуждает искать пути сокращения расходов на электроэнергию. Ведь уже сейчас стоимость электричества, потребляемого ежегодно одним средним электродвигателем, почти в 5 раз превосходит его собственную стоимость. Устранение нерационального расхода средств всё чаще решается сегодня с помощью высоких технологий. Одно из главных направлений в этом занимает внедрение в различные отрасли промышленности и коммунальное хозяйство регулируемых электроприводов на основе частотного преобразователя или инвертора. (Рисунок)

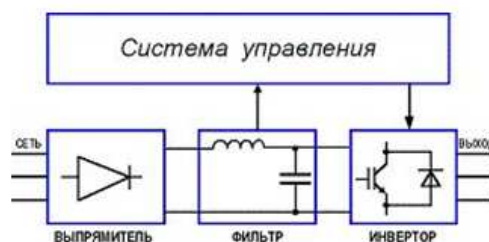


Рисунок. Структурная схема преобразователя частоты с промежуточным контуром постоянного тока.

Частотный преобразователь (ЧП), или по международной терминологии – инвертор, представляет собой электронное статическое устройство, предназначенное для управления асинхронным или синхронным электродвигателем переменного тока. На выходе преобразователя формируется электрическое напряжение с переменной амплитудой и частотой. Само название «частотный преобразователь» обусловлено тем, что регулирование скорости вращения ротора двигателя осуществляется изменением частоты напряжения питания, подаваемого на двигатель от преобразователя. То есть, инвертор преобразует напряжение питающей сети 220В/380В частотой 50Гц в выходное импульсное напряжение, которое формирует в обмотках двигателя синусоидальный ток частотой от 0 до 400 Гц и выше.[2].

Основными элементами частотно-регулируемого электропривода являются трехфазный электродвигатель переменного тока и инвертор, который обеспечивает, как минимум, плавный пуск электродвигателя, его остановку, изменение скорости и направление вращения. Возможность такого регулирования улучшает динамику работы электродвигателя и, тем самым, повышает надежность и долговечность работы технологического оборудования. Более того, инвертор позволяет автоматизировать управление электрическим двигателем, составляющим основу механического привода практически любого технологического процесса. При этом создается система с обратной связью, где инвертор автоматически изменяет скорость вращения электродвигателя таким образом, чтобы поддерживать на заданном уровне различные параметры системы, например, давление, расход, температуру, уровень жидкости и т.п. За счет оптимального управления электродвигателем в зависимости от нагрузки, потребление электроэнергии в насосных, вентиляторных, компрессорных и др. агрегатах снижается на 40-50%, а пусковые токи, составляющие 600-700% от номинального значения, исчезают совсем. Таким образом, применение регулируемых электроприводов на основе частотных преобразователей позволяет создать новую технологию энергосбережения, в которой не только экономится электрическая энергия, но и увеличивается срок службы электродвигателей и технологического оборудования в целом.

Основные возможности частотных преобразователей:

- плавный пуск и остановка двигателя;
- изменение направления вращения двигателя;
- оптимизация режимов работы двигателя в зависимости от режима эксплуатации;
- регулировка частоты выходного напряжения от 0 до 400 (1600 Гц), т.е., обеспечение тем самым необходимой частоты вращения вала двигателя;
- отображение на цифровом дисплее основных параметров системы:
 - заданной скорости;
 - выходной частоты;
 - тока и напряжения двигателя;
 - выходной мощности;
 - момента;
 - состояния дискретных входов;

- общего время работы преобразователя;
- осуществление самозащиты и защиты двигателя по следующим функциям (большинство ЧП):
 - от замыкания выходных фаз;
 - от замыкания выходных фаз на землю;
 - от перенапряжения;
 - от пониженного напряжения;
 - от перегрева выходных каскадов;
 - от пропадания фазы на входе;
 - от ошибок передачи данных;
 - от ошибки пропадания фаз на выходе;
 - токовая защита двигателя мгновенного действия;
 - токовая защита двигателя от перегрузки по току;
 - защита двигателя от перегрева;
- управление ЧП со встроенной или выносной цифровой панели управления, или с помощью внешних сигналов (во втором случае скорость вращения задается аналоговым сигналом 0-10В или 4-20мА, а команды пуска, останова и изменения режимов вращения подаются дискретными сигналами). Можно отображать параметры системы в виде графиков на выносной графической панели управления;
- возможность управления ЧП через последовательный интерфейс (RS-232, RS-422, RS-485) или от внешнего ПЛК с использованием специального протокола (Profibus, Interbus, Device-Net, ModBus и т.д.).

По имеющимся в литературе оценкам, экономия электроэнергии при использовании частотно-регулируемого электропривода в механизмах составляет ориентировочно:

Насосы -	25%-60%
Компрессоры -	25%-40%
Вентиляторы -	25%-60%
Центрифуги -	30%-50%
Дымососы -	30%-80%

Ресурсосберегающий эффект регулируемого электропривода определяется его регулирующей способностью и возможностью плавных пусков и остановок насосов, вентиляторов и других механизмов.

Энергосбережение обеспечивается за счет:

- работы механизмов большую часть времени на пониженных частотах вращения с уменьшением циклических, динамических и вибрационных нагрузок;
- снижения нагрузок при пусках и в переходных режимах до уровня безвредных;
- исключения бросков тока в обмотках электродвигателей при пусках и снижение величины пусковых токов до номинальных значений;

Наибольший экономический эффект даёт применение ЧРП в системах вентиляции, кондиционирования и водоснабжения, где применение ЧРП во многих странах стало фактически стандартом. Использование частотно

регулируемого привода на базе преобразователя частоты (ПЧ) автоматического управления электроприводов (центробежных насосов), используемых в системах водоподачи, вентиляции, дымососов и т.п., позволяет перевести режим работы насосов из циклического (старт-стопного) в режим постоянной работы с необходимой производительностью. Такие системы эффективны на объектах водоканала, очистных сооружений, теплоцентрали и т.п. Поступающий на контроллер ПЧ сигнал с датчика давления будет обеспечивать поддержание в системе водо- и теплоснабжения постоянное давление. Таким образом, изменяя обороты двигателя, будет поддерживаться производительность насосов, регулироваться реальными расходами теплоносителя, воды, газа и т.п. Практика показывает, что при повышении давления в системах при старт-стопном режиме возникают гидравлические удары, при этом резко возрастает аварийность в трубопроводах и значительно повышаются «протечки». На каждую атмосферу давления «протечки» трубопроводов возрастают на 7%. Экономия электроэнергии составляет до 30%.

Косвенная экономия состоит из продления ресурса двигателя, коммутационных агрегатов в несколько раз, снижение аварийных состояний трубопроводов и снижение «протечек» от 5% до 25%. Эта величина определяется техническим состоянием трубопроводов, давлением в них и присутствием гидравлических ударов.[3].

Опыт индустриально развитых стран показывает, что при эффективной технической политике вопрос о том, куда направлять капиталовложения – на увеличение производства электроэнергии или на энергосбережение, в подавляющем большинстве случаев решается в пользу инвестиций в энергосбережение.

По данным консалтинговой группы ARC Advisory Group (США), в 2004 году мировой рынок регулируемых электроприводов оценивался примерно в 2,5 млрд. USD и в последующие несколько лет рос ежегодно на 5-6%. Предполагается, что уже сегодня в индустриально развитых странах соотношение нерегулируемого и регулируемого электропривода составляет 1:1. В России регулируемый электропривод составляет пока не более 2-2,5% всего рынка приводов [4], а в Казахстане и того меньше. Создание силовых полупроводниковых приборов с новыми свойствами и характеристиками позволяет сегодня осуществлять преобразование электрической энергии в формах, наиболее удобных для ее регулирования, что открывает широкие возможности для создания технически совершенных регулируемых электроприводов. А использование достижений микропроцессорной и компьютерной техники принципиально изменило элементную базу, функциональные возможности и «интеллект» систем управления электроприводами.

В спектре средств силовой электроники для автоматизированного электропривода с асинхронными двигателями особое место занимают высоковольтные преобразователи с регулируемой выходной частотой. В парке асинхронных двигателей Казахстана значительная доля приходится на высоковольтные двигатели напряжением 6000 В, шкала мощностей которых охватывает ряд от 250 до 8000 кВт. Очевидно, что наибольший энерго- и

ресурсосберегающий эффект следует ожидать при переводе в режим с регулируемой частотой вращения насосов и вентиляторов именно с такими приводными двигателями.

Например, по данным EPRI (институт электроэнергетики США), в рамках реализации программы по реконструкции 60 энергоблоков ТЭС в период с 1986 по 1995 год введены более 300 частотно-регулируемых асинхронных электроприводов мощностью от 630 до 4500 кВт напряжением 2400, 4160 и 6600 В, что обеспечило годовую экономию электроэнергии около 1 млрд кВт·ч. Помимо прямой экономии электроэнергии, применение мощных частотно-регулируемых электроприводов с ВПЧ позволило поднять мощность энергоблоков.

Аналогичные работы в России были начаты в 1995 г. в ОАО «Мосэнерго» в рамках реализации программы энергосбережения.

За 10 лет специалистами ОАО «ВНИИЭ» были введены 28 частотно-регулируемых асинхронных электроприводов мощностью от 500 до 4000 кВт напряжением 3300 и 6000 В. Только прямая экономия электроэнергии от внедрения этих электроприводов на ТЭЦ и насосно-перекачивающих станциях тепловых сетей превышает 100 млн кВт·ч в год.[5]

Практически подтвержденными выгодами от внедрения ЧРП являются:

- экономия электроэнергии 20...50 %;
- экономия воды до 15 %;
- экономия тепла ~ 5 %;
- снижение пусковых токов;
- исключение гидравлических ударов в системе;
- экономия топлива;
- минимизация затрат на обслуживание;
- продление срока службы оборудования;
- снижение вероятности аварийных ситуаций;
- возможность точной настройки режима работы технологической системы;
- возможность гибкого управления с применением АСУ;
- повышение производственной безопасности.

К сожалению, в Казахстане процесс внедрения частотно регулируемых приводов идет очень медленно. Так, например, при общей мощности установленных электродвигателей около 23800 кВт на ТОО «МАЭК-Казатомпром», снабжающим электроэнергией и всеми видами воды Мангистаускую область, имеется около десятка частотно-регулируемых приводов, из которых в работе находятся только два, и то на введенных в эксплуатацию в 2008 году опреснительных установках израильского производства, что составляет менее 2% от используемых электроприводов. Причин здесь достаточно много – инерционность мышления, необходимость больших капиталовложений в производство, неэффективная законодательная база, которая не создает заинтересованности субъектов естественных монополий в снижении себестоимости производства. Но ситуация с природными энергоносителями становится все более напряженной и уже сейчас необходимо использовать все возможности для повышения энергосбережения и эффективности производства. Использование частотных преобразователей и является одним из тех решений, что лежат на поверхности.

Литература:

1. Развитие энергетики и энергосбережение – важнейшие элементы экономического роста и социального благополучия. //Энергетика №4(27) Ноябрь 2008.С6.
2. В.И. Ключев, В.М. Терехов. Электропривод и автоматизация общепромышленных механизмов. Энергия. 1980.
3. Высоковольтные преобразователи для частотно-регулируемого электропривода построение различных систем», Григорий Лазарев, к. т. н., член-корр. АЭН РФ, г. Москва
4. http://www.privod-sta.ru/?doc=chp_catalog
5. <http://www.stepmotor.ru/articles/chastotniki.php>