

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМЫХ ПРИВОДОВ ВО ВЗРЫВООПАСНЫХ ЗОНАХ

Гурин Сергей,

заместитель начальника управления по надзору за предприятиями химической промышленности и хлебопродуктов Госпромнадзора

Слука Михаил,

заведующий НИЛ, доцент кафедры «Электропривод и автоматизация промышленных установок» ГУВПО «Белорусско-Российский университет»

Черная Лариса,

к. т. н., доцент кафедры «Электропривод и автоматизация промышленных установок» ГУВПО «Белорусско-Российский университет». к. т. н.

Высокая эффективность применения автоматизированного регулируемого электропривода для регулирования параметров и оптимизации работы различных технологических систем с механизмами, особенно с насосными и вентиляционными установками, работающими в переменных режимах, подтверждена многолетним мировым опытом.

Регулируемый электропривод обеспечивает три основные взаимосвязанные функции: управление технологическим процессом рабочей установки в соответствии с предъявляемыми к нему требованиями, электромеханическое преобразование энергии с максимальной его эффективностью, повышение надежности, срока службы и межремонтных ресурсов оборудования.

Как правило, в большинстве технологических систем установлены электродвигатели в расчете на максимальную производительность оборудования, в то время как часы пиковой нагрузки, т.е.

время работы оборудования с максимальной производительностью, составляют всего 10–15 % общего времени работы оборудования. В результате, электродвигатели, работающие с постоянной скоростью вращения, потребляют значительно (до 50 %) больше электроэнергии, чем это требуется для обеспечения оптимального технологического процесса.

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

За счет этого обеспечивается:

– работа механизмов большую часть времени на пониженных частотах вращения с уменьшением циклических динамических и вибрационных нагрузок на подшипники, уплотнения, крепления, фундаменты механизмов и электродвигателей и соответствующим увеличением их ресурса и межремонтного пробега;

– снижение механических, гидравлических и электродинамических нагрузок при пусках и в переходных режимах;

– исключение бросков тока в обмотках электродвигателей при пусках и снижение величины пусковых токов до номинальных значений;

– поддержание оптимального гидравлического режима и исключение возможности возникновения гидравлических ударов в трубопроводных системах и разрывов трубопроводов при пусках и остановках насосов и в других переходных режимах;

– исключение износа трубопроводной арматуры в связи со снятием с них регулирующих функций;

– исключение из конструкции вентиляционных установок регулирующих заслонок.

В практике экономический эффект от повышения надежности, срока службы и межремонтных ресурсов оборудования (насосных и вентиляционных агрегатов, арматуры и коммутационной электротехнической аппаратуры) за счет щадящих режимов оценивается выше экономического эффекта от экономии электроэнергии. Зарубежный опыт показывает: применение регулируемого электропривода в 3–4 раза повышает долговечность оборудования, в 2–3 раза сокращает операции по замене наиболее нагруженных элементов и узлов оборудования, что сокращает эксплуатационные затраты.

Реализация основных функций требует особого подхода к выбору и эксплуатации регулируемого электропривода по сравнению с нерегулируемым. Вместе с тем, возникают проблемы по выбору и внедрению регулируемого электропривода, особенно для взрывоопасных зон.

За последние годы произошло заметное сокращение числа специализированных проектных организаций в области автоматизированного электропривода. Это привело к тому, что решение по выбору регулируемого электропривода все чаще стало приниматься организациями, которых больше беспокоит выигрыш тендера на заказ и поставку электрооборудования, нежели конечный результат по внедрению. Исчезла согласованность проектных и наладочных организаций, проекты по применению частотно-регулируемых электроприводов во взрывоопасных зонах не согласовываются по взрывозащите в установленном порядке. В итоге появились примеры, когда предлагаемый электропривод оказывается либо неспособным обеспечить в полном объеме предлагаемые к нему технологические требования, либо его эксплуатационная надежность заметно уменьшается, а в ряде случаев может привести к авариям.

Частотно-регулируемый электропривод нужно рассматривать в совокупности с источником электроснабжения, коммутационными аппаратами, кабелями сети, кабелями электродвигателя, кабелями управления, фильтрами, заземлением, дополнительными устройствами, электродвигателем, преобразователем частоты, а также условиями их монтажа на объектах и режимами работы всего оборудования с учетом требований гл. 7.3 ПУЭ для данного класса взрывоопасной зоны, категории и группы взрывоопасной смеси.

На рис. 1 представлена рекомендуемая силовая схема преобразователя частоты (ПЧ) и его внешних соединений.

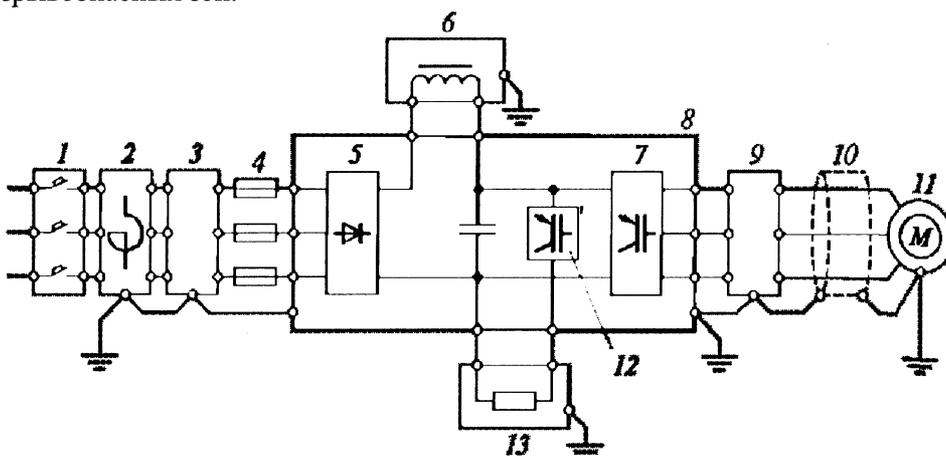


Рис. 1. Рекомендуемая схема ПЧ и его внешних соединений: 1 – автоматический выключатель; 2 – входной дроссель; 3 – входной фильтр; 4 – быстродействующий предохранитель; 5 – выпрямитель; 6 – дроссель постоянного тока; 7 – инвертор; 8 – преобразователь частоты; 9 – выходной фильтр; 10 – экранированный кабель; 11 – асинхронный двигатель; 12 – тормозной модуль или коммутатор; 13 – тормозной резистор

Подключение ПЧ к сети осуществляется через автоматический выключатель и /или контакторы и быстродействующие предохранители.

Входной (сетевой) дроссель повышает защиту ПЧ от перенапряжений. Кроме того, ПЧ, являясь источником 5-, 7-, 11- и 13-й гармоник, может влиять через сеть на другие потребители энергии. В этом случае использование входного дросселя также считается оправданным.

Так как частота переключений транзисторов в инверторе напряжения составляет 15–20 кГц, то ПЧ является и источником высокочастотных помех. Для уменьшения высокочастотных помех используется входной фильтр.

Высокий уровень высокочастотных помех может генерироваться выходным кабелем ПЧ, поэтому кабель между ПЧ и двигателем, как правило, экранированный, с обязательным заземлением на концах. Дополнительно может использоваться выходной фильтр. Входной и выходной фильтры устанавливаются на минимально возможном расстоянии от ПЧ, или, если это невозможно, они соединяются с ПЧ экранированным кабелем, заземленным на обоих концах.

Кроме того, уменьшить влияние помех позволяет отдельная прокладка силовых, информационных кабелей и кабелей от разных ПЧ (рекомендуемое минимальное расстояние между кабелями 250–300 мм), а также прокладка их в металлических трубах и коробах, использование экранированных информационных кабелей, правильное заземление всех электропроводок.

Правильная установка заземления очень важна вообще, но в приводе с преобразователем частоты этому должно быть уделено специальное внимание, чтобы гарантировать (дополнительно):

- работу всех защитных устройств и реле;
- допустимый уровень электромагнитных помех;
- допустимый уровень несущего напряжения, чтобы избежать токов, приводящих к повреждениям (отказам).

Необходимо учитывать, что в приводе с частотным преобразователем сумма напряжений фаз никогда не равна нулю. Это становится причиной трудности сохранения на корпусе двигателя нулевого потенциала. Важно провести дополнительно выравнивание потенциала между корпусом двигателя и приводным оборудованием, даже если они установлены на общем стальном основании.

Широтно-импульсная модуляция (ШИМ) выходного напряжения ПЧ имеет негативные последствия:

– возникновение пиковых перенапряжений в кабеле и на обмотках двигателя, которые в 2–4 раза превышают номинальное напряжение двигателя. Пики напряжений увеличиваются с увеличением несущей частоты ШИМ и длины кабеля;

– генерацию емкостных зарядных токов в кабеле двигателя;

– создание дополнительного шума двигателем.

Эти отрицательные последствия могут быть ослаблены использованием выходных фильтров, однако они накладывают ограничения на длину кабеля, что актуально для применения частотно-регулируемых электроприводов во взрывоопасных зонах (заводы-изготовители обычно указывают максимально допустимую длину кабеля между ПЧ и двигателем, класс и диэлектрическую проницаемость изоляции двигателя, передаточный импеданс экрана кабеля двигателя и кабеля управления).

Для уменьшения шума двигателя от высокочастотных составляющих тока двигателя используют выходной фильтр, либо увеличивают частоту коммутации ШИМ, а иногда применяют и то, и другое одновременно.

При проектировании и монтаже частотно-регулируемых взрыво-защищенных электроприводов следует учитывать требования ТНПА, действующие в Республике Беларусь, а также рекомендации заводов-изготовителей ПЧ. Подробные рекомендации для конкретных приводов с учетом исполнительных механизмов и условий их эксплуатации на предприятиях разрабатываются в установленном порядке НИЛ «Взрывозащищенное электрооборудование» Белорусско-Российского университета.

При модернизации взрывозащищенного электрооборудования с применением автономных инверторов для питания асинхронных двигателей следует проявлять осторожность, особенно, если инвертор не специфицирован в комплекте с двигателем. Это связано с дополнительным нагревом двигателя и ухудшением охлаждения самовентилируемых машин и, как следствие, понижением температурного класса оборудования вследствие повышения максимальной температуры поверхности (в некоторых случаях максимальная температура может возникнуть на валу двигателя). В подобных случаях обязательно следует проводить совместные испытания частотно-регулируемых электроприводов и приводных механизмов, установленных во взрывоопасных зонах, а сам проект по модернизации согласовывать в установленном порядке.

Таким образом, особенность применения частотно-регулируемых электроприводов для взрывоопасных зон заключается в следующем.

1. Применение частотно-регулируемых электроприводов экономически целесообразно, т.к. позволяет экономить электроэнергию, повышать надежность и совершенствовать управление технологическим процессом.

2. Проектирование и внедрение частотно-регулируемых электроприводов во взрывоопасных зонах в обязательном порядке должно быть согласовано с Госпромнадзором на соответствие действующим в Республике Беларусь ТНПА.

3. При модернизации нерегулируемых асинхронных электроприводов с целью применения частотно-регулируемых следует проявлять особую осторожность по использованию силовых кабелей, кабелей управления электродвигателей (по причине нагрева) и проводить совместные испытания частотно-регулируемого электропривода и приводного механизма с последующим согласованием в установленном порядке проекта по модернизации.

Литература

1. Правила устройства электроустановок / Минэнерго СССР. — 6-е изд., перераб. и доп. — ЗАО «Ксения», 2005.
2. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей и Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей / Минэнерго СССР. — 4-е изд., перераб. и доп. — ЗАО «Ксения», 2005.
3. ГОСТ 30852.0-2002 Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 0 Общие требования / Минск, Госстандарт Республики Беларусь. — 2003, с. 47.
4. ГОСТ 30852.8-2002 Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 7 Защита вида e / Минск, Госстандарт Республики Беларусь. — 2003, с. 49.
5. ГОСТ 30852.13-2002 Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 14 Электроустановки во взрывоопасных зонах (кроме подземных выработок) / Минск, Госстандарт Республики Беларусь. — 2003, с. 41.
6. ГОСТ 30852.16-2002 Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 17 Проверка и техническое обслуживание электроустановок во взрывоопасных зонах (кроме подземных выработок) / Минск, Госстандарт Республики Беларусь. — 2003, с. 17.
7. ГОСТ 30852.18-2002 Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 19 Ремонт и проверка электрооборудования, используемого во взрывоопасных газовых средах (кроме подземных выработок или применений, связанных с переработкой и производством взрывчатых веществ) / Минск, Госстандарт Республики Беларусь. — 2003, с. 24.