

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ, НАЛАДКИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ
ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯМИ ФИРМЫ
ROCKWELL AUTOMATION

Беляев Д. В.
(Rockwell Automation, Москва)

1. РЕГУЛИРУЕМЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД КАК ИНСТРУМЕНТ ЭНЕРГО И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ

Около 65% электроэнергии в промышленности, электроэнергетике, ЖКХ и др. отраслях расходуется электроприводами насосных и вентиляторных установок, работающих с постоянной частотой вращения. Сегодня непрерывно растет число предприятий, рассматривающих применение электроприводов с регулируемой частотой вращения как ключ к энергосбережению, повышению рентабельности и конкурентоспособности предприятия, улучшению экологической обстановки. Принцип экономии электроэнергии регулируемым электроприводом весьма прост:

- Регулирование осуществлять не заслонками, задвижками, шиберами, а изменением скорости вращения вала насосов и вентиляторов
- Для центробежных насосов и вентиляторов:
 - (Расход) ~ (Частота вращения)
 - (Давление) ~ (Частота вращения) в квадрате
 - (Подводимая Мощность) ~ (Частота вращения) в кубе
- Если требуемый расход составляет 80% от номинального:
 - Требуется скорость вращения, составляет 80% от номинальной
 - Подводимая мощность падает до 51% от номинальной!

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 ARCAdvisoryGroup (США), в 2005 году мировой рынок регулируемых электроприводов оценивался примерно в 2,5 млрд USD и в ближайшие несколько лет будет расти ежегодно на 5,3%. Предполагается, что за пять лет в индустриально развитых странах соотношение нерегулируемого и регулируемого электропривода составит 1:1. В СНГ регулируемый электропривод составляет пока не более 2–2,5% всего рынка приводов.

1.1 ТРАНСПОРТ НЕФТИ.

В 1996 году институтом "ШТГЭР" (Уфа) был выполнен комплекс работ по исследованию эффективности применения регулируемого электропривода для насосно-перекачивающих станций (НПО) магистральных нефтепроводов и проектные разработки по реализации регулируемого электропривода на конкретных НПС АО "Приволжские МН", АО "Черноморские МН" и АО "Северо-Кавказские МН".

Работы показали, что оптимизация работы насосного оборудования и магистральных нефтепроводов с помощью регулируемого электропривода обеспечит:

- автоматическую синхронизацию и оптимизацию режимов последовательно работающих НПС на магистральном нефтепроводе,
 - увеличение за счёт этого пропускной способности магистральных нефтепроводов,
- исключение условий возникновения гидравлических ударов и предотвращение за счёт этого аварийных разрывов магистральных трубопроводов,
 - "щадящие" режимы и увеличение ресурса работы насосного оборудования,
 - экономию до 30-40% электроэнергии, потребляемой насосными агрегатами.

Следует отметить, что около половины потребителей регулируемого электропривода высокого напряжения в развитых странах мира (США, Канада) приходится на предприятия трубопроводного транспорта нефти и нефтехимической промышленности.

1.2. НЕФТЕДОБЫВАЮЩАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ.

В последнее время особую актуальность в нефтедобывающей промышленности приобретает проблема совершенствования технологических процессов и повышения надежности и долговечности оборудования нефтедобывающих промыслов с целью снижения на этой основе себестоимости добычи нефти и газа и понижения отпускных цен на органическое топливо, как средства снижения энергоёмкости валового национального продукта.

На нефтедобывающих промыслах используются нерегулируемые электродвигатели с постоянной частотой вращения, которые не исключают вредных динамических воздействий на оборудование в процессе работы и в переходных режимах, что приводит к необходимости частой замены наиболее нагруженных узлов и выходу оборудования из строя.

Применение регулируемого электропривода обеспечивает:

- регулирование осевого давления на долото в режимах бурения в заданных параметрах;
- требуемые скоростные характеристики привода буровых лебедок во всех четырех квадрантах механической характеристики;
- минимизацию нагрузок на механические элементы станков-качалок устройств откачки нефти из скважин;
- исключение вредных динамических механических, гидравлических и электрических воздействий на скважинные насосы и трубопроводы.

Зарубежный опыт показывает, что применение регулируемого электропривода в 3-4 раза повышает долговечность оборудования, в 2-3 раза сокращает операции по замене наиболее нагруженных элементов и узлов оборудования и, соответственно, снижает эксплуатационные затраты по нефтедобыче. Завод «УРАЛМАШ» в 2002 – 2006гг. произвел 22 буровых установки, оснащенных регулируемым электроприводом. 3-х летний опыт эксплуатации подтвердил вышеизложенное.

1.3. ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА

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

экономии 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 было установлено 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.

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ, ПРЕДПРОЕКТНАЯ ПОДГОТОВКА.

Высоковольтный регулируемый электропривод фирмы Rockwell Automation (бюллетень PF7000) предназначен для управления асинхронными и синхронными электродвигателями на напряжение 6кВ и мощностью от 300кВт до 24МВт. Для управления двигателями на напряжение 10кВ вместо изолирующего трансформатора используется понижающий 10\6кВ, а у двигателя обмотка переключается со «звезды» на «треугольник» Спецификой PF7000 является то, что он выполнен на основе инвертора тока с ШИМ. Как результат мы управляем стандартными электродвигателями без снижения их номинальной мощности и без дополнительных фильтров на выходе электропривода. Специальных требований к изоляции двигателей и высоковольтных кабелей нет. Расстояние от электропривода до двигателя не ограничено, что упрощает определение места установки. Два примера: 1. погружной насос в Мексиканском заливе – расстояние от электродвигателя до привода – 14км; 2. Минская ТЭЦ4 – с 1997г. управление двигателем ДАЗО 1250кВт, 1966г. выпуска, производства Армении.

В зависимости от существующей у заказчика системы энергоснабжения мы предлагаем 6-ти, 18-ти, или ШИМ выпрямитель. При установке своего оборудования фирма Rockwell Automation несет ответственность за соответствие ГОСТР формы высоковольтного напряжения без применения фильтро - компенсирующих устройств. Электропривод PF7000 снабжен необходимыми цепями для подключения его к существующим вакуумным или масляным ячейкам КРУ.

Присущий электроприводу PF7000 режим рекуперации позволяет осуществлять торможение инерционных нагрузок без применения специальных тормозных модулей.

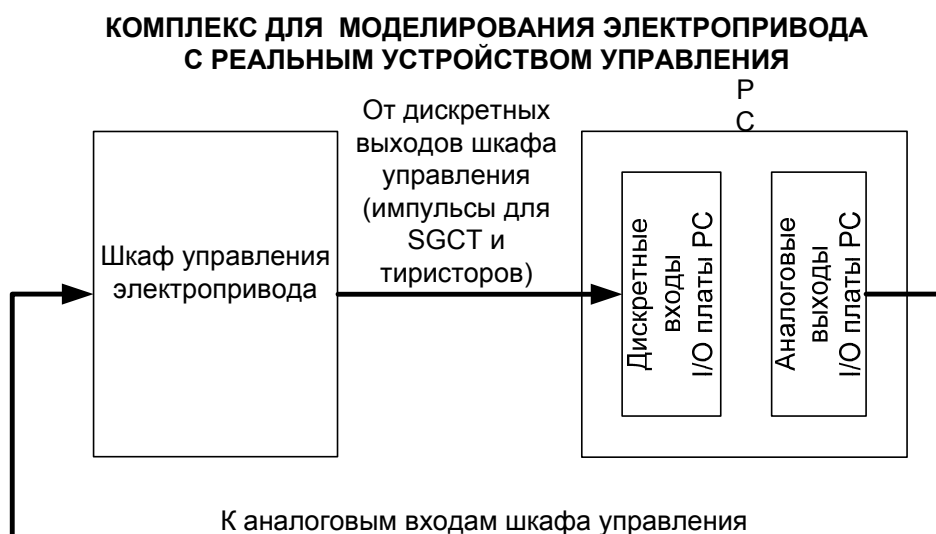
Управление одним электроприводом группой электродвигателей с возможностью переключения на байпас любого из них, автоматический подхват вращающегося по инерции двигателя, являются стандартной опцией с поставкой “под ключ” комплектной высоковольтной системы. Существенно, что один электропривод может управлять группой асинхронных и синхронных двигателей. Например, в проекте модернизации НПС «Жуан Тюбе» один электропривод управляет двумя бесщеточными синхронными двигателями СТДП 2500 и двумя асинхронными двигателями 1250кВт. Данный проект прошел техническую экспертизу и получил положительное заключение заказчика ЗАО «КазТрансОйл».

Описанные выше особенности и требования заказчика являются основой для составления проекта. Нами разработаны опросные листы, по результатам заполнения которых составляется спецификация и начинается изготовление высоковольтного электропривода. Каждый высоковольтный привод индивидуален, срок изготовления – 4-6 месяцев, еще 1 -1,5 месяца занимает доставка. Через два месяца после составления спецификации заказчик получает полный комплект проектной документации, в

которую могут быть внесены изменения. Как правило, в это время мы наиболее плотно работаем с местными проектными организациями.

2. ПОДГОТОВКА К НАЛАДКЕ И НАЛАДКА.

Наладка может производиться только сертифицированными, получившими соответствующую лицензию от завода – изготовителя специалистами. Перед наладкой специалисты фирмы Rockwell Automation могут выезжать к заказчику для шеф – монтажа и проведения консультаций, после чего заказчик должен заполнить специальный опросный лист, состоящий из 14-ти простых пунктов: оборудование установлено и закреплено, заземление, подключение высоковольтных цепей и цепей управления выполнено согласно документации и так далее. Запрос на проведение наладочных работ должен быть отослан не менее чем за месяц до их начала. Значительно облегчает наладку уникальный стенд, структура которого приведена ниже.



Стенд состоит из реального шкафа управления высоковольтного электропривода, дискретные сигналы управления тиристорами заведены в РС, в котором существует модель силовой части привода и модели любых двигателей и нагрузок. Аналоговые сигналы из РС, соответствующие сигналам токов и напряжений с датчиков выпрямителя и инвертора заведены в шкаф управления. Стенд работает в реальном режиме времени.

Следует отметить, что шкаф управления один и тот-же как для синхронных, так и асинхронных электроприводов для всех диапазонов напряжений: от 2400 до 6600В и мощностей: от 400 до 24000кВт.

Перед наладкой на объекте происходит наладка на стенде. Вводятся параметры двигателя и нагрузки, осуществляется программирование привода, с контрольных точек снимаются реальные осциллограммы, конечные значения программируемых параметров выгружаются в ноутбук, чтобы после быть загруженными в электропривод заказчика.

Существенной особенностью электропривода PF7000 является режим самонастройки, а так же режим высоковольтного испытания оборудования при номинальном токе без подключения электродвигателя, когда тиристоры выпрямителя замыкаются на тиристоры инвертора через дроссель звена постоянного тока.

Указанные возможности позволяют существенно сократить время наладки и время остановки производства. Регламентное время ввода в эксплуатацию одного высоковольтного электропривода с воздушным (до 4000кВт) охлаждением при

одновигательном применении – 24 часа (при условии полной монтажной готовности). В апреле этого года за 24 часа одним специалистом были введены в эксплуатацию два высоковольтных (6кВ, 400кВт) электропривода газоочистки на Липецком металлургическом комбинате.

Необходимо отметить, что первые высоковольтные электроприводы фирмы Rockwell Automation на территории Евразии были введены в эксплуатацию в октябре 1995г. в городе Москва. К июлю 2006г. реализовано 154 высоковольтных проекта. Сегодня в Москве находится Европейский высоковольтный технический центр, с уникальным оборудованием, классом для обучения персонала заказчика и складом запасных частей. Высококвалифицированные специалисты Московского офиса осуществляли ввод в эксплуатацию высоковольтного электропривода не только в СНГ, но и в Польше, Израиле, Бельгии, Люксембурге.

3. ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ТРЕБОВАНИЯ К ОПЕРАТИВНОМУ ПЕРСОНАЛУ.

Существует подробное “Руководство пользователя PF7000”, переведенное на русский язык, однако раздел “Техническое обслуживание” занимает в нем мало места. Для приводов с воздушным охлаждением необходимо “ в зависимости от условий эксплуатации, периодически удалять пыль с радиаторов, проверять механические крепления и напряжения в контрольных точках” Для приводов с жидкостным охлаждением, помимо этого, необходимо заменять картридж деионизатора по показаниям датчика проводимости. Как правило, после ввода в эксплуатацию, мы сами составляем перечень и периодичность регламентных работ, основываясь на нашем опыте и конкретных условиях заказчика.

Установка нашего высоковольтного оборудования не только в Москве, но и в Белоруссии, Липецке, Мирном, Норильске определило следующие требования. Необходимо наличие обученного персонала способного адекватно реагировать на нештатные ситуации, грамотно обращаться с диагностическим буфером ошибок и способного провести несложный ремонт, следуя нашим рекомендациям. Необходим локальный склад критических запасных частей.

Важно, что обучение персонала мы проводим на стенде с реальными характеристиками двигателя и нагрузки и с отработкой наиболее часто встречающихся ситуаций, таких как заклинивание вала двигателя, просадка или пропадание высокого напряжения или напряжения цепей управления и др.

В целом, оборудование фирмы Rockwell Automation отличается высокой надежностью. Так, для электропривода PF7000, среднее время между двумя неисправностями составляет 78000 часов. Это статистические данные по всем установленным электроприводам, причем по мере ввода в эксплуатацию новых изделий, эта цифра увеличивается в среднем на 4000 часов в год.

Положительный опыт эксплуатации наших высоковольтных систем на объектах РАО ЕЭС, Норильского Никеля, АЛРОСЫ и других отражен в официальных документах.

В заключение следует отметить, что высоковольтная продукция фирмы Rockwell Automation имеет сертификат соответствия ГОСТР и разрешение ГОСГОРТЕХНАДЗОРА.

Тел.: +7 495 956 0464, факс: +7 495 956 0469, E-mail: dbeliaev@rockwell.ru