

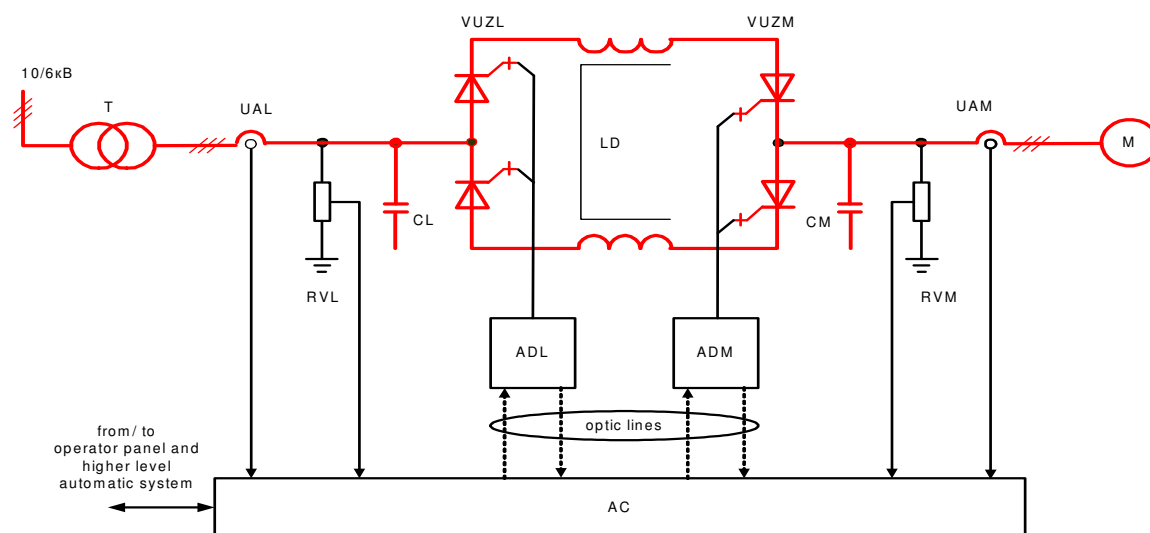
# ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ, НАЛАДКИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ЧРП СЕРИИ PF7000 ФИРМЫ ROCKWELL AUTOMATION

(Беляев Д. В. Rockwell Automation, Москва 2009г.)

**Аннотация.** Обобщается опыт наладки и эксплуатации более чем 240 реализованных на территории СНГ проектов, включающих в себя высоковольтный регулируемый электропривод серии PF7000 (3,3; 6кВ, 200 – 24000кВт) фирмы Rockwell Automation. Рассматриваются особенности проектной подготовки, этапы наладки, требования к условиям эксплуатации и обслуживающему персоналу, приводятся специфические свойства оборудования.

## 1. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ, ПРЕДПРОЕКТНАЯ ПОДГОТОВКА.

В подавляющем большинстве случаев мы имеем дело с модернизацией производств, когда на имеющиеся площади следует установить высоковольтное оборудование и после подключить его к существующим электродвигателю и системе энергоснабжения. Спецификой высоковольтного электропривода фирмы Rockwell Automation (бюллетень PF7000) является то, что он выполнен на основе инвертора тока с ШИМ. Как результат мы управляем существующими электродвигателями без снижения их номинальной мощности и без дополнительных фильтров на выходе электропривода. Специальных требований к изоляции двигателей и высоковольтных кабелей нет, т.к.  $dU/dT < 15V/мкс$ , а искажения токов статора меньше 5%. 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. Структурная схема ПЧ PowerFlex 7000 приведена ниже.



В качестве силовых элементов применены запираемые взрывобезопасные тиристоры SGCT с частотой коммутации 500Гц и обратным напряжением 6500В, а в качестве накопителя энергии - дроссель с практически неограниченным сроком

эксплуатации. Малое количество силовых элементов (в 18 раз меньше, чем у многоуровневых ВЧРП) определяет высокую надёжность преобразователей PF7000.

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

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

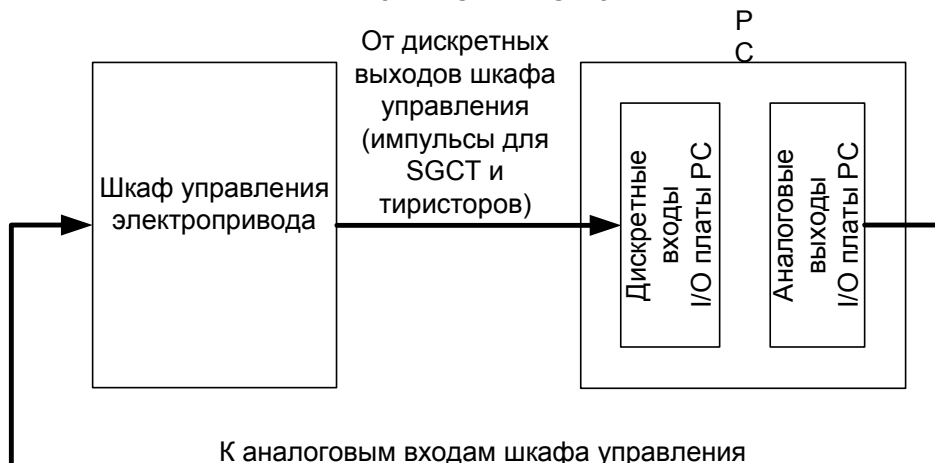
Управление одним электроприводом группой электродвигателей с возможностью переключения на байпас любого из них, автоматический подхват вращающегося по инерции двигателя, являются стандартной опцией с поставкой “под ключ” комплектной высоковольтной системы. Существенно, что один электропривод может управлять группой асинхронных и синхронных двигателей. Например, в проекте модернизации НПС «Жуан Тюбе» один электропривод управляет двумя безщеточными 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.

### КОМПЛЕКС ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА С РЕАЛЬНЫМ УСТРОЙСТВОМ УПРАВЛЕНИЯ



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 и мощностей.

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 однодвигательном 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. На НПС выхино в городе Москва. Сегодня в Москве находится Европейский высоковольтный технический центр, с уникальным оборудованием и складами 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 аварийных 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 88000 часов, срок службы – 20 лет.

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

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