

ОПЫТ РАЗРАБОТКИ И ВНЕДРЕНИЯ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ДЛЯ ПЛАВНОГО ПУСКА ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ

А.А. Ткачук

ЗАО «Автоматизированные системы и комплексы», г. Екатеринбург

Нерегулируемый по скорости электропривод (ЭП) переменного тока является наиболее массовым во всех отраслях промышленности и в энергетике. При этом самым ответственным режимом работы нерегулируемых ЭП является пуск в работу. Это особенно актуально при пуске высоковольтных асинхронных и синхронных двигателей с номинальным напряжением 3, 6 и 10 кВ. Двигатели такого класса напряжения являются довольно энергоёмкими объектами. Иногда мощность единичного двигателя соизмерима с мощностью питающей сети или трансформаторной подстанции. Поэтому, обеспечение плавного пуска, ограничение пусковых токов и рационализация включений/отключений такого рода ЭП является весьма актуальной задачей [1,2].

Благодаря прогрессу в области разработки и массового производства силовых полупроводниковых приборов снижается их стоимость и значительно расширяется область использования различных устройств на их базе. Тиристорные высоковольтные преобразователи напряжения (ТПН) всё более широко применяются в качестве устройств плавного пуска высоковольтных ЭП [3]. Высокие технико-экономические показатели получают при плавном пуске мощных электроприводов механизмов центробежного принципа действия: насосов, вентиляторов, компрессоров и т.п [4,5].

Показатели экономической эффективности, при сохранении всех положительных характеристик индивидуального ЭП, повышаются при использовании тиристорного преобразователя напряжения для плавного пуска группы высоковольтных двигателей центробежных механизмов (ЦМ). В этом случае достаточно одного ТПН для поочерёдного плавного пуска всех двигателей группы ЭП ЦМ [5].

Постоянно возрастающий спрос на устройства плавного пуска высоковольтных ЭП, относительная простота схемного решения при сопряжении с системой электроснабжения, высокий уровень автоматизации и надёжность в эксплуатации обусловили целесообразность разработки и серийного производства рядом предприятий комплектного электротехнического оборудования для плавного пуска как асинхронных, так и синхронных ЭП. К наиболее крупным производителям устройств плавного пуска относятся отечественные: ОАО «ВНИИР» (г. Чебоксары), ОАО «Электровыпрямитель» (г. Саранск); а также зарубежные: АББ, Солкон, Тошиба, ХЭМЗ и другие.

Изучение технических характеристик электротехнического оборудования для реализации систем плавного пуска различных фирм показал, что они в основном аналогичны и соответствуют современному уровню схемотехники подобного класса устройств. В качестве элементной базы, как правило, применяются силовые тиристоры высокого класса напряжения (6000 – 7000 В), которые соединяются в последовательные группы для достижения требуемого рабочего напряжения, вакуумная коммутационная аппаратура, микропроцессорная система управления, оптоволоконные средства передачи и потенциальной развязки сигналов между высоковольтным преобразователем и системой управления, бестрансформаторные цифровые датчики напряжения и т.п. [6].

Обзор литературы и энергетическое обследование ряда предприятий позволило обосновать перечень параметров приводных высоковольтных двигателей для номинальных линейных напряжений 3, 6 и 10 кВ. Обоснована и разработана шкала типоразмеров серийной изготавливаемых ЗАО «АСК» групповых преобразователей типа ПАД-В-Г и ПСД-В-Г (см. табл. 1) и комплектных преобразователей типа ПАД-В-К и ПСД-В-К (см. табл. 2). Преобразователи для плавного пуска электроприводов переменного тока, разрабатываемых и производимых ЗАО «АСК», структурно и по

техническим характеристикам соответствуют аналогичным отечественным и зарубежным [6]. При этом есть и некоторые отличительные особенности. Используется силовая элементная база преимущественно отечественных производителей. Широко применяются материалы предприятий Уральского региона. Оригинальный алгоритм формирования автоматизированного плавного пуска обеспечивает простоту наладки, настройку на механизмы с различными механическими характеристиками и моментами инерции. Стоимость на 10-15 % ниже аналогичных отечественных устройств и на 40-50 % зарубежных. Гарантийный срок эксплуатации 5 лет. Имеется сертификат соответствия и разрешение федеральной службы по экологическому,

Таблица 1.

Технические характеристики групповых преобразователей ПАД-В-Г и ПСД-В-Г

Номинальные параметры двигателей		
Линейное напряжение, кВ	Мощность, МВт	Ток, А
3	0,315; 0,63	80; 160
	0,8	250
6	1; 2	125; 250
	3,15; 5	400; 630
	6,3; 10	800; 1250
10	1,6; 3,15	125; 250
	5; 8	400; 630
	12,5	800

Таблица 2.

Технические характеристики комплектных преобразователей ПАД-В-К и ПСД-В-К

Номинальные параметры двигателей		
Линейное напряжение, кВ	Мощность, МВт	Ток, А
3	0,315; 0,4; 0,5; 0,63; 0,8	63; 80; 100; 150; 200
	6	0,315; 0,4; 0,5; 0,63; 0,8; 1,0
1,4; 1,8		160; 200

технологическому и атомному надзору на применение на нефтепроводах, газопроводах и в горнодобывающей промышленности. Это достигнуто благодаря гармоничному сочетанию науки, разработки и производства, высокому уровню организации и стратегическому направлению ЗАО «АСК» на развитие отечественной техники и технологий.

Тиристорный преобразователь напряжения управляет основным потоком электрической энергии, которая поступает от источника питания силовых цепей к электродвигателю через мощные тиристорные ключи. Вентильные каскады преобразователя содержат высоковольтные тиристоры, необходимые защитные и делительные элементы. Система датчиков, диагностики и управления преобразователем реализована на современной широкодоступной микроэлектронной базе с применением микроконтроллеров и оптоволоконной техники. Помимо обеспечения плавного пуска преобразователи обладают рядом дополнительных возможностей: автоматическое управление внешней коммутационной аппаратурой; измерение напряжения, тока, мощности и энергии электродвигателя; автоматическое форсирование напряжения (тока) при несостоявшемся запуске ЭП; имеет защитную блокировку от подачи высокого напряжения на ТПН при ошибочных действиях обслуживающего персонала; имеет обширный набор параметров, которые дают возможность конфигурирования для широких областей применения; имеет изолированные дискретные и аналоговые входы и выходы; выдаёт подробную информацию о состоянии электропривода на дисплей; имеет встроенный модуль передачи данных по шине PROFIBUS; имеет энергонезависимые часы реального времени и календарь для протоколирования ошибочных ситуаций. Преобразователь оснащён комплексом защиты системы от: повышенного или пониженного напряжения сети; не симметрии напряжений и токов статора двигателя; не полнофазного режима работы; сверхтоков; замыкания на землю; коммутационных перенапряжений на тиристорах; дисбаланса вентильного каскада; перегрева и ухудшения вентиляции силового тиристорного модуля. Структура системы автоматического управления преобразователя может быть настроена для различных режимов пуска двигателей. Благодаря наличию универсального программируемого задатчика [2,5,6] может быть реализован любой алгоритм формиро-

вания управляющего воздействия: с обратной связью по току или напряжению; в разомкнутой системе по времени.

В качестве примера на рис. 1 приведена типовая схема электроснабжения высоковольтных асинхронных электроприводов центробежных механизмов с системой группового плавного пуска на базе тиристорного преобразователя напряжения типа ПАД-В-Г [4,5]. На рис. 2 приведена типовая схема электроснабжения с применением комплектных преобразователей типа ПАД-В-К для двух вариантов исполнений: с индивидуальным или групповым питанием.

В настоящее время на предприятиях России и за рубежом ЗАО «АСК» реализовано несколько десятков проектов системы группового и индивидуального плавного пуска синхронных и асинхронных ЭП с использованием ТПН на напряжение сети 3, 6 и 10 кВ и мощностью двигателя от 0,25 до 4 МВт. В табл. 3 приведены основные заказчики систем плавного пуска. Из всего 6 летнего опыта внедрения можно показать что, большое количество устройств плавного пуска устанавливается в системы энергоснабжения не достаточной для прямого пуска мощностью. Это касается вновь вводимых объектов в устаревшую систему энергоснабжения. При этом главным критерием является снижение пусковых токов и удержание посадки напряжения на секциях шин в пределах допустимого ГОСТ 10% уровня. Однако, в другой группе механизмов с большим моментом инерции, например, к которым относятся турбокомпрессоры, вентиляторы, дымососы, главным критерием является снижение динамического момента при старте с целью повышения эксплуатационного ресурса именно механизма.

За последние годы специалистами ЗАО «АСК» накоплен значительный опыт в разработке, производстве, внедрении и наладке высоковольтных систем плавного пуска на базе ТПН. Системы в полной мере соответствует предъявляемым требованиям, положительно зарекомендовали себя в эксплуатации и являются надёжными и конкурентоспособными изделиями в данном сегменте рынка.

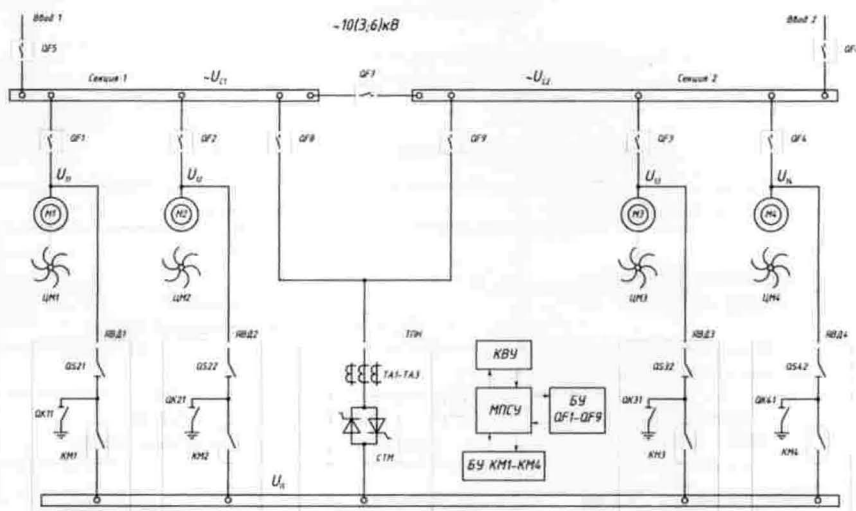


Рис. 1. Схема автоматизированного плавного пуска группы высоковольтных ЭП.

На рисунке обозначены: ЦМ – центробежный механизм; ЯВД – ячейка выбора двигателей; ТПН – тиристорный преобразователь напряжения; КВУ – контроллер верхнего уровня; МПСУ – микропроцессорная система управления; БУ – блок управления.

Список использованных источников

1. Шубенко В.А., Браславский И.Я. Тиристорный асинхронный электропривод с фазовым управлением. М.: Энергия, 1972. – 232 с.
2. Ткачук А.А., Силуков А.Ю., Кривовяз В.К. Опыт применения преобразователя типа ПАД-В для плавного пуска высоковольтных двигателей. – В сб. докл. науч. - практ. конф. «Проблемы и достижения в промышленной энергетике». – Екатеринбург: Уральские выставки, 2006. – с.122 – 125.
3. Тиристорный преобразователь для плавного пуска высоковольтных асинхронных двигателей / А.А. Ткачук, В.К. Кривовяз, В.С. Копырин, А.Ю. Силуков // Силовая электроника. 2007. № 1.
4. Плавный пуск группы высоковольтных асинхронных электроприводов центробежных механизмов / А.А. Ткачук, В.К. Кривовяз, В.С. Копырин, А.Ю. Силуков // Силовая электроника. 2008. № 2.
5. Плавный пуск группы высоковольтных синхронных электроприводов центробежных механизмов / А.А. Ткачук, В.К. Кривовяз, В.С. Копырин, А.Ю. Силуков // Силовая электроника. 2008. № 3.
6. Ткачук А.А., Кривовяз В.К. Опыт разработки и внедрения преобразователей для плавного пуска высоковольтных электроприводов. В сб. трудов международной 15-й НТК «Электроприводы переменного тока» / ФГАОУ ВПО «УФУ имени первого Президента России Б.Н.Ельцина», Екатеринбург, 2012.