

СИСТЕМЫ ПЛАВНОГО ПУСКА ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ УСТРОЙСТВ УППВЭ

Плавный пуск высоковольтных электродвигателей как один из способов решения проблем прямых пусков

Прямой пуск высоковольтного электродвигателя сопровождается 6-8 кратным броском пускового тока, создающим ударный электромагнитный момент, передающийся через вал двигателя на приводимый в движение механизм. В течение 15 ... 20% времени разгона электродвигателя этот момент содержит постоянную составляющую и вынужденную составляющую в виде знакопеременного момента с амплитудой до 4 номинальных моментов электродвигателя. Возникающие большие знакопеременные электродинамические усилия в обмотке статора приводят к ухудшению изоляции секций и изгибу лобовых частей обмотки вследствие смещения проводников друг относительно друга. Знакопеременный момент вызывает вибрации как самого электродвигателя, так и приводимого в движение механизма. В результате, ударные нагрузки приводят к разрушению и пробое изоляции обмоток статора электродвигателей, перегоранию межкатушечных соединений, обгоранию выводных концов, поломкам валов, соединительных муфт, редукторов и другим неполадкам. Нарушается ритмичность производства и снижается выпуск готовой продукции.

Ещё более неблагоприятны для электродвигателей пусковые режимы, продолжительность которых превышает 8-10 с. Обмотки электродвигателей помимо мощного электродинамического воздействия подвергаются интенсивному нагреву пусковыми токами. При этом выделяющееся тепло не успевая рассеяться в металле статора или ротора, вызывает резкое повышение температуры обмотки, что приводит к снижению уровня изоляции и авариям.

Так же неблагоприятно сказываются броски пускового тока на питающую сеть, приводя к большим просадкам напряжения, что отрицательно сказывается на устойчивости работы других потребителей.



Предприятия несут большие затраты на ремонт вышедшего из строя оборудования

В связи с отмеченными моментами персонал предприятий, эксплуатирующий высоковольтные двигатели, старается обеспечивать их работу без остановов возможно более длительное время, даже когда указанное не требуется по технологии. А это, в свою очередь, приводит к значительному перерасходу электроэнергии.

Из-за неблагоприятного воздействия ударных пусковых моментов сокращается гарантированный срок службы агрегатов. Например, по данным ООО «Межрегиональное проектно-производственное объединение «РЕГИОТУРБОКОМ» каждый пуск центробежного компрессора К-250 или К-500 с электродвигателями 1600 кВт и 3150 кВт сокращает срок службы агрегата на 50 часов, а у более мощных агрегатов - до 200 часов. Поэтому изготовители высоковольтных электродвигателей и приводимых ими в движение механизмов ограничивают число пусков до 50-60 в год, из-за чего компрессорные агрегаты с высоковольтными электродвигателями останавливают крайне редко, несмотря на технологические возможности.

Проблема исключения ударных пусковых нагрузок, и, следовательно, повышения надёжности работы и снятия ограничения на число пусков и остановов агрегатов с высоковольтными электродвигателями, а так же снижения просадок напряжения может быть решена посредством применения разработанных на нашем предприятии устройства УППВЭ для безударного запуска асинхронных и синхронных электродвигателей механизмов с «вентиляторной» характеристикой нагрузочного момента (насосы, компрессора, вентиляторы, дымососы).



Устройство плавного пуска серии УППВЭ

Плавный пуск электродвигателя с помощью устройства серии УППВЭ достигается за счет формирования заданного темпа нарастания напряжения на двигателе от нуля до номинального значения методом фазового управления тиристорами устройства.

Применение шкафа УППВЭ дает следующие преимущества:

- значительно уменьшается пусковой ток двигателя (в 3-4 раза)
- существенно снижаются динамические нагрузки на подшипниках двигателя и в кинематике механизмов, работающих с данным двигателем
- улучшаются условия эксплуатации электротехнического оборудования (двигателей, трансформаторов, коммутационных аппаратов и др.)
- существенно снижаются потери электроэнергии в электрооборудовании при пуске двигателей
- уменьшаются просадки напряжения в сети при пуске двигателей
- экономия электроэнергии за счет рационального использования энергоемкого оборудования
- повышение надежности и срока службы оборудования
- увеличение количества допустимых пусков.



Основные технические параметры устройств УППВЭ

Род тока	переменный, трехфазный
Номинальное напряжение, кВ	6,3; 10,5
Номинальный ток устройства, А	400...1600
Частота, Гц	50
Диапазон мощностей запускаемых двигателей, МВт	0,2...12,5
Пределы ограничения пускового тока	(1 - 4) Ином. дв
Напряжение питания вспомогательных цепей, В	~ 3 x 100; ~ 3 x 380
Регулируемое время пуска, с	5 .. 60
Количество пусков	до 3-х пусков подряд с последующим перерывом 15 мин.
Степень защиты	IP20
Климатическое исполнение	УХЛ4, О4
Габаритные размеры шкафа Ш x В x Г, мм	1500 x 2385 x 1340
Масса, кг	600

Примечание:
По специальному заказу устройства УППВЭ могут быть выполнены на другие напряжения.

Системы плавного пуска высоковольтных электродвигателей на основе устройства плавного пуска серии УППВЭ

Система плавного пуска (СПП) на основе устройства УППВЭ предназначена для мягкого, безударного плавного пуска одного или поочередного плавного пуска группы высоковольтных электродвигателей, подключенных к одной или нескольким секциям шин.

Наибольший экономический эффект достигается внедрением системы поочередного плавного пуска группы электродвигателей одним устройством УППВЭ. Например, при запуске 4-х электродвигателей использование СПП обеспечивает сокращение затрат на плавный пуск одного электродвигателя почти в 3 раза.

Система плавного пуска высоковольтных электродвигателей может быть разделена на три основные части:

- устройство УППВЭ;
- силовая коммутационная аппаратура;
- система управления, автоматики пуска и сигнализации.

В общем случае СПП состоит из устройства УППВЭ, камер с высоковольтными вакуумными выключателями, камеры с высоковольтными вакуумными контакторами, пульта управления (исполнения 1 и исполнения 2) и шкафа автоматики (исполнения 1 и исполнения 2).

СПП размещается либо в закрытом помещении высоковольтного ЗРУ (ЗРУ), либо в блок модульного (контейнерного) исполнения для наружной установки с системой поддержания температурного режима.



Устройство УППВЭ

В шкафу устройства УППВЭ устанавливаются блоки силовых модулей с высоковольтными тиристорами, вакуумный выключатель (при необходимости), трансформаторы тока, разъединители, система управления и защиты, а так же встроенный внутренний пульт (ВПП) для ввода параметров режима пуска с выводом вводимых параметров пусковых диаграмм на жидкокристаллический экран (ЖКИ).

Вакуумный выключатель обеспечивает защитное отключение шкафа, а также позволяет при односекционном питании исключить вводную, питающую УППВЭ ячейку с высоковольтным вакуумным выключателем.

В устройствах УППВЭ имеются следующие виды защит:

- токовая отсечка;
- от затянутого запуска (максимально-токовая защита);
- от обрыва фазы питающей сети;
- от недопустимого понижения напряжения сети;
- от замыканий на землю;
- от перенапряжений на тиристорах;
- от исчезновения вентиляции в шкафу УППВЭ;
- от срабатывания технологических защит запускаемого двигателя и оборудования.



Примеры систем плавного пуска высоковольтных электродвигателей

СПП одного высоковольтного электродвигателя

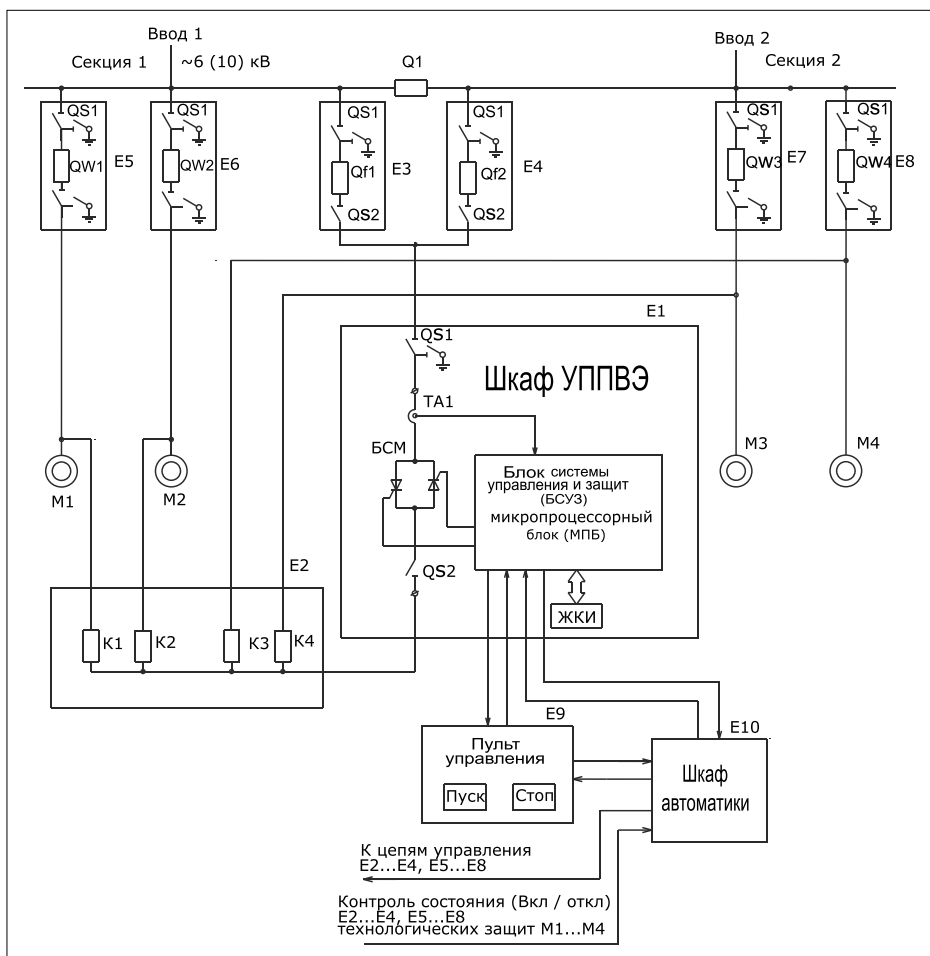
СПП группы высоковольтных синхронных (асинхронных) электродвигателей

Представляем СПП четырех электродвигателей состоящую из: шкафа УППВЭ E1; ячейки с высоковольтными вакуумными контакторами E2; двух ячеек с головными высоковольтными выключателями E3, E4; четырех ячеек с рабочими высоковольтными выключателями E5...E8; пульта управления (исп. 2) E9; шкафа автоматики (исп. 2) E10, представляющего с собой релейную схему автоматики. При этом предполагается, что на объекте имеются ячейки с головными E3, E4 и рабочими E5...E8 выключателями.

На рисунке 1 представлена функциональная однолинейная схема СПП четырех электродвигателей с питанием от двух вводов 6 (10) кВ с пультом управления и шкафом автоматики на четыре двигателя.

Рис.1.
Функциональная
однолинейная схема СПП
четырёх высоковольтных
синхронных (асинхронных)
электродвигателей

- E1 - шкаф УППВЭ;
E2 - ячейка с вакуумными
контакторами;
E3, E4 - ячейки с головными
выключателями;
E5...E8 - ячейки с
рабочими выключателями;
QS1, QS2 - разъединители;
E9- пульт управления
(исп.2);
E10- шкаф автоматики
(исп.2);
БСМ - блок силовых
модулей;
ЖКИ - внутренний пульт
ввода параметров;
ТА1 - трансформатор
тока;
M1... M4 - синхронные
(асинхронные) двигатели;
Q1 - секционный
выключатель.



Управление пуском при работе СПП четырех высоковольтных электродвигателей осуществляется с пульта управления E9, на котором расположены органы управления и мнемосхема, отображающая текущее состояние силовой схемы, а также процесс запуска электродвигателей.

СИСТЕМЫ ПЛАВНОГО ПУСКА ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ УСТРОЙСТВ УППВЭ

Пресс-релиз по системам плавного, безударного пуска

В начале 2005 года опытный образец устройства серии УППВЭ1 был внедрен на компрессорную станцию ОАО «ЧЭАЗ». Год эксплуатации на компрессорной станции показал устойчивую и безотказную работу устройства УППВЭ и связанной с ним системы плавного пуска одного двигателя.

В июне 2006 года в ОАО «Ливгидромаш» успешно запущена в эксплуатацию система плавного пуска испытательной насосной станции для плавных пусков отремонтированных электродвигателей мощностями 200-630 кВт, 6кВ. Существующая система плавного пуска на ОАО «Ливгидромаш» позволила предприятию снять ограничение на количество пусков отремонтированных электродвигателей и снизить пусковой ток двигателей до 1,5-2 номинального, тем самым, создав щадящий (безударный) режим пусков уже бывших в ремонте высоковольтных электродвигателей.

В ОАО «Водоканал», Туркменистан была запущена и ведена в эксплуатацию автоматическая станция управления пятью насосными агрегатами (АСУНА) мощностью 800 кВт, 6 кВ с помощью системы плавного пуска на базе устройства серии УППВЭ. Внедрение системы плавного пуска позволило уменьшить ударные нагрузки в двигателях и редукторах насосных агрегатов, а так же частично разгрузило вводной фидер за счет уменьшения просадок напряжения и ограничение пусковых токов двигателя до 1,5 номинального.

На базе устройства плавного пуска серии УППВЭ была введена в эксплуатацию система плавного пуска 4-ех синхронных электродвигателей турбокомпрессоров К-250 и К-500 мощностью 2000 и 3500 кВт, 10 кВ на компрессорной станции ОАО «Рязанский завод автоагрегатов». Внедренная система плавного пуска на базе шкафа УППВЭ позволяет заводу экономить электроэнергию за счет рационального использования энергоемкого оборудования. При остановке компрессора К-250 в ночное время на 8 часов, а также в выходные и праздничные дни годовая экономия электроэнергии достигает 3,5 миллиона киловатт часов (в зависимости от стоимости электроэнергии в регионе не менее 3-х миллионов рублей в год). Так же система плавного пуска позволила увеличить допустимое количество пусков и срок службы электродвигателей турбокомпрессоров за счет щадящих, безударных режимов пуска.

Для насосно-перекачивающей станции (НПС) «Соседка» (Пензенская обл.), ОАО «Юго-Запад транснефтепродукт» и железнодорожного нефте-наливного комплекса (ЖННК) «Бакланка» ООО «РОС-ОЙЛ» отгружены две СПП 4 - х высоковольтных электродвигателей мощностью 1250 кВт , 6кВ и 400 кВт , 10 кВ.



В настоящее время прошли испытания нового шкафа УППВЭ с уменьшенными габаритами и цифровой системы управления, которая позволит увеличить функциональные способности устройства УППВЭ. В планах ООО "ЧЭАЗ - ЭЛПРИ" дальнейшие поставки шкафов УППВЭ как с аналоговой так и с цифровой системой управления.

ООО «ЧЭАЗ-ЭЛПРИ» переходит от дорогостоящих камер КСО, необходимых для формирования систем плавного пуска и поставке силового высоковольтного шкафа с 4-мя высоковольтными контакторами собственной разработки. Такой шкаф позволит существенно уменьшить площадь размещения СПП и его стоимость.