



**КОРПОРАЦИЯ
«ХЭЗ - Элетекс-С»**



**ПРОСТЫЕ И НАДЕЖНЫЕ
СОВРЕМЕННЫЕ РЕШЕНИЯ**

2011

Активное применение частотно регулируемого электропривода, как инструмента регулирования производительности различных механизмов в промышленности и народном хозяйстве вызвано современными требованиями сокращения электро-энерго затрат и увеличения сроков эксплуатации дорогостоящих приводных механизмов и высоковольтной защитно-коммутационной аппаратуры.

Учитывая значительный экономический эффект от внедрения преобразовательной техники, достигающей от 20 до 60% паспортной мощности электродвигателей, можно уверенно утверждать, что внедрение преобразовательной техники для электропривода является одним из основных методов снижения энергозатрат в производстве.



Корпорация
**«Харьковский
электрощитовой завод — Элетекс-С»**

Производство преобразовательных устройств
управления электродвигателями
переменного и постоянного тока
мощностью
от 400 кВт до 12,5 МВт

г. Харьков



ОГЛАВЛЕНИЕ

Преобразователи частоты электроприводов с синхронными электродвигателями

- 1. Введениестр.3
- 2. ПЧСВ Высоковольтные преобразователи частоты
для синхронных двигателей мощностью от 1 до 10 МВт.....стр.4
- 3. ПЧСН Преобразователи частоты с низковольтной
вентильной частью для синхронных двигателей мощностью до 1500 кВтстр.8
- 4. ВТЦ Возбудителистр.10

Системы мягкого пуска универсальные для электроприводов с синхронными или асинхронными электродвигателями

- 5. СМП Системы мягкого пуска для поочередного пуска
двигателей 3,6,10 кВ мощностью от 250 кВт до 12,5 МВтстр.12
- 6. ВПУ Высоковольтные пусковые устройства для пуска
двигателей 3,6,10 кВ мощностью от 250 кВт до 12,5 МВтстр.16
- 7. УМПЧ Устройства мягкого частотного пуска электроприводов
с синхронными электродвигателями для тяжелых условий пуска.....стр.19
- 8. Коммутационная аппаратура. Шкафы контакторные ШВК и
шкафы разъединителей ШРстр.25

Преобразователи частоты электроприводов с асинхронными электродвигателями

- 9. ПЧИТ Преобразователи частоты для асинхронных двигателей
с короткозамкнутым роторомстр.27
- 10. АВПЧ Высоковольтные преобразователи частоты для
асинхронных двигателей мощностью от 400 кВт до 12,5 МВтстр.31
- 11. АТК Комплектные тиристорные электроприводы для
асинхронных двигателей с фазным ротором.....стр.33

Электроприводы комплектные постоянного тока

- 12. ЭКПЦ Электроприводы комплектные постоянного токастр.35
- 13. Система управления шахтной подъемной машинойстр.38

Применение, расчет и услуги

- 14. Область применения оборудования.....стр.40
- 15. Пример расчета экономической эффективности при внедрении
электропривода комплектного ПЧСВ на вентиляторе главного проветриваниястр.40
- 16. Сервис и инжиниринговые услугистр.42
- 17. Потребители продукциистр.43



ВВЕДЕНИЕ



Корпорация «Харьковский электрощитовой завод – Элетекс–С» основана Харьковским электрощитовым заводом и компанией «ЗАО НПЭК Элетекс–С», ведущими предприятиями электротехнической отрасли Украины. Корпорация является производителем широкого спектра электротехнического оборудования.

Одним из основных видов оборудования является электропривод. Корпорация проводит работы по изготовлению и внедрению энергосберегающего оборудования – мощных высоковольтных преобразователей, при этом проводит весь комплекс работ по его внедрению, в том числе проектные, строительные-монтажные и наладочные работы. Кроме этого, СКБ «Электрощит», входящий в Корпорацию, может выполнить проектные работы по разработке подстанций и линий напряжением 6 – 750 кВ, АСУ ТП, АСКУЭ (лицензия Украины и Российской Федерации), а также осуществить поставку различного электрощитового оборудования для энергетики и других отраслей промышленности.

Основной научно-технический состав обладает длительным (с 1976 г.) опытом научно-исследовательских работ, разработки и внедрения в производство мощных электроприводов и другого высокотехнологического электрооборудования. Имеем уникальный, в масштабах СНГ, опыт изготовления, наладки и эксплуатации мощных высоковольтных преобразовательных устройств в различных отраслях промышленности.

В данном каталоге представлена номенклатура выпускаемых мощных высоковольтных преобразовательных устройств.

В настоящее время все устройства комплектуются цифровой микропроцессорной системой управления.

Оборудование корпорации максимально ориентировано на нужды потребителей рынка СНГ и успешно работает на многих предприятиях стран СНГ и дальнего зарубежья. При высоком качестве и зачастую меньших габаритах, цены на продукцию корпорации ниже зарубежных аналогов.



ВЫСОКОВОЛЬТНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ЧАСТОТЫ ПЧСВ (для синхронных двигателей мощностью от 1 до 10 МВт)

Назначение

Высоковольтные тиристорные преобразователи частоты ПЧСВ предназначены для регулирования скорости вращения механизмов с приводными синхронными двигателями напряжением 6, 10 кВ, мощностью от 1 до 10 МВт.

Высоковольтные преобразователи частоты ПЧСВ используются для управления насосами, дымососами, вентиляторами, мельницами и т. д. в различных отраслях хозяйства, таких как:

- металлургия;
- машиностроение;
- горнорудная промышленность;
- нефтегазовая промышленность;
- химическая промышленность;
- цементная промышленность;
- коммунальное хозяйство.



Щит силовой преобразователя частоты ПЧСВ 6 кВ, 3,5 МВт

Оправдано применение ПЧСВ для поочередного частотного пуска с ограничением пускового тока и точной автоматической синхронизацией с питающей сетью синхронных двигателей шаровых мельниц и других механизмов с тяжелыми условиями пуска.

Преобразователи частоты ПЧСВ обеспечивают:

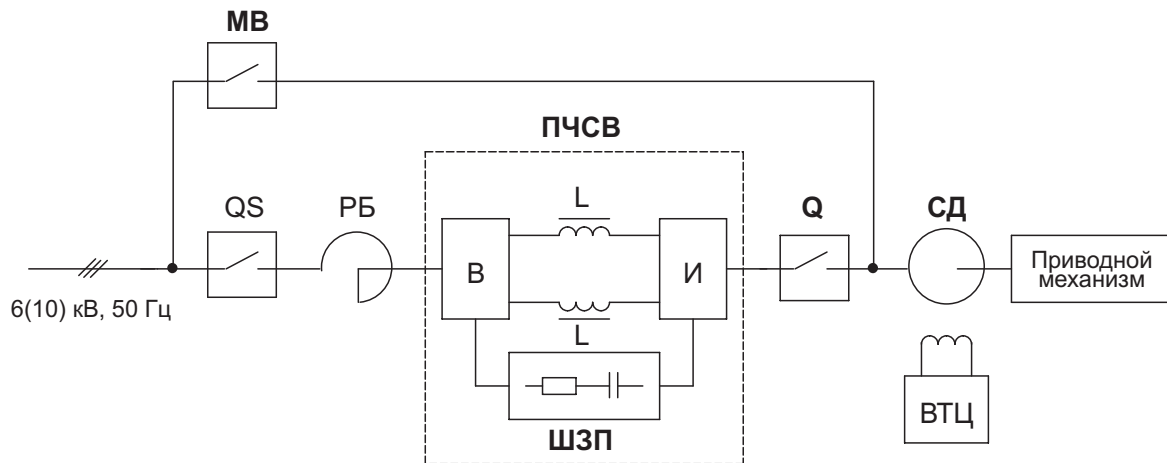
- частотный пуск от нуля до заданной частоты вращения с ограничением пускового тока на уровне 1,1 In;
- регулирование частоты вращения приводного двигателя в диапазоне (0,15...1,0) пн при нагрузке двигателя не более 0,9 номинальной мощности двигателя;
- поддержание заданного значения частоты вращения с точностью не ниже 2% при нагрузке двигателя, не превышающей номинальную;
- торможение приводного двигателя с рекуперацией (возвратом) энергии в питающую сеть;
- повторное включение электропривода при вращении электродвигателя на выбеге в рабочем диапазоне частот вращения;
- автоматическую синхронизацию приводного двигателя с питающей сетью по принципу точной синхронизации;
- индикацию параметров работы ПЧСВ;
- диагностику и индикацию возможных неисправностей;
- в режиме местного управления — задание частоты вращения с пульта на двери щита преобразователя;
- в режиме дистанционного управления связь с внешней системой автоматики дискретными и аналоговыми сигналами;
- коэффициент мощности $\cos \varphi$ (при номинальном напряжении на статоре синхронного электродвигателя) не ниже 0,9;
- коэффициент полезного действия ПЧСВ в номинальном режиме (без учета потерь в синхронном электродвигателе) не ниже 0,97.

ПЧСВ имеет следующие виды защит:

- от недопустимых перегрузок по току;
- от токов внутренних и внешних (со стороны нагрузки) коротких замыканий;
- от исчезновения или недопустимого снижения напряжения собственных нужд;
- от снижения тока возбуждения приводного двигателя ниже допустимого значения;
- от превышения частоты вращения приводного двигателя сверх допустимого значения;
- от открывания дверей силовой части при поданном на нее силовом напряжении;
- от развивающегося пробоя тиристорной силовой части;
- в силовой схеме ПЧСВ предусмотрены технические решения для снижения перенапряжений в силовой части.



ВЫСОКОВОЛЬТНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ЧАСТОТЫ ПЧСВ (для синхронных двигателей мощностью от 1 до 10 МВт)



Функциональная однолинейная схема высоковольтного электропривода на базе ПЧСВ

Перечень оборудования в составе Электропривода комплектного ПЧСВ (в скобках указаны обозначения на рисунке):

- 1) Щит силовой преобразовательный ЩТС (В,И);
- 2) Дроссель сглаживающий (L);
- 3) Шкаф защиты от перенапряжений ШЗП;
- 4) Тиристорный возбудитель (ВТЦ);
- 5) Реактор токоограничивающий (РБ) трехфазный комплект;
- 6 МВ—штатный высоковольтный выключатель.

Примечание – перечень коммутационного оборудования (на рисунке обозначено QS и Q) уточняется на стадии проектирования.

Технические характеристики ПЧСВ

Силовая схема управляемого выпрямителя и силового инвертора аналогичны. Они построены по схеме трехфазного моста по шестипульсовой схеме. Каждая из шести вентильных линий выпрямителя (инвертора) составлена из "n" последовательно включенных тиристоров. Количество тиристоров зависит от класса питающего напряжения. В ПЧСВ используются широко распространенные серийно выпускаемые в СНГ тиристоры.

Охлаждение элементов силовой схемы принудительное за счет встроенных вентиляторов, расположенных в верхней части шкафов ПЧСВ.

Микропроцессорная система управления выполнена в виде печатных плат, расположенных в экранированном отсеке.



Дроссель ДСМ 400



ВЫСОКОВОЛЬТНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ЧАСТОТЫ ПЧСВ (для синхронных двигателей мощностью от 1 до 10 МВт)

Для повышения надежности и исключения развития аварии осуществляется контроль целостности индивидуально каждого силового тиристора. При этом, кроме автоматического, обеспечивается непрерывная визуальная индикация целостности силовых приборов.

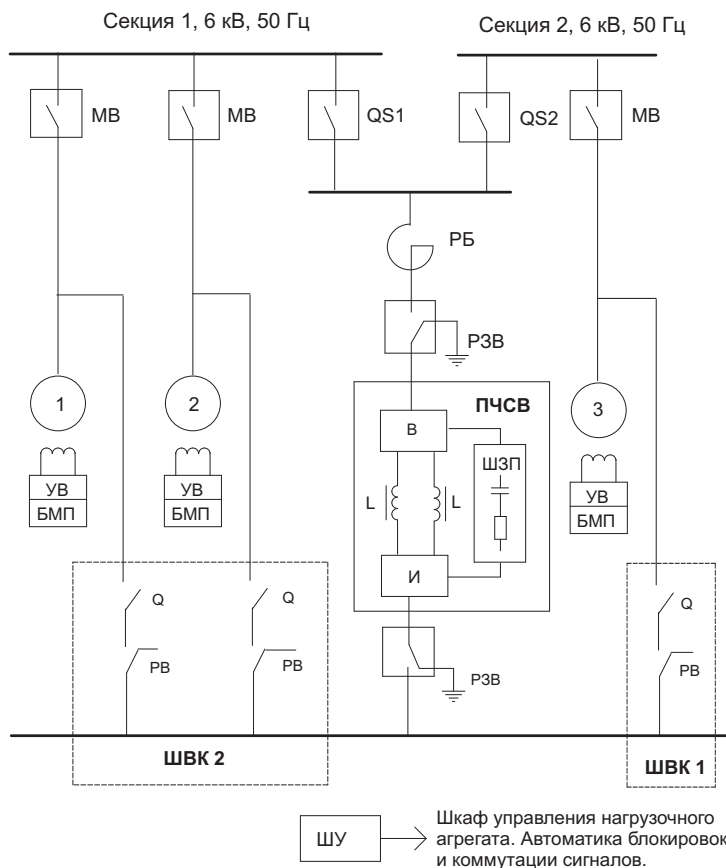
Использование современных электроизоляционных материалов и опторазвязки с использованием световодов обеспечивает высокую электроизоляционную прочность и надежность устройства.

Сглаживающий дроссель поставляется комплектно, но может быть приобретен покупателем самостоятельно. Параметры дросселя указываются в эксплуатационной документации на преобразователь частоты. Для симметрирования силовой схемы сглаживающие дроссели поставляются с расщепленной обмоткой (с двумя полуобмотками). Обмотки дросселя включаются последовательно в оба полюса звена постоянного тока. Возможно применение двух независимых дросселей. Такое построение позволяет снизить воздействие на изоляцию двигателя по отношению к «земле».

Для демпфирования высокочастотных колебаний напряжения на обмотках двигателя относительно земли в комплекте с ПЧСВ поставляется шкаф защиты от перенапряжений ШЗП.

Для подбора тиристорov по величине заряда восстановления в комплекте с ПЧСВ поставляется устройство контроля тиристорov БКТ.

Для ограничения аварийных токов короткого замыкания на безопасном для силовых приборов уровне, на входе щита преобразователя проектом должен быть предусмотрен трехфазный токоограничивающий реактор.



Обозначения на рисунке:

- МВ – штатные высоковольтные ячейки двигателей;
- QS – высоковольтные ячейки для подключения ПЧСВ и штатных двигателей;
- Q – контакторы (выключатели) в составе шкафов ШВК;
- РВ – размыкатели-разъединители в составе шкафов ШВК;
- РЗВ – размыкатели-разъединители (с заземлением) в составе шкафа ШР;
- В, И – щит силовой преобразовательный ЩТС;
- L – дроссель сглаживающий;
- ШЗП – шкаф защиты от перенапряжений;
- РБ – токоограничивающий реактор (трехфазный комплект);
- УВ – тиристорный возбудитель;
- ШВК – шкаф высоковольтный контакторный;
- БМП – блок связи УВ с системой управления ПЧСВ.

Пример: Однолинейная функциональная схема электроснабжения с применением ПЧСВ для поочередной работы с любым из трех синхронных электроприводов.



ВЫСОКОВОЛЬТНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ЧАСТОТЫ ПЧСВ (для синхронных двигателей мощностью от 1 до 10 МВт)

Основные технические характеристики ПЧСВ

Тип изделия	Напряжение сети, кВ	Мощность двигателя, МВт	Номинальный ток, А	Габаритные размеры		
				Длина (по фронту), мм	Глубина, мм	Высота, мм
ПЧСВ – 6/1,6	6	1,6	200	4 000	800	2 500
ПЧСВ – 6/2	6	2	250	4 000	800	2 500
ПЧСВ – 6/3,15	6	3,15	400	4 000	800	2 500
ПЧСВ – 6/6,3	6	6,3	630	4 000	800	2 500
ПЧСВ – 10/3,15	10	3,15	200	6 800	1 000	2 500
ПЧСВ – 10/5	10	5	400	6 800	1 000	2 500
ПЧСВ – 10/10	10	10	800	6 800	1 000	2 500

Высота изделий приведена с учетом опорного пояса и вентиляторов.

Условия эксплуатации

Щиты и шкафы в составе ПЧСВ должны эксплуатироваться в электротехническом помещении, обеспечивающем следующие требования (климатическое исполнение УХЛ 4 по ГОСТ 15150-69):

- Температура окружающей среды +1°С...+40°С;
- Относительная влажность воздуха 80% при 20°С;
- Содержание пыли в воздухе не более 0,5 мг/м³;
- Окружающая среда невзрывоопасная, не содержащая агрессивные пары и газы.

Место установки оборудования должно быть защищено от попаданий эмульсий, масел, прямого воздействия солнечной радиации и т.п.

Высота установки оборудования над уровнем моря — до 1000 м.

Место установки силового щита преобразователя должно иметь вытяжную (приточно-вытяжную) вентиляцию, достаточную для обеспечения теплового режима.

Забор воздуха для принудительной вентиляции щита силового преобразовательного ЩТС — через проемы в нижней части шкафов. Выброс воздуха — в помещение вентиляторами через верхние части шкафов.

Рабочее положение шкафов и щитов вертикальное с отклонением в любую сторону не более 5°С.

Группа условий эксплуатации в части воздействия механических факторов внешней среды – М 2 по ГОСТ 17516.1-90.

Электропитание силовых цепей ПЧСВ по ГОСТ 13109-87 должно соответствовать следующим требованиям:

- Напряжение питающей сети – 6; 10 кВ ± 10%, 50 Гц;
- Отклонение частоты от номинального значения не более 2 %;
- Напряжение собственных нужд для питания щита силового 3×380 В ± 10 %, 50 Гц;
- Напряжение собственных нужд должно быть синфазным с напряжением силовых цепей или сдвинуто по отношению к нему на угол 30 град. электр.

Питание возбуждателя, входящего в состав электропривода, должно осуществляться от трехфазной сети 380 В, 50 Гц с применением индивидуального трансформатора.



ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ЧАСТОТЫ С НИЗКОВОЛЬТНОЙ ВЕНТИЛЬНОЙ ЧАСТЬЮ ПЧСН (для синхронных двигателей мощностью до 1600 кВт)

Назначение

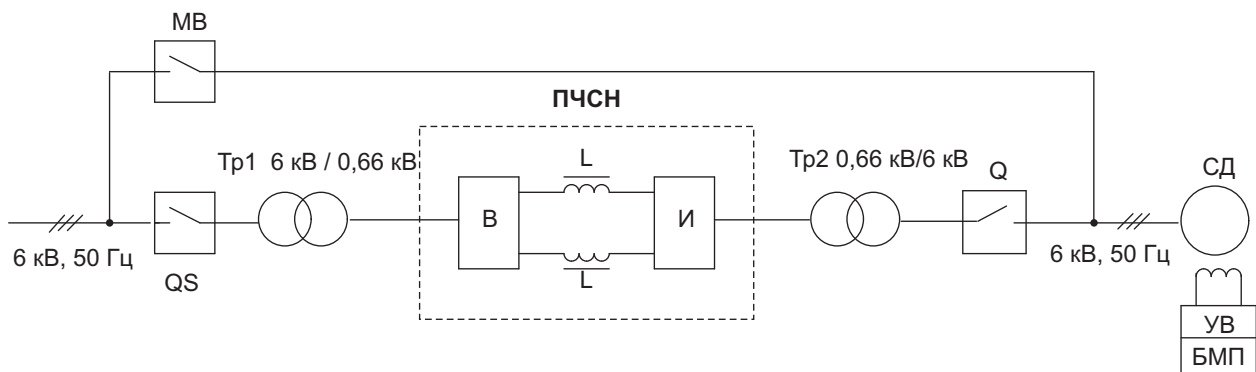
ПЧСН — преобразователи частоты с низковольтной вентиляльной частью. Назначение и область применения преобразователей частоты ПЧСН аналогичны назначению и области применения высоковольтных преобразователей частоты ПЧСВ.

Для двигателей мощностью до 1600 кВт и вентиляторным характером нагрузки (небольшом пусковом моменте) целесообразнее использовать преобразователь частоты ПЧСН. Его отличительными особенностями являются низковольтная часть и наличие согласующих трансформаторов на входе и выходе. Возможно использование как масляных, так и сухих трансформаторов.

Принцип действия преобразователей частоты ПЧСН аналогичен принципу действия преобразователей частоты ПЧСВ. Выпускаются типоразмеры ПЧСН на различные рабочие напряжения (660, 1140 В).



Шкаф преобразователя частоты ПЧСН 1250 кВт



Функциональная однолинейная схема электропривода на базе ПЧСН с рабочим напряжением 660 В

В состав электропривода на базе преобразователя частоты ПЧСН входят:

- щит силовой преобразовательный (В,И);
- повышающий трансформатор (Tr2);
- понижающий трансформатор (Tr1);
- сглаживающие дроссели (L).

Основные технические характеристики ПЧСН

Тип изделия	Мощность двигателя, кВт	Габаритные размеры		
		Длина (по фронту), мм	Глубина, мм	Высота, мм
ПЧСН – 630	630	800	800	2 300
ПЧСН – 800	800	800	800	2 500
ПЧСН – 1250	1 250	900	800	2 500
ПЧСН – 1600	1 600	1 800	800	2 500

Высота изделий приведена с учетом опорного пояса и вентиляторов.

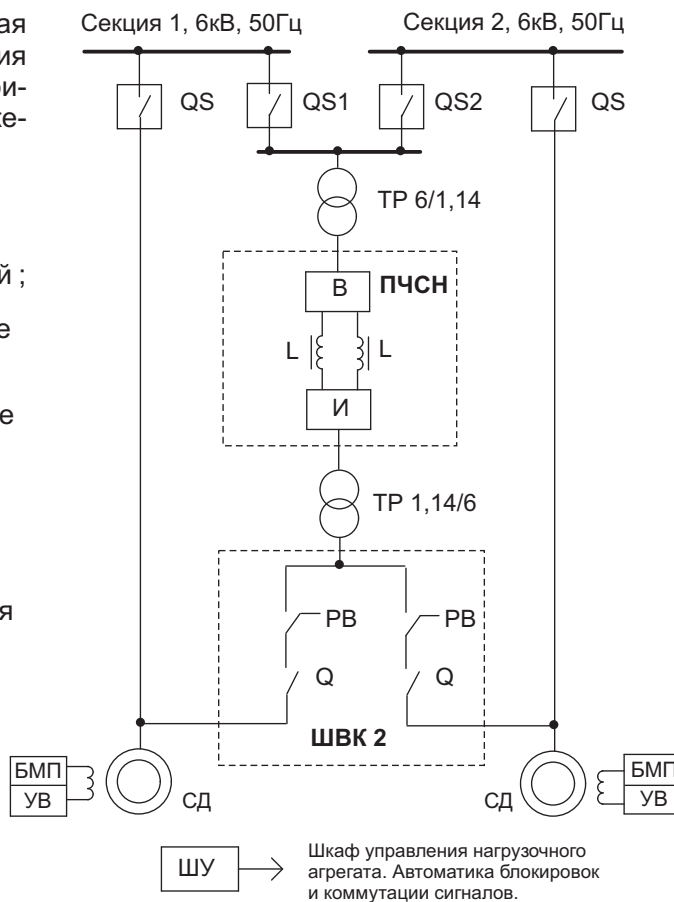


ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ЧАСТОТЫ С НИЗКОВОЛЬТНОЙ ВЕНТИЛЬНОЙ ЧАСТЬЮ ПЧСН (для синхронных двигателей мощностью до 1600 кВт)

На рисунке справа приведена однолинейная функциональная схема электроснабжения вентиляторов главного проветривания с применением ПЧСН 1250 кВт с рабочим напряжением 1140 В.

Обозначения:

- QS – ячейки высоковольтных выключателей ;
- Q – контакторы (выключатели) в составе шкафа ШВК 2;
- PB – размыкатели-разъединители в составе шкафа ШВК 2;
- В, И – щит силовой преобразовательный;
- L – сглаживающие дроссели;
- БМП – блок связи УВ с системой управления ПЧСН.



ВОЗБУДИТЕЛИ ВТЦ

Назначение

Статические возбудители ВТЦ предназначены для управления током возбуждения синхронных двигателей при прямом или реакторном пуске от сети, в составе системы мягкого пуска, а также для работы в составе электроприводов по схеме вентильного двигателя.

Статический возбудитель ВТЦ обеспечивает автоматическое регулирование тока возбуждения синхронного электродвигателя в режиме ручного или автоматического задания тока возбуждения. Включение ВТЦ должно производиться либо в функции внешнего управляющего сигнала, либо автоматически в функции скольжения при прямом пуске двигателя.

Технические характеристики

Нашим предприятием серийно производятся статические возбудители на токи 320, 400, 500, 600 А и по спецзаказу на большие токи.

Номинальное выпрямленное напряжение определяется типом силового трансформатора и выбирается из ряда: 48, 75, 115, 150, 230 В.

Управление током возбуждения может быть ручным, когда задается непосредственно ток возбуждения, или автоматическим, когда ток возбуждения определяется по выбору:

- регулятором реактивного тока статора;
- регулятором напряжения на зажимах статора;
- регулятором $\cos \phi$ на зажимах статора.

Возбудитель ВТЦ обеспечивает также:

- форсировку тока возбуждения при синхронизации, просадках напряжения в питающей сети, увеличение угла нагрузки двигателя сверх установленного значения по специальным командам;
- непрерывное измерение сопротивления изоляции обмотки возбуждения относительно земли.

При подаче силового напряжения 380 В, система управления возбудителя выполняет автоматическую самодиагностику и проверку силовых цепей возбудителя. При положительном результате контроля выдается контактный сигнал готовности к работе.

Возбудитель имеет следующие виды защит:

- от внешних со стороны нагрузки и внутренних коротких замыканий собственно возбудителя;
- от развивающегося пробоя тиристорной силовой части;
- от затянувшегося пуска синхронного двигателя;
- от асинхронного хода двигателя;
- от обрыва тока возбуждения;
- от токовых перегрузок статора и ротора.

Управление возбудителем осуществляется:

- с местного (на шкафу возбудителя) клавишного пульта управления;
- с дистанционного пульта управления оператора, или от системы автоматики по последовательному интерфейсу RS 232 или RS 485 (протокол обмена согласуется дополнительно). Скорость передачи данных 38 400 бод.



Статический возбудитель ВТЦ-320



ВОЗБУДИТЕЛИ ВТЦ

Местный пульт управления снабжен клавиатурой для ввода параметров управления и визуализации, заданных и фактических параметров режима работы возбудителя и двигателя. Визуализация осуществляется с помощью двухстрочечного жидкокристаллического дисплея. С местного пульта управления на двери возбудителя с помощью информационного меню на дисплей возбудителя должны выводиться:

- данные режима работы возбудителя;
- значения сопротивления изоляции обмотки возбуждения относительно земли;
- причины аварийного отключения возбудителя.

Возбудитель имеет релейный выход формирования сигналов на отключение двигателя при аварийном отключении возбудителя и результаты готовности работы возбудителя (готов/не готов).

ВТЦ конструктивно выполнен в виде электротехнического шкафа двухстороннего обслуживания с габаритами 600 x 800 x 1800 мм (длина по фронту x глубина x высота).

Исполнение ВТЦ по степени защиты согласно ГОСТ 14254-96 — IP21, кроме мест выхода охлаждающего воздуха и подключения кабелей, где допускается исполнение по классу IP00.

Шкаф установлен на опорном поясе, придающем конструкции необходимую жесткость. На крыше шкафа устанавливается ящик сопротивления. При перевозке изделия ящик сопротивления снимается и транспортируется отдельно. Высота изделия с учетом опорного пояса и ящика сопротивления составляет 2500 мм.

В верхней части шкафа располагаются силовые блоки, образующие мостовую схему выпрямления. Ниже располагаются разрядный ключ, выполненный на тиристорах, и автоматический выключатель. Измерительные приборы, аппаратура управления и сигнализации размещаются на передней двери шкафа.

Охлаждение шкафа: воздушное, естественное. В нижней и в верхней части шкафа выполнены жалюзи (просечки), обеспечивающие теплообмен с окружающей средой за счет конвекционных потоков воздуха. При размещении изделия необходимо обеспечить свободное пространство не менее 200 мм от боковых стенок шкафа ВТЦ.

Согласующий трансформатор, входящий в комплект поставки, устанавливается отдельно. Конкретное исполнение системы автоматического регулирования возбудителя согласовывается при заказе.

По спецзаказу, нашим предприятием выпускаются возбудители ВТЦ в исполнении по степени защиты IP54 согласно ГОСТ 14254-96.

Условия эксплуатации

Шкафы ВТЦ должны эксплуатироваться в отопляемом электротехническом помещении, обеспечивающем следующие требования (климатическое исполнение и категория размещения УХЛ4 по ГОСТ 15150-69):

- температура окружающей среды +1°C — +40°C;
- относительная влажность воздуха 80% при 20°C;
- содержание пыли в воздухе не более 0,5 мг/м³;
- окружающая среда невзрывоопасная, не содержащая агрессивные пары и газы в концентрациях, разрушающих металлы и изоляцию.

Рабочее положение шкафа ВТЦ вертикальное, с отклонением не более 5°.

Группа условий эксплуатации в части воздействий механических факторов внешней среды — М2 по ГОСТ 17516.1-90.

Место установки шкафа ВТЦ должно обеспечивать двухстороннее обслуживание. При размещении изделия необходимо обеспечить свободное пространство не менее 200 мм от боковых стенок шкафа возбудителя.

Питание системы управления ВТЦ должно осуществляться от трехфазной сети 380 В ± 10%, 50 Гц с применением индивидуального понижающего трансформатора. Напряжение собственных нужд должно быть синфазным, с напряжением силовых цепей или сдвинуто по отношению к нему на угол (30 ± 5) эл. град.



СИСТЕМЫ МЯГКОГО ПУСКА СМП (для поочередного пуска двигателей 3, 6, 10 кВ мощностью от 250 кВт до 12,5 МВт)

Назначение

Системы мягкого пуска (СМП) предназначены для поочередного мягкого безударного пуска синхронных и асинхронных электродвигателей механизмов с вентиляторным характером нагрузки.

Корпорацией предлагаются устройства, в настоящее время уникальные по техническим характеристикам, по ценам – средним на рынке СНГ, плюс широкий спектр инженеринговых услуг.

Каждый прямой пуск электродвигателя снижает срок службы двигателя и приводного механизма. Это особенно актуально для мощных электроприводов переменного тока. Учитывая данное обстоятельство, на практике часто отказываются от отключения агрегатов во время перерывов в работе или в выходные дни, оставляя их в работе и мирясь с непроизводительными затратами электроэнергии. При этом затрачивается до 40% номинальной мощности электродвигателя. Эта проблема может быть успешно разрешена с помощью применения «мягкого» пуска двигателя.

Плавный пуск электродвигателей мощных компрессоров, насосов и т.д. при использовании СМП ослабляет негативные явления, характерные для прямого пуска. Особенно привлекательно использование СМП для выборочного поочередного пуска нескольких электроприводов. Например, с помощью выборочного пуска компрессорных агрегатов компрессорной станции может обеспечиваться ступенчатое регулирование производительности всей станции.

Система мягкого пуска СМП одинаково пригодна для пуска как асинхронного, так и синхронного двигателя, причем в последнем случае при использовании СМП выполняется пуск возбужденного двигателя.



Щит СМП 6 кВ, 400А для пуска семи двигателей



Щит СМП в контейнере



Щит СМП 6 кВ, 200 А для пуска четырех двигателей с применением двух ВПУ



СИСТЕМЫ МЯГКОГО ПУСКА СМП (для поочередного пуска двигателей 3, 6, 10 кВ мощностью от 250 кВт до 12,5 МВт)

Технические характеристики СМП

Номинальные данные:

- номинальное напряжение — 3, 6, 10 кВ;
- номинальный ток главных цепей — 70, 150, 200, 400, 630, 800, 1 100 А;
- количество отходящих линий нагрузки — определяется количеством запускаемых двигателей.

СМП обеспечивает поочередный мягкий автоматический пуск и разворот до подсинхронной скорости двигателей механизмов с вентиляторным характером нагрузки. Пуск двигателей должен производиться в режиме минимальной загрузки и моменте сопротивления не превышающем $0,4M_{ном.}$, при этом обеспечивается:

- ограничение пусковых токов двигателя на заданном уровне в диапазоне $I_p = (1,5 \dots 3) I_{ном.}$;
- повышение долговечности двигателей за счет существенного снижения электродинамических усилий в обмотках двигателей при пусках;
- повышение долговечности коммутационной аппаратуры;
- снижение нагрузок на электрическую сеть при пуске мощных двигателей.

Существуют модификации СМП на различные токи, напряжения и количество двигателей. С помощью СМП возможно осуществление пуска нескольких групп двигателей, каждая из которых запитана от своей высоковольтной секции.

В состав СМП входит перечисленное ниже оборудование:

- высоковольтное пусковое устройство;
- ячейки КРУ — по количеству высоковольтных секций;
- шкафы контакторные — количество линий нагрузки по количеству запускаемых двигателей;
- шкафы размыкателей (для безопасного обслуживания ВПУ);
- тиристорные возбудители (для синхронных двигателей);
- шкаф управления;
- вспомогательное оборудование.

Обозначения на рисунке:

ВПУ — высоковольтное пусковое устройство;

QS — высоковольтные ячейки (для подключения ВПУ);

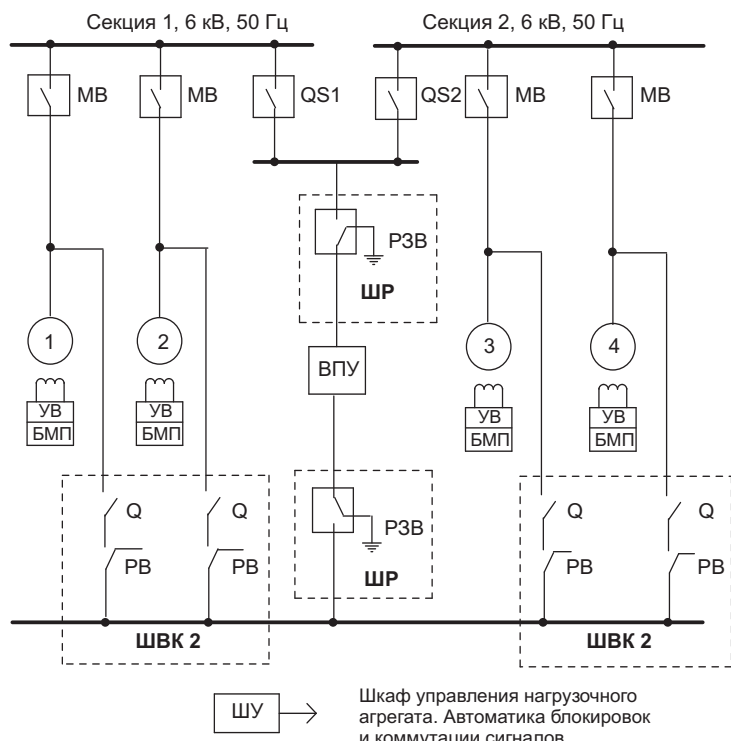
Q — контакторы (выключатели) в составе шкафов ШВК;

PB — размыкатели-разъединители в составе шкафов ШВК;

PЗВ — размыкатели-разъединители (с заземлением) в составе шкафа ШР;

УВ — тиристорные возбудители;

МВ — высоковольтные ячейки двигателей (штатные).



Однолинейная функциональная схема СМП четырех двигателей



СИСТЕМЫ МЯГКОГО ПУСКА СМП (для поочередного пуска двигателей 3, 6, 10 кВ мощностью от 250 кВт до 12,5 МВт)

СМП обеспечивает поочередный пуск и разгон двигателей до подсинхронной скорости с помощью высоковольтного пускового устройства ВПУ. Подключение данного двигателя для пуска осуществляется автоматически коммутационным аппаратом (контактор, выключатель) соответствующего шкафа ШВК.

ВПУ в составе СМП функционирует под управлением внешней схемы автоматики, с помощью «сухих» релейных сигналов. Формирование сигналов управления выполняется в соответствии с алгоритмом:

1. Пуск двигателя начинается при наличии сигнала ГОТОВНОСТИ. Сигнал формируется при закрытых дверях силового щита, при наличии технологической готовности и исправности системы управления. Наличие сигнала ГОТОВНОСТИ дает разрешение на подачу высокого напряжения. После подачи силового напряжения проводится предпусковая диагностика целостности силовых тиристоров. После завершения диагностики силовых тиристоров и поступления сигнала ПУСК, с местного или дистанционного управляющего устройства, автоматически производится пуск и разворот двигателя до подсинхронной скорости.
2. По окончании разгона двигателя до подсинхронной скорости, ВПУ формирует сигнал окончания разгона ОР для включения штатного сетевого выключателя и перевода двигателя в штатный режим работы. После включения рабочего выключателя производится отключение высоковольтного выключателя (контактора) на входе и выходе ВПУ. В случае отсутствия подтверждения подключения двигателя к питающей сети, с помощью штатного выключателя, спустя временную паузу, достаточную для замыкания выключателя, снимаются управляющие импульсы тиристоров и формируется аварийный сигнал отключения ВПУ.
3. Пуск двигателя прерывается в случае подачи сигнала СТОП, путем снятия управляющих импульсов тиристоров или подачей сигнала «Аварийный стоп», путем снятия управляющих импульсов и отключения высоковольтных выключателей (контакторов) на входе и выходе ВПУ.

На входе и выходе каждого пускового устройства ВПУ в составе СМП установлены высоковольтные размыкатели. При этом конструкция размыкателя обеспечивает в отключенном (не рабочем) положении подключение входных (выходных) зажимов ВПУ к «земле». В том случае, если в составе СМП используется два ВПУ, то при включении (отключении) соответствующих размыкателей обеспечивается выбор рабочего пускового устройства.

Цепи релейных блокировок, управления включением высоковольтных ячеек и контакторов расположены в низковольтных отсеках шкафа размыкателей ШР, либо в отдельно стоящем шкафу управления ШУ. ШУ оборудован узлами световой сигнализации состояния коммутационных аппаратов и готовности шкафов СМП к работе. ШУ изготавливается по проектной документации.

Блокировки исключают возможность включения силового напряжения 3, 6, 10 кВ (внешнего выключателя) при условии:

- Отсутствия сигнала «готовности» к работе ВПУ;
- Отсутствия сигнала «готовности» технологического оборудования;
- Неправильно собранной схеме коммутационного оборудования.

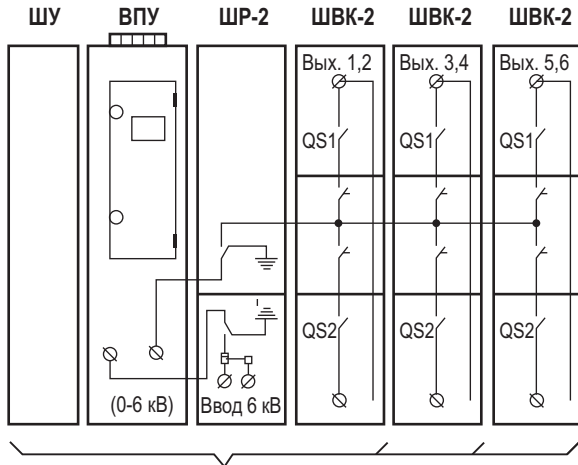
При этом, исключается возможность включения выбранного контактора (выключателя) в шкафах ШВК при отключенном положении размыкателя-разъединителя (РВ), установленного последовательно с ним.

В процессе мягкого пуска СМП обеспечивает защиту приводного двигателя и необходимые блокировки, исключающие аварийные режимы в системе электропитания приводного механизма. После подключения двигателя к сети должны функционировать все блокировки, предусмотренные штатной схемой электроснабжения и автоматики.

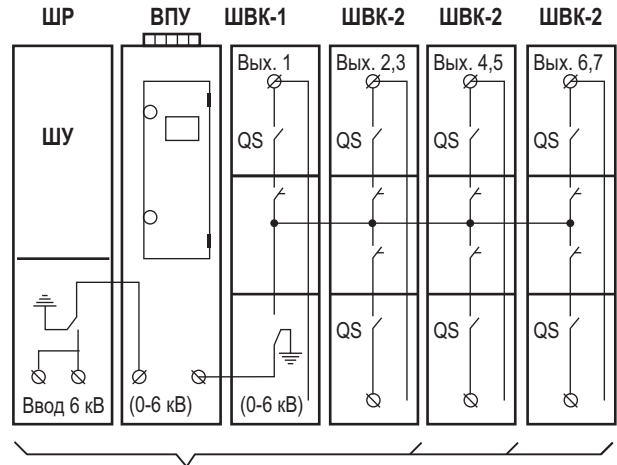


СИСТЕМЫ МЯГКОГО ПУСКА СМП
 (для поочередного пуска двигателей 3, 6, 10 кВ
 мощностью от 250 кВт до 12,5 МВт)

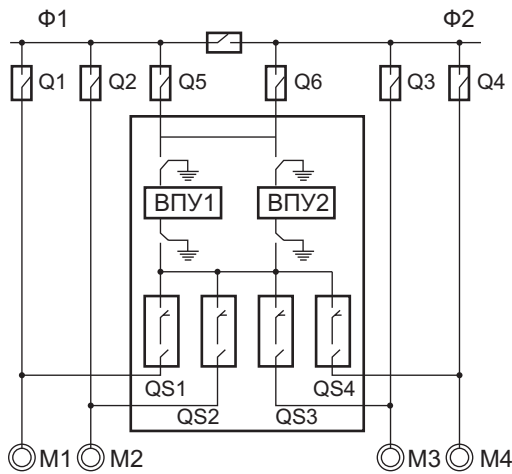
Функциональные схемы щитов СМП различных типоразмеров.



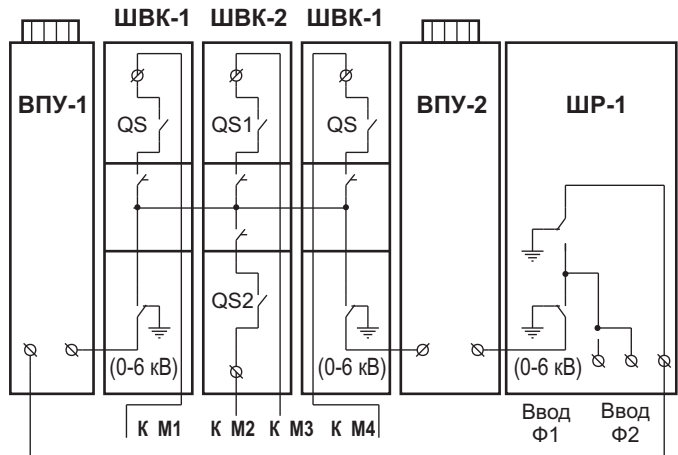
Щит СМП для пуска двигателей
 – двух – четырех – шести



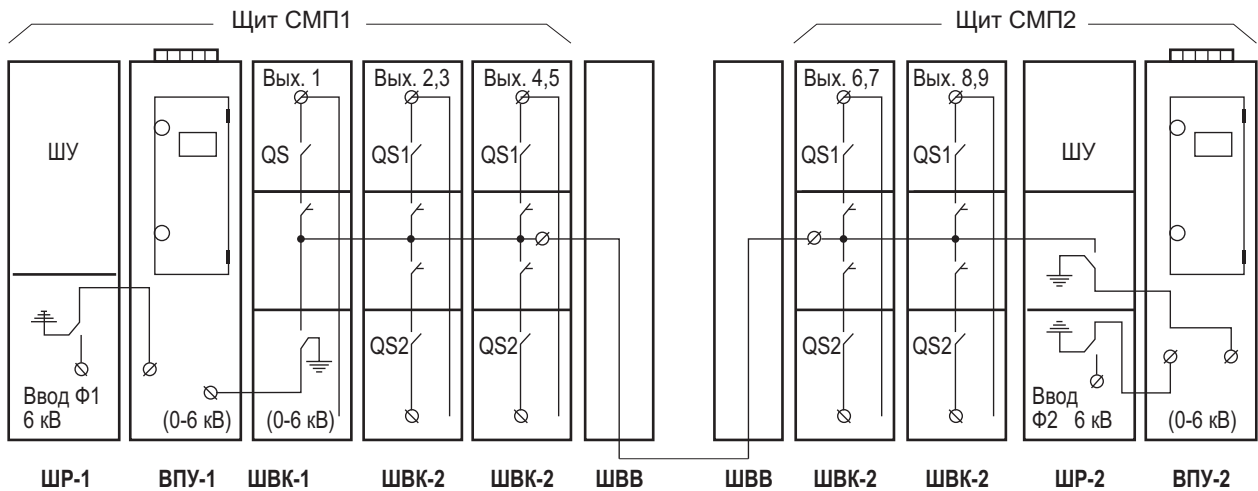
Щит СМП для пуска двигателей
 – трех – пяти – семи



Однолинейная схема электроснабжения
 системы мягкого пуска 4-х двигателей



Однолинейная функциональная схема щита СМП для пуска
 4-х двигателей с применением двух устройств плавного пуска



Сборный щит СМП 6 кВ, 200 А для пуска девяти двигателей



ВЫСОКОВОЛЬТНЫЕ ПУСКОВЫЕ УСТРОЙСТВА ВПУ (для пуска двигателей 3, 6, 10 кВ мощностью от 250 кВт до 12,5 МВт)

Назначение

Высоковольтные пусковые устройства (ВПУ) на базе трехфазных тиристорных высоковольтных регуляторов напряжения с квазичастотным режимом управления, предназначены для «мягкого» пуска и торможения синхронных и асинхронных высоковольтных двигателей переменного тока 3, 6, 10 кВ мощностью от 250 кВт до 12,5 МВт в электроприводах с вентиляторным характером нагрузки.

ВПУ является ключевым узлом в составе СМГП. ВПУ обеспечивает «мягкий», безударный пуск и разгон до подсинхронной скорости приводного электродвигателя. После пуска приводной двигатель переключается на питание от сети и нагружается. Применение высоковольтных пусковых устройств позволяет практически снять ограничения на количество пусков двигателя за время эксплуатации. Высоковольтные пусковые устройства ВПУ, по сравнению с классическими преобразователями, при использовании их в качестве пусковых устройств, характеризуются низкой стоимостью, малыми габаритами. При реконструкции действующих предприятий, как правило, используются существующие площади благодаря малым габаритам ВПУ.



ВПУ 10 кВ, 12,5 МВт

ВПУ 6 кВ, 200 А

Технические характеристики ВПУ

ВПУ обеспечивает асинхронный и квазичастотный пуск синхронных и асинхронных двигателей с ограничением амплитуды пускового тока. Пуск двигателей должен производиться в режиме минимальной загрузки и момента сопротивления, не превышающем $0,4M_{ном}$. В процессе пуска обеспечивается:

- ограничение пусковых токов двигателя на заданном уровне в диапазоне $I_n = (1,5 \dots 3,0) I_{ном.}$;
- ограничение пусковых токов (момента) в процессе пуска по сравнению с прямым пуском;
- снижение динамических моментов в кинематической схеме «двигатель» – «механизм» по сравнению с прямым пуском;
- снижение ударных токов пусковой коммутационной аппаратуры по сравнению с прямым пуском;
- снижение потерь в обмотке статора и ротора при пуске (при использовании квазичастотного режима) по сравнению с прямым пуском;
- допустимое число пусков двигателя до 12 в течение часа (в режиме квазичастотного пуска).



ВЫСОКОВОЛЬТНЫЕ ПУСКОВЫЕ УСТРОЙСТВА ВПУ (для пуска двигателей 3, 6, 10 кВ мощностью от 250 кВт до 12,5 МВт)

Технические характеристики ВПУ

ВПУ имеет местное и дистанционное управление и обеспечивает связь с внешней системой автоматики посредством коммуникационного интерфейса RS 232,485.

ВПУ обеспечено следующими защитами:

- от перегрузки (время-токовая);
- максимальной токовой защитой;
- защитой от недопустимого количества вышедших из строя тиристоров;
- защитой от нарушения проводимости одной ветви силовой цепи (защита от однофазного режима);
- защитой от неисправности источников питания системы управления;
- защитой от исчезновения или недопустимого снижения напряжения собственных нужд;
- защитой от открывания дверей силового шкафа при наличии высокого напряжения.

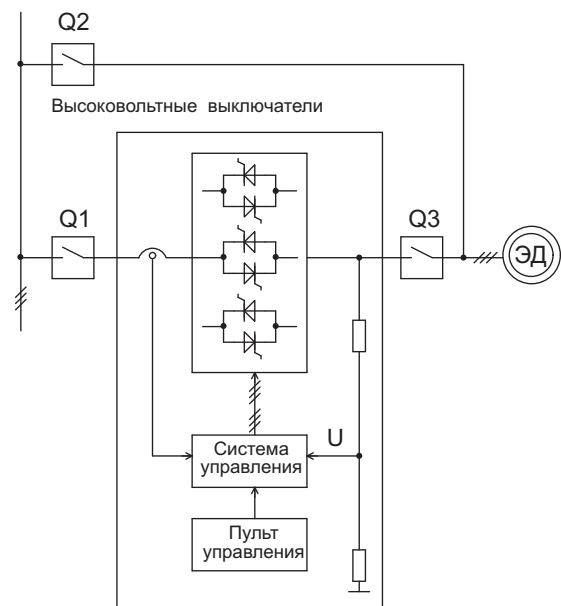
Если пуск двигателя не завершился в течение установленного времени, выдается команда аварийного останова с расшифровкой причины останова и индикацией на дисплее.

ВПУ имеет световую сигнализацию:

- наличия или отсутствия высокого напряжения на зажимах шкафа;
- наличия или отсутствия оперативного напряжения 380 В;
- закрытия дверей шкафов;
- готовности к работе ВПУ.

Силовая схема ВПУ выполнена на базе встречно-параллельно соединенных тиристоров, включаемых в каждую из трех фаз двигателя. Конструктивно ВПУ представляет собой шкаф (щит) двухстороннего обслуживания. Исполнение шкафа по степени защиты согласно ГОСТ 14254-96 IP21, кроме мест выхода охлаждающего воздуха и подключения кабелей, где допускается исполнение по классу IP00. В шкафу ВПУ предусмотрен высоковольтный отсек, низковольтный отсек и отсек управления. Охлаждение тиристоров осуществляется с помощью вентиляторов, устанавливаемых сверху. Забор охлаждающего воздуха осуществляется из помещения, где установлено ВПУ, через двери шкафа (щита). Выброс воздуха осуществляется в помещение через вентилятор.

ВПУ комплектуются микропроцессорной системой управления, которая позволяет реализовать оригинальные алгоритмы управления, в частности квазичастотное управление током двигателя, при котором существенно (в несколько раз) снижаются потери в обмотках двигателя при пуске. Новые принципы управления, реализуемые с помощью быстродействующей микропроцессорной системы управления, придали ВПУ свойства преобразователя частоты. Это позволяет в течение пуска до $(0,7-0,8)n_{ном}$ формировать квазигармонические токи в обмотках двигателя с частотой пропорциональной частоте вращения двигателя. Благодаря этому тепловыделения в роторе составляют величину близкую для режима работы с преобразователем частоты, а момент двигателя при той же амплитуде тока выше, чем при использовании традиционных устройств мягкого пуска.



Функциональная схема
высоковольтного пускового устройства

**ВЫСОКОВОЛЬТНЫЕ ПУСКОВЫЕ УСТРОЙСТВА ВПУ**
(для пуска двигателей 3, 6, 10 кВ мощностью от 250 кВт до 12,5 МВт)**Основные технические характеристики ВПУ**

Исполнения по напряжению и току указываются для режима длительной работы с учетом допустимой 2-х кратной перегрузки по длительному току.

Тип изделия	Напряжение сети, кВ	Мощность двигателя, кВт	Длительный ток, А	Габаритные размеры		
				Длина (по фронту), мм	Глубина, мм	Высота, мм
ВПУ – 3/0,25	3	250	70	600	600	2 000
ВПУ – 3/0,5	3	500	150	700	800	2 300
ВПУ – 6/1,6	6	1 600	180	700	800	2 500
ВПУ – 6/2	6	2 000	200	700	800	2 500
ВПУ – 6/3,15	6	3 150	350	1 400	800	2 500
ВПУ – 6/4	6	4 000	400	1 400	800	2 500
ВПУ – 6/6,3	6	6 300	700	1 400	800	2 500
ВПУ – 6/10	6	10 000	1 100	1 600	1000	2 500
ВПУ – 10/3,15	10	3 150	200	1 000	1000	2 500
ВПУ – 10/8	10	8 000	630	1 400	1000	2 500
ВПУ – 10/12,5	10	12 500	800	2 400	1000	2 500

Высота изделий приведена с учетом опорного пояса и вентиляторов.

Условия эксплуатации

ВПУ должно эксплуатироваться в отапливаемом электротехническом помещении, обеспечивающем следующие требования (климатическое исполнение и категория размещения УХЛ4 по ГОСТ 15150-69):

- температура окружающей среды +1°С – +40°С;
- относительная влажность воздуха 80% при 20°С;
- содержание пыли в воздухе не более 0,5 мг/м³;
- окружающая среда невзрывоопасная, не содержащая агрессивные пары и газы в концентрациях, разрушающих металлы и изоляцию.

Рабочее положение шкафа ВПУ вертикальное, с отклонением не более 5°.

Группа условий эксплуатации в части воздействий механических факторов внешней среды – М2 по ГОСТ 17516.1-90.

Место установки шкафа ВПУ должно обеспечивать двухстороннее обслуживание.

Напряжение силовой сети 3, 6, 10 кВ, 50 Гц. Показатели качества электроэнергии по ГОСТ 13109-97.

Оперативное напряжение для нужд ВПУ от 3-х фазной сети 380 В ± 10%, 50 Гц.

Оперативное напряжение должно быть синфазным с напряжением силовых цепей или сдвинуто по отношению к нему на угол 30° электр. град.



УСТРОЙСТВО МЯГКОГО ЧАСТОТНОГО ПУСКА УМПЧ (для механизмов с тяжелыми условиями пуска)

Назначение

Устройство мягкого частотного пуска УМПЧ (в дальнейшем УМПЧ) предназначено для частотного пуска синхронных электродвигателей напряжением 6, 10 кВ, мощностью 1...10 МВт механизмов с вентиляторным характером нагрузки, а также механизмов с тяжелыми условиями пуска (например, приводов шаровых мельниц). По спецзаказу возможно изготовление УМПЧ на большие мощности — 10...40 МВт.

УМПЧ используется для обеспечения технологической гибкости с целью экономии энергоресурсов, сохранения технического ресурса и продления срока службы двигателей. Возможно использование УМПЧ для пуска одного или группы двигателей.

Применение УМПЧ привлекательно в тех случаях, когда внедрение устройств плавного пуска невозможно, а использование полнофункциональных преобразователей частоты сдерживается по экономическим соображениям или из-за слишком высоких габаритов.

Габариты и стоимость — основополагающие параметры преобразователя частоты. Для их снижения силовая схема УМПЧ была оптимизирована для повторно-кратковременного режима, а также модифицированы функции защиты и управления.



УМПЧ-М 10кВ, 2МВт

Примеры использования УМПЧ

Как уже отмечалось ранее, УМПЧ занимает промежуточное место между традиционными устройствами мягкого асинхронного пуска, используемыми для пуска ненагруженных двигателей (момент сопротивления меньше 0,3-0,4 момента номинального) и преобразователями частоты, применяемыми для регулирования производительности (и соответственно пуска) агрегатов с приводным синхронным двигателем. Тем не менее, специализация преобразователя частоты для целей пуска позволила снизить цену и габаритные размеры устройства, что позволяет рассматривать достаточно широкий перечень возможных применений УМПЧ.

На объектах питающихся от электроэнергетических систем со слабой или ограниченной мощностью, то есть в случаях, когда прямой пуск электродвигателя требует отключения других потребителей. Например: питание от дизель генератора или ветростанции, удаленных трансформаторных подстанций, уже нагруженных другими потребителями, по трассам нефте-газопроводов для пуска газопоршневых станций.

Пуск приводов на базе высоковольтных синхронных двигателей с вентиляторным характером нагрузки, но с большими маховыми массами (приводы эксгаустеров).

Механизмов с тяжелыми условиями пуска (шаровые и рудничные мельницы) требующими возможностями пуска под нагрузкой. Традиционные устройства плавного пуска не удовлетворяют требованиям пускового режима. Однако, использование полнофункциональных преобразователей частоты только для пуска избыточно и экономически нецелесообразно. Применение УМПЧ-М позволяет удовлетворить все требования к пуску таких механизмов.

Применение традиционных устройств мягкого пуска ограничивается несколькими факторами:

- ограничением числа пусков подряд крупных машин по соображениям допустимой температуры при пуске;
- снижением экономической эффективности от применения систем мягкого пуска, т.к. из-за сравнительно больших пусковых токов необходимо применять мощные тиристоры, предусматривать защиту в случае питания от мощных вводов высокого напряжения.



УСТРОЙСТВО МЯГКОГО ЧАСТОТНОГО ПУСКА УМПЧ (для механизмов с тяжелыми условиями пуска)

В этих случаях целесообразнее использование устройства с меньшей установленной мощностью (но более эффективного благодаря высокому пусковому моменту устройств на базе ПЧ) по сравнению с традиционным устройством мягкого пуска.

Таким образом, по сумме обстоятельств для пуска механизмов 20...40 МВт целесообразно использование УМПЧ-Т.

Особо следует отметить применение УМПЧ для приводов магистральных газопроводов, которые оснащены электродвигателями СТД, СТДМ мощностью 4...12,5 МВт с массивным цельнолитым ротором.

Изменение объемов газоперекачки вызывает необходимость регулирования производительности компрессорных станций. Каждый прямой пуск компрессорного агрегата существенно снижает срок службы двигателя и вызывает «просадки» в питающей сети. Поэтому в настоящее время, регулирование производительности, важная задача для перекачивающих подстанций.

Применение преобразователей частоты позволяет решать проблемы энергопотребления и снять ограничения по числу пусков компрессорных агрегатов. Однако, использование полнофункциональных преобразователей частоты для длительной работы ограничивается несколькими факторами:

- 1) Ротор высокоскоростных турбодвигателей типа СТД, как правило, выполняется цельнометаллическим, а не шихтованным. В результате при длительной работе высшие гармоники тока, которые всегда присутствуют на выходе преобразователя, вызывают повышенный нагрев ротора двигателя.
- 2) Негативное влияние на сеть преобразователя частоты при полной загрузке компрессорного агрегата.

Использование традиционных устройств плавного пуска для использования в составе электропривода компрессорного агрегата невозможно, т.к. по требованиям технологии загрузка компрессорных агрегатов при пуске не является минимальной и исключает оптимальный режим пуска.

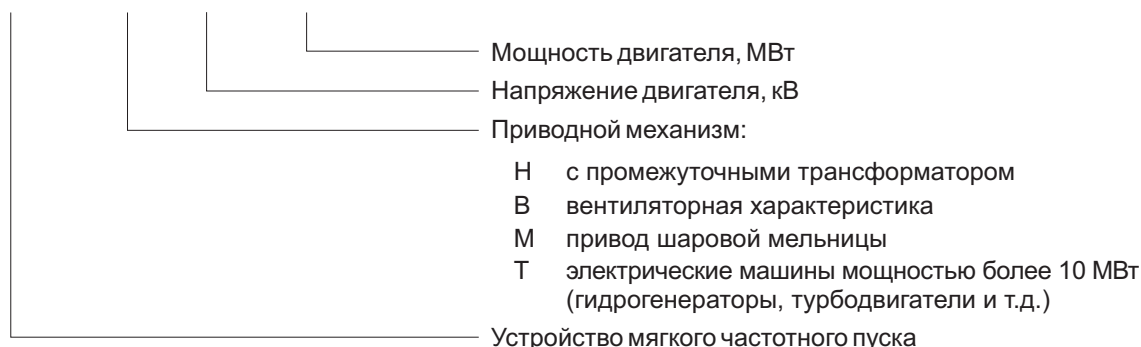
При использовании преобразователя частоты для пуска его влияние на сеть существенно ниже чем при номинальном режиме, т.к. пуск производится все-таки разгруженного агрегата и плюс время пуска кратковременно (доли минуты), что исключает существенное влияние на сеть. Однако, использование полнофункциональных преобразователей частоты только для пуска компрессорных агрегатов избыточно.

Нашей корпорацией предлагается применение УМПЧ, которое дешевле полнофункционального преобразователя частоты.

Внедрение УМПЧ ведет к существенному снижению энергозатрат на транспорт газа за счет возможности включения требуемого количества агрегатов для реализации заданной производительности компрессорной станции

Структура условного обозначения

УМПЧ – X – XX – XXX – УХЛ4



Пример записи:

УМПЧ – В – 6/1...3,15 (Устройство мягкого частотного пуска для пуска синхронных электродвигателей напряжением 6, мощностью 1...3,15 МВт механизмов с вентиляторным характером нагрузки).



УСТРОЙСТВО МЯГКОГО ЧАСТОТНОГО ПУСКА УМПЧ (для механизмов с тяжелыми условиями пуска)

Технические характеристики УМПЧ

УМПЧ обеспечивает:

- частотный пуск от нуля до заданной частоты вращения с ограничением пускового тока двигателя на уровне $0,5 \dots 1,5 I_n$ (I_n – номинальный ток двигателя);
- пуск с моментом близким к номинальному или ниже номинального (в соответствии с заданной уставкой);
- снижение потерь в обмотке статора и ротора при пуске по сравнению с прямым пуском;
- снижение динамических моментов в кинематической схеме «двигатель»–«механизм» по сравнению с прямым пуском;
- торможение приводного двигателя с рекуперацией (возвратом) энергии в питающую сеть;
- повторное включение электропривода при вращении электродвигателя на выбеге в рабочем диапазоне частот вращения;
- автоматическую синхронизацию приводного двигателя с питающей сетью по принципу точной синхронизации;
- принципиальное отсутствие ограничений на допустимое число пусков подряд (в течение часа) и суммарное за время эксплуатации.

Устройство мягкого частотного пуска УМПЧ типоразмеров В, М, Т построено по схеме вентильного двигателя и включает в себя высоковольтный выпрямитель, сглаживающий дроссель в звене постоянного тока и инвертор, подключенный к обмоткам приводного двигателя.

УМПЧ типоразмера Н характеризуется низковольтной преобразовательной частью и наличием согласующих трансформаторов на входе и выходе. Возможно использование как масляных, так и сухих трансформаторов.

Конструктивно силовая схема УМПЧ размещается в вентильных секциях, соединенных через обмотки сглаживающего дросселя.

Шкафы выпрямителя и инвертора собраны в виде щита силового, обслуживание шкафов двухстороннее. Габаритные размеры щита силового приведены в таблице.

Основные технические характеристики УМПЧ

Тип изделия	Напряжение сети, кВ	Мощность двигателя, МВт	Габаритные размеры		
			Длина (по фронту), мм	Глубина, мм	Высота, мм
УМПЧ – Н – 6/0,5...1,25	6	0,5...1,25	900	800	2 500
УМПЧ – В – 6/1...3,15	6	1...3,15	2 500	800	2 500
УМПЧ – М – 6/1...4	6	1...4	2 800	800	2 500
УМПЧ – В – 6/4...10	6	4...10	3 000	1 000	2 500
УМПЧ – М – 6/5...10	6	5...10	3 200	1 000	2 500
УМПЧ – В – 10/2...5	10	2...5	2 800	1 000	2 500
УМПЧ – М – 10/2...10	10	2...10	3 200	1 000	2 500
УМПЧ – Т – 10/10...15	10	10...15	3 500	1 000	2 500

Высота изделий приведена с учетом опорного пояса и вентиляторов.

Примечание:

Изготовление УМПЧ с номинальными данными отличными от приведенных в таблице осуществляется по спецзаказу.



УСТРОЙСТВО МЯГКОГО ЧАСТОТНОГО ПУСКА УМПЧ (для механизмов с тяжелыми условиями пуска)

Исполнение шкафов по степени защиты согласно ГОСТ 14254-96 — IP21, кроме мест выхода охлаждающего воздуха и подключения кабелей, где допускается исполнение по классу IP00.

Силовые схемы управляемого выпрямителя и силового инвертора аналогичны. Они построены по схеме трехфазного моста — шестипульсной схеме. Каждое из шести вентильных плечей выпрямителя (инвертора) составлена из "n" последовательно включенных тиристоров, которые установлены в блоках с миниатюрными пластинчатыми охладителями.

В УМПЧ используются широко распространенные серийно выпускаемые в СНГ тиристоры.

Охлаждение элементов силовой схемы принудительное за счет встроенных вентиляторов, расположенных в верхней части шкафов УМПЧ. Забор воздуха осуществляется через проемы в нижней части шкафов. Выброс воздуха — в помещение через вентиляторы, которые установлены сверху.

Микропроцессорная система управления выполнена в виде печатных плат, расположенных в экранированном отсеке.

В режиме дистанционного управления УМПЧ обеспечивает связь с внешней системой автоматики, дискретными сигналами типа «сухой» контакт.

В режиме дистанционного управления может осуществляться связь с внешней системой автоматики по цифровому каналу с интерфейсом RS-485.

Подвод входного напряжения и подключение нагрузки производится снизу шкафа силовыми кабелями с медными или алюминиевыми жилами.

Сглаживающий дроссель поставляется комплектно. Для симметрирования силовой схемы сглаживающий дроссель может быть выполнен с расщепленной обмоткой (с двумя полуобмотками). Параметры дросселя указываются в эксплуатационной документации.

Необходимость установки токоограничивающих реакторов на входе УМПЧ типоразмеров В, М, и на выходе (для типоразмера Т) определяется исходя из мощности короткого замыкания в точке подключения. Как правило, токоограничивающие реакторы применяются в том случае, если токи короткого замыкания в питающей сети превышают 17 – 20 кА. Для УМПЧ типоразмера Н функции токоограничивающих реакторов, выполняют входной и выходной трансформаторы.

Защиты и световая сигнализация

В связи с применением последовательного включения силовых тиристоров в УМПЧ осуществляется контроль целостности тиристоров перед каждым пуском.

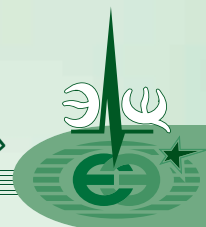
Использование современных электроизоляционных материалов обеспечивает высокую электроизоляционную прочность и надежность устройства.

Микропроцессорная система управления обеспечивает неизменность выбранных параметров за время эксплуатации, индикацию параметров работы УМПЧ, а также диагностику и индикацию возможных неисправностей.

УМПЧ обеспечено следующими защитами:

- от недопустимых перегрузок по току;
- от внутренних перенапряжений;
- от токов внутренних и внешних (со стороны нагрузки) коротких замыканий;
- от исчезновения или недопустимого снижения напряжения собственных нужд;
- защитой от недопустимого количества вышедших из строя тиристоров (перед каждым пуском);
- защитой от нарушения проводимости одной ветви силовой цепи;
- от открывания дверей силовой части при поданном на нее силовом напряжении.

Если пуск двигателя не завершился в течение установленного времени, выдается команда останова с расшифровкой причины останова и индикацией на дисплее.



ВЫСОКОВОЛЬТНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ЧАСТОТЫ ПЧСВ для синхронных двигателей мощностью от 1 до 10 МВт

Высоковольтные тиристорные преобразователи частоты ПЧСВ предназначены для регулирования частоты вращения механизмов с приводными синхронными двигателями напряжением 6, 10 кВ, мощностью от 1 до 10 МВт. Используются для управления насосами, дымососами, вентиляторами, мельницами и т. д. в различных отраслях хозяйства.

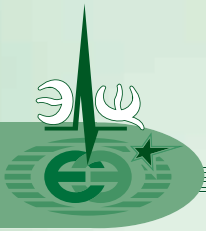


НИЗКОВОЛЬТНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ЧАСТОТЫ ПЧСН для синхронных двигателей мощностью до 1500 кВт

ПЧСН — преобразователи частоты с низковольтной вентильной частью. Назначение и область применения преобразователей частоты ПЧСН аналогичны назначению и области применения высоковольтных преобразователей частоты серии ПЧСВ.

Для синхронных двигателей мощностью до 1500 кВт экономически целесообразнее применение низковольтной (до 1200 В) преобразовательной части и двойного трансформирования для согласования преобразователя с сетью и нагрузкой.





СИСТЕМЫ МЯГКОГО ПУСКА СМП для поочередного пуска двигателей 3, 6, 10 кВ, мощностью от 250 кВт до 12,5 МВт



Системы мягкого пуска СМП предназначены для поочередного мягкого безударного пуска синхронных и асинхронных электродвигателей механизмов с вентиляторным характером нагрузки.

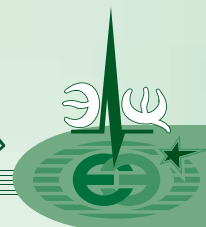
КОММУТАЦИОННАЯ АППАРАТУРА Шкафы контакторные ШВК и шкафы разъединителей ШР



Шкафы контакторные ШВК используются для коммутации нагрузки при поочередном пуске двигателей 6, 10 кВ в составе системы плавного пуска СМП, либо в комплекте с тиристорным преобразователем ПЧСВ или ПЧСН.

Предполагается применение ШВК для оперативной коммутации цепей двигателей переменного тока и других нагрузок в сетях 6 и 10 кВ, при условии, что к шкафу не предъявляются требования токовой защиты.

При этом обеспечивается дистанционное оперативное включение и отключение нагрузки по независимым линиям с помощью высоковольтных вакуумных контакторов.



ВЫСОКОВОЛЬТНЫЕ ПУСКОВЫЕ УСТРОЙСТВА ВПУ для пуска двигателей 3, 6, 10 кВ мощностью от 250 кВт до 12,5 МВт

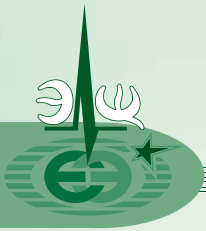
ВПУ является ключевым узлом в составе СМП. Высоковольтные пусковые устройства (ВПУ) на базе трехфазных тиристорных высоковольтных регуляторов напряжения с квазичастотным режимом управления предназначены для «мягкого» пуска синхронных и асинхронных высоковольтных двигателей переменного тока 3, 6, 10 кВ мощностью от 250 кВт до 12,5 МВт в электроприводах с вентиляторным характером нагрузки



УСТРОЙСТВА МЯГКОГО ЧАСТОТНОГО ПУСКА УМПЧ для механизмов с тяжелыми условиями пуска

Устройство мягкого частотного пуска УМПЧ предназначено для частотного пуска синхронных электродвигателей напряжением 6, 10 кВ, мощностью 1...10 МВт механизмов с вентиляторным характером нагрузки, а также с тяжелыми условиями пуска (например, приводов шахтных мельниц). По спецзаказу возможно изготовление УМПЧ на большие мощности – 10...40 МВт.





ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ЧАСТОТЫ ПЧИТ для асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором



ПЧИТ – преобразователь частоты на базе инвертора тока. Преобразователи частоты ПЧИТ предназначены для регулирования частоты вращения асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором мощностью от 400 кВт до 2000 кВт и по спецзаказу на большие мощности.



ВОЗБУДИТЕЛИ ВТЦ

Статические возбудители ВТЦ предназначены для управления током возбуждения синхронных двигателей при прямом или реакторном пуске от сети, в составе системы мягкого пуска, а также для работы в составе электроприводов по схеме вентильного двигателя. Нашим предприятием серийно производятся статические возбудители на токи 320, 400, 500, 600 А и по спецзаказу на большие токи.

ЭЛЕКТРОПРИВОДЫ КОМПЛЕКТНЫЕ ПОСТОЯННОГО ТОКА ЭКПЦ



Электропривод комплектный постоянного тока ЭКПЦ предназначен для плавного пуска, регулирования скорости, момента и торможения механизмов с приводными двигателями постоянного

тока. Чаще всего ЭКПЦ используются в составе электроприводов шахтных подъемных машин.



УСТРОЙСТВО МЯГКОГО ЧАСТОТНОГО ПУСКА УМПЧ (для механизмов с тяжелыми условиями пуска)

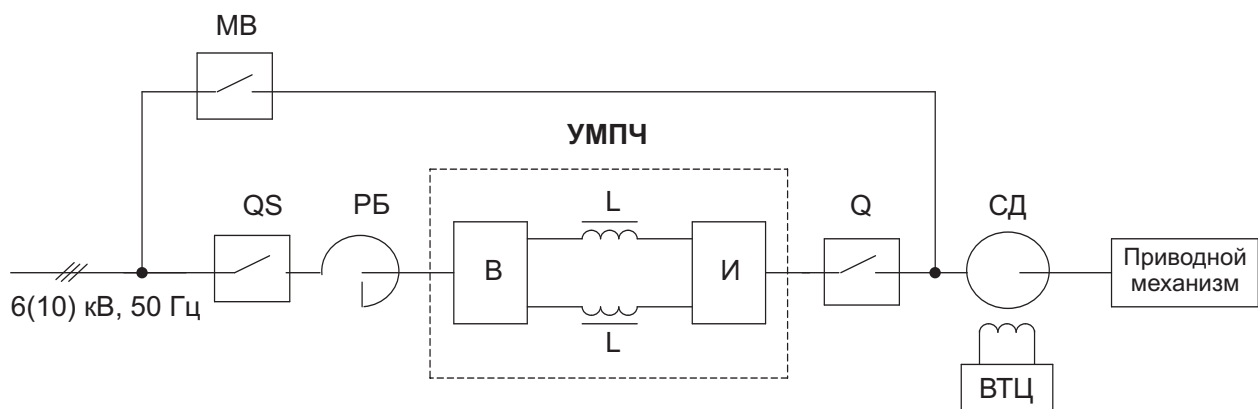
УМПЧ имеет световую сигнализацию:

- наличия или отсутствия напряжения 6, 10 кВ на зажимах щита;
- наличия или отсутствия оперативного напряжения 380 В;
- закрытия дверей шкафов;
- готовности к работе УМПЧ.

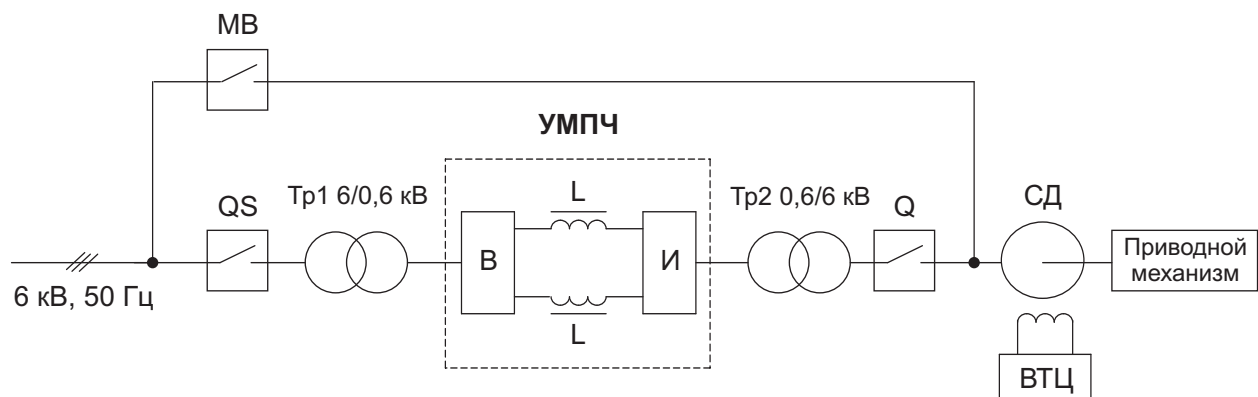
Состав УМПЧ:

- Щит силовой УМПЧ;
- Дроссель сглаживающий;
- Коммутационная аппаратура.

Примечание: тип и количество изделий в составе УМПЧ уточняются на этапе согласования технического задания.



Однолинейная функциональная схема электропривода с применением УМПЧ-В



Однолинейная функциональная схема электропривода с применением УМПЧ-Н

В,И – щит силовой УМПЧ;

L – дроссель сглаживающий;

ВТЦ – тиристорный возбудитель;

РБ – токоограничивающий реактор;

МВ – штатная высоковольтная ячейка двигателя;

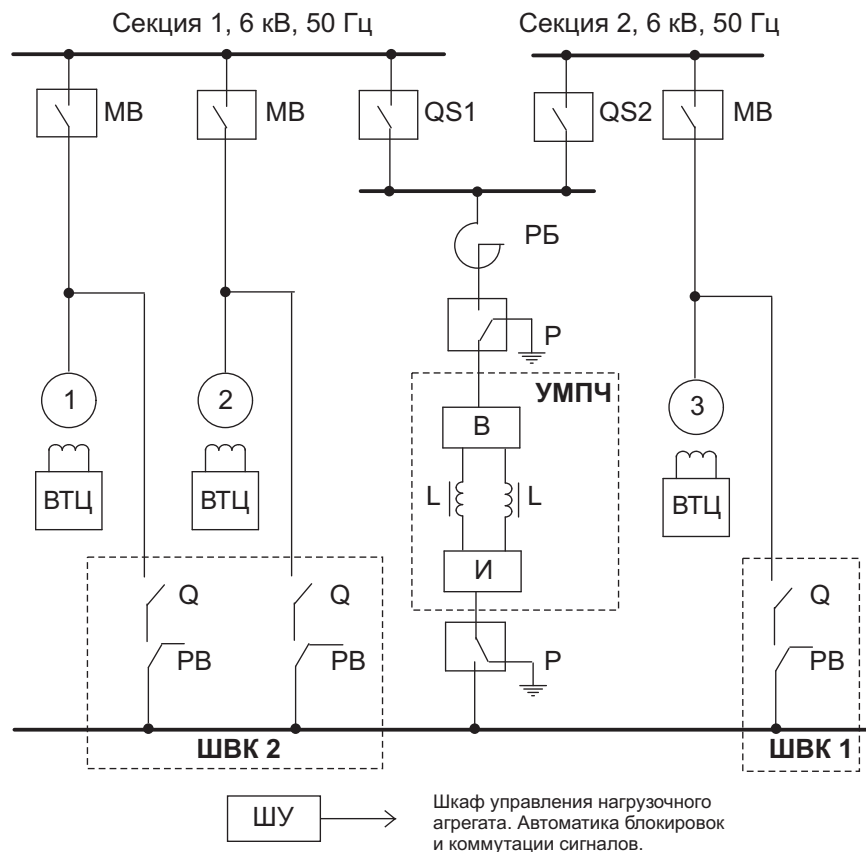
QS – высоковольтная ячейка для подключения УМПЧ;

Q – контактор (выключатель) в составе контакторного шкафа ШВК.

Примечание: перечень коммутационного оборудования уточняется дополнительно.



УСТРОЙСТВО МЯГКОГО ЧАСТОТНОГО ПУСКА УМПЧ (для механизмов с тяжелыми условиями пуска)



Однолинейная функциональная схема электроснабжения типовой насосной станции с применением УМПЧ-В

Условия эксплуатации

Шкафы и щиты в составе УМПЧ предназначены для эксплуатации в районах с умеренным и холодным климатом (климатическое исполнение и категория размещения УХЛ4 по ГОСТ 15150-69) при температуре от $+1^{\circ}\text{C}$ до $+40^{\circ}\text{C}$, относительная влажность не более 80% при температуре $+20^{\circ}\text{C}$.

Окружающая среда – невзрывоопасная. Атмосфера в районах установки типа II по ГОСТ 15150-69. Содержание нетокопроводящей пыли в помещениях, в которых устанавливаются шкафы, не должно быть более $0,5 \text{ мг/м}^3$.

Высота установки над уровнем моря — до 1000 м.

Группа условий эксплуатации в части воздействий механических факторов внешней среды — М2 по ГОСТ 17516-72.

Рабочее положение шкафов вертикальное, допускается отклонение от вертикального положения в любую сторону на угол не более 5° .

Электропитание силовых цепей УМПЧ по ГОСТ 13109-87 должно соответствовать следующим требованиям:

- напряжение питающей сети – $6, 10 \text{ кВ} \pm 10\%$, 50 Гц;
- отклонение частоты от номинального значения не более 2 %;
- напряжение собственных нужд для питания щита силового от трехфазной сети $380 \text{ В} \pm 10\%$, 50 Гц;
- напряжение собственных нужд должно быть синфазным с напряжением силовых цепей или сдвинуто по отношению к нему на угол 30 электр. град.



КОММУТАЦИОННАЯ АППАРАТУРА (шкафы контакторные ШВК и шкафы разъединителей ШР)

Назначение

Шкафы контакторные ШВК используются для коммутации нагрузки при поочередном пуске двигателей 6, 10 кВ в составе системы плавного пуска СМП, либо в комплекте с тиристорным преобразователем ПЧСВ или ПЧСН. При этом обеспечивается дистанционное оперативное включение и отключение нагрузки по независимым линиям с помощью высоковольтных вакуумных контакторов (выключателей).

Реконструкция действующих объектов может сдерживаться отсутствием резервных высоковольтных выключателей на станции КРУ. Для исключения строительства помещения КРУ, монтажа дополнительных высоковольтных ячеек КРУ, оправдано применение ШВК, устанавливаемых в электротехническом помещении.

Предполагается применение ШВК для оперативной коммутации цепей двигателей переменного тока и других нагрузок в сетях 6 и 10 кВ, при условии, что к шкафу не предъявляются требования токовой защиты.



Щит контакторный на девять линий нагрузки

Технические характеристики ШВК

Номинальные данные ШВК:

- Номинальное напряжение – 6, 10 кВ;
- Номинальный ток нагрузки $I_n = 400, 630, 800, 1000$ А;
- Количество отходящих линий нагрузки – 1 или 2;

ШВК выпускаются в исполнении с одним или с двумя высоковольтными контакторами (выключателями).

Шкаф разъединителей ШР предназначен для безопасного обслуживания высоковольтного пускового устройства ВПУ в составе системы мягкого пуска СМП, либо тиристорного преобразователя ПЧСВ или ПЧСН при проведении ремонтно-профилактических работ, а также для обеспечения кабельного подключения. Шкаф разъединителей ШР оснащен двумя разъединителями — разъединителями (РЗВ) — в исполнении с заземляющими контактами, которые обеспечивают видимый разрыв в цепи.

Исполнение шкафов ШВК и ШР по степени защиты согласно ГОСТ 14254-96 — IP21, кроме мест выхода охлаждающего воздуха и подключения кабелей, где допускается исполнение по классу IP00.



КОММУТАЦИОННАЯ АППАРАТУРА (шкафы контакторные ШВК и шкафы разъединителей ШР)

Шкафы ШВК и ШР выполнены в одном конструктивном решении — разделении шкафа на индивидуальные отсеки. Разные типы шкафов образуются изменением комплектности базового шкафа:

- В ШВК-1 устанавливается один высоковольтный контактор (выключатель) и один размыкатель-разъединитель (РВ);
- В ШВК-2 устанавливается два высоковольтных контактора (выключателя) и два размыкателя-разъединителя (РВ);
- В ШР-2 устанавливается два размыкателя-разъединителя (РЗВ) — в исполнении с заземляющими контактами.

Размыкатели шкафов ШВК и ШР имеют ручной привод. Состояние размыкателей контролируется конечными выключателями. Крайние положения выключателей (положения включено и отключено) механически фиксируются фиксирующими устройствами (защелками).

Конструктивно ШВК и ШР представляют собой шкаф двухстороннего обслуживания с габаритными размерами 800х800х2200 мм для типоразмеров на 6 кВ или 1000х1000х2200 мм для типоразмеров на 10 кВ. С установленным опорным поясом и транспортным швеллером — высота 2400 мм.

Подвод входного напряжения и подключение нагрузки производится снизу шкафа силовыми кабелями с медными или алюминиевыми жилами.

Единые конструктивные решения шкафов обеспечивают удобство обслуживания в эксплуатации.

Для удобства монтажа и обслуживания возможно изготовление шкафов ШВК и ШР в виде щита со сборной ошиновкой.

Условия эксплуатации

Шкафы ШВК и ШР должны эксплуатироваться в отапливаемом электротехническом помещении, обеспечивающем следующие требования (климатическое исполнение и категория размещения УХЛ4 по ГОСТ 15150-69):

- температура окружающей среды $+1^{\circ}\text{C}$ — $+40^{\circ}\text{C}$;
- относительная влажность воздуха 80% при 20°C ;
- содержание пыли в воздухе не более $0,5 \text{ мг/м}^3$;
- окружающая среда невзрывоопасная, не содержащая агрессивные пары и газы в концентрациях, разрушающих металлы и изоляцию.

Рабочее положение шкафа вертикальное, с отклонением не более 5° .

Группа условий эксплуатации в части воздействий механических факторов внешней среды — М2 по ГОСТ 17516.1-90.

Место установки шкафа должно обеспечивать двухстороннее обслуживание.

Напряжение силовой сети 6, 10 кВ, 50 Гц. Показатели качества электроэнергии по ГОСТ 13109-97.

Номинальное напряжение цепей управления $220 \text{ В} \pm 10\%$ частоты 50 Гц.

Оперативное напряжение должно быть синфазным с напряжением силовых цепей или сдвинуто по отношению к нему на угол 30 электр. град.



ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ЧАСТОТЫ ПЧИТ (для асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором)

Назначение

ПЧИТ — преобразователь частоты на базе инвертора тока. Преобразователи частоты ПЧИТ предназначены для регулирования частоты вращения асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором напряжением, 6, 10 кВ мощностью от 400 кВт до 2000 кВт и по спецзаказу на большие мощности.

Наиболее распространенными областями применения преобразователей частоты ПЧИТ являются:

- нефтегазовая промышленность;
- металлургия;
- горнорудная промышленность;
- коммунальное хозяйство (насосные станции, очистные сооружения);
- энергетика (питательные и сетевые насосы);
- машиностроение (вентиляторы, конвейеры);
- автомобиле- и моторостроение (испытательные стенды дизелей);
- цементная промышленность (вращающиеся печи);
- химическая промышленность (транспортёры, питатели, технологические насосы).



Щит преобразователя частоты ПЧИТ 1000 кВт

Технические характеристики ПЧИТ

Преобразователи частоты ПЧИТ обеспечивают:

- плавное регулирование частоты вращения в заданном диапазоне, либо стабилизацию технологических параметров привода;
- плавный пуск и торможение двигателей с регулируемым темпом;
- ограничение тока и момента в динамических режимах работы;
- рекуперацию энергии торможения в питающую сеть.

Высокие вычислительные возможности микропроцессорной системы и оригинальные алгоритмы управления обеспечивают электроприводам на основе ПЧИТ следующие качественные регулировочные характеристики:

- 1) рабочий диапазон регулирования по скорости 1:20 в отсутствие специальных тахометрических устройств на валу двигателя и 1:50 при наличии универсальных тахометрических устройств. При пуске, торможении, реверсе минимальная абсолютная скорость нулевая;
- 2) ШИМ — управление током двигателя в области выходных частот инвертора 5 Гц и ниже. Данный тип управления существенно снижает пульсации скорости двигателя в области низких частот;
- 3) переключаемые в функции частоты вращения оптимальные законы управления двигателем:
 - режим постоянства потока ротора двигателя (обеспечивает высокие динамические характеристики привода);
 - режим постоянства абсолютного скольжения двигателя независимо от величины момента двигателя. Такой режим обеспечивает минимизацию потерь в двигателе;
 - двухзонное регулирование скорости (режимы $U/f = \text{const}$ и $U = \text{const}$) с возможностью увеличения частоты вращения двигателя до значения 1,4 $n_{\text{ном}}$;
 - автоматическое повторное включение после кратковременного исчезновения напряжения сети и автоматический подхват двигателя «на лету».



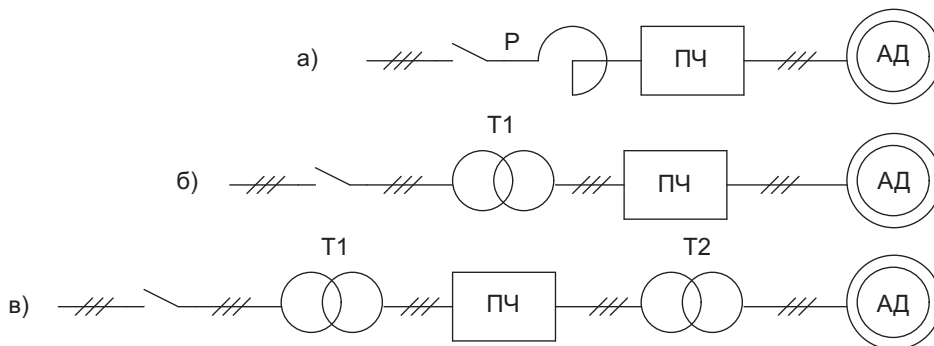
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ЧАСТОТЫ ПЧИТ (для асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором)

Система управления ПЧИТ обеспечивает:

- автоматическую настройку параметров регуляторов с учетом реальных параметров двигателя и привода;
- самодиагностику системы управления;
- запоминание причин аварийного отключения и индикацию данной причины;
- хранение информации о предаварийном и поставарийном состоянии преобразователя с возможностью вывода данной информации на дисплей компьютера;
- архивирование задаваемых режимов и событий в процессе эксплуатации;
- управляющую и информационную связь с управляемыми устройствами более высокого уровня по стандартному последовательному интерфейсу (RS 232, RS 485).

ПЧИТ имеет следующие виды защит:

- от недопустимых перегрузок по току;
- от внутренних и внешних (со стороны нагрузки) коротких замыканий;
- от перенапряжений в силовой части;
- от исчезновения или недопустимого снижения напряжения собственных нужд.



Различные варианты построения электропривода на базе ПЧИТ

Силовая схема ПЧИТ (преобразовательная часть) выполнена с явно выраженным звеном постоянного тока с мостовым управляемым выпрямителем на входе и автономным инвертором тока на выходе. Электропривод ПЧИТ конструктивно выполнен в виде щита преобразователя частоты и отдельно стоящих силовых трансформаторов и сглаживающих реакторов.

ПЧИТ (преобразовательная часть) конструктивно выполнен в виде щита – сборки трех шкафов унифицированной конструкции двустороннего обслуживания. Исполнение шкафов по степени защиты согласно ГОСТ 14254-96 — IP21, кроме мест выхода охлаждающего воздуха и подключения кабелей, где допускается исполнение по классу IP00.

В центральном шкафу смонтированы блоки с силовыми полупроводниковыми приборами (тиристорами и диодами), объединенными с тыльной и лицевой стороны медными шинами в схему управляемого выпрямителя и инвертора тока. В ПЧИТ используются широко распространенные серийно выпускаемые в СНГ тиристоры и диоды. С тыльной стороны шкафа на несущих балках смонтированы вспомогательные электрические элементы инвертора – линейные и нелинейные дроссели, R-C цепи. Охлаждение силовой схемы осуществляется с помощью встроенных вентиляторов. Направление движения воздуха – снизу вверх.



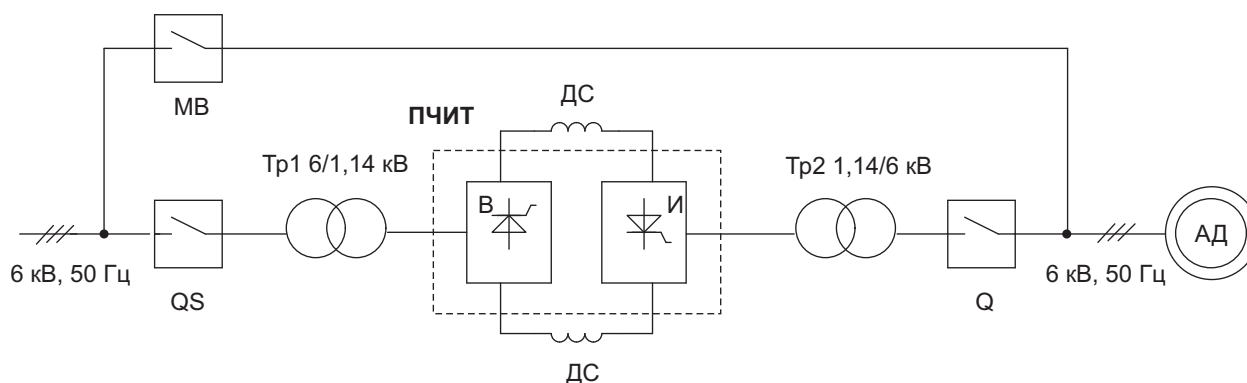
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ЧАСТОТЫ ПЧИТ (для асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором)

Левый и центральный шкафы щита содержат силовые несущие конструкции с расположенными на них коммутирующими емкостями и системой подводящих кабелей.

Микропроцессорная система управления выполнена в виде печатных плат, расположенных в экранированном отсеке на передней двери тиристорного шкафа.

Сглаживающие дроссели для ПЧИТ устанавливаются отдельно.

Выпускаются типоразмеры ПЧИТ на различные рабочие напряжения мощностью от 400 кВт до 2000 кВт и по спецзаказу на большие мощности.



Функциональная однолинейная схема электропривода на базе ПЧИТ

Перечень оборудования в составе Электропривода комплектного ПЧИТ (в скобках указаны обозначения на рисунке):

- 1) Понижающий трансформатор (Tr1) или токоограничивающий ректор;
- 2) Щит силовой преобразовательный (В,И);
- 3) Сглаживающие дроссели (ДС);
- 4) Выходной согласующий трансформатор (Tr2), при необходимости.

Примечание:

Перечень коммутационного оборудования (на рисунке обозначено QS и Q) уточняется на стадии проектирования.

Основные технические характеристики базовых типоразмеров ПЧИТ

Тип изделия	Мощность двигателя, кВт	Габаритные размеры		
		Длина (по фронту), мм	Глубина, мм	Высота, мм
ПЧИТ – 630	630	2 500	1 000	2 500
ПЧИТ – 800	800	2 500	1 000	2 500
ПЧИТ – 1000	1 000	2 500	1 000	2 500

Высота изделий приведена с учетом опорного пояса и вентиляторов.



ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ЧАСТОТЫ ПЧИТ (для асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором)

Условия эксплуатации

Щит силовой преобразовательный должен эксплуатироваться в электротехническом помещении, обеспечивающем следующие требования (климатическое исполнение и категория размещения УХЛ4 по ГОСТ 15150-69):

- Температура окружающей среды $+1^{\circ}\text{C} \dots +40^{\circ}\text{C}$;
- Относительная влажность воздуха $65 \pm 15\%$ при 20°C ;
- Содержание пыли в воздухе не более $0,5 \text{ мг/м}^3$;
- Окружающая среда невзрывоопасная, не содержащая агрессивные пары и газы;
- Место установки преобразователя должно быть защищено от попадания эмульсий, масел и т.п.

Рабочее положение преобразователя вертикальное с отклонением в любую сторону не более 5° .

Забор воздуха для принудительной вентиляции преобразователя осуществляется через проемы в нижней части шкафов. Выброс воздуха — за пределы помещения вентилятором через верхнюю часть шкафов.

Климатическое исполнение и категория размещения преобразователя — УХЛ4 по ГОСТ 15150-69.

Климатическое исполнение и категория размещения сглаживающих реакторов УЗ по ГОСТ 15150-69.

Группа условий эксплуатации ПЧИТ в части воздействий механических факторов внешней среды — М2 по ГОСТ 17516.1-90.

Электропитание ПЧИТ должно соответствовать следующим требованиям:

- Напряжение питающей сети — $6, 10 \text{ кВ} \pm 10\%$, 50 Гц;
- Отклонение частоты от номинального значения не более 2% ;
- Питание системы управления ПЧИТ — от 3х фазной сети $380 \text{ В} \pm 10\%$, 50 Гц;
- Напряжение собственных нужд должно быть синфазным с напряжением силовых цепей или сдвинуто по отношению к нему на угол (30 ± 5) град.эл.

Размещение сглаживающих реакторов и согласующих трансформаторов — согласно документации на эти изделия.



ВЫСОКОВОЛЬТНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ЧАСТОТЫ АВПЧ (для асинхронных двигателей мощностью от 400 кВт до 12,5 МВт)

Высоковольтные преобразователи частоты АВПЧ выполнены по схеме «многоуровневого» преобразователя со встроенным согласующим многообмоточным силовым трансформатором и предназначены для регулирования скорости вращения механизмов с приводными асинхронными электродвигателями с короткозамкнутым ротором напряжением 3...10 кВ мощностью от 400 кВт до 12,5 МВт.

Основные достоинства:

1. Низкий коэффициент искажений, вносимый в питающую сеть.
2. Практически синусоидальная форма выходного напряжения.
3. Оптимальная силовая монтажная схема внешних подключений.

Наиболее распространенными областями применения высоковольтных преобразователей частоты являются:

- металлургия;
- горнорудная промышленность;
- автомобиле- и моторостроение;
- химическая промышленность;
- нефтегазовая промышленность;
- машиностроение (вентиляторы, конвейеры);
- коммунальное хозяйство (насосные станции, очистные сооружения).

Основные технические возможности АВПЧ:

- плавный пуск и останов двигателей с регулируемым темпом;
- плавное регулирование частоты вращения в заданном диапазоне;
- опционально – функция «bypass» и программное обеспечение «synchronous transfer», обеспечивающие переключение двигателя при его работе от АВПЧ на прямую работу от сети и обратно;
- в режиме местного управления – задание и индикация основных технологических параметров электропривода при помощи сенсорного LCD-дисплея, расположенного непосредственно на силовом щите (на двери шкафа управления);
- в режиме дистанционного управления – связь с внешней системой автоматизированного управления, используя дискретные или аналоговые сигналы, либо посредством обмена данными по сети (Modbus, Profibus и др.);
- диагностика и индикация возможных неисправностей с последующей записью в журнал событий.

Основные виды защит АВПЧ:

- защита от токовых перегрузок;
- защита от внутренних и внешних (со стороны нагрузки) коротких замыканий;
- защита от перенапряжений в силовой части преобразователя;
- защита от исчезновения напряжения питания системы управления;
- защита от пониженного силового напряжения;
- защита от обрыва фазы;
- защита от перегрева;
- электрическая изоляция компонентов силовой части преобразователя между собой;
- оптическая развязка цепей управления и силовой части преобразователя (защита от внутренних электромагнитных помех).



Щит силовой преобразователя частоты АВПЧ



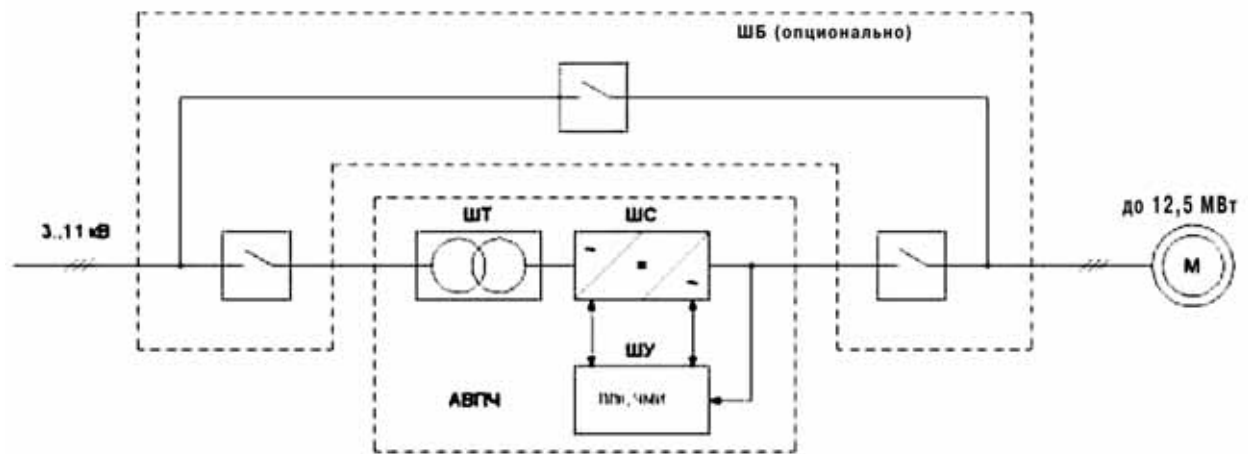
ВЫСОКОВОЛЬТНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ЧАСТОТЫ АВПЧ (для асинхронных двигателей мощностью от 400 кВт до 12,5 МВт)

Структура АВПЧ

Стандартно, щит высоковольтного преобразователя частоты АВПЧ состоит из трех шкафов (в скобках указаны обозначения на рисунке):

- шкаф трансформатора (ШТ);
- шкаф силовой (ШС);
- шкаф управления (ШУ).

Опционально преобразователь частоты АВПЧ может быть дополнен функцией «bypass» (и программным обеспечением «synchronous transfer»). В этом случае щит преобразователя дополняется шкафом байпаса (ШБ).



Функциональная однолинейная схема электропривода на базе АВПЧ



КОМПЛЕКТНЫЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДЫ АТК

Назначение

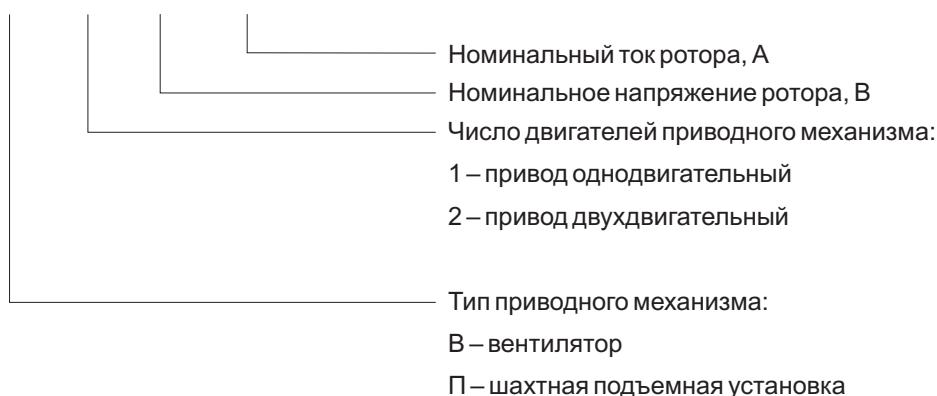
Комплектные тиристорные электроприводы с микропроцессорной системой управления по схеме асинхронного тиристорного каскада серии АТК предназначены для управления электроприводными установками, оснащенными асинхронными двигателями с фазным ротором.

В серию входят:

- электроприводы АТК-П для управления шахтными подъемными установками;
- электроприводы АТК-В для управления установками главного проветривания шахт.

Структура условного обозначения

АТК-Х – ХХ – ХХ – ХХ



Состав электропривода

- 1.1 Комплектный тиристорный преобразователь АТК с микропроцессорной системой управления (МПСУ), включенный в роторную цепь двигателя.
- 1.2 Сглаживающие дроссели в цепи постоянного тока преобразователя.
- 1.3 Согласующий сетевой трансформатор.
- 1.4 Щит управления и автоматизации.
- 1.5 Пульт/пульта управления.
- 1.6 Система компьютерной визуализации, диагностики и архивации.

Электропривод АТК имеет целый ряд преимуществ в сравнении с резистивно-контакторным приводом, а именно:

- высокое качество регулирования скорости – система обрабатывает задание непрерывно, без дополнительных переключений;
- высокая динамика переходных процессов – для тормозного режима не требуется дополнительный источник тока;
- отсутствуют потери в металлическом реостате в цепи ротора;
- упрощение процесса управления.

Электропривод АТК-П нашел применение на шахтных подъемных установках, как с однодвигательным, так и двухдвигательным асинхронным приводом, в частности при модернизации электропривода с сохранением существующей резистивно-контакторной системы управления в качестве резервной.

Электропривод АТК-В является развитием известного асинхронно-вентильного каскада (АВК), но, благодаря применению в роторной цепи тиристорного преобразователя вместо диодного, привод приобретает важные для практики характеристики.

КОМПЛЕКТНЫЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДЫ АТК

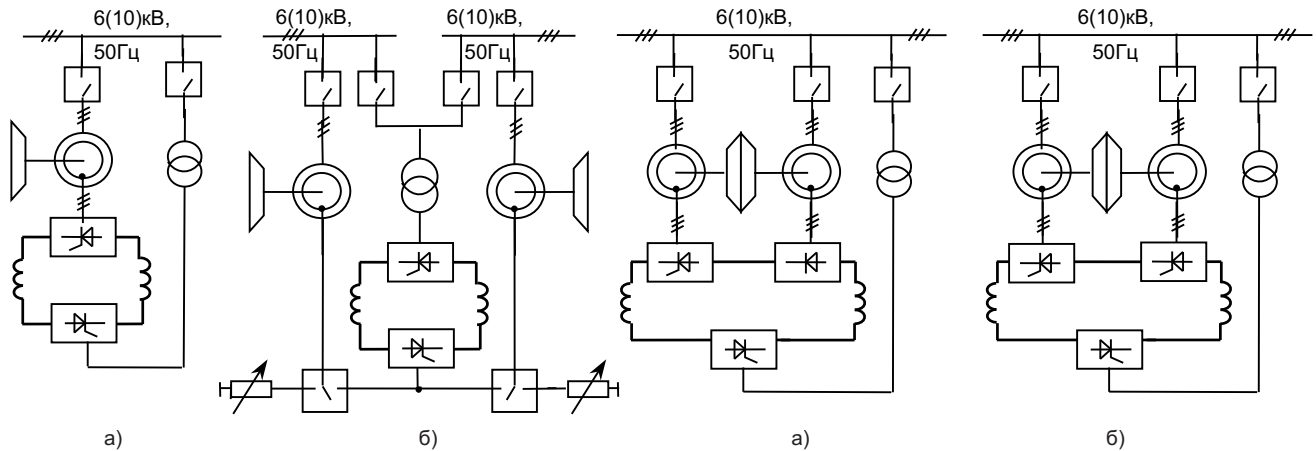


Рисунок 1
Варианты исполнения однодвигательных АТК

Рисунок 2
Варианты исполнения двухдвигательных АТК

Характерные особенности электропривода АТК следующие:

- преобразователь частоты низковольтный и включается в роторную цепь;
- преобразователь частоты подключается к сети через трансформатор;
- при выходе на номинальную скорость ротор двигателя закорачивается, а преобразователь отключается. При этом обеспечивается самый экономичный режим работы привода;
- при плановой остановке привода выполняется активное торможение с рекуперацией энергии маховых масс привода в питающую сеть;
- преобразователь частоты для вентилятора существенно меньшей мощности, чем в случае питания двигателя от преобразователя частоты со стороны статора.

Обоснование: Рабочий диапазон регулирования скорости вентилятора сравнительно небольшой. При рабочей скорости вентилятора $n_{\min} = 0,7n_{\text{ном}}$ мощность на валу вентилятора снижается в 2,9 раза по сравнению с мощностью при номинальной скорости. В подавляющем числе случаев диапазон $n_{\text{ном}} \times n_{\min}$ перекрывает область рабочих режимов вентиляторов. Это означает, что трансформатор и сетевой преобразователь выполняются на мощность, составляющую 30% от мощности двигателя. Пуск вентилятора от нуля до $n_{\min} = 0,7n_{\text{ном}}$ осуществляется за счет управления роторным преобразователем, что вполне реализуемо в силу квадратичной зависимости момента сопротивления от скорости.

В двухдвигательном АТК-В (рисунок 2а) один из роторных преобразователей тиристорный, другой диодный. Это проще и экономичнее, но применимо только для двухдвигательного электропривода. Он допускает пуск и работу вентилятора при включении статорного выключателя только одного двигателя, именно того, ротор которого подключен к тиристорному мосту. Когда один двигатель нагружается до номинальной мощности ($n_{\text{ном}}$), включается статорный выключатель второго двигателя.

В двухдвигательном АТК-П (рисунок 2б) реверс движения шахтной подъемной установки осуществляется переключением силовых коммутационных аппаратов в статорной цепи.

Конструктивное исполнение и условия эксплуатации АТК совпадают с конструкцией и условиями эксплуатации шкафов комплектного электропривода постоянного тока ЭКПЦ.



ЭЛЕКТРОПРИВОДЫ КОМПЛЕКТНЫЕ ПОСТОЯННОГО ТОКА ЭКПЦ

Назначение

Электропривод комплектный постоянного тока ЭКПЦ предназначен для плавного пуска, регулирования скорости, момента и торможения механизмов с приводными двигателями постоянного тока.



*Щит силовой
с быстродействующим выключателем
и линейным контактором (ВАТ-ная секция)*



*Щит управления с системой управления
и встроенным возбудителем*

ЭКПЦ используются в различных отраслях промышленности, в частности, для электроприводов шахтных подъемных машин.

Существуют исполнения ЭКПЦ по различным параметрам:

1. По способу выполнения вентильной части:
 - с неререверсивными якорным преобразователем и возбудителем;
 - с реверсивным якорным преобразователем и неререверсивным возбудителем;
 - с неререверсивным якорным преобразователем и реверсивным возбудителем.
2. По току якоря:
 - по 6-пульсной мостовой схеме: 800, 1 000, 1 600, 2 500, 3 200, 4 000, 5 000 А;
 - по 12-пульсной схеме: 3 200, 4 000, 5 000, 6 300, 8 000, 10 000 А.
3. По напряжению якоря: 400, 600, 750, 930 В.
4. По диапазону изменения скорости двигателя: однозонное, двухзонное.
5. По числу электродвигателей: однодвигательные, двухдвигательные.
6. По дополнительному составу аппаратуры силовой цепи: с линейным контактором и без него, с динамическим торможением и без него.
7. По способу связи с питающей сетью: с трансформаторной связью, с реакторной связью.
8. По току возбуждения: 100, 200, 320, 500, 630, 800 А.
9. По напряжению возбуждения: 220, 440, 660 В.



ЭЛЕКТРОПРИВОДЫ КОМПЛЕКТНЫЕ ПОСТОЯННОГО ТОКА ЭКПЦ

В состав электропривода ЭКПЦ входит следующее оборудование:

- Шкафы (щиты) тиристорные якорного преобразователя (вентильные секции).
- Шкаф управления с микропроцессорной системой управления и встроенным возбудителем.
- Щиты силовые с быстродействующим автоматическим выключателем и линейным контактором (ВАТ-ная секция).
- Шкаф (щит) коммутационный (для двухдвигательного исполнения).
- Сглаживающие дроссели.
- Силовой трансформатор для питания вентильной части якорного преобразователя (для 12-пульсных схем выпрямления возможно применение двух силовых трансформаторов с разными схемами соединения обмоток).

Технические характеристики

ЭКПЦ обеспечивает:

- Регулирование скорости двигателя - производится изменением напряжения цепи якоря двигателя от нуля до номинального значения. Диапазон регулирования скорости — не менее 1:75.
- Ограничение полного тока на заданном уровне с точностью не менее 10%.
- Статическая точность поддержания скорости вращения двигателя — не хуже 1% (определяется характеристиками пристроенного к двигателю тахогенератора или импульсного датчика угла поворота).

ЭКПЦ в исполнении с неререверсивными тиристорными якорными преобразователями (по 12 - пульсной схеме) и реверсивным тиристорным возбудителем электродвигателя может работать как в выпрямительном, так и инверторном режимах. В выпрямительном режиме работы ЭКПЦ передает мощность от силового трансформатора к электродвигателю, а в инверторном — от двигателя в питающую сеть через силовой трансформатор. Изменение знака момента двигателя осуществляется за счет реверса тока возбуждения электродвигателя поля путем выбора соответствующей работающей вентильной группы возбудителя. Переход из выпрямительного в инверторный режим работы и наоборот осуществляется автоматически под управлением встроенной системы регулирования. В ЭКПЦ обеспечивается выравнивание нагрузок параллельно работающих мостов 12-пульсного якорного преобразователя.

ЭКПЦ обеспечивает следующие виды защит:

- отключение приводного двигателя при любом размыкании цепи защиты или снятии напряжения;
- от выхода из строя тиристоров при внешних и внутренних КЗ, открывания тиристора в неработающей группе, опрокидывания инвертора;
- от перенапряжений на тиристорах;
- от аварийной перегрузки тиристоров;
- от развития аварийных процессов при исчезновении напряжения питания собственных нужд и силового напряжения;
- от недопустимой продолжительности работы при аварии системы вентиляции;
- от обрыва поля возбуждения;
- от превышения допустимого тока возбуждения;
- от перенапряжения на якоре двигателя;
- от перегрузки двигателя, превышающей заданную величину в течение заданного интервала времени;
- от включения преобразователя на вращающийся двигатель;
- от нарушения изоляции элементов силовой части;
- от сбоев микропроцессорной системы управления преобразователем;
- запрет работы при неправильной сборке якорной цепи и цепи возбуждения двигателя при переходе от основного к резервному электроприводу.



ЭЛЕКТРОПРИВОДЫ КОМПЛЕКТНЫЕ ПОСТОЯННОГО ТОКА ЭКПЦ

Конструктивно ЭКПЦ выполнен в виде шкафов двухстороннего обслуживания. Исполнение шкафов по степени защиты согласно ГОСТ 14254-96 - IP21, кроме мест выхода охлаждающего воздуха и подключения кабелей, где допускается исполнение по классу IP00.

Шкафы (щиты) тиристорные якорного преобразователя (вентильные секции) — обеспечивают преобразование питающего напряжения переменного тока в напряжение постоянного тока по схеме 6 (12)-пульсного выпрямителя на базе тиристорных блоков.

Каждый шкаф (щит) тиристорный содержит шахты для установки тиристорных блоков. Блок представляет собой одну тиристорную ветвь, состоящую из силового тиристора с охладителем, индуктивным делителем тока и быстродействующим предохранителем. Допускается другая компоновка тиристорных блоков. Шкафы (щиты) тиристорные имеют принудительную вытяжную вентиляцию от встроенных вентиляторов. Направление движения воздуха — снизу вверх. Шкафы (щиты) тиристорные ЭКПЦ выполнены с резервированием тиристорных блоков для сохранения работоспособности при выходе из строя одного из вентилялей.

При выходе из строя одной параллельной ветви вентиляльной части допускается работа:

- без снижения нагрузок — в течение 8 часов;
- при выходе из строя 2-х параллельных ветвей — в течение 3 минут, после чего производится отключение.

При исчезновении воздушного принудительного охлаждения в шкафах (щитах) тиристорных с полным числом работающих параллелей допускается работа при ограничении тока нагрузки на уровне 1,2 I_{ном} в течение 3 минут с последующим проведением регламентных работ в силовой части изделия.

При одновременном исчезновении принудительного охлаждения и выходе из строя одной или двух параллельных ветвей в шкафу (щите) тиристорном изделия производится аварийное отключение электропривода.

Шкаф с МПСУ и встроенным возбудителем предназначен для формирования импульсов управления тиристорных шкафов (щитов) тиристорных электропривода (вентильных секций), а также для управления напряжением возбуждения приводного электродвигателя. Подключение возбудителя к сети трансформаторное или реакторное.

Щиты силовые с быстродействующими выключателями ВАТ и линейными контакторами — предназначены для защиты электропривода от токов короткого замыкания, перегрузки и оперативных коммутаций цепи якоря двигателя.

Щиты силовые с быстродействующими выключателями ВАТ и линейными контакторами должны иметь естественную воздушную вентиляцию.

Шкаф (щит) коммутационный — предназначен для бестоковых переключений выходов якорного преобразователя и возбудителя при переводе электродвигателя на питание от основного или дополнительного электропривода (для двухдвигательного исполнения). Шкаф (щит) коммутационный выполняется с естественным воздушным охлаждением.

Условия эксплуатации

Шкафы и щиты ЭКПЦ должны эксплуатироваться в отапливаемом электротехническом помещении, обеспечивающем следующие требования (климатическое исполнение и категория размещения УХЛ4 по ГОСТ 15150-69):

- температура окружающей среды +1°С — +40°С;
- относительная влажность воздуха 80% при 20°С;
- содержание пыли в воздухе не более 0,7 мг/м³;
- окружающая среда невзрывоопасная, не содержащая агрессивные пары и газы в концентрациях, разрушающих металлы и изоляцию.

Рабочее положение шкафа ЭКПЦ вертикальное, с отклонением не более 5°.

Группа условий эксплуатации в части воздействий механических факторов внешней среды – М2 по ГОСТ 17516.1-90.

Питание системы управления ЭКПЦ должно осуществляться от трехфазной сети 380В, ± 10% 50 Гц.

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ И ЗАЩИТЫ ШАХТНОЙ ПОДЪЕМНОЙ МАШИНЫ

Центральное место в системе управления и защиты занимает шкаф управления подъемной машиной и аппарат защиты и контроля движения.

Функциональная схема системы управления и защиты представлена на рисунке 1.

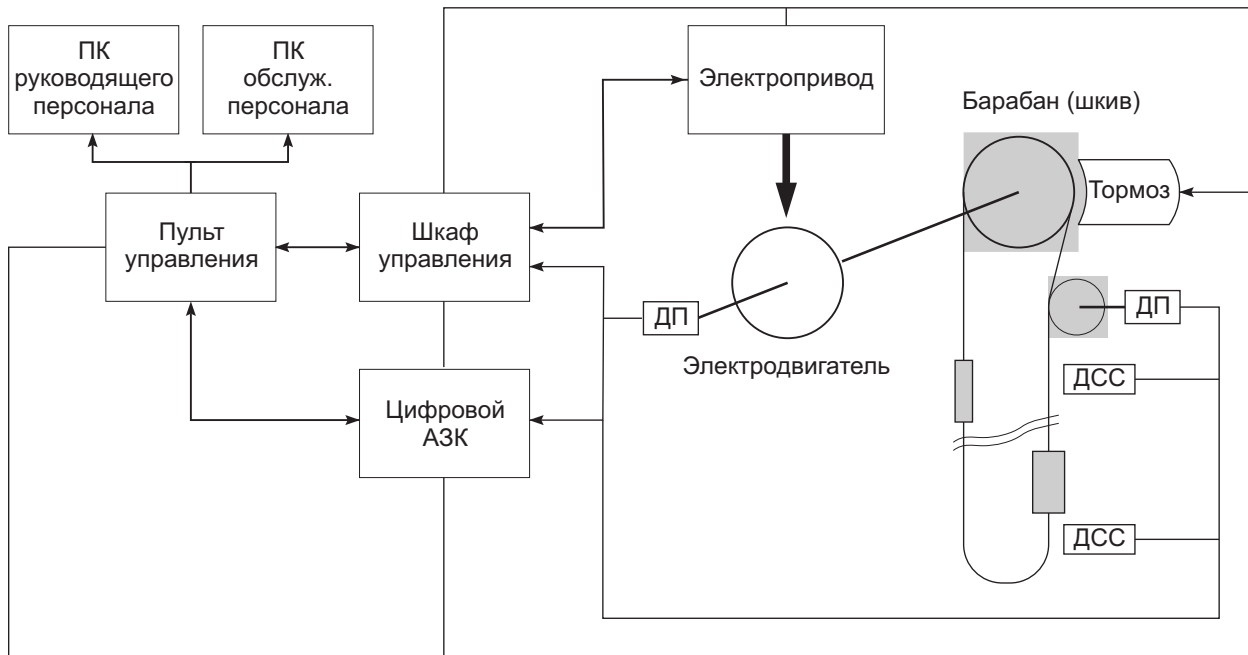


Рисунок 1 - Функциональная схема системы управления и защиты
где: ДП – Датчики положения; ДСС – Датчики ствольной сигнализации.

Система управления и защиты шахтной подъемной установки может включать в себя следующие элементы:

1. Цифровой АЗК – аппарат защиты, имеющий два микропроцессорных канала защиты, которые дублируют друг друга;
2. Шкаф (щит) управления и автоматики на базе микропроцессорного контроллера для реализации алгоритма управления и необходимых блокировок;
3. Пульт управления шахтного подъема, в состав которого входят необходимые элементы индикации, органы управления и встраиваемый компьютер промышленного исполнения;
4. Специализированное программное обеспечение, входящее в комплект поставляемого оборудования;
5. Комплект необходимых датчиков, в том числе энкодеров для определения скорости и положения подъемных сосудов;
6. Дополнительное оборудование, необходимое для расширения функциональных возможностей системы управления и защиты по требованию Заказчика;
7. Возможность анализа архивных данных как по месту, так и с удаленного компьютера по локальной сети.



СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ И ЗАЩИТЫ ШАХТНОЙ ПОДЪЕМНОЙ МАШИНЫ

Основные функции системы управления и защиты:

1. Прием, обработка и передача следующих сигналов:

- пульта машиниста;
- оператора загрузочного устройства;
- датчиков тормозной системы;
- датчиков положения сосудов в стволе;
- датчиков состояния загрузочно-разгрузочных механизмов;
- датчиков температуры двигателя, подшипников, трансформаторов;
- датчиков протока, давления и температуры масла;
- датчиков давления в тормозной системе;
- прочих технологических сигналов.

2. Обеспечение функций защиты параметров движения и технологических блокировок.

3. Обеспечение функций технологической автоматики, управления системой электропривода, управления высоковольтным выключателем, контакторами, маслососами, тормозной системой, и прочими подсистемами.

4. Возможность гибкой настройки системы управления и защиты под конкретный объект, и возможность изменения настроек местным наладочным персоналом.

5. Отображение оперативной и статистической информации на компьютере пульта управления шахтного подъема.

6. Автоматическое ведение архива и формирование отчетности.

7. Возможность анализа архивных данных как по месту, так и с удаленного компьютера по локальной сети.

Система управления и защиты шахтной подъемной установки и отдельные ее компоненты поставляются с необходимыми разрешающими документами и руководствами по эксплуатации.

Также обеспечивается шеф-монтаж, шеф-наладка, гарантийное и постгарантийное обслуживание, авторский надзор.



ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ

В настоящее время одной из наиболее затратных статей в себестоимости продукции в странах СНГ являются энергоносители. Постоянный рост цен на энергоносители снижает конкурентоспособность продукции отечественных производителей даже на внутреннем рынке. Эта проблема может быть успешно разрешена с помощью внедрения энергосберегающих технологий.

В нынешней экономической ситуации основное внимание уделяется не строительству новых промышленных объектов, а модернизации существующих. Наибольшую экономическую эффективность можно получить обеспечив регулирование производительности мощных механизмов.

Мы предлагаем применение преобразовательных устройств управления высоковольтными электроприводами различных типов. Внедрение преобразовательных устройств позволяет:

- экономить от 20 до 50 % потребляемой электроэнергии;
- включать и выключать мощные электродвигатели практически неограниченное число раз;
- повысить надежность работы технологического оборудования, и снизить затраты на его ремонт;
- обеспечить автоматизацию технологического процесса;
- защитить питающую сеть от вредного воздействия мощного электродвигателя при пуске;
- эксплуатировать механизмы в системах со слабыми сетями.

Наиболее перспективными областями применения регулируемых электроприводов являются:

- металлургия (насосы, вентиляторы, нагнетатели, воздуходувки, компрессоры, рольганги);
- горнорудная и горно-обогатительная промышленность (вентиляторы, нагнетатели, транспортеры, шахтный подъем, технологические насосы, рудничные мельницы, конвейеры);
- машиностроение (вентиляторы, компрессоры, конвейеры);
- нефтегазовая промышленность (насосы, компрессоры);
- энергетика (питательные и сетевые насосы, вентиляторы);
- химическая промышленность (компрессоры, технологические насосы, вентиляторы, транспортеры);
- цементная промышленность (вращающиеся печи, шламовые насосы, мельницы, вентиляторы);
- коммунальное хозяйство (насосные станции, очистные сооружения).

Пример расчета экономической эффективности при внедрении электропривода комплектного ПЧСВ на вентиляторе главного проветривания

Состояние вопроса.

В настоящее время регулирование производительности вентиляционных установок главного проветривания шахт осуществляется механическими средствами с помощью дроссельной заслонки или направляющего аппарата (НА).

Недостатки существующей системы следующие:

1. Значительные потери электроэнергии. Причем потери растут с уменьшением полезной производительности по отношению к номинальному режиму. Физически, при снижении производительности вентилятора растет энергия, расходуемая на создание избыточного давления на дросселе. При полностью закрытой заслонке дросселя двигатель потребляет из сети энергию, расходуемую на преодоление сил механического сопротивления и создание давления на дросселе.
2. Высокий уровень динамических нагрузок во время пуска. Пуск вентиляционной установки, из-за значительных маховых моментов рабочего колеса, требует специального разгонного устройства.
3. Низкий уровень автоматизации, что приводит к повышению вероятности возникновения аварийных ситуаций.



ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ

Суть предложения

Нами предлагается внедрение преобразователя частоты для регулирования производительности вентилятора. Это позволит при полностью открытых заслонках производить регулирование частоты вращения приводного двигателя вентилятора изменением числа оборотов двигателя, а не механическими средствами.

Применение преобразователя частоты обеспечит:

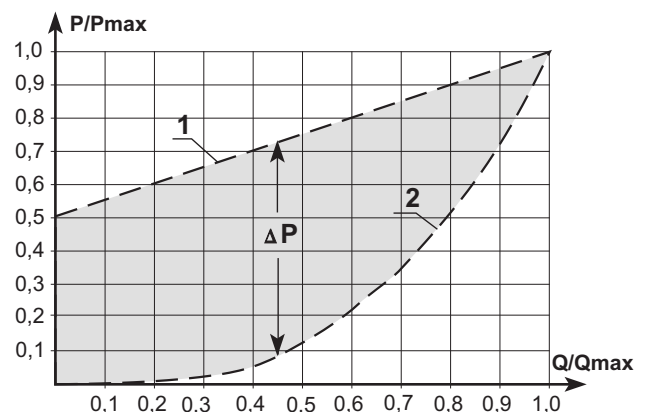
1. Возможность регулирования производительности вентилятора главного проветривания при полностью открытых заслонках за счет изменения частоты вращения приводного электродвигателя в наиболее экономичном режиме потребления электроэнергии.
2. Плавный, частотный пуск и разгон электродвигателя вентилятора до заданной скорости, исключающий динамические и пневматические удары в вентиляционной системе.
3. Снижение электродинамических ударных нагрузок при пуске в трансформаторно-фидерных цепях.
4. Увеличение межремонтных циклов и надежности электрического коммутационного оборудования.
5. Обеспечение возможности автоматического регулирования производительности вентиляционной установки по сигналу задания скорости от внешней системы регулирования. Например, в алгоритме зависимости от уровня выделения метана, зависящего от атмосферных и горно-геологических факторов.

Расчет

Зависимость потребляемой мощности двигателя вентилятора от его частоты вращения является степенной функцией и имеет кубическую зависимость, а в относительных единицах P/P_{max} — квадратичную. Ее вид показан на рисунке справа (зависимость 2).

Отрезком P показана разница между значениями потребляемых мощностей при двух способах регулирования производительности (вниз от номинальной):

- дросселированием — кривая (1);
- регулированием числа оборотов с помощью преобразователя частоты — кривая (2).



Исходные данные для расчета:

На исследуемом объекте положение механических аппаратов 40° (при полном закрытии 90°), т.е. существующий рабочий диапазон работы вентилятора $Q/Q_{max} = 0,6 \dots 0,7$.

1. При дросселировании (кривая 1, рисунок 1) — $P/P_{max} = 0,8 \dots 0,85$

2. При частотном регулировании (кривая 2, рисунок 1) — $P/P_{max} = 0,25 \dots 0,35$

Принимаем — $P/P_{max} \approx 0,3 \dots 0,4$

P — разница между значениями потребляемых мощностей при двух способах регулирования производительности вентилятора.

Следовательно, $P = (0,8 \dots 0,85) - (0,3 \dots 0,4) = 0,55 \dots 0,4$

Принимаем $P \approx 0,4 \dots 0,55$

Мощность двигателя $P_{max} = 3200$ кВт

Время работы в год $T = 8000$ час

Стоимость эл. энергии $C = 0,03$ долларов США за кВт/час.

Разница между значениями потребляемых мощностей при двух способах регулирования производительности вентилятора $P \approx 0,4 \dots 0,55$

Годовая экономия электроэнергии \mathcal{E} составляет:

$\mathcal{E} = P_{max} * P * T * C = 3200 * (0,4 \dots 0,55) * 8000 * 0,03 = 307\,200 \dots 422\,400$ долл. США

При проведении анализа технологического режима электропривода и введении систем автоматического управления заданием скорости, надежность работы вентиляторной установки и экономический эффект могут быть увеличены.



СЕРВИС И ИНЖИНИРИНГОВЫЕ УСЛУГИ

Обладая высоким техническим потенциалом в области электропривода и полупроводниковых преобразователей, производственной базой, широкими научно-техническими и кооперационными связями с другими производителями электротехнического оборудования, проектными и монтажно-наладочными организациями, корпорация «ХЭЗ – Элетекс-С» может выполнить комплектную поставку оборудования электропривода, а также выполнить работы по вводу оборудования в эксплуатацию «под ключ».

Наше предприятие готово предоставить следующие инженеринговые услуги:

- технические консультации по оптимальному решению проблем в области регулируемого электропривода;
- выполнение технического проекта привязки поставляемого оборудования;
- пуско-наладочные и шеф-монтажные работы;
- обучение эксплуатационного персонала;
- оказание технической помощи при эксплуатации оборудования;
- сервисное обслуживание после окончания гарантийного срока.





ПОТРЕБИТЕЛИ ПРОДУКЦИИ (ПО ОТРАСЛЯМ)

Машиностроение

1. АО «КамАЗ» Россия, Татарстан, г. Набережные Челны, 1993 г.;
2. ГАЗ. Россия, Ниж. Новгород, 1994 г.;
3. 1-ГПЗ. Россия, г. Москва, 1994 г.;
4. Минский тракторный завод. Беларусь, г. Минск, 1998 г.;
5. Минский подшипниковый завод (ГПЗ). Беларусь, г. Минск, 1999 г.;
6. Лозовской кузнечно-механический завод, г. Лозовая, Харьковская обл., Украина, 2003 г.;
7. ПРУП ОАО «Белшина», г.Бобруйск, респ. Беларусь, 2003 г.;
8. РУП ОАО «МАЗ», г.Минск, респ. Беларусь, 2003 г., 2006 г.;
9. АО «Белэнергомаш» Россия, г. Белгород, 2003 г.;

Горнорудная и цементная промышленность

10. ПО «Кривбассруда». Украина, г. Кривой Рог, 1994 г.;
11. ОАО «Донской ГОК» Казахстан, 1995...1997 г.;
12. Алмалыкский ГМК г.Алмалык, Узбекистан, 1998 г.;
13. ПО «Якуталмаз» АК «Алроса» Удачинский ГОК. Россия, 2000 г.;
14. Акционерная добывающая компания «Эрденет». Горнообогатительный комбинат. Монголия, г. Эрдэнэт, 2001 г., 2006 г.;
15. Ковдорский ГОК. Россия, 2001 г.;
16. Криворожский цементно-горный комбинат (в 2003 г. переименован в ОАО «Кривой Рог Цемент»), г. Кривой Рог, Днепропетровская обл. Украина, 2002 г., 2004 г.;
17. ОАО «Сухая Балка», г.Кривой Рог, Днепропетровская обл. Украина, 2005 г.;
18. ОАО «Центральный ГОК». Украина, г. Кривой Рог, 2005 г.;
19. ОАО «Лебединский ГОК», Россия, Белгородская обл. 2005 г.;
20. ОАО «Северный ГОК», Украина, г. Кривой Рог, 2005 г.;
21. ОАО «Криворожский железорудный комбинат», Украина, г. Кривой Рог, 2006 г.;

Металлургия

22. Metallurgical комбинат г. Тайюань, Китай, 1995 г.;
23. Харцызский трубный завод. Украина, г. Харцызк, 1995 г.;
24. Metallurgical комбинат г. Таншань, Китай, 1995 г.;
25. Metallurgical комбинат г. Хандань Китай 1996 г.;
26. ОАО «МК«Азовсталь» г. Мариуполь, Украина, 1998 г...2005 г.;
27. Алмалыкский ГМК г. Алмалык, Узбекистан 1998 г.;
28. Верхне-Салдинское производственное металлургическое объединение г. Верхняя Салда, Россия, 2001 г.;
29. ОАО «Корпорация Казахмыс». Балхашский ГМК. Балхашский медеплавильный завод, 2002 г.;
30. ОАО «Корпорация Казахмыс». Компрессорная станция в пос. Жезказган, Казахстан, 2002 г.;
31. ОАО «Никопольский завод ферросплавов», г.Никополь, Украина, 2004 г.;
32. ОАО КГМК «Криворожсталь». Украина, г. Кривой Рог, 2004 г.;
33. ОАО «Северсталь», Россия, г. Череповец. 2004 г., 2006 г.
34. ОАО «Нижнетагильский МК», Россия, г. Нижний Тагил. 2005 г.;
35. Филиал «Вольногорский ГМК» ЗАО «Крымский ТИТАН», Украина, 2005 г., 2007 г.

Нефтегазовая промышленность

36. Отделение ЛУКОЙЛ ТПП «Урай Нефтегаз», Россия, г. Кагалым, 1997 г.;
37. РАО «Газпром» «Сургуттрансгаз» Россия, г. Тюмень, 2000 г.;
38. ПО «СибнефтьНоябрьскнефтегаз» Россия, г. Ноябрьск, 2002 г...2005 г.;
39. ОАО «Полтавагаздобыча», г.Котельва, Полтавской обл. Украина, 2004 г.;
40. НГДУ ОАО «Аганнефтегазгеология» Россия, Тюменская обл., 2004 г., 2006 г., 2007 г.;
41. РАО «Газпром» ОАО «Оренбурггазпром», Россия, 2004 г.;
42. ОАО «Славнефть-Мегионнефтегаз», Россия, г. Мегион Тюменской обл. 2005...2007 г.;
43. ОАО «НК «Роснефть»-Пурнефтегаз», Россия, 2006 г.;
44. Сибирско-техасское ЗАО «ГОЛОЙЛ», п. Новоаганск, Нижневартовский район, ХМАО, Россия. 2006 г.;
45. ОАО «Белкамнефть», Россия, 2007 г.;

Угольная промышленность

46. ПО «Артемуголь» Украина, Горловка, 2002 г.;
47. ПО «Дзержинскуголь» Украина, Горловка, 2003 г.;
48. ОАО ХК «Павлоградуголь». Украина, г. Павлоград, 2004 г., 2006 г.;
49. «Донбасская топливно-энергетическая компания» Украина, г. Донецк, 2006 г.;
50. ОАО «Шахта «Комсомолец Донбасса», г. Кировское, Донецкая обл., Украина, 2007 г.;

Деревообрабатывающая

51. Жешартский фанерный комбинат, пос. Жешарт, г. Сыктывкар, Республика Коми, Россия, 2003 г.;
52. ОАО «Сегежский ЦБК». Россия, г. Сегежа, Карелия, 2004 г.;

Химическая

53. Воронежский шинный завод Россия 1997 г.;
54. ПО «Белкалий» Беларусь, г. Солигорск, 1998...2000 г.;
55. ОАО «АЗОТ», Украина, г.Черкаassy, 2005 г.;
56. ОАО «Сибур-Холдинг» ООО «Тобольскнефтехим», Россия г. Тобольск, 2006 г.;

Коммунальное хозяйство

57. ТПО «Харьковкоммунпромвод», г.Харьков, Украина, 2003...2005 г.;
58. ГП «Укрпромводчермет», г.Донецк, Украина, 2005 г.;
59. ГМП ВКХ «Днепр-Западный Донбасс», Украина, Синельниковский р-н, Днепропетровская обл., 2006 г.

61004, Украина, г. Харьков, ул. Примакова 46

Primakova str. 46, Kharkiv, Ukraine, zip: 61004

Тел/факс:

+ 38 (057) 752 12 22

+ 38 (057) 752 10 11

+ 38 (057) 752 10 13 (ф)

E-mail:

skbe@vlink.kharkov.ua

info@hez-eletex.com.ua

Web:

www.hez-eletex.com.ua

www.hez.com.ua

Корпорация «ХЭЗ - Элетекс-С»

