

НАЗНАЧЕНИЕ:

Устройство частотного плавного пуска типа УПЧВ-РН-6(10) предназначено для безударного плавного пуска/останова асинхронных и синхронных высоковольтных электродвигателей напряжением 6(10)кВ. УПЧВ выполняет плавный запуск мощных тяжело нагруженных механизмов – конвейеров, дробилок, насосов, мельниц – пусковым током не более $(1,1-1,2) \cdot I_n$ при недостаточной ёмкости (мощности) питающих сетей.

Позволяет добиться плавного пуска/останова электродвигателя за счет увеличения его вращающего момента, имеют как возможность скалярного регулирования (применяется в основном на нагрузках с постоянным моментом вращения, например, вентиляторы, насосы), так и векторного (для нагрузок с переменным моментом вращения).



СТРУКТУРА УСЛОВНОГО ОБОЗНАЧЕНИЯ:

УПЧВ-РН-Х-XXX-Х-УХЛ5

					- УПЧВ - устройство частотного плавного пуска высоковольтных электродвигателей
					- РН – исполнение рудничное нормальное;
					Номинальное напряжение сети, кВ: - 6; 10
					Номинальный ток, А: - 31...800
					Тип управляемого электродвигателя: - С - синхронный с щёточным возбуждением; - А - асинхронный с короткозамкнутым ротором
					Климатическое исполнение УХЛ и категория размещения 5

ОТЛИЧИТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ:

- Технология регулирования, обеспечивающая высокую точность и быстродействие системы, а также КПД, превышающий 96,5 % (с учетом трансформатора).
- Модульная конструкция, облегчающая техническое обслуживание.
- Функция автоматического регулирования напряжения (АРН), обеспечивает регулирование выходного напряжения, что исключает повреждение обмоток двигателя вследствие перенапряжения и уменьшает потери в двигателе при работе без нагрузки.
- Функция повышения крутящего момента, обеспечивает повышение выходного напряжения и выходного крутящего момента при работе на низких выходных частотах.
- Функция пуска вращающегося двигателя (подхват), позволяет перезапустить вращающийся двигатель и обеспечить непрерывность производства.
- Функция предотвращения потери мощности, обеспечивает обратное питание для продолжения нормальной работы при исчезновении напряжения в электрической сети на очень короткое время.
- Функция синхронного переключения двигателя с преобразователя частоты на сеть и обратно (система каскадного плавного пуска КЧРВЭ).
- Функция байпаса силовых ячеек (опция) позволяет автоматически шунтировать неисправные ячейки без остановки преобразователя частоты.
- Панель управления с сенсорным экраном, что обеспечивает простое управление и настройку преобразователя частоты.
- Тройное резервирование питания управления (от внешнего источника питания, от обмоток собственных нужд и от источника бесперебойного питания). Источник бесперебойного питания (ИБП) обеспечивает питание управления в течение 15 или 30 (опционально) минут при пропадании основного питания.

По сравнению с другими мощными высоковольтными преобразователями частоты, УПЧВ имеет следующие преимущества:

- Нет необходимости использования дополнительного фильтра на выходе.
- Возможность применения стандартных синхронных и асинхронных электродвигателей высокого напряжения, при этом температура двигателя не повышается.

- Не уменьшается номинальная мощность электродвигателя.
- Отсутствие повреждений изоляции электродвигателя и кабеля вследствие резких всплесков напряжения (dU/dt).
- Отсутствие пульсаций крутящего момента вследствие воздействия гармонических составляющих, что позволяет увеличить срок службы электродвигателей и приводимых механизмов.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ:

Параметр	Значение
Тип подключаемого двигателя	Синхронный с щеточным возбуждением
Полная мощность ПЧ, кВА	250...6300 (6кВ), 500...12500 (10кВ)
Материал обмоток силового трансформатора	Алюминий/Медь
Класс изоляции обмоток трансформатора	H
Регулирование напряжения на входе трансформатора (ПБВ)	0%; +5%
Номинальный выходной ток ПЧ, А	31...800
Входное напряжение, кВ	6(10)кВ, -10%... +10% (до -30% с ограничением выходной мощности)
Частота питающей сети, Гц	50/60 (-10%...+10%)
Выходное напряжение, кВ	0...6; 0...10
Количество силовых ячеек, шт	15(5 на одну фазу)
Опция байпаса силовых ячеек	Опция
Метод модуляции	синусоидальная ШИМ/векторная ШИМ
Срок службы конденсаторов силовых ячеек, (ч), не менее	100 000
Питание цепей управления ПЧ, В	~220В (-10%... +10%) (~380В (-10%... +10%)) (Внешнее от заказчика + Резервирование от обмотки СН трансформатора)
Напряжение питания вентиляторов охлаждения, В	~380В, 3Ф+N (-10%... +10%) (Внешнее от заказчика + Резервирование от обмотки СН трансформатора)
Коэффициент мощности на входе ПЧ	>0,96
КПД инвертора (без учета входного трансформатора), %	>98
КПД трансформатора ПЧ, %	>98
Диапазон выходной частоты, Гц	0,1...80 (120 опционально)
Перегрузочная способность	120% в течение 2 минут, 150% в течение 3 секунд, каждые 10 минут
Автоматическое ограничение выходного тока ПЧ	10...200% (настраиваемое)
Время разгона и торможения, сек	5 - 6000 (зависит от нагрузки)
Аналоговые входы, шт	3 (4...20мА) (с возможностью расширения)
Аналоговые выходы, шт	4 (4...20мА) (с возможностью расширения)
Протоколы связи	Modbus RTU (интерфейс RS-485) – стандарт; ControlNet, Ethernet IP, Profibus DP, Modbus TCP/IP, ProfiNet, DeviceNet — опционально
Функция АПВ двигателя при перерывах питания сети	Есть, до 100 сек (настраиваемое)
Дискретные входы, шт	12 (24V DC) (с возможностью расширения)
Дискретные выходы, шт	13 (сухой контакт) (с возможностью расширения)
Панель управления	Сенсорная, с русскоязычным интерфейсом диагональю 10,1"
Язык экранного меню	Русский, Английский
Охлаждение	Принудительное воздушное или жидкостное
Высота над уровнем моря, м	До 1000 метров без снижения выходных характеристик. Свыше 1000 метров со снижением выходных характеристик на 1% за
Климатическое исполнение и категория размещения	УХЛ5
Степень защиты от пыли и влаги	IP54

Температура транспортировки и хранения, °С	-40... + 70
Уровень шума на расстоянии 1 метра от ПЧ, дБ	<75
Выходной реактор ПЧ	используется для опции синхронизированного перевода двигателя на сеть или при длине выходного кабеля более 800м
Зона обслуживания шкафов	Односторонняя/двухсторонняя
Тепловыделение на номинальной нагрузке, % от P _{ном}	3,2...5,5
Покрытие печатных плат	Стандартно, класс 3С2
Наработка на отказ, ч	100 000
Срок службы, лет	25

Характеристики УПЧВ на напряжение 6кВ (5 силовых ячеек на фазу)

Зона обслуживания шкафов	Мощность двигателя, кВт	Полная мощность ПЧ, кВА	Ном. выходной ток ПЧ, А	Тепловые потери, кВт	Вес, кг	Размеры, мм (ДхВхГ)	
Односторонняя	250	315	31	10	3200	3000x1900x1200	
	315	400	40	13	3400		
	400	500	48	16	3600		
	500	630	61	20	3800	3200x1900x1200	
	630	800	77	25	4150	4200x2200x1200	
	800	1000	96	32	4600		
	1000	1250	130	40	5100		
	1250	1600	154	50	5550		
	1400	1800	173	56	5800		
	Двухсторонняя	1600	2000	192	64	6100	4550x2300x1200
		1800	2250	220	72	6400	
2000		2500	243	80	6750		
250		315	31	10	2600	2150x2400x1400	
315		400	40	13	2700		
400		500	48	16	2900		
500		630	61	20	3050		
630		800	77	25	3500	3450x2250x1600	
800		1000	96	32	3700		
1000		1250	130	40	4000		
1250		1600	154	50	5550	1450x2200x1600	
1400		1800	173	56	5850		
1600		2000	192	64	6150		
1800		2250	220	72	6500		
2000		2500	243	80	6850		
2250		2800	275	90	8400		
2500		3200	304	100	8800		
2800	3500	340	112	9300	5400x2400x1400		
3200	4000	400	128	9900			
3600	4500	425	144	11650			
4000	5000	500	160	12150	6850x2400x1400		
5000	6300	600	200	13600			
						7150x2400x1600	

Характеристики УПЧВ на напряжение 10кВ (8 и 9 силовых ячеек на фазу)

Зона обслуживания шкафов	Мощность двигателя, кВт	Полная мощность ПЧ, кВА	Ном. выходной ток ПЧ, А	Тепловые потери, кВт	Вес, кг	Размеры, мм (ДхВхГ)	
Односторонняя	400	500	31	16	3800	4300x1900x1200	
	500	630	40	20	4000		
	630	800	48	25	4250		
	800	1000	61	32	4600		
	Односторонняя	1000	1250	77	40	4700	4800x2200x1200
		1250	1600	96	50	5100	
		1400	1800	104	56	5350	
		1600	2000	115	64	5600	
		1800	2250	130	72	5900	
		2000	2500	154	80	8200	
		2250	2800	165	90	8500	
		2500	3200	192	100	9000	
	Односторонняя	2800	3500	205	112	9300	5900x2300x1200
3200		4000	243	128	9800		
400		300	31	16	3800	4000x2050x1400	
500		630	40	20	4000		
630		800	48	25	4250		
800	1000	61	32	4600			
Двухсторонняя	1000	1250	77	40	4800	4300x2250x1600	
	1250	1600	96	50	5200		
	1400	1800	104	56	5500		
	1600	2000	115	64	5700		
	1800	2250	130	72	6000		
	2000	2500	154	80	7000		
	2250	2800	165	90	7350	4750x2250x1600	
	2500	3200	192	100	7800		
	2800	3500	205	112	8050		
	3200	4000	243	128	8600		
	3600	4500	260	144	12850		
	4000	5000	304	160	13450	7550x2400x1600	
	4500	5500	325	180	14150		
	5000	6300	364	200	14650		
	5500	7000	400	220	14750		
	6300	7900	462	250	20400		
	7100	8250	500	285	22400	9950x2400x1600	
	8000	10000	600	320	28400	10050x2800x1600	
	10000	12500	800	400	45400	13950x2600x1600	

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ:

- Ограничение тока;
- Электрическая изоляция между силовыми ячейками и контроллером (обмен данными осуществляется по оптоволоконному кабелю);
- Обратная связь, которая позволяет использовать заданное пользователем ожидаемое значение контролируемого параметра (давления, температуры и т. д.) в качестве задания для автоматической регулировки скорости вращения двигателя (например, постоянное давление в системе водоснабжения может использоваться в качестве параметра для регулирования расхода воды при подаче);
- Регистрация отказов, возможность сохранять журнал ошибок на флэш-диске USB;
- Аварийный сигнал при открытии двери шкафа.

Функции защиты:

- Перегрев трансформатора;
- Перегрев шкафа силовых ячеек;
- Открыта дверь шкафа трансформатора;
- Открыта дверь шкафа силовых ячеек;
- Нет входящей связи с платой ввода-вывода;
- Нет исходящей связи с платой ввода-вывода;
- Нет питания платы ввода-вывода;
- Нет связи с платой измерения температуры;

- Ошибка задания параметра;
- Наличие ВН в тестовом режиме;
- Аварийный стоп;
- Потеря ВН;
- Перегрузка ПЧ по току;
- Перегрузка ЭД по току;
- Короткое замыкание на землю на выходе ПЧ;
- Дисбаланс входного тока;
- Дисбаланс выходного тока;
- Дисбаланс входного напряжения;
- Дисбаланс выходного напряжения;
- Потеря фазы на входе;
- Потеря фазы на выходе;
- Превышение выходной частоты;
- Авария источника 3,3В;
- Авария источника 15 В;
- Неисправность платы управления (подсистема PG);
- Неисправность платы управления (подсистема FPGA);
- Неисправность платы управления (подсистема DSP);
- Авария возбудителя;
- Авария оптической связи ведущий-ведомый;
- Авария вентилятора;
- Потеря питания вентилятора;
- Нет связи с НМІ;
- Нет связи с верхним уровнем;
- Обрыв аналогового задания;
- Обрыв аналоговой обратной связи;
- Ток возбуждения не соответствует заданному.

УСТРОЙСТВО И РАБОТА:

УПЧВ представляет собой транзисторный высоковольтный преобразователь частоты с многообмоточным трансформатором и состоит из следующих основных компонентов:

- Секция трансформатора;
- Секция силовых ячеек;
- Секция управления.

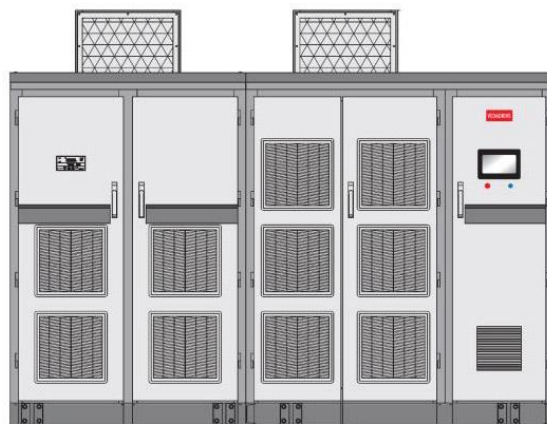
В УПЧВ применена многоуровневая схема, которая представляет собой трансформатор с несколькими обмотками и последовательно включенными силовыми ячейками «выпрямитель – звено постоянного тока-инвертор».

Количество ячеек зависит от требований к форме выходного напряжения. Чем чище должен быть «синус», тем больше количество элементов задействовано. Самые распространенные топологии – 36- 48- 54-пульсные с соответствующим количеством силовых модулей.

Каждая ячейка представляет собой схему, состоящую:

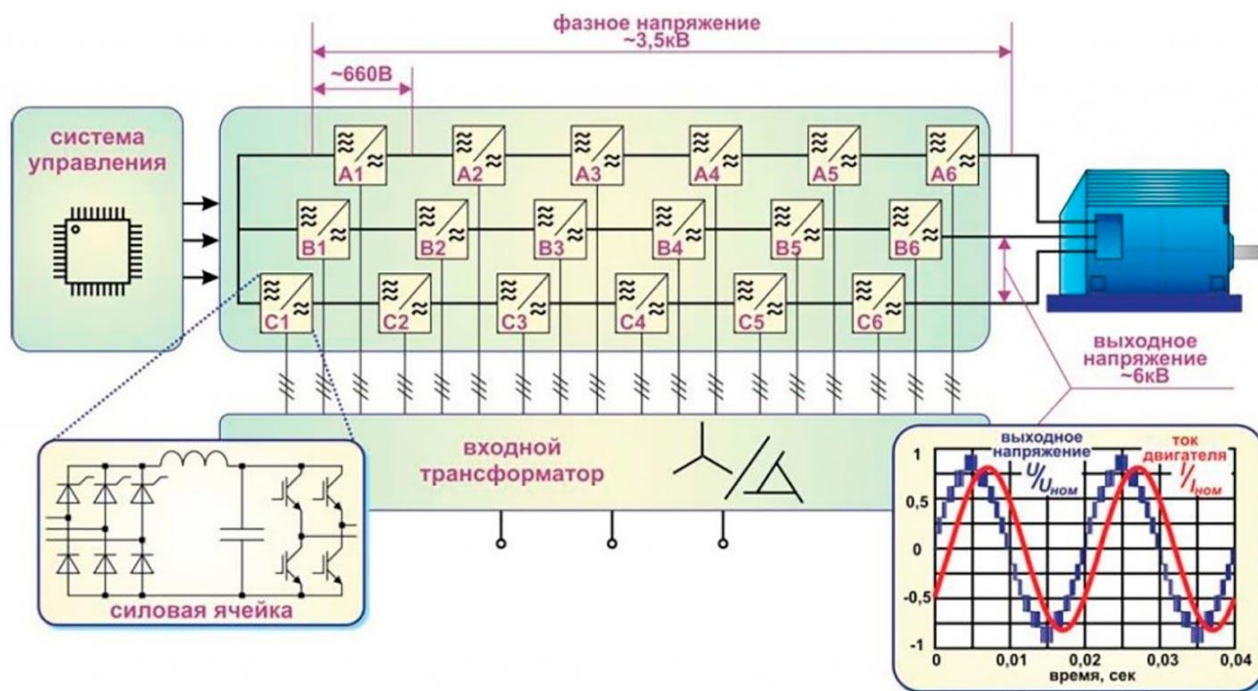
- Из выпрямителя на диодах или тиристорах.
- Из звена постоянного тока с индуктивным и емкостным элементом.
- Из транзисторного инвертора.

Таким образом, в каждом модуле осуществляется преобразование частоты до заданного значения. Синхронизацию работы ячеек осуществляет схема управления, результирующее напряжение на выходе имеет заданную амплитуду и частоту.



Шкаф трансформатора

Шкаф силовых ячеек
с секцией управления



Секция трансформатора

В секции трансформатора установлен многообмоточный силовой трансформатор сухого типа со сдвигом фазы, который подает трехфазное питание на силовые ячейки. Первичная обмотка соединена в звезду, вторичная – в треугольник, вспомогательная в звезду с нейтралью. На двери шкафа расположен контроллер температуры трансформатора, предназначенный для подачи аварийного сигнала в случае чрезмерного повышения температуры и обеспечивающего защиту трансформатора от перегрева.

К вводной обмотке (в звезду) подключены два трансформатора тока для контроля входных токов.

Трансформатор имеет дополнительную обмотку для формирования трёхфазного напряжения собственных нужд (~380 В), при пропаже внешнего питания переключение на данную обмотку выполняется автоматический. Контроль входного напряжения также осуществляется посредством обмоток собственных нужд.

Если преобразователь частоты оснащён системой предзаряда силовых ячеек, то данная функция также осуществляется посредством обратной трансформации, через обмотку собственных нужд.

Секция трансформатора имеет вентилятор (или вентиляторы) для охлаждения. На двери установлены воздушные фильтры.

Секция трансформатора оснащена концевыми выключателями двери, которые подают аварийный сигнал при ее открытии.

Секция силовых ячеек

В секции силовых ячеек установлены силовые ячейки и вспомогательные компоненты. Секция состоит из следующих частей:

- Силовые ячейки;
- Плата сопротивлений;
- Датчики Холла для измерения выходного тока;
- Блок измерения выходного напряжения;
- Блок измерения температуры;
- Центробежный вентилятор (или вентиляторы) охлаждения;
- Нагреватель (опция).

Все ячейки имеют одинаковые электрические и механические характеристики и являются взаимозаменяемыми. Каждая силовая ячейка имеет собственную плату управления и плату драйвера. Плата управления принимает сигналы, передаваемые контроллером по оптоволоконной сети.

В преобразователях частоты 6кВ в каждой фазе установлено пять или шесть ячеек. В преобразователях частоты 10кВ в каждой фазе установлено восемь или девять силовых ячеек. Ячейки подключены к трехфазной вторичной обмотке трансформатора с номинальным напряжением 690 В (640 В). Через однофазный выход все (пять, шесть, восемь или девять) ячеек каждой фазы соединены последовательно с помощью медной шины. Первые ячейки каждой фазы замкнуты между собой с образованием трехфазного подключения по схеме звезда. Выход последней ячейки в каждой фазе подключен к выходным клеммам преобразователя частоты.

Секция управления

Секция управления преобразователя частоты состоит из следующих частей:

- Контроллер;
- Блок вводов/выводов с логическим контроллером;
- Панель управления с сенсорным дисплеем;
- Блок питания цепей управления;
- Источник бесперебойного питания.



Устройство частотного плавного пуска высоковольтное УПЧВ-РН-6(10)

Панель управления представляет из себя дисплей с сенсорным экраном, с удобным для пользователя интерфейсом на русском языке. Предназначена для вывода информации о состоянии и рабочих параметрах преобразователя частоты и для настройки его функций. В местном режиме управления возможно управление преобразователем частоты. Реализует функции аварийной сигнализации и предупреждений в случае возникновения неисправностей.