



Решения компании VACON для управления высоковольтными двигателями

Двухтрансформаторная схема
(для двигателей 6 и 10 кВ)

В последние годы все чаще находят применение асинхронные двигатели, управляемые преобразователем частоты (ПЧ). Это произошло благодаря ряду преимуществ, которые обеспечивает регулирование скорости двигателя и, соответственно, приводимого механизма. В ряде случаев система электропривода проектируется в регулируемом варианте изначально. Например, привод бумагоделательной машины, где требуется высокоточное синхронное управление скоростью двигателей для получения бумаги заданного качества, или привод «летучих ножниц» в металлургии, используемый для резки движущегося листа металла. Также, во многих случаях, преобразователи частоты устанавливаются на уже существующие стандартные асинхронные двигатели. Обычно при этом преследуются одна или несколько следующих целей:

Энергосбережение

Во многих процессах можно достичь значительной экономии энергии, если в каждый момент времени обеспечивать скорость, оптимальную для данной рабочей точки. Например, вентилятор, работающей на 50% от номинальной скорости, потребляет менее 15% своей номинальной мощности.

Управление процессом, оптимизация, мониторинг

Современные преобразователи частоты обладают широким набором функций, которые наряду с регулированием скорости электродвигателя позволяют также передавать в систему автоматизацию верхнего уровня всю необходимую информацию о работе двигателя, осуществлять дистанционное управление и мониторинг. Это позволяет полностью контролировать работу регулируемого агрегата и, как следствие, оптимизировать производственный процесс в целом. Результатом может быть повышение качества, увеличение выпуска продукции, уменьшение времени простоя оборудования и т.д.

Увеличение срока службы оборудования

Плавный пуск и останов агрегата, обеспечиваемые ПЧ, значительно продлевают ресурс работы электродвигателя и приводимого механизма и увеличивает межремонтные промежутки, благодаря отсутствию бросков токов и механических ударов и рывков. Кроме того, ПЧ обладают комплексом защит двигателя, таких как защита от перегрева, заклинивания, длительной перегрузки и т.п.

Простота обслуживания всего комплекса оборудования

Преобразователь частоты не требует обслуживания. В то же время, установка ПЧ позволяет во многих случаях упростить эксплуатацию многих компонентов системы. Например, в системах водоснабжения плавные пуски и остановки насосных агрегатов, регулирование расхода с поддержанием постоянного давления, позволяет исключить гидравлические удары, а также снизить давление в магистрали. Благодаря этому значительно снижается аварийность в магистрали (прорывы труб и т.п.).

Улучшение условий работы персонала

Во многих случаях при внедрении преобразователей частоты на вентиляторах, конвейерах и ряде других механизмов удается достичь снижения уровня шума.



VACON Group

Европейская корпорация VACON Group создана в 1993 году, специализируется на разработке, производстве и внедрении преобразователей частоты (ПЧ) для управления асинхронными двигателями и является одним из мировых лидеров на рынке преобразовательной техники.

В настоящее время в нашей компании работают свыше 1500 сотрудников, занимающихся разработкой, производством и внедрением преобразователей частоты Vacon. Оборот VACON Group в 2008 году составил более 300 млн. Евро.

Мировыми партнерами и корпоративными заказчиками VACON Group в мире являются такие крупные и известные компании как Rolls-Royce, Atlas Copco, Eaton, Konecranes, Schindler, Rockwell Automation, National Oilwell, Allen Bradley и многие другие, а компании Schneider Electric, Honeywell, Hyundai, РусЭлПром и другие имеют соглашения с компанией VACON Group, по которым часть их производственной гаммы выпускается на заводах VACON в Европе.

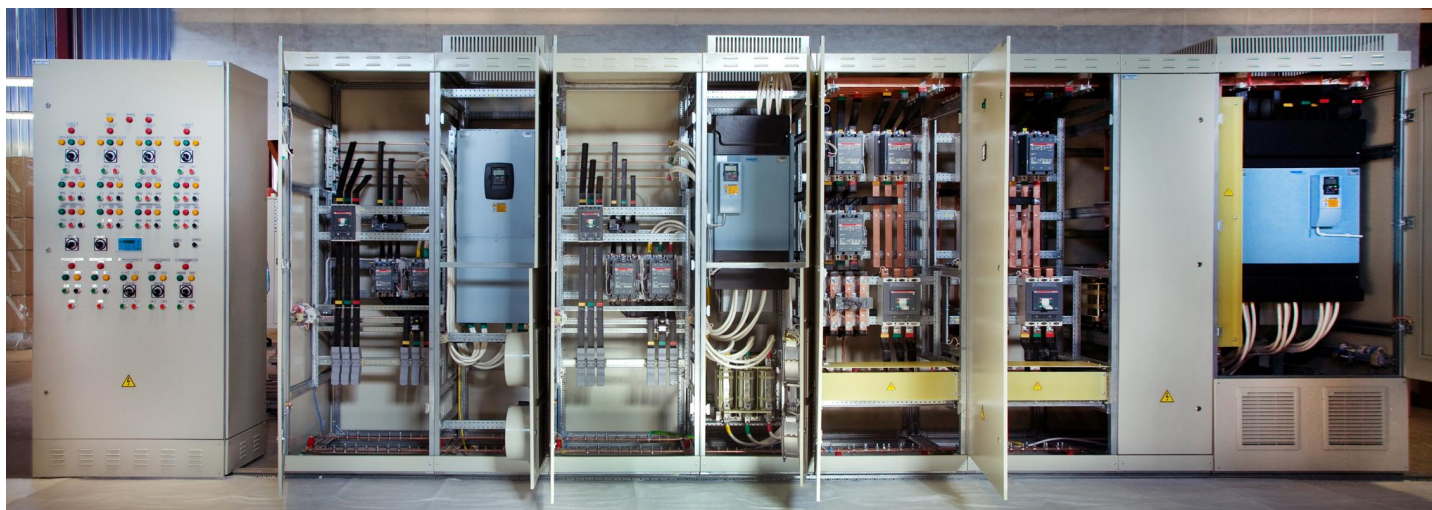
Сегодня VACON Group ведет активную деятельность почти в 100 странах мира. В конце 90-х годов дочерняя компания VACON Group - **ЗАО «Вакон Драйвз»** открыто и в Москве. Тогда же был подписан первый крупный контракт на поставку преобразователей частоты VACON для Санкт-Петербургского «Водоканала». В настоящее время на Водоканале Санкт-Петербурга установлено и эксплуатируется свыше 400 преобразователей для систем водоснабжения и водоочистки. Оборудование VACON эксплуатируется сегодня на многих крупнейших водоканалах Российской Федерации (Москва, Санкт-Петербург, Нижний Новгород, Самара, Красноярск, Сыктывкар, Псков и других).



Преобразователи частоты VACON доказали свою надежность в работе на объектах энергетики, промышленности и коммунального хозяйства России. На площадках российских предприятий эксплуатируются десятки тысяч преобразователей частоты VACON. При этом в России реализовано более 120 проектов для двигателей с номинальным напряжением 6-10 кВ суммарной мощностью свыше 40 МВт. Корпоративными заказчиками оборудования компании VACON являются **ОАО «ГАЗПРОМ»**, **ОАО «ТАТЭНЕРГО»**, **«ЛУКОЙЛ»**, **МОЭК**, **ОАО «СИБУР Холдинг»**, **АК «АЛРОСА»**, **ОАО «СЛАВНЕФТЬ»**, **Сыктывкарский ЛПК**, **АЭК «КОМИЭНЕРГО»**.

VACON предлагает полную гамму преобразователей частоты для управления асинхронными двигателями:

- низковольтные преобразователи частоты в диапазоне мощностей **от 0.75 до 5000 кВт** на напряжение **230-690 В**.
- высоковольтные преобразовательные системы в диапазоне мощностей **от 300 кВт до 4 МВт** и напряжений **от 3 до 10кВ**.



Экспертами научно-технического центра группы компаний VACON (г. Вааса, Финляндия) была проведена совместная работа по разработке комплектных систем частотно регулируемого привода (КС ЧРП) на основе асинхронных двигателей и преобразователей частоты серии «VACON VEDA» для российского рынка. Достоинствами данного решения является:

- специальная конструктивная разработка для применения в тяжелых условиях эксплуатации;
- встроенные системы самодиагностики и защиты для работы в «слабых» электрических сетях;
- возможность использования в условиях холодного климата
- уникальные функциональные возможности (встроенные ПИД-регуляторы, системы самодиагностики, мониторинга);
- русскоязычная графическая панель управления;
- специальная конструкция преобразователей частоты с дополнительной обработкой плат для тяжелых условий эксплуатации и агрессивных сред;
- использование фильтров гармоник для обеспечения синусоидальности напряжения, подаваемого на обмотки двигателя;
- минимальные массогабаритные показатели;
- высокая надежность и большое число внедрений на ответственных механизмах электроэнергетики (Мосэнерго, Ленэнерго, Татэнерго), а также в Лукойл, Газпром, Сибур, Алроса и др. Реализовано более 120 проектов установки ЧРП на двигатели 6кВ.

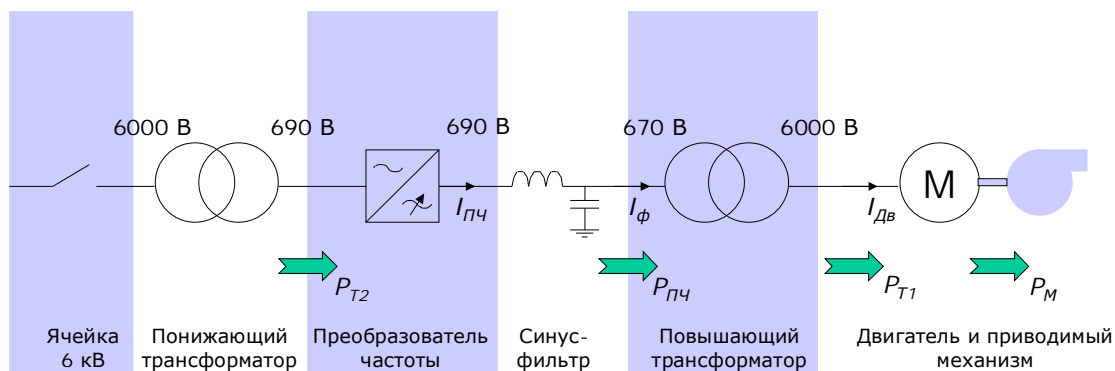
Проработано комплексное техническое решение, которое позволит:

- Существенно сократить сроки внедрения оборудования на объекте.
- Значительно снизить стоимость предлагаемого решения за счет оптимального подбора параметров и характеристик системы ЧРП – асинхронный двигатель – преобразователь частоты. Благодаря индивидуальному подходу снижение капитальных затрат составляет 15-25%. При сохранении КПД системы во всем диапазоне рабочих частот (5...60 Гц) составляет 94...96%.
- Оптимизировать и повысить управляемость технологического процесса, учитывая комплексный подход к реализации системы ДВИГАТЕЛЬ+СИСТЕМА ЧАСТОТНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ.
- Снизить потребление электроэнергии на внедряемых объектах до 40%.
- Существенно повысить срок эксплуатации оборудования (насосы, воздухоподувки, трубопроводы и т.п.) и снизить издержки на ремонт и его замену.
- Перейти на качественно новый уровень автоматизации технологического процесса и снижением затрат на общеблочную АСУ ТП, в связи с передачей ряда функций управления (ПИД-регулирование, блокировки, защиты двигателя и насоса) во встроенный в ПЧ PLC.



Системы регулирования высоковольтных двигателей

Двигатели с напряжением 6 и 10 кВ применяются для привода насосных и вентиляторных агрегатов в различных отраслях промышленности. Для данных двигателей Vacon предлагает систему регулирования состоящую из низковольтных преобразователей частоты и согласующих трансформаторов. Данная схема называется «Двухтрансформаторная» (сокращенно «ДТС»). Обычно преобразование частоты производится на уровне напряжения 690 В, при этом используются стандартные согласующие трансформаторы: «понижающий» (6/0.69 кВ) и «повышающий» (0.67/6 кВ). Обязательным компонентом ДТС является синус-фильтр, устанавливаемый на выходе преобразователя частоты. Топология системы представлена на рисунке:



Двухтрансформаторная схема имеет ряд преимуществ:

- предельная гибкость в выборе напряжения питания двигателя (2-13 кВ)
- гальваническая изоляция системы благодаря наличию трансформаторов
- отсутствие воздействия на обмотку двигателя высокочастотных составляющих тока (высших гармонических), что значительно увеличивает ресурс двигателя и делает возможным использование частотного регулирования для электродвигателей уже выработавших значительную часть своего ресурса
- отсутствие подшипниковых токов благодаря фильтру и гальванической изоляции
- низкий уровень шума двигателя благодаря почти идеальной синусоидальности тока и напряжения
- возможность использования кабеля длиной до 300 м (со специальным выходным трансформатором – до 1 км)
- возможность работы в «плавающих» сетях
- разумная цена по сравнению с дорогими высоковольтными преобразователями
- используется хорошо испытанная низковольтная технология
- трансформаторы могут находиться на удалении от преобразователя частоты

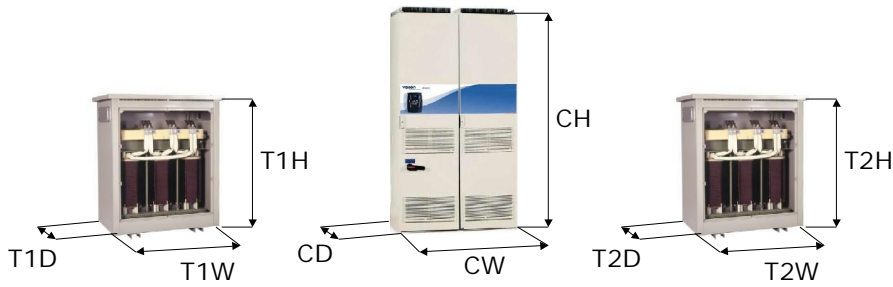
По габаритам ДТС **не уступает** высоковольтным системам частотного регулирования аналогичной мощности.

Система обеспечивает **все защиты**, реализуемые преобразователем частоты: от короткого замыкания, от перегрузки по току, от обрыва фазы на входе/выходе, от заклинивания двигателя, недогрузки (сухого хода) двигателя, перегрева преобразователя, потери управления и другие.

Управление системой может осуществляться: с панели управления преобразователя частоты, устройств дистанционного управления (например, пульта дистанционного управления), с помощью промышленных сетевых протоколов, персонального компьютера.

Преобразователь частоты размещается в шкафу со степенью защиты IP21 или IP 54, состоящем из двух секций. В основной секции размещаются модуль преобразователя и вводные защитные устройства, в дополнительной секции – выходной синус-фильтр. В качестве входных защитных устройств могут использоваться (по выбору заказчика) автоматический выключатель, блок предохранителей, разъединитель с предохранителями. В основной секции на входе преобразователя частоты также может устанавливаться контактор и/или разъединитель (рубильник).





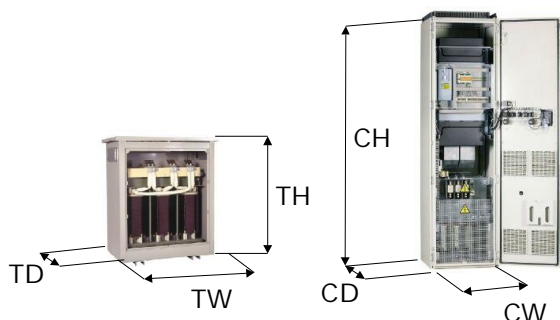
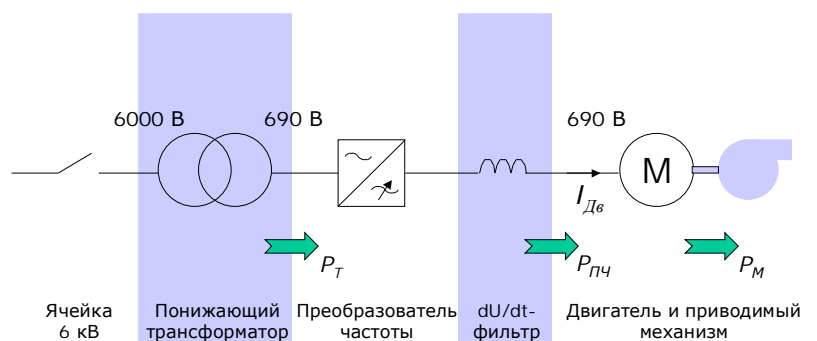
Габаритные размеры и массу систем частотного регулирования и трансформаторов можно определить с помощью таблицы:

Мощность высоковольтного двигателя P_M , кВт	Понижающий трансформатор				Преобразователь частоты VACON с опциями (шкафное исполнение)				Повышающий трансформатор			
	T1W, мм	T1H, мм	T1D, мм	масса, кг	CW, мм	CH, мм	CD, мм	масса, кг	T2W, мм	T2H, мм	T2D, мм	масса, кг
315	1610	1815	1160	1650	1200	2280	600	500	1610	1815	1160	1720
355	1610	1815	1160	1650	1200	2280	600	500	1610	1815	1160	2150
400	1610	1815	1160	1850	1200	2280	600	500	1610	1815	1160	2150
450	1610	1815	1160	2200	1400	2280	600	700	1610	1815	1160	2350
500	1610	1815	1160	2200	1600	2280	600	700	1610	1815	1160	2970
560	1610	1815	1160	2200	1600	2280	600	700	1610	1815	1160	2970
630	1610	1815	1160	2700	2400	2280	600	900	1610	1815	1160	2970
710	1610	1815	1160	2850	2400	2280	600	900	1610	1815	1160	2970
800	2150	2060	1375	3250	2400	2280	600	900	2150	2060	1375	2970
900	2150	2060	1375	3500	2200	2280	600	1250	2150	2060	1375	3650
1000	2150	2060	1375	3900	2200	2280	600	1250	2150	2060	1375	4200
1150	2150	2060	1375	3900	2200	2280	600	1250	2150	2060	1375	4200
1500	2150	2260	1375	3900	4000	2280	600	2500	2150	2260	1375	4200
1800	2475	2470	1675	3900	4400	2280	600	2750	2475	2470	1675	4200
2000	2475	2670	1675	3900	4400	2280	600	2850	2475	2670	1675	4200

Данные трансформаторы – сухого типа, с защитой IP23.

Высоковольтная система, приведенная к низковольтной

Для агрегатов мощностью от 200 до 400 кВт экономически оправдана замена высоковольтного двигателя на низковольтный и установка системы регулирования с понижающим трансформатором (6/0.4 кВ или 6/0.69 кВ) и низковольтным преобразователем частоты. При уровне напряжения 690 В преобразователь частоты оснащается выходным dU/dt-фильтром; при уровне напряжения 400 В на выходе преобразователя частоты в качестве фильтра устанавливаются ферритовые кольца.



Преобразователь частоты размещается в шкафу со степенью защиты IP21 или IP 54, состоящем из двух секций. В основной секции размещаются модуль преобразователя и выходные защитные устройства, в дополнительной секции – выходной dU/dt-фильтр. В качестве входных защитных устройств могут использоваться (по выбору заказчика) автоматический выключатель, блок предохранителей, разъединитель с предохранителями. В основной секции на входе преобразователя частоты также может устанавливаться контактор и/или разъединитель (рубильник).

По следующей таблице можно определить тип габариты и массу преобразователя частоты, а также мощность понижающего трансформатора и его ориентировочные габариты и массу в случае, если устанавливается двигатель 690 В.

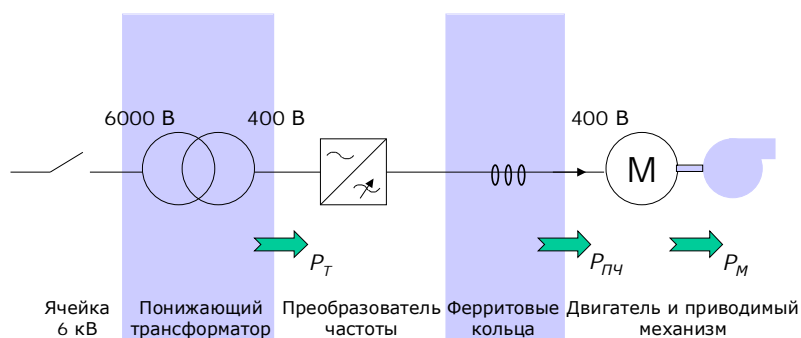
В таблице: « $I_{ДВ}$, А (6000 В)» – ток существующего высоковольтного двигателя,

« $I_{ДВ}$, А (690 В)» – ток низковольтного двигателя аналогичной мощности, который устанавливается вместо высоковольтного.

Мощность высоковольтного двигателя P_M , кВт*	$I_{ДВ}$, А (6000 В)	$I_{ДВ}$, А (690 В)	Преобразователь частоты VACON с опциями (шкафное исполнение)					Трансформатор				
			Тип	CW, см	CH, см	CD, см	масса, кг	P_T , кВА	TW, см	TH, см	TD, см	масса, кг
200	26	225	NXC02616	100	220	60	450	270	123	136	67	1310
250	31	261	NXC02616	100	220	60	450	315	123	136	67	1470
315	38	325	NXC03256	100	220	60	450	390	124	156	80	1720
355	45	385	NXC03856	100	220	60	450	465	148	167	80	2000
400	48	416	NXC04166	100	220	60	450	500	148	167	80	2200

*Мощность двигателя не является надежным ориентиром для выбора преобразователя частоты. Выбор преобразователя осуществляется исходя из номинального тока двигателя.

Ферритовые кольца, устанавливаемые на выходе преобразователя частоты в качестве фильтра при уровне напряжения 400 В, размещаются в основной секции. Таким образом дополнительная секция не требуется и решение с уровнем напряжения 400 В более компактно, чем с уровнем напряжения 690 В.



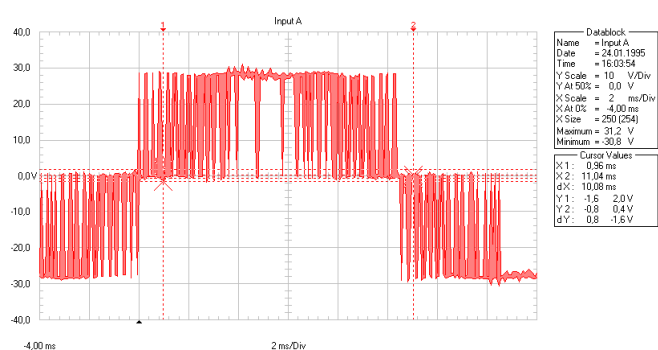
По следующей таблице можно определить тип габариты и массу преобразователя частоты, а также мощность понижающего трансформатора и его ориентировочные габариты и массу в случае, если устанавливается двигатель 400 В.

Мощность высоковольтного двигателя P_M , кВт	$I_{ДВ}$, А (6000 В)	$I_{ДВ}$, А (400 В)	Преобразователь частоты VACON с опциями (шкафное исполнение)					Трансформатор				
			Тип	CW, см	CH, см	CD, см	масса, кг	P_T , кВА	TW, см	TH, см	TD, см	масса, кг
200	26	385	NXC03855	60	220	60	450	270	123	136	67	1310
250	31	460	NXC04605	60	220	60	450	320	123	136	67	1470
250	35	520	NXC05205	60	220	60	450	365	123	136	67	1470
315	40	590	NXC05905	80	220	60	650	410	124	156	80	1720
355	44	650	NXC06505	80	220	60	650	455	148	167	80	2200
400	49	730	NXC07305	80	220	60	650	510	148	167	80	2200

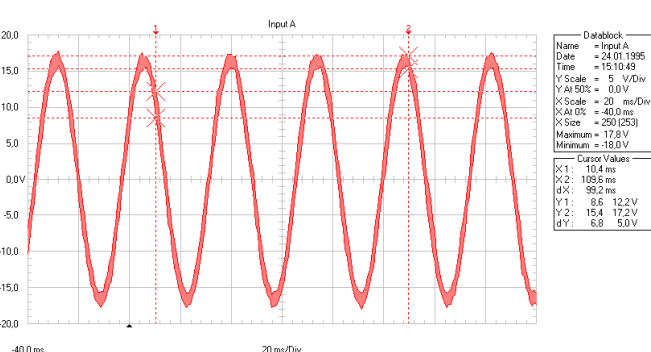
Синус-фильтр

Одним из ключевых элементов системы является синус-фильтр, который устанавливается на выходе ПЧ, перед повышающим трансформатором. Синус-фильтр сглаживает высокочастотные составляющие, имеющие место в кривой напряжения как следствие широтно-импульсной модуляции. Благодаря этому на повышающий трансформатор, а значит и на двигатель поступает синусоидальное напряжение.

Осциллограмма напряжения на выходе ПЧ:

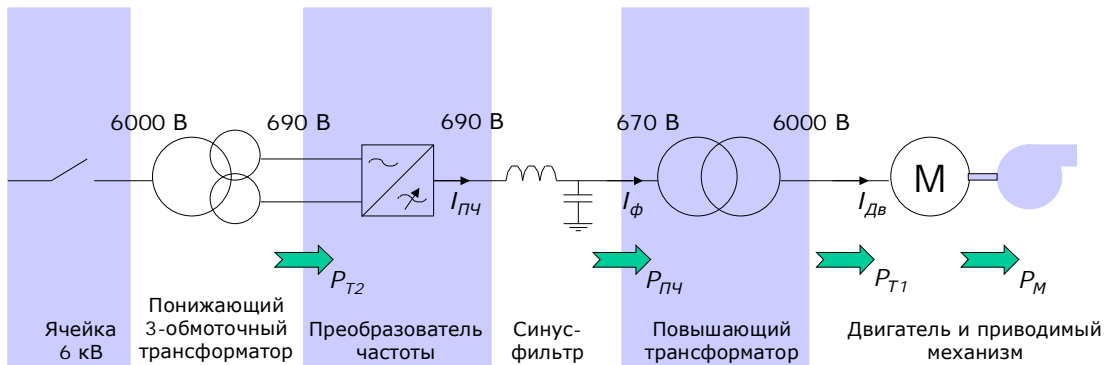


Осциллограмма напряжения на выходе синус-фильтра:



12- и 18-импульсная топологии

С целью снижения влияния системы ЧРП на питающую сеть все чаще находит применение 12-импульсная схема выпрямления (на схеме внизу) или 18-импульсная схема.



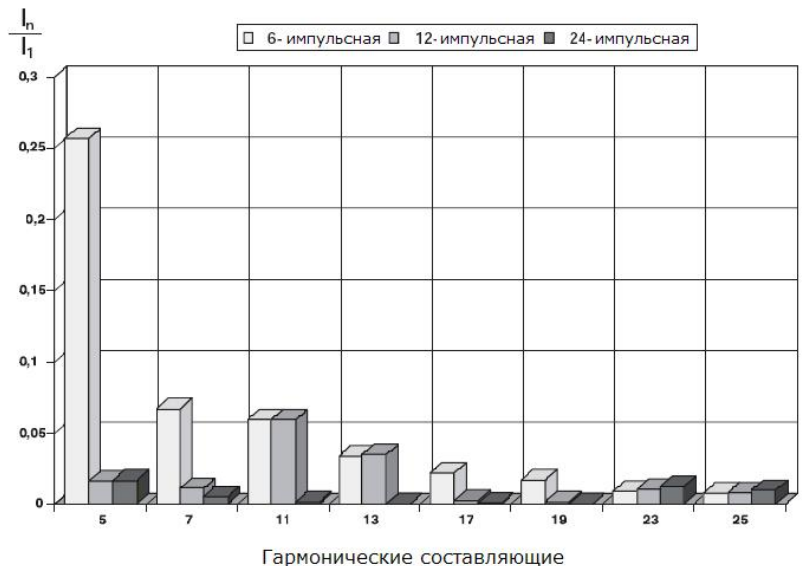
По сравнению со стандартной 6-импульсной схемой, где используются стандартные распределительные 2-обмоточные трансформаторы, в 12- и 18-импульсных схемах используются многообмоточные - 3-х или 4-обмоточные понижающие трансформаторы с фазовым сдвигом вторичных обмоток. Соответственно изменяется и структура выпрямителя преобразователя частоты.

Влияние системы ЧРП на сеть зависит не только от мощности и схемы ЧРП, но и от параметров сети, таких как мощность и сопротивление короткого замыкания.

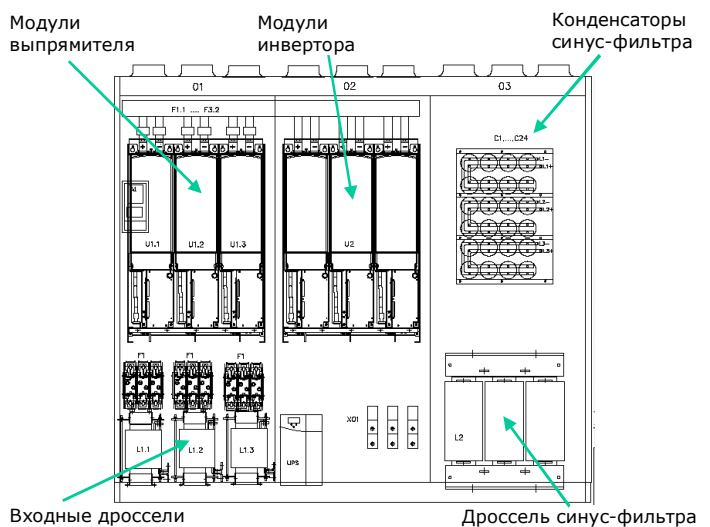
Данные ориентировочного сравнения различных топологий проведенного путем сопоставления гармонических спектров, представлены на диаграмме справа.

Следует отметить, что уже 12-импульсная схема обеспечивает очень низкий уровень гармонических искажений. При использовании 18-импульсной схемы уровень гармонических искажений в питающей сети определяется уже не работой системы ЧРП, а наличием прочих силовых устройств.

В качестве примера ниже представлено описание понижающего трансформатора и преобразователя частоты для 18-импульсной схемы.



Входной (понижающий) трансформатор имеет три вторичных обмотки. Преобразователь частоты (справа), соответственно, имеет три выпрямительных модуля.



Следует иметь в виду, что трансформатор с тремя вторичными обмотками более габаритный, чем стандартный двухобмоточный.

Системы Vacon могут дополнительно комплектоваться источниками бесперебойного питания (UPS), устройствами контроля состояния изоляции (Bender) и др.

Список крупных систем частотного регулирования высоковольтных двигателей (6 – 10 кВ) установленных компанией VACON в России и Беларуси

Дата ввода в эксплуатацию	Город	Предприятие	Агрегат	Мощность двигателя, кВт	Кол-во систем
2002	Псков	МУП « Псковские тепловые сети »	Сетевые насосы	630	2
2003	Нижнекамск	ОАО « ТАТЭНЕРГО » , Нижнекамская ТЭЦ-1	Сетевые насосы	630	1
2003	Красное Село	ВНС-2 Красносельская (нов)	Насосы	630	2
2003	Казань	ОАО « ТАТЭНЕРГО » , Казанская ТЭЦ-3	Сетевые насосы	710	1
2004	Набережные Челны	ОАО « ТАТЭНЕРГО » , Набережночелнинская ТЭЦ	Сетевые насосы	630	1
2004	Нижнекамск	ОАО « ТАТЭНЕРГО » , Нижнекамский энергорайон КТС	Сетевые насосы	500	1
2004	Наро-Фоминск	Котельная №3	Сетевые насосы	500	1
2004	Набережные Челны	ОАО « ТАТЭНЕРГО » , Набережночелнинская ТЭЦ	Сетевые насосы	710	1
2004	пос. Айхал, Якутия	АК « АЛРОСА » Ф-ка №14 Айхальского ГОКа	Насосы перекачки пульпы	1000	2
2005	Сыктывкар	Насосная станция второго подъема	Насосы	500	1
2005	пос. Удачный, Якутия	АК « АЛРОСА » , Ф-ка №12 Удачинского ГОКа	Насосы перекачки пульпы	1000	1
2005	Ярославль	Водоканал г. Ярославля	Насосы	800	1
2006	Хабаровск	ОАО « НК « Роснефть »	Насосы перекачки нефти	630	3
2006	Могилев	ТЭЦ-1 г. Могилева	Сетевые насосы	630	1
2006	Ново-Лукомль	ГРЭС Лукомольская	Насосы	800	1
2006	Ярославль	Водоканал г. Ярославля	Насосы	630	2
2006	Ярославль	Водоканал г. Ярославля	Насосы	800	2
2006	пос. Айхал, Якутия	АК « АЛРОСА » Ф-ка №14 Айхальского ГОКа	Насосы перекачки пульпы	1000	1
2006	пос. Айхал, Якутия	АК « АЛРОСА » Ф-ка №14 Айхальского ГОКа	Насосы перекачки пульпы	800	1
2006	Пушкин	ВНС-2 Пулковская	Насосы	630	2
2006	Санкт-Петербург	НПС Пороховская	Насосы	500	4

2007	Красноярск	Водоканал г. Красноярска	Насос	630	1
2007	Красноярск	Красноярская генерация	Насос	630	2
2007	Санкт-Петербург	ТЭК Санкт-Петербурга	Насосы	225	6
2007	Санкт-Петербург	НПС Пороховская	Насосы	500	4
2007	Резапкино	Резапкинский Металлопрокатный Завод	Прокатный стан	750	12
2007	Нижнекамск	ТАТЭНЕРГО	Насос	630	1
2007	Нижний Новгород	Водоканал г. Нижний Новгород	Насос	630	4
2007	Владимир	Водоканал г. Владимир	Насос	630	1
2007	пос. Айхал, Якутия	АК «АЛРОСА» Ф-ка №10 Айхальского ГОКа	Насосы перекачки пульпы	1000	1
2007	Сургут	Буровая установка	Лебедка, ротор	1000	2
2007	Сургут	Буровая установка	Буровые насосы	630	3
2007	Санкт-Петербург	Водоканал г. Санкт-Петербург	Насосы	400	8
2008	Казань	Татнефть	Буровые насосы	560	4
2008	Киров	Водоканал г. Кирова	Насос	630	3
2008	Тобольск	Тобольск-Нефтехим	Насос	500	1
2008	г. Могилев, ТЭЦ-1	Высоковольтный ЧРП	Насос	630	2
2008	БЕЛЭНЕРГО	Высоковольтный ЧРП	Насос	1600	8
2008	Набережные Челны	ОАО «ТАТЭНЕРГО», Набережночелнинская ТЭЦ	Насос	315	1
2008	Набережные Челны	ОАО «ТАТЭНЕРГО», Набережночелнинская ТЭЦ	Насос	630	1
2008	Москва	Котельная	Насос	630	3
2009	Владимир	Водоканал г. Владимира	Насос	630	1

Всего свыше 120 систем частотного регулирования высоковольтных двигателей



VACON Russia
ЗАО «Вакон Драйвз»
Россия, 129344, г. Москва
ул. Лётчика Бабушкина, д.1, стр.3
Тел.: +7(495) 363-19-85, Факс: +7(495) 363-19-86
E-mail: vacon@vacon.ru
www.vacon.ru

Партнеры:

--

Изменения могут быть внесены без уведомления.