

Частотные преобразователи: критерии выбора

Руслан Хусаинов, к.т.н., технический директор ЗАО «Сантерно» (Москва)

Преобразователи частоты активно завоевывают рынок, поэтому сейчас крайне актуально «повышение квалификации» инженерно-технического персонала. Автор статьи не ставит перед собой цель изложить тему полностью, однако постарается помочь разработчикам машиностроительного оборудования лучше сориентироваться в вопросах выбора и применения преобразователей в повседневной практике.

Зачем это нужно?

Асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором на сегодняшний день является одним из самых дешевых и надежных и поэтому активно применяется в промышленности. Однако нет в мире ничего идеального, и этот двигатель – не исключение. Недостатков у него два. Во-первых, не удается простым способом регулировать скорость двигателя и, как следствие, производительность механизма. Проблема, конечно, решается: в насосах применяются задвижки, ограничивающие поток жидкости, в вентиляторах – шиберы и заслонки, в промышленных механизмах – разного рода редукторы. Однако все эти варианты имеют свои минусы: одни неэкономичны, другие ненадежны, третьи обеспечивают лишь конечный набор скоростей и необходимость остановки механизма для переключения и т.д. Вторая проблема – очень большой пусковой ток (в 5-7 раз превышающий номинальный) и момент, приводящий к ударным механическим нагрузкам при пуске. Соответственно необходимо использование более устойчивой коммутационной аппаратуры и применение тех или иных демпфирующих устройств.

В результате многолетних попыток решить эти проблемы родился прибор, оптимальный по своим функциям и обеспечивающий возможность плавного запуска и непрерывного регулирования скорости электронным способом, по определению являющимся более надежным, чем механический. Прибор этот получил название преобразователь частоты.

Что это дает?

Рассмотрим применения частотных преобразователей по степени популярности:

Насосы. Потребляемая насосом мощность пропорциональна кубу скорости вращения, поэтому использование частотного преобразователя дает экономию электроэнергии до 30% и даже больше по сравнению со способом регулирования мощности заслонками на трубе. Эта экономия позволяет

окупить частотный преобразователь примерно за год. Попутно решается проблема гидравлических ударов: при работе с преобразователем частоты пуск и останов насоса происходят плавно. Современные преобразователи ведущих фирм имеют систему управления, позволяющую управлять группой насосов, то есть практически построить насосную станцию без привлечения дополнительного контроллера.

Вентиляторы. Все, что было сказано для насосов, относится и к вентиляторам. Экономия электроэнергии 8 здесь обычно еще больше, поскольку для обеспечения прямого пуска тяжелых вентиляторов часто применяются двигатели повышенной мощности. При проектировании новых установок можно использовать с преобразователем двигатель меньшей мощности, а при модернизации существующих установок дополнительная экономия получается за счет снижения потерь холостого хода.

Транспортеры. Здесь регулирование позволяет адаптировать скорость перемещения к скорости всего технологического процесса, которая в общем случае не является постоянной. Плавный пуск резко увеличивает ресурс механизмов за счет отсутствия ударных нагрузок в процессе выбора люфтов в момент пуска.

Как это работает?

Взгляните на рисунок 1: переменное напряжение сети выпрямляется, сглаживается конденсаторами, а затем из полученного постоянного напряжения выходной генератор формирует напряжение необходимой частоты и амплитуды. Формирование

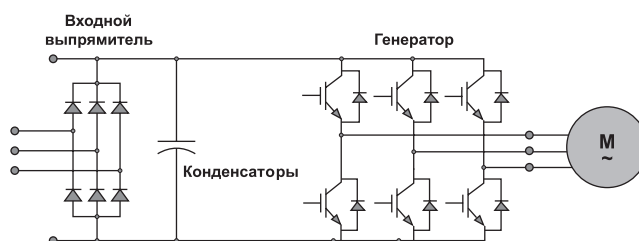


Рис. 1.

это схематически показано на рис. 2 и происходит довольно забавно: по существу генератор просто открывает и закрывает нужные выходные ключи, формируя последовательность импульсов различной ширины; результат отнюдь не похож на синусоиду. Однако в работе участвует и двигатель, индуктивность которого приводит к сглаживанию

кривой тока, который оказывается пропорциональным среднему значению напряжения (собственно, поэтому от преобразователя частоты без специальных мер нельзя питать другие нагрузки).

По такой силовой схеме собрано подавляющее большинство представленных на рынке преобразователей частоты. Все отличия кроются в функциях системы управления, которые можно разделить на три группы:

- управление силовыми ключами выходного генератора;
- обеспечение защиты двигателя, сети и самого преобразователя частоты;
- система обмена информацией с внешним миром.

Критерии выбора

Раз уж мы заговорили о рынке, то нужно понимать, что задача каждого производителя – продать свое детище. Поэтому из имеющегося набора возможностей он включает в свой прибор только те, за которые, по его мнению, пользователь готов заплатить. Еще некоторое количество функций можно реализовать в виде опций, которые можно добавить при заказе. Здесь появляется первый компромисс: чем больше функций имеется в базовой версии, тем дешевле стоит каждая из них, но тем дороже весь прибор. И наоборот, чем больше функций предлагается в виде опций, тем дешевле базовая версия, но тем дороже каждая возможность и ниже надежность прибора в целом (сказывается наличие разъемов, проводов, усложнение охлаждения и т.п.). Кроме того, количество одновременно подключаемых опций также ограничено. Поэтому стоит выбрать тот прибор, который большинство нужных функций имеет в базовом варианте, а одну-две опции можно заказать дополнительно.

В конце статьи приведена таблица, в которую сведены основные параметры преобразователей частоты, представленных на российском рынке.

Итак, на что стоит обратить внимание при выборе? Как говорится, вот с этого места поподробнее... Во-первых, оговоримся, что выбирать мы будем только из технических соображений; стоит выбрать несколько моделей, отвечающих техническим требованиям, а уже потом из них выбирать ту, что соответствует другим критериям: цене, надежности, срокам поставки, уровню сервиса и т.д.

Сначала следует отбросить те линейки преобразователей, которые явно не подходят, например, из-за отсутствия моделей нужной мощности, из-за открытого исполнения, предназначенного для встраивания, и т.п.

По типу механизма нужно определить способ управления – скалярное или векторное. Большинство современных преобразователей реализуют тот или иной вариант векторного управления двигателем (раздельное управление векторными переменными двигателя – подробнее см. соответствующую литературу); при необходимости эти

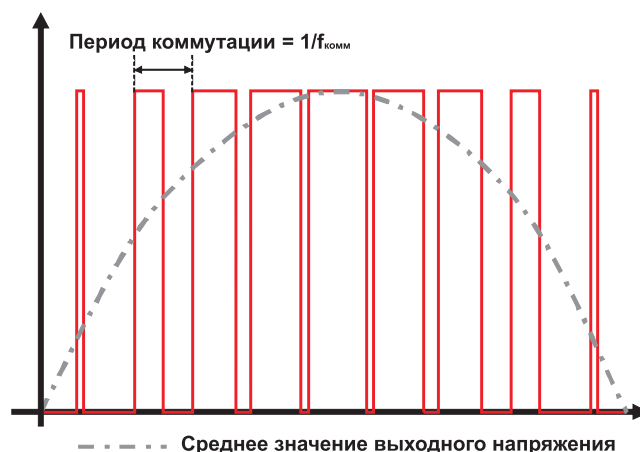


Рис. 2

преобразователи могут работать и в более простом скалярном режиме (поддержание постоянного отношения выходного напряжения к выходной частоте). Этот режим вполне достаточен для несложных приводов – насосов, вентиляторов, конвейеров, транспортеров и т.п., а его преимуществом является возможность управлять более мощными двигателями при использовании тех же силовых элементов. Нужно отметить, что на рынке почти не осталось моделей, не имеющих векторного управления, поэтому большое значение наличию «ненужного» векторного управления придавать не стоит – его можно будет просто отключить.

Мощностной ряд. Если требуемое количество преобразователей определено, то желательно, чтобы в ряду были модели всех нужных мощностей – так проще обеспечить унификацию в самом широком смысле этого слова – от запчастей и опциональных компонентов до упрощения жизни обслуживающего персонала. Если же процесс перехода на регулируемый привод видимых ограничений не имеет, то желательно выбрать ряд с наиболее широким диапазоном мощностей – соображения те же.

Входное напряжение. Этот параметр определяет, при каком напряжении в сети преобразователь частоты сохраняет работоспособность. Узнайте, какое напряжение может быть в питающей сети (именно какое может быть, а не какое должно быть), и постарайтесь, чтобы преобразователь его пережил. Причем если пониженное напряжение приведет просто к остановке (а у хороших моделей – только к пропорциональному снижению скорости), то увеличение напряжения выше допустимого может привести к выходу прибора из строя.

Диапазон регулирования частоты. Верхний предел важен при использовании двигателей с высокими номинальными частотами 200...1000 Гц. Обычно это механизмы с очень большими скоростями – шлифовальные машины, центрифуги и т.п. Убедитесь, что преобразователь может дать ту частоту, на которую рассчитаны двигатель и механизм. Нижний предел определяет диапазон регулирования скорости; если большой диапазон (больше 1:10)

Вам не нужен, то и не обращайтесь на это внимания. А если нужен, то даже заявленный диапазон частот от 0 Гц не гарантирует устойчивую работу, и этот вопрос нужно прояснять с производителем особо. Кстати, в этом случае, скорее всего, потребуется векторное управление.

Количество входов управления. Дискретные входы нужны для ввода различных команд (пуск, стоп, выбор фиксированной скорости, реверс, аварийное торможение, изменение задания и т.п. – входы обычно программируются пользователем), аналоговые – для ввода сигналов задания и обратной связи (обычно 0-10В или 4-20мА). Цифровые (не путать с дискретными!) входы нужны для ввода высокочастотных сигналов от энкодеров (цифровых датчиков скорости и положения). Большое количество входов нужно тогда, когда планируется построение сложной системы управления со множеством управляющих сигналов. Сказать заранее хватит входов или не хватит сложно, поэтому чем больше входов, тем лучше, но отвергать модель только из-за малого количества входов не стоит.

Количество выходных сигналов. Дискретные выходы также используются для построения сложных систем (например, уже упоминавшихся насосных станций) и для вывода сигналов о различных событиях, а аналоговые – для питания показывающих приборов и опять же для построения систем управления. Рекомендации по выбору – те же, что и для входов.

Управление. Речь в данном случае идет об оперативном управлении, то есть о том, как будет осуществляться управление приводом в рабочем режиме. Может осуществляться через входы управления (см. выше), со встроенного или выносного пульта, а также по шине последовательной связи (от контроллера или компьютера). Часто допустимо комбинированное или переключаемое управление. Выберите то, чем будете пользоваться.

Срок гарантии. Косвенно позволяет судить о надежности техники, особенно импортной, поскольку организация сервисной службы в России – дело хлопотное и дорогое. Правда, по опыту автора, в России подавляющее количество выходов преобразователей частоты из строя происходит либо из-за некачественного электроснабжения, либо из-за пресловутого «человеческого фактора»; понятно, что эти случаи под гарантию не попадают. Тем не



Если с Вами не хотят обсуждать Ваши проблемы до продажи, то после оплаты Вы рискуете остаться один на один с головной болью, преобразователем частоты и большим количеством желающих Вам помочь... опять за деньги.

Руслан Хусаинов

менее, более длинный срок гарантии греет душу...

Если нет каких-либо специальных требований, то на этом выбор серии можно считать законченным. Теперь нужно выбрать конкретную модель в линейке. Будем исходить из того, что двигатель уже выбран (чаще он уже и установлен). В первом приближении преобразователь подбирается по мощности двигателя: мощность преобразователя должна быть равна или больше мощности двигателя. На этом большинство проектировщиков и, к сожалению, большинство поставщиков и останавливаются, поскольку здесь особо думать не надо, и подобрать прибор по единственному параметру сможет каждый. Но не исключены досадные ошибки, приводящие либо к невозможности реализации нужных алгоритмов работы, либо к периодическим отказам, либо даже к выходу прибора из строя. Поэтому рассмотрим второе приближение – выбор по токовым характеристикам. Во-первых, номинальный ток преобразователя должен быть больше или равен номинальному току двигателя. Не измеренному, а именно номинальному, указанному в паспорте или на шильдике!

Большинство двигателей приводит в действие насосы и вентиляторы, и для этих применений на этом можно и остановиться, поскольку перегрузки этих приводов минимальны.

Для других приводов пойдем дальше: учтем уровень перегрузок. Преобразователь частоты должен допускать токи перегрузок, допустимые для двигателя и механизма. Здесь уже придется почитать документацию. В описании механизма обычно указываются токи перегрузок и длительность их протекания; если этого нет (плохая документация или ее отсутствие), то можно честно померять ток во всех режимах работы механизма (кроме пуска, здесь разговор особый и выходящий за рамки этой статьи; к счастью, на выбор преобразователя этот режим влияет очень редко). Если уж совсем лень, то по таблицам применений, предоставляемым серьезными поставщиками, можно подобрать аналогичный механизм и узнать его уровень перегрузок. В данных на преобразователь обычно указывается максимальный ток, который может дать преобразователь в течение 1-2 минут. Этот ток должен превышать ток перегрузок механизма, а допустимое время его протекания – время действия перегрузок.

Если для проектируемого привода возможны ударные нагрузки, то необходимо подобрать преобразователь еще и по пиковому току. Преобразователь частоты должен допускать токи пиковых нагрузок, допустимые для двигателя и механизма. Пиковые нагрузки – это нагрузки, действующие в течение 2-3 секунд, например, ток привода ковша экскаватора, попавшего на камень. Если этот режим не учесть, то привод в этот момент просто остановится – двигатель мог бы справиться с препятствием, но ему для этого буквально на мгновение нужен очень большой ток, а преобразователь его дать не может. Обидно! Сложность выбора заключается еще и в том, что не все преобразователи частоты могут реализовать короткие броски тока выше максимального значения, а если и могут, то не все производители указывают этот параметр. В этом случае необходимо выбирать преобразователь, максимальный ток которого превосходит пиковый ток нагрузки.

Внимание! При выборе преобразователя по токовым характеристикам нужно, чтобы он отвечал всем трем требованиям, а вот мощностными характеристиками можно и пренебречь.

Это далеко не полный перечень функций и характеристик, их сотни (это не шутка!). Однако формат журнальной статьи не позволяет рассмотреть их все. Последний совет, который автор хотел бы дать потенциальному пользователю преобразователя частоты: обратите внимание на сервис! Технические консультации по «горячей линии», пусконаладка, обучение персонала, условия, срок и место возможного ремонта и т.д. Если с Вами не хотят обсуждать Ваши проблемы до продажи, то после получения Ваших денег вы рискуете остаться один на один с головной болью, преобразователем частоты и большим количеством желающих Вам помочь... опять за деньги.

Светлое будущее.

Прогнозы, как известно, дело неблагодарное, но все же попытаемся заглянуть в завтрашний день преобразователей частоты:

Во внутреннем устройстве преобразователей основные усилия разработчиков направлены на обеспечение «неубиваемости» приборов, минимизации их влияния на питающую сеть и окружающее оборудование, повышение линейности выходных параметров и создание систем, способных по быстродействию заменить привод постоянного тока.

С точки зрения пользователя, намечается разделение преобразователей частоты на две группы: в первую будут входить приборы, ориентированные на пользователя-дилетанта и имеющие минимум пользовательских настроек и максимум автоматических, а во вторую – приборы, имеющие максимальное количество настроек и возможностей и рассчитанные на применение специалистами, способными все эти возможности использовать.

Производитель	Серия	Метод управления		Мощность, кВт	Входное напряжение, В	Диапазон регулирования частоты, Гц	Управление		Тип входов управления		Функции защиты	Особенности
		по вольт-частотной характеристике	векторный				на устройстве	Анти-скачок	аналоговые	цифровые		
ABB	ACS550	+	+	0,75-355	200-480	0-500	+	+	+	+	+	Стандартный привод. Прост в монтаже, надежде, эксплуатации
ABB	ACH550	+	+	0,65-355	380-480	0-500	+	+	+	+	+	Специализированный привод для систем вентиляции и кондиционирования воздуха
ABB	ACS800	+	DTC (прямое управление моментом)	0,55-5600	208-690	0-300	+	+	+	+	+	Промышленный привод для ответственных применений
Baumüller	b maxX	+	+	0,2-2,2	180-264	0,1-400	+	+	+	+	+	Компактность, функциональность и европейское качество
Baumüller	b maxX	+	+	0,4-11,0	342-528	0,1-400	+	+	+	+	+	Компактность, функциональность и европейское качество
Bonfiglioli Vectron	ACT 201	+	+	0,55-9,2	184-264	0-1000	+	+	+	+	IP 20	Очень компактный размер при большой мощности
Bonfiglioli Vectron	ACT 401	+	+	0,55-130	320-528	0-1000	+	+	+	+	IP 20	
Bonfiglioli Vectron	VCB 400	+	+	4-355	400-480	0-400	+	+	+	+	IP 20 (IP 54 - опция)	
Control Techniques	Undrive SP	+	+	0,37-1500	200-690	0-3000	+	+	+	+	+	Управление как синхронными, так и асинхронными двигателями; встроенный ПЧК; возможность рекуперации.

Производитель	Серия	Метод управления		Мощность, кВт	Входное напряжение, В	Диапазон регулирования частоты, Гц	Управление			Тип входов управления	Функции защиты	Особенности
		по вольт-частотной характеристике	векторный				на устройстве	Унип эадеч	аналоговые			
Control Techniques	Commander SK	+	+	0,25 - 132	100 - 600	0 - 1600	+	+	+	+	+	Компактный, высокая точность и динамика в разомкнутом контуре, встроенный ПЛК
Control Techniques	Digitax ST	+	+	0,72 - 19,3 Нм	200 - 480	0 - 40000 об/мин	+	+	+	+	+	Компактный сервопривод со встроенным ПЛК
Danfoss	VLT AutomationDrive	+	+	0,25 - 1200	200-240/380-500/525-690	0-1000	+	+	+	+	+	Русский графический дисплей, USB-порт, встроенный контроллер
Delta Electronics	VFD-E	+	+	0,2 - 11	90-528	0,1-600	+	+	+	+	+	Очень компактный, встроенный ПЛК, EMI-фильтр
Delta Electronics	VFD-EL	+	-	0,2 - 3,7	90-528	0,1-600	+	+	+	+	+	Очень компактный, встроенный EMI-фильтр
Delta Electronics	VFD-VE	+	+	0,75 - 7,5	180-528	0-3600	+	+	+	+	+	FOC-векторное управление, прямое управление моментом, серво-режим
Delta Electronics	VFD-F	+	-	0,75 - 220	180-528	0,1-120	+	+	+	+	+	Для насосов и вентиляторов, веерное управление, защита от "сухого" хода
Delta Electronics	VFD-B	+	+	0,75 - 7,5	180-660	0,1-2000	+	+	+	+	+	Универсальное применение, обратная связь по скорости
Delta Electronics	VFD-G	+	-	0,75 - 220	342-528	0,1-120	+	+	+	+	+	Для компрессоров и экструдеров, счетчик электроэнергии, 1А аналоговые входы
Electronica Santemo	Sinus K	+	+	4-800	342-550	0-800	+	+	8	4	4	Встроенный тормозной ключ до 132 кВт
Electronica Santemo	Sinus Penta	+	+	4-2000	342-550 518-760	0-1000	+	+	8	4	4	Встроенный тормозной ключ до 132 кВт, встроенные логические функции
Emotron CDX	CDX	+	+	7,5-22	323-455	0-300	Пульт выносной	опция	4	8	8	Корпус IP54, устанавливаемый на электродвигатель, функции аналогичны VFX
Emotron VSAWSC	VSA23,48/VSC48	+	+	0,18-2,2 3,7-7,5	170-264 323-490	0-200	+	опция	2	4 + 2 опция	4	Встроенный EMI фильтр, компактный корпус
Fuji Electric	Frenic Mini	+	-	0,1-4	200 / 400	0-400	+	+	2	5	5	Компактный размер и низкая стоимость
Fuji Electric	Frenic Eco	+	-	0,75-560	400	0-400	+	+	3	7	7	Наличие специальных функций для насосов и вентиляторов, каскад до 5 насосов, есть исполнение IP54, встроенный дроссель, защита от скачков тока с 75 кВт
Fuji Electric	Frenic Multi	+	+	0,1-15	200 / 400	0-400	+	+	2	7	7	Увеличенный срок службы конденсаторов и вентиляторов + в два раза быстрее процессор
Fuji Electric	Frenic 5000G	+	+	0,4-630	400	0-400	+	+	2	11	11	Надежная общепромышленная серия с широким набором функций
Fuji Electric	Frenic Mega	+	+	0,4-630	400	0-400	+	+	3	11	11	Новинка, модель 2008 года, увеличенный срок службы конденсаторов и вентиляторов + в два раза быстрее процессор, перегрузка 200% в т.ч. 3 сек.
Hitachi	L200-002NFEF L200-022NFEF	+	+	0,2-2,2	200-240	0-1000	+	+	+	+	+	Однофазный преобразователь
Hitachi	L200-004NFEF L200-075NFEF	+	+	0,4-7,5	380-460	0-1000	+	+	+	+	+	Трехфазный преобразователь
Hitachi	L300-016NFEF L300-182NFEF	+	+	1,5-132	380-460	0-4000	+	+	+	+	+	Трехфазный преобразователь

Производитель	Серия	Метод управления		Мощность, кВт	Входное напряжение, В	Диапазон регулирования частоты, Гц	Управление		Тип входов управления		Функции защиты	Особенности
		по вольт-частотной характеристике	векторный				на устройстве	через шину	аналоговые	цифровые		
Hitachi	SJ200-002NFEF- SJ200-022NFEF	+	+	0,2-2,2	200-240	0-1000	+	+	+	+	+	Однофазный преобразователь
Hitachi	SJ200-004NFEF- SJ200-075NFEF	+	+	0,4-7,5	380-480	0-1000	+	+	+	+	+	Трехфазный преобразователь
Hitachi	HITACHI SJ 300	+	+	1,5-132	200-400	0,1-400	+	+	+	+	IP 20	
KEB	COMBIVERT F5-m	+	Сенсорный векторный контроль, контроль по току	0,37-900	200-240 380-480	0-1600	Пульт оператора	Profibus DP Device Net, Modbus, Ethernet, CANbus Serocos, Interbus	+	+	IP 20	Поставка в комплекте со спелс, двигателем собственного производства, тормозным резистором, сетевым дросселем, фильтр ЭМС, пульсом управления, кабелями, разъемами.
Lenze	8200 vector	+	+	0,25-90	~1; 2 или 3 ф. 180-260 В 48 48-62 Гц ~3ф 320-550	0-650	+	+	+	+	+	С изменяемой структурой
Lenze	9300 vector	+	+	0,25-400	~3 ф 320-528	0-650	+	+	+	+	+	С изменяемой структурой
Lenze	SMD	+	-	0,25-22	~1; 2 или 3 ф. 200-230 В 48-62 Гц ~3ф 400-480	0-240	+	+	+	+	+	Дешевые с неизменяемой структурой
Lenze	SMV	+	+	0,25-7,5	~1; 2 или 3 ф. 200-230 В 48-62 Гц ~3ф 400-480	0-500	+	+	+	+	+	Дешевые с неизменяемой структурой
Mitsubishi Electric	FR-D700	+	+	0,1-7,5	170-264, 325-528	0-400	+	+	+	+	+	ПИД-контроллер, RS485 с RTU протоколом; энергосберегающая функция
Mitsubishi Electric	FR-E700	+	+	0,1-15	170-264, 323-528	0-400	+	+	+	+	+	Безсенсорное векторное управление с компенсацией скольжения; Profibus DP, CC-Link, RS-485.
Mitsubishi Electric	FR-F700	+	+	0,75-630	323-528(550)	0-400	+	+	+	+	+	Оптимизация возбуждения для энергосберегающего эффекта (до 60%); ЭМС-фильтр.
Mitsubishi Electric	FR-A700	+	+	0,4-630	323-528(550)	0-400	+	+	+	+	+	Перегрузка по току до 200%; встроенный ПЛК; поддержание скорости ±0,01%.
Moeller	DF51	+	+	0,25-7,5	1 AC 180-264 3 AC 180-264 3 AC 342-528	0-400	+	PROFIBUS CANopen RS485	2	5		Перегрузка Выпадение фазы Переенапряжение Низкое напряжение короткого замыкания
Moeller	DV51		+	0,25-7,5	1 AC 180-264 3 AC 180-264 3 AC 342-528	0-400	+	PROFIBUS CANopen RS485	2	6		Перегрузка Выпадение фазы Переенапряжение Низкое напряжение короткого замыкания
Moeller	DF5	+		11-132	3 AC 342-528	0-400	+	PROFIBUS RS485 RS422	3	6		Перегрузка Выпадение фазы Переенапряжение Низкое напряжение короткого замыкания

Производитель	Серия	Метод управления		Мощность, кВт	Входное напряжение, В	Диапазон регулирования скорости, Гц	Управление		Тип входов управления		Функции защиты	Особенности
		по вольт-частотной характеристике	векторный				на устройстве	через интерфейс	аналоговые	цифровые		
Moeller	DV6		+	0,75 - 132	3 AC 342-528	0-400	+	PROFIBUS RS-485 RS422	3	6	Перегрузка Выпадение фазы Переэкспрессия Низкое напряжение короткого замыкания	Плавное управление для динамичных процессов
Nord	SK500E	+	+	0,25-7,5	200-240±10% 380-480±10%	0-400	+	+	+	+	+	Простота управления, высокая надежность
Nord	SK700E	+	+	1,5-160	380-480±10%	0-400	+	+	+	+	+	Универсальность, модульная конструкция
Nord	SK300E	+	+	0,37-4,0	200-240±10% 380-480±10%	0-400	+	+	+	+	IP 55 (в переплетенном IP 66)	Широкий диапазон рабочих температур, предусмотрена возможность установки на двигатель
Nord	SK750E	+	+	5,5-22,0	380-480±10%	0-400	+	+	+	+	IP 65	Модульная конструкция, рабочая температура до +60°C
Omnion	V1000	+	По току	0,1-15	170-528	0-1000*	+	+	2	6	+	Высочайшая надежность и функциональность
Omnion	L7	+	В замкнутом контуре	0,4-55	323-528	0-400	+	+	1	7	+	Привод для пассажирских лифтов - синхр. и асинхр. двигатели
Omnion	F7	+	В замкнутом контуре	0,4-300	323-528	0-1000*	+	+	2	7	+	Общепромышл.
Omnion	G7	+	В замкнутом контуре	0,4-300	323-528	0-400	+	+	3	12	+	3-х уровневый ЦИМ - высокий уровень ЭМС, продление жизни двигателя
Rockwell Automation Allen Bradley	POWERFLEX4M	+	-	0,25-11	200-480 vac 50/60Гц	0-240	+	+	+	+	+	Микро-компактный размер при большой мощности
Rockwell Automation Allen Bradley	POWERFLEX40	+	+	0,37-11	200-480 vac 50/60Гц	0-400	+	+	+	+	+	Расширенные возможности управления
Rockwell Automation Allen Bradley	POWERFLEX400	+	-	2,2-110	200-480 vac 50/60Гц	0-320	+	+	+	+	+	Модель ориентирована на использование с вентиляторными и насосными установками
Rockwell Automation Allen Bradley	POWERFLEX70	+	+	0,37-37	200-600 vac 50/60Гц	0-500	+	+	+	+	+	Конструктивная простота
Rockwell Automation Allen Bradley	POWERFLEX700	+	+	0,75-132	200-600 vac 50/60Гц	0-420	+	+	+	+	+	Конструктивная гибкость
SEW-EURODRIVE	MOVIDRIVE B	+	+	0,55 - 132	3 x 342-550	0-6000 ± ±0,2 об/мин	Аналоговый вход. Фиксированная скорость. Со сменного клавишного пульта	Profibus, InterBus, DeviceNet, CANOpen, Ethernet, Modbus, Ethernet IP, Profinet	1 (+1 через доп. опцию)	8 (+8 через доп. опцию)	Более 50 разновидностей: преобразователи, двигатели, редукторы, электроприводы, управление	Диапазон регулирования скорости до 1.5000 Унифицирован для асинхронных, синхронных серво- и линейных электро-двигателей. Применяется для сложных технологий: позиционирование, следящие системы, синхронное управление, встроенные функции контроллера и т.д. Готовые программы для типовых технологических задач.

Производитель	Серия	Метод управления		Мощность, кВт	Входное напряжение, В	Диапазон регулирования частоты, Гц	Управление		Тип входов управления		Функции защиты	Особенности
		по вольт-частотной характеристике	векторный				на устройстве	через интерфейс	аналоговые	цифровые		
SEW-EURODRIVE	MOVITRAC B	+	+	0,25-2,2 0,25-7,5	1x180-264 3x342-550	0-5500 ±1 об/мин; 0-600 Гц	Аналоговый вход. Фиска. скорости. Со сменного клавишного пульта	Profibus, InterBus, DeviceNet, CANOpen	1 (+1 через опцию)	6	Более 20 различных неисправностей: преобразователя, двигателя, электросети, управления	Диапазон регулирования скорости до 1.100 без датчика скорости. Ориентирован на технологическое и подъемно-транспортное оборудование. Функции управления тормозом, подьемником, ПИ-регулятор
SEW-EURODRIVE	MOVIMOT	+	+	0,37-4,00	3x342-550	0-120	+	Profibus, InterBus, DeviceNet, AS-i	+	+	Все стандартные	Монтаж на двигатель. Степень защиты от IP54 до IP67. Рабочая температура -30...+40°C. Управление эл. магн. тормозом; упрощенный ввод в эксплуатацию; быстрая диагностика
SEW-EURODRIVE	MOVIFIT FC	+	+	0,37-4,00	3x342-550	0-100	+	Profibus, Profinet, DeviceNet, Ethernet IP	-	+	Все стандартные	Степень защиты от IP65 до IP69K; рабочая температура -25...+40°C; управление эл. магн. тормозом; упрощенный ввод в эксплуатацию; встроенные пром. шины; встроенный контроллер; быстрая диагностика; различные способы подключения кабелей
Vacon	NXS	+	+	0,37-200	208-240 380-500 525-690 (+10...-15%)	0-320 (до 7200)	+	+	0-10 В, 4-20 мА	24 VDC	+	Создан для тяжелой промышленной эксплуатации
Vacon	NXP	+	+	0,37-5000	208-240 380-500 525-690 (+10...-15%)	0-320 (до 7200)	+	+	0-10 В, 4-20 мА	24 VDC	+	Высочайшая точность регулирования
Vacon	NXC	+	+	160-5000	208-240 380-500 525-690 6-10 кВ (+10...-15%)	0-320 (до 7200)	+	+	0-10 В, 4-20 мА	24 VDC	+	Преобразователь частоты Vacon NXP в шкафом исполнении
WEG	CFW08	+	+	0,18-15,00	200-480	0-300	+	+	1	4	все	Очень компактный размер при большой мощности. Экономный
WEG	CFW09	+	+	1,10-400,00	220-690	0-1020 (V/F) 0-408 (вектр.)	+	+	4	8	все	Компактный, многофункциональный и экономичный ПЧ
ВЕС ПЕР	EI-9011/9013	+	+	0,75-500/ 160-1000	3ф 380-460	0,1-400	+	+	+	+	+	Универсальный векторный преобразователь частоты с прямым управлением момента и контролируемым регулированием скорости / EI-9013 повышена мощность, шкафное исполнение
ВЕС ПЕР	E2-8300	+	+	0,4-55	1ф 200-240 3ф 380-480	0,1-650	+	+	+	+	+	Преобразователь частоты со встроенным промышленным ПЛС-контроллером
ВЕС ПЕР	EIMINIE2-MINI	+	-	0,2-1,2/ 0,2-2,2	1ф 220 3ф 380	1-200	-/+	+	+	+	+	Преобразователи частоты малой мощности.
ВЕС ПЕР	EI-7011/7002	+	-	0,75-315	3ф 380-460	0,1-400	+	+	+	+	+	Преобразователь частоты общепромышленного применения / EI-7002 для насосной нагрузки