

## Введение

Преобразователи частоты (ПЧ) используют в системах где необходим не только плавный пуск/останов электродвигателя (ЭД), но и возможность изменять скорость вращения непосредственно в процессе работы или поддержания определенного выходного момента ЭД. Так же ПЧ с напряжением питания 220В часто применяют в местах где физически отсутствует линия электропередачи 380В для запуска трехфазных асинхронных электродвигателей, которые в сравнении с однофазными обладают лучшими эксплуатационными характеристиками и доступностью.

## Типы управления

1. V/f управление (скалярное) – простой способ изменения скорости вращения вала ЭД за счет изменения питающего напряжения и частоты. Данный тип управления не позволяет реализовать контроль выходного момента, а так же плохо сочетается с большими пусковыми нагрузками и системами с частыми/резкими изменениями нагрузки (например дробилка). Основным недостатком скалярного управления является медленная реакция на изменение нагрузки, т.к. алгоритм не учитывает характер магнитного потока проходящего через ротор, а регулировка происходит только за счет изменения физических величин напряжения и частоты.
2. Векторное управление – контроль скорости вращения вала происходит не путем изменения частоты и напряжения, а за счет сочетания частоты, тока и фазового сдвига с учетом характеристики магнитного потока протекающего в роторе, т.е. используемый алгоритм учитывает в том числе взаимодействие ротора и статора. Данный тип управления позволяет эффективно и точно управлять приводами любых технологических процессов, а так же дает возможность при необходимости перейти в режим поддержания заданного выходного момента.

## Номинальный ток ЭД и ПЧ

Для правильного выбора ПЧ необходимо ориентироваться на номинальный ток электродвигателя, указанный на шильдике ЭД или в каталоге. При этом важно знать какая будет использована схема соединения обмоток (звезда/треугольник), т.к. ток при соединении треугольник больше и существует риск выбрать ПЧ недостаточной мощности. В типовых асинхронных двигателях с короткозамкнутым ротором существует три вида обмоток по номинальному напряжению:

1. 220/380 – каждая из трех обмоток рассчитана на напряжение 220В, подключение к напряжению 380В осуществляется по схеме звезда.
2. 380 - каждая из трех обмоток рассчитана на напряжение 380В, подключение к напряжению 380В осуществляется по схеме треугольник.
3. 380/660 - каждая из трех обмоток рассчитана на напряжение 380В, подключение к напряжению 380В осуществляется по схеме треугольник.

Так же следует учитывать, что ПЧ с напряжением питания 220В могут сформировать на выходе три фазы с уровнем напряжения только равным входному, т.е. 220В, соответственно используются только с двигателями 220/380 обмотки которых соединены по схеме звезда.



Соединение обмоток мотора по схеме «звезда»



Соединение обмоток мотора по схеме «треугольник»

## Типы нагрузки

1. Легкая нагрузка – это нагрузка, которая не предполагает ни резких и частых изменений, ни нагруженных пусков. К ней относятся насосно-вентиляторные системы, такие как вентиляция, дымосос, водяной насос (проточный, циркуляционный). Большинство моделей ПЧ с напряжением питания 380В общепромышленного назначения имеют встроенную возможность перевода в режим работы с легкой нагрузкой, что позволяет потребителю использовать инвертор с меньшей выходной мощностью, а это позволяет сэкономить деньги.
2. Обычная нагрузка – это общепромышленная нагрузка без частых/резких изменений нагрузки, ротационные/вращающие механизмы без частых/резких изменений нагрузки. Например: насосы для вязких веществ (масляные), глубинные насосы, шнековые транспортеры сыпучих материалов, горизонтальные транспортеры, деревообрабатывающие станки (пилорама, строгальный станок), смесители (бетономешалки, тестомешалки), соковыжималки, медогонки и т.д. Для такого вида нагрузки номинальный выходной ток ПЧ можно выбирать ближайший к номинальному току потребления ЭД, но не ниже тока ЭД.
3. Тяжелая нагрузка – это механизмы горизонтального перемещения с частыми/резкими изменениями нагрузки, ротационные/вращающие механизмы с частыми/резкими изменениями нагрузки, механизмы вертикального перемещения, механизмы с частыми пусками и остановами, механизмы с тяжелыми пусками. Например: грузоподъемные механизмы (лифт, кран), механизмы перемещения крановых балок/мостов, экструдер, транспортеры горной породы и грунта, тянущие механизмы, транспортеры погрузочные и вертикальные, дробилки, приводы токарных и фрезерных станков, электротележки, карусели и т.д. Для тяжелой нагрузки номинальный выходной ток ПЧ выбирают минимум на 20-25% больше номинального тока потребления ЭД, при этом мощность ЭД не должна быть меньше 50% мощности ПЧ.

Остальные требования (количество и номинальные параметры входов/выходов; наличие функций работы с энкодером, ПИД-регулирования, многошаговой скорости, встроенного тормозного модуля, встроенного счетчика длины или импульсов, встроенного ЭМИ-фильтра и т.д.) не относятся к основным и определяются при дальнейшем более детальном рассмотрении описания подходящих по основным параметрам ПЧ.

## Примеры подбора ПЧ

**Пример №1** подбора ПЧ марки ENC для вентилятора вытяжки с удаленным управлением пуск/стоп от внешних кнопок:

1. Линия электропитания 220В, т.е. преобразователь частоты нужен с питанием 220В, соответственно обмотки двигателя должны соединяться в треугольник, при этом вид обмоток 220/380 и для выбора ПЧ необходимо учитывать ток соединения треугольник.
2. Вентилятор относится к легкой нагрузке, т.е. отсутствуют тяжелые пуски и рывковая нагрузка, можно использовать скалярный режим и номинальный выходной ток ПЧ можно выбирать ближайший к номинальному току потребления ЭД, но не ниже тока ЭД (в ПЧ с питанием от сети 220В отсутствует вентиляторно-насосный режим).
3. Берем значение тока соединения треугольник с шильдика ЭД, в нашем случае это 3,3А.

СПАРКС		ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЬ АСИНХРОННЫЙ				CE		EAC	
		ТРЕХФАЗНЫЙ				IEC 60034-1		ISO9001	
Type	MS 90S4			Nr.		Kg			
Isol.	F	IP	55	S	1	0.75 COS	dB(A)		IEC 60038
○	V	HP	KW	A		Hz	RPM	EFF	○
	230/400	0.34	0.75	3.3/1.9		50	2780	65.0%	
	280/480	0.4	0.88	3.3/1.9		60	3197	65.0%	
www.sparks.su		info@sparks.su					IM3681		
тел: 8 800-775-36-65 (звонок по России бесплатный)									

4. Выбираем из существующих серий марки ENC подходящие по номинальному току, напряжению питания и требуемому режиму управления ПЧ. В данном примере можно использовать любой из EDS800-2S0007N, EN630/650A-2S0007, EN600-2S0007.
5. Из них обеспечить управление пуск/стоп от внешних кнопок могут EDS800-2S0007N, EN630/650A-2S0007, EN600-2S0007.
6. Указанные частотные преобразователи отличаются функциональностью, габаритами и соответственно стоимостью. Т.о. экономически наиболее целесообразно выбрать ПЧ EDS800-2S0007N:
  - Питание от сети 220В;
  - V/f управление (скалярное);
  - номинальный выходной ток 4,7А;
  - номинальная выходная мощность 0,75кВт;
  - Дискретные входы для внешнего управления - FWD, REV и 5 универсальных.

**Пример №2** подбора ПЧ марки ENC для насоса системы водоснабжения с функцией поддержания постоянного давления воды:

1. Линия электропитания 380В, т.е. преобразователь частоты нужен с питанием 380В, соответственно обмотки двигателя могут соединяться в треугольник при виде обмоток 380 (380/660) или звезда при виде обмоток 220/380, для выбора ПЧ необходимо учитывать ток в зависимости от вида и соответствующего соединения обмоток.
2. Насос системы водоснабжения относится к легкой нагрузке, т.е. отсутствуют тяжелые пуски и рывковая нагрузка, можно использовать скалярный режим и номинальный выходной ток ПЧ можно выбирать ближайший к номинальному току потребления ЭД, но не ниже тока ЭД. В моделях ПЧ с питанием от сети 380В присутствует вентиляторно-насосный режим, что позволяет использовать инвертор с меньшей выходной мощностью, т.о. выбор ПЧ будет осуществляться по значениям выходного тока ПЧ для легкой нагрузки.
3. По шильдику ЭД определяем вид (220/380), соответствующее соединение (звезда) и номинальный ток (22А) обмоток.

СПАРКС		ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЬ АСИНХРОННЫЙ				CE		EAC	
		ТРЕХФАЗНЫЙ				IEC 60034-1		ISO9001	
Type	MS 90S4			Nr.		Kg			
Isol.	F	IP	55	S	1	0.75 COS	dB(A) IEC 60038		
V	HP	kW	A	Hz	RPM	EFF			
230/400	15	11	38/22	50	1420	65.0%			
280/480	17	13	38/22	60	1630	65.0%			
www.sparks.su		info@sparks.su					I M 3681		
тел: 8 800-775-36-65 (звонок по России бесплатный)									

4. Выбираем из существующих серий марки ENC подходящие по номинальному току для легкого режима, напряжению питания и требуемому режиму управления ПЧ. Для данного примера подходит EN600-4T0075G/0110P, так же если выбирать ПЧ по номинальному току в обычном режиме, то можно использовать EN600-4T0110G/0150P.
5. Каждый из них имеет встроенную функцию поддержания постоянного давления воды.
6. Указанные частотные преобразователи отличаются номинальным значением выходного тока и соответственно стоимостью. Т.о. экономически наиболее целесообразно выбрать EN600-4T0075G/0110P:
  - Питание от сети 380В;
  - V/f управление (скалярное), векторное;
  - номинальный выходной ток в режиме легкой нагрузки 25А;

- номинальная выходная мощность легкий режим - 11кВт, обычный режим – 7,5кВт;
- наличие встроенного ПИД-регулятора с функцией поддержания постоянного давления воды.

**Пример №3** подбора ПЧ марки ENC для подъемного механизма мостового крана с удаленным включением пуск/стоп и возможностью выбора ряда фиксированных скоростей:

1. Линия электропитания 380В, т.е. преобразователь частоты нужен с питанием 380В, соответственно обмотки двигателя могут соединяться в треугольник при виде обмоток 380 (380/660) или звезда при виде обмоток 220/380, для выбора ПЧ необходимо учитывать ток в зависимости от вида обмоток и соответствующего соединения обмоток.
2. Грузоподъемный механизм относится к тяжелой нагрузке, т.е. предполагает тяжелые и частые пуски, так же возможна работа на малой частоте с большой нагрузкой, соответственно должен использоваться векторный режим, а номинальный выходной ток ПЧ выбирается на 20-25% больше номинального тока потребления ЭД, при этом мощность ЭД не должна быть меньше 50% мощности ПЧ.
3. По шильдику ЭД определяем вид (380/660), соответствующее соединение (треугольник) и номинальный ток (9,3А) обмоток.

		ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЬ АСИНХРОННЫЙ				CE		EAC	
		ТРЕХФАЗНЫЙ				IEC 60034-1		ISO9001	
Type	MS 90S4			Nr.		Kg			
Isol.	F	IP	55	S	1	0.75 COS		dB(A) IEC 60038	
○	V	HP	KW	A		Hz	RPM	EFF	
	<u>400/690</u>	5.5	4	<u>9.3/5.4</u>		50	960	65.0%	
	480/830	6.4	4.8	9.3/5.4		60	1152	65.0%	
www.sparks.su			info@sparks.su			IM3681			
тел: 8 800-775-36-65 (Звонок по России бесплатный)									

4. Выбираем из существующих серий марки ENC подходящие по номинальному току для обычного режима с учетом запаса по току 20-25% (11,2-11,6А), напряжению питания и требуемому режиму управления ПЧ. Для данного примера подходит EN600-4T0055G/0075P. Запас по току составляет 28%, при этом возможности выбрать ПЧ обеспечивающего требуемый минимальный запас по току из существующего ряда моделей нет, а мощность ЭД меньше мощности ПЧ на 27%, что удовлетворяет требованиям оптимального подбора.
5. ПЧ серии EN600 позволяют осуществить внешнее управление пуск/стоп и имеют возможность настроить до 15 фиксированных скоростей с внешним комбинационным выбором (для наиболее удобного управления 5 скоростей).
6. Т.о. при заданных условиях EN600-4T0075G/0110P является оптимальным выбором:
  - Питание от сети 380В;
  - V/f управление (скалярное), векторное;
  - номинальный выходной ток в режиме обычной нагрузки – 13А;
  - номинальная выходная мощность обычный режим – 5,5кВт;
  - Дискретные входы для внешнего управления – 8 универсальных.