

# Новое семейство преобразователей частоты

для НИЗКОВОЛЬТНЫХ асинхронных электроприводов производства ОАО «Электровыпрямитель»

**Андрей Ершков  
Алексей Клоков  
Виталий Червенков  
Георгий Шестоперов  
Владимир Юнович  
Илья Юртайкин**

onpu@mail.ru

В широкой номенклатуре разнообразных преобразователей, которые производит ОАО «Электровыпрямитель», заметную долю занимают преобразователи для электроприводов, в том числе и низковольтные.

Преобразователи частоты (ПЧ) «Омега-2», выпуск которых начало наше предприятие, предназначены для регулирования скорости вращения низковольтных асинхронных электроприводов насосов, компрессоров, вентиляторов, воздуходувок, дымососов, конвейеров, транспортеров, центрифуг, дробильно-оборудования и многих других механизмов.

Силовая часть реализована на современных IGBT и диодных модулях, которые также выпускает ОАО «Электровыпрямитель».

Все преобразователи серии «Омега-2» построены по единой идеологии и обеспечивают работу электропривода в нескольких режимах:

- ручное регулирование выходной частоты со встроенного или дистанционного пульта управления;
- плавный разгон электродвигателя с заданным темпом;
- разгон по предельным (заданным) значениям тока фаз электродвигателя;
- плавное торможение электродвигателя с заданным темпом;
- торможение электродвигателя по предельному значению напряжения в звене постоянного тока;
- торможение постоянным током;
- режим самозапуска преобразователя после перебоев питания;
- автоматическое регулирование выходной частоты для поддержания значения технологического параметра (давления, температуры, уровня и т. д.) на заданном пользователем уровне;
- режим компенсации колебаний скольжения при работе электродвигателя на механизм с большим моментом инерции;
- режим автоматического управления параметром в соответствии с заданной зависимостью изменения параметра от времени суток (дискретность 1 мин);
- работа в режиме ослабленного магнитного поля при скорости вращения электродвигателя выше номинальной;
- режим группового обслуживания насосов;
- работа под управлением по каналу RS-232 или RS-485;
- работа на электропривод с большим пусковым моментом;

- реверс электродвигателя.

По требованию заказчика преобразователи частоты могут быть укомплектованы:

- пультом дистанционного управления;
- датчиком технологического параметра (давления, температуры, уровня, расхода и т. д.);
- коммутационной и защитной аппаратурой при работе на группу электродвигателей;
- дополнительными выходными фильтрами;
- блоком внешнего тормозного резистора.

Система управления одинакова для всех исполнений преобразователей данной серии, реализована на современной элементной базе и предоставляет пользователю достаточно широкие возможности.

Микроконтроллер TMS320LF2406 вырабатывает сигналы управления IGBT, реализуя пространственно-векторную широтно-импульсную модуляцию (ШИМ) с управляемым «мертвым» временем, с защитой от коротких открывающих импульсов. Несущая частота ШИМ — переменная, в базовом варианте программного обеспечения она выбрана равной 2,5 кГц. Максимальная частота ШИМ равна 10 кГц. Большая часть внутренних связей плат системы управления реализована с помощью последовательного интерфейса.

С местного пульта управления могут быть запрограммированы все основные параметры, описывающие работу привода:

- времена разгона и торможения электродвигателя;
- способ торможения (выбегом, постоянным током или с включением тормозного резистора);
- начальное направление вращения;
- время, через которое осуществляется самозапуск привода после восстановления напряжения сети;
- время и начальное значение частоты при пуске для повышенных пусковых моментов привода;
- величина контролируемого параметра при автоматическом режиме;
- границы диапазона изменений контролируемого параметра;
- пропорциональный и интегральный коэффициенты ПИ-регулятора;
- пароль для исключения доступа к программированию преобразователя некомпетентными лицами;
- параметры кривой  $U(F)$  (задается пятью точками) для управления приводом при разных характерах нагрузки, если закон  $U/F = \text{const}$  не удовлетворяет заказчика;
- максимальные выходные токи фаз (для защиты по току);

- выходной ток фазы, при котором начинает работать алгоритм ограничения скорости разгона;
- максимально допустимый ток в звене постоянного тока инвертора;
- установка часов реального времени;
- программирование зависимости величины контролируемого параметра от времени суток.

На большой двухстрочный жидкокристаллический индикатор «на ходу» могут быть выведены многие параметры процесса (выходные напряжения, токи, частота, мощность, время, энергия за определенный период, наработка в часах, значение технологического параметра и т. д.).

При аварийном отключении или пропадании сетевого напряжения информация о причине и времени отключения записывается в энергонезависимую память и может быть просмотрена в любой момент (фиксируются 40 последних срабатываний внутренних защит преобразователя).

Во время работы пользователь может с местного или дистанционного пульта управлять преобразователем, изменяя выходную частоту, установку технологического параметра, направление вращения электродвигателя, включать режим «толчка». Возможно управление по интерфейсу RS-485 (протокол ModBus).

В системе управления реализованы многочисленные функции защиты, предусмотрено достаточно большое количество сигналов, представляющих интерфейс пользователя. Внешний вид системы управления ПЧ серии «Омега-2» показан на рис. 1.

В этой серии ПЧ используется самая современная элементная база, вновь разработанные улучшенные драйверы с мягким выключением транзисторов, прецизионные измерительные цепи, низкоиндуктивные конструкции силовых шин, улучшенные системы охлаждения с использованием вентиляторов EBM-PAPST, надежные разъемы фирмы MOLEX, многослойные печатные платы, поверхностный монтаж, более совершенные сис-



Рис. 1. Внешний вид системы управления

темы защиты и диагностики, электролитические конденсаторы фирмы EPCOS, надежные снабберные цепи.

По сравнению с ранее разработанным и выпускаемым семейством «Омега» в преобразователях новой серии улучшен тепловой режим силовых приборов, реализован подхват вращающегося привода, введены пропускаемые резонансные частоты, за счет поверхностного монтажа резко уменьшены размеры плат системы управления, реализована более гибкая работа с интерфейсами пользователя, введена компенсация «мертвого» времени при малых выходных напряжениях.

Преобразователи рассчитаны на значительные перегрузки по токам, защищены от коротких замыканий по выходу, работают с большими разбросами напряжений питающей сети.

В эти преобразователи, в отличие от многих ПЧ других производителей, встроены входные автоматические выключатели, входные фильтры и «тяжелые» фильтры звена постоянного тока.

Структурированное меню на русском языке с подробными комментариями рассчитано на рядового, не очень квалифицированного пользователя.

Предпринятые схемотехнические и конструкторские решения повысили надежность и расширили возможности пользователей ПЧ этой серии.



Рис. 2. Внешний вид преобразователей серии «Омега-2»

Одним из главных преимуществ ПЧ «Омега-2» по сравнению со многими выпускаемыми в настоящее время в России является то, что схемотехнические решения и программное обеспечение этих преобразователей разработаны исходя из реального многолетнего опыта внедрения энергосберегающего оборудования и максимально ориентированы на высочайшее качество наших сетей и подчас слабую подготовку обслуживающего персонала.

Модульная организация программного обеспечения позволяет легко и быстро вводить и реализовывать специфические требования заказчиков.

Внешний вид двух ПЧ из этой серии показан на рис. 2.

Новая серия включает 16 ПЧ на мощности от 1,5 до 315 кВт. Основные параметры ПЧ новой серии приведены в таблице.

Таблица. Основные характеристики ПЧ «Омега-2»

Коммерческое обозначение преобразователя	Обозначение преобразователя по ГОСТ 26284	Выходной ток фазы, А	Номинальная мощность преобразователя, кВт	Мощность подключаемого электродвигателя, кВт	Размеры, мм			Масса, кг (не более)
					Н	Л	В	
ОМЕГА-2-1,5	ПЧ-ТППТ-04-380-50-2-УХЛ4	4	2	1,5	386	263	149	16
ОМЕГА-2-3	ПЧ-ТППТ-08-380-50-2-УХЛ4	8	4	3	470	289	163	21
ОМЕГА-2-5,5	ПЧ-ТППТ-16-380-50-2-УХЛ4	16	10,5	5,5	470	289	163	22
ОМЕГА-2-7,5	ПЧ-ТППТ-20-380-50-2-УХЛ4	20	13,1	7,5	470	289	163	22
ОМЕГА-2-11	ПЧ-ТППТ-25-380-50-2-УХЛ4	25	16,4	11	515	340	215	24
ОМЕГА-2-15	ПЧ-ТППТ-32-380-50-2-УХЛ4	32	21	15	515	340	215	25
ОМЕГА-2-22	ПЧ-ТППТ-50-380-50-2-УХЛ4	50	32,8	22	1040	538	422	120
ОМЕГА-2-37	ПЧ-ТППТ-80-380-50-2-УХЛ4	80	52,5	37	1040	538	422	130
ОМЕГА-2-55	ПЧ-ТППТ-125-380-50-2-УХЛ4	125	82	55	1470	750	450	173
ОМЕГА-2-75	ПЧ-ТППТ-160-380-50-2-УХЛ4	160	105	75	1470	750	450	175
ОМЕГА-2-90	ПЧ-ТППТ-200-380-50-2-УХЛ4	200	132	90	1470	750	450	180
ОМЕГА-2-110	ПЧ-ТППТ-250-380-50-2-УХЛ4	250	165	110	1600	800	600	300
ОМЕГА-2-160	ПЧ-ТППТ-320-380-50-2-УХЛ4	320	211	160	1600	800	600	320
ОМЕГА-2-200	ПЧ-ТППТ-400-380-50-2-УХЛ4	400	263	200	2200	1000	600	390
ОМЕГА-2-250	ПЧ-ТППТ-500-380-50-2-УХЛ4	500	329	250	2200	1000	600	400
ОМЕГА-2-315	ПЧ-ТППТ-630-380-50-2-УХЛ4	630	415	315	2200	1000	600	410