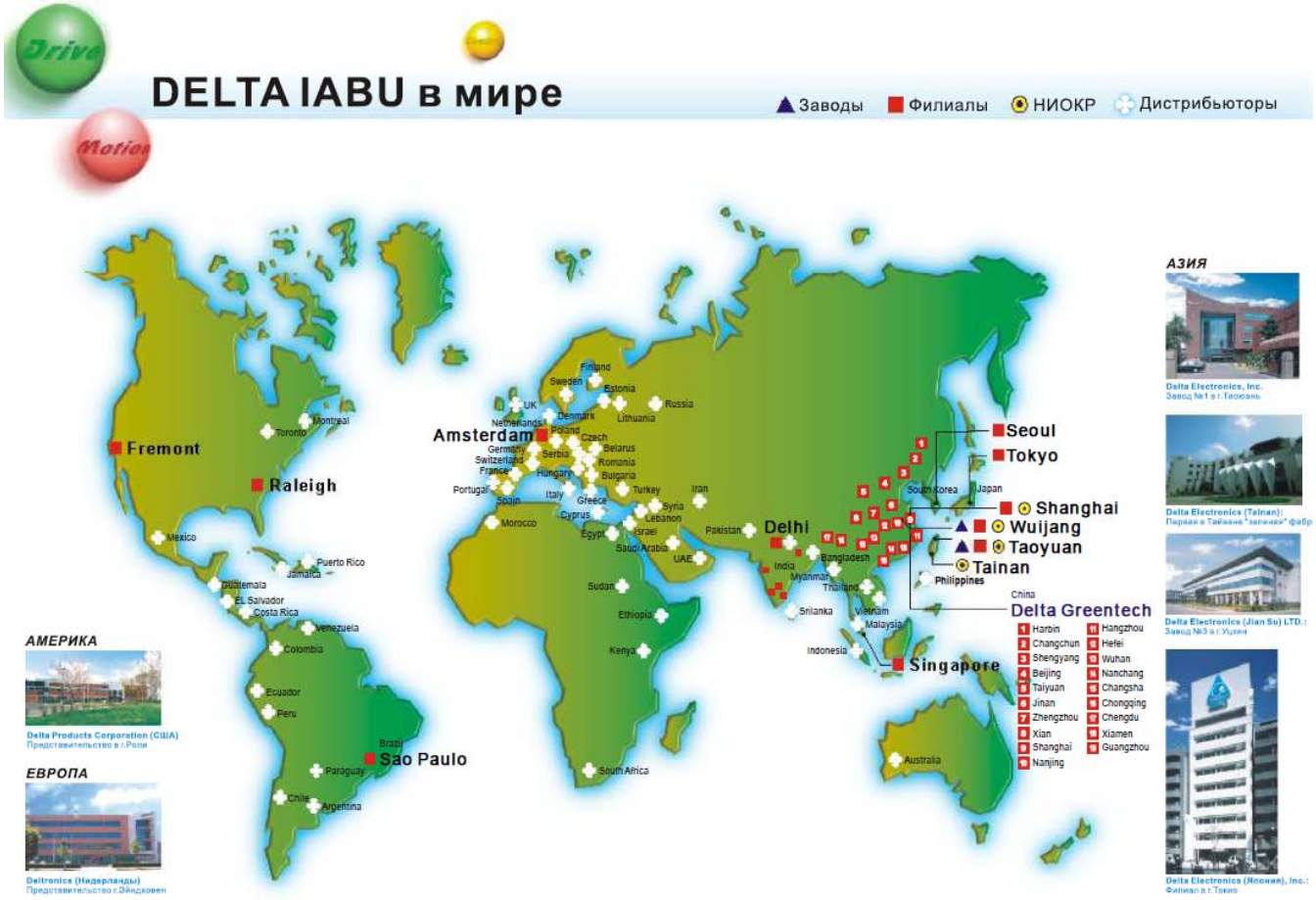
DELTA ELECTRONICS, INC.

Преобразователи частоты серии VFD

Компания Delta Electronics, Inc разрабатывает и производит гамму компонентов для промышленной автоматизации (см. нижеприведенные сайты), в том числе, широкий модельный ряд преобразователей частоты (VFD-A, B, E, EL, F, G, L, M, S, VE, VL), способных удовлетворить большинство потребностей в различных областях применения. Компания имеет современные научно-исследовательские и опытно-конструкторские центры (R&D), мощное производство (уже сегодня производится более 100 тысяч штук преобразователей **ежемесячно**) широкую сеть офисов продаж и сервисных центров по всему миру (см. далее карту DELTA IABU). DELTA IABU - подразделение промышленной автоматизации компании Delta, занимающееся разработкой и производством широкого спектра продукции для автоматизации производственных процессов и энергосберегающих технологий: преобразователей частоты, программируемых контроллеров, панелей оператора, контрольно-измерительных приборов, сервоприводов, и т.д.



Все заводы компании Delta имеют сертификаты ISO-9001 и ISO-14001.

DELTA ELECTRONICS, INC.

▪ Отличительные особенности моделей преобразователей:

VFD-B серия (универсальная общепромышленная серия)	
	1. Вольт-частотное и векторное управление в разомкнутом и замкнутом контуре 2. Диапазон регулировки выходной частоты 0.1…400 Гц (0.1 … 2000 Гц опционально) 3. Перегрузка: 150% в течение 60 сек 4. Автотестирование с/-без вращения двигателя 5. ПИД-регулятор 6. Синхронизация с вращающимся двигателем 7. Автоматическое энергосбережение 8. Автоматическое пошаговое управление 9. 15 предустановленных скоростей 10. Управление группой электродвигателей 11. Функция простого позиционирования 12. Встроенный счетчик импульсов 13. Встроенный RS-485 (MODBUS) 14. Встроенный дроссель постоянного тока (в моделях от 15 кВт) 15. Съемный пульт управления
Модели	230В 1-фаза: 1~3л.с. / 0.75~2.2кВт 230В 3-фазы: 1~50л.с. / 0.75~37кВт 460В 3-фазы: 1~100л.с. / 0.75~75кВт
Применение	Системы вентиляции больших зданий, экструдеры, ударно-вырубные машины, канализационные системы, крановое оборудование, моечные машины, вертикальные штамповочные прессы, прокатные станы, компрессоры, лифты, эскалаторы, намотчики, вязальные машины, пищевое оборудование, 4-х сторонние строгальные станки, высокоскоростные шпиндели, и т.д.

DELTA ELECTRONICS, INC.

VFD-F серия (для насосов и вентиляторов)	
	1. Вольт-частотное управление 2. Диапазон регулировки выходной частоты 0.1…120 Гц 3. Перегрузка: 120% в течение 60 сек 4. ПИД-регулятор 5. Каскадное управление группой электродвигателей (до 4-х) 6. Синхронизация с вращающимся двигателем 7. Автоматическое энергосбережение 8. Автоматическое пошаговое управление 9. 15 предустановленных скоростей 10. Широкие возможности задания вольт/частотной характеристики U/F (пять встроенных характеристик и одна, задаваемая пользователем) 11. Встроенный счетчик импульсов 12. Встроенный RS-485 (MODBUS) 13. Встроенный дроссель постоянного тока (в моделях 18.5 кВт - 160 кВт) 14. Встроенный сетевой дроссель (в моделях 185 кВт - 220 кВт) 15. Съемный пульт управления
Модели	230В 3-фазы: 1~50л.с. / 0.75~37кВт 460В 3-фазы: 1~300л.с. / 0.75~220кВт
Применение	Системы вентиляции, системы канализации, системы холодного и горячего водо- тепло снабжения, вспомогательного оборудования котельных, ТЭС, ТЭЦ и т.д.

VFD-VE серия (максимально производительная серво-векторная серия)	
	1. Управление скоростью (V/f, SVC, FOC+PG), моментом (Torque+PG) и положением 2. Диапазон регулирования 1:1000, точность ± 0.02%, момент 150% на нулевой скорости при работе в замкнутом контуре (в режиме FOC+PG) 3. Автотестирование параметров 2-х двигателей и инерции нагрузки 4. Прямое управление моментом (с энкодером) 5. Мягкая ШИМ (до 15 кГц) 6. Диапазон регулировки выходной частоты 0.0…600 Гц (0.1 … 3600Гц опционально) 7. Перегрузка: 150% в течение 60 сек; 200% в течение 2 сек 8. ПИД-регулятор 9. Внешнее (по входным импульсам) и внутреннее (16 заданных положений) позиционирование в абсолютных или относительных координатах 10. Синхронизация с вращающимся двигателем 11. Автоматическое энергосбережение 12. Автоматическая компенсация момента и скольжения 13. Автоматическое пошаговое управление 14. 15 предустановленных скоростей 15. Съемный пульт с функцией копирования параметров с одного ПЧ на другие 16. Управляемое торможение при отключении питающей сети 17. Управление переключением Y/Δ двигателя 18. Встроенный RS-485 (MODBUS со скоростью до 115200 б/с)
Модели	230В 3-фазы: 1~50л.с. / 0.75~37кВт 460В 3-фазы: 1~100л.с. / 0.75~75кВт
Применение	Деревообрабатывающие станки, краны, лебедки, подъемники, сверлильные станки, токарные и фрезерные станки с ЧПУ, экструдеры, пассажирские лифты, машины для производства печатных плат, и т.д.

VFD-E серия (компактная и функциональная серия)	
	1. Встроенный ПЛК (программа 500 шагов, 28 базовых и 15 прикладных команд) 2. Скалярное (V/F) и векторное (SVC) управление 3. ПИД-регулятор 4. Компактный корпус, допускается плотная установка (стенка к стенке), и монтаж на DIN-реку 5. Быстросъемный вентилятор 6. Модульный дизайн. Большое количество плат и модулей расширения 7. Встроенный РЧ-фильтр 8. Возможность объединения шин DC нескольких VFD-E 9. Платы расширения входов/выходов, плата энкодера (PG) для работы с обратной связью по скорости, плата с USB-портом, и др. 10. Встроенный порт RS-485 (RJ-45) с протоколом Modbus 11. Коммуникационные модули для работы в сетях: Profibus, DeviceNet, LonWorks и CANopen
Модели	115В 1 фаза: 0.25~1hp / 0.2~0.75 кВт 230В 1 фаза: 0.25~3hp / 0.2~2.2 кВт 230В 3 фазы: 0.25~20hp / 0.25~15 кВт 460В 3 фазы: 0.5~30hp / 0.4~22 кВт
Применение	Упаковочное и деревообрабатывающее оборудование, насосно-вентиляционное оборудование, системы ОВК зданий, системы водоснабжения, лебедки и эскалаторы, печатные и швейные машины, намотчики/размотчики и центрифуги, и т.д.

VFD-EL серия (компактная и экономичная серия)	
	1. Простота обслуживания и ввода в эксплуатацию 2. Компактный корпус, допускается плотная установка (стенка к стенке), и монтаж на DIN-реку 3. Быстросъемный вентилятор 4. Настраиваемая V/f характеристика по 3-м точкам 5. ПИД-регулятор с контролем утечки жидкости 6. Встроенный РЧ-фильтр класса B 7. Встроенный порт RS-485 (RJ-45) с протоколом Modbus 8. Коммуникационные модули для работы в сетях: Profibus, DeviceNet, LonWorks и CANopen 9. Опциональный выносной пульт PU06
Модели	115В 1 фаза: 0.25~1hp / 0.2~0.75 кВт 230В 1 фаза: 0.25~3hp / 0.2~2.2 кВт 230В 3 фазы: 0.25~5hp / 0.2~3.7 кВт 460В 3 фазы: 0.5~5hp / 0.4~3.7 кВт
Применение	Насосы и вентиляторы небольшой мощности, фонтаны, конвейеры, намотчики/подмотчики в пленочных экструдерах

DELTA ELECTRONICS, INC.

VFD-L2 серия (миниатюрные регуляторы скорости)	
	1. Простая и сверхкомпактная конструкция, возможность монтажа, как на стенку, так и на DIN-рейку (модели 0.2 – 0.75 кВт) и панельный монтаж (модели 40 – 100 Вт) 2. Простой в эксплуатации и легкий в программировании 3. Вольт-частотное управление 4. Диапазон регулировки выходной частоты 1.0…400 Гц (120 Гц в моделях 40 – 100 Вт) 5. Перегрузка: 150% в течение 60 сек 6. Авторестарт после аварии (в моделях 0.2 – 0.75 кВт) 7. Стабилизация напряжения на двигателе (в моделях 0.2 – 0.75 кВт) 8. Автоматическое пошаговое управление (в моделях 0.2 – 0.75 кВт) 9. 4 предустановленных скорости (в моделях 0.2 – 0.75 кВт) 10. Встроенный потенциометр и кнопки пуск/стоп, реверс/вперед 11. Встроенный RS-485 (MODBUS) 12. Встроенный радиочастотный фильтр (для однофазных моделей)
Модели	115В 1-фаза: 0.25~0.5л.с. / 0.2~0.4кВт 230В 1-фаза: 0.25~1 л.с. / 0.2~0.75кВт 230В 3-фазы: 0.25~2 л.с. / 0.2~1.5кВт
Применение	Простые бумагоотрезные устройства, конвейеры, вентиляторы, насосы.

DELTA ELECTRONICS, INC.

VFD-M серия (устаревшая серия, замена на VFD-E)	
	1. Малые габариты и масса; возможность монтажа, как на стенку, так и на DIN-рейку 2. Вольт-частотное и векторное управление в разомкнутом контуре 3. Диапазон регулировки выходной частоты 0.1…400 Гц 4. Перегрузка: 150% в течение 60 сек 5. Автотестирование с/-без вращения двигателя 6. ПИД-регулятор 7. Синхронизация с вращающимся двигателем 8. Возможность задания нулевой скорости для удержания вала в неподвижном состоянии 9. Автоматическое энергосбережение 10. Автоматическое пошаговое управление 11. 7 предустановленных скоростей 12. Функция простого позиционирования 13. Встроенный счетчик импульсов 14. Встроенный RS-485 (MODBUS) 15. Съемный пульт управления
Модели	115В 1-фаза: 0.25~1л.с. / 0.2~0.75кВт 230В 1-фаза: 0.5~3 л.с. / 0.4~2.2кВт 230В 3-фазы: 0.5~7.5 л.с. / 0.4~5.5кВт 460В 3-фазы: 1~10 л.с. / 0.75~7.5кВт
Применение	Упаковочные машины, пищевое оборудование, ленточные конвейеры, управление температурой/влажностью в теплицах и оранжереях, миксеры, мельницы, буровые машины, гидравлические прессы малых размеров, транспортеры, красильное оборудование, прокатные станы и дробильные машины малых размеров, роботы-манипуляторы, деревообрабатывающее оборудование (двухсторонние станки), гибочные машины и т.д.

DELTA ELECTRONICS, INC.

VFD-S серия (устаревшая серия, замена на VFD-EL)	
	1. Простая конструкция, малые габариты и масса; возможность монтажа, как на стенку, так и на DIN-рейку 2. Вольт-частотное управление 3. Диапазон регулировки выходной частоты 1.0…400 Гц 4. Перегрузка: 150% в течение 60 сек 5. ПИД-регулятор 6. Синхронизация с вращающимся двигателем 7. Автоматическое энергосбережение 8. Автоматическое пошаговое управление 9. 8 предустановленных скоростей 10. Встроенный счетчик импульсов 11. Встроенный RS-485 (MODBUS) 12. Встроенный радиочастотный фильтр (для однофазных моделей)
Модели	115В 1-фаза: 0.25~1л.с. / 0.2~0.75кВт 230В 1-фаза: 0.25~3 л.с. / 0.2~2.2кВт 230В 3-фазы: 0.25~3 л.с. / 0.2~2.2кВт 460В 3-фазы: 0.5~3 л.с. / 0.4~2.2кВт
Применение	Системы вентиляции, системы водоснабжения, управление температурой в печах и термошкафах, ткацкие станки, упаковочные машины, ленточные конвейеры, вентиляционно-сушильные камеры и т.д.

VFD-VL серия (для лифтов)	
	1. Выходная частота: 0~120Гц с разрешением 0.01Гц 2. Методы управления： V/f, SVC, FOC + PG 3. S-кривая, задаваемая 4 точками 4. Момент 150% на нулевой скорости (в режиме FOC + PG) 5. Управление асинхронными и синхронными двигателями с постоянными магнитами 6. Встроенный тормозной ключ во всех моделях 7. Поддержка ABZ и Heidenhain энкодеров 8. Встроенные RS-485 и CANbus порты 9. Возможность аварийного питания от резервного источника 48/96 VDC. 10. Опциональная LCD панель управления 11. Узко-профильный корпус
Модели	230В 3-фазы: 7.5~50hp / 5.5~37 кВт 460В 3-фазы: 7.5~100hp / 5.5~75 кВт
Применение	Пассажирские и грузовые лифты, краны, лебедки и др. грузоподъемные механизмы, а так же палетоукладчики, транспортерные и конвейерные ленты, эскалаторы, и т.д.

VFD-G серия (для компрессоров и экструдеров)	
	1. Диапазон регулировки выходной частоты 0.1…120 Гц 2. Перегрузка: 150% в теч. 60 сек (для моделей 5.5 - 90 кВт) и 120% в теч. 60 сек (для моделей 110 - 220 кВт) 3. ПИД-регулятор 4. 2 высокоточных (1А) аналоговых входа 5. Автоматическая регулировка напряжения 6. Автоматическое пошаговое управление 7. 15 предустановленных скоростей 8. Настраиваемая хар-ка V/F 9. Встроенный счетчик электроэнергии 10. Встроенный RS-485 (MODBUS) 11. Встроенный дроссель постоянного тока (в моделях 18.5 кВт - 160 кВт) 12. Встроенный сетевой дроссель (в моделях 185 кВт - 220 кВт)
Модели	460В 3-фазы: 7.5~300л.с. / 5.5~220кВт
Применение	Компрессоры, холодильное оборудование, экструдеры, погружные и вакуумные насосы, конвейеры, смесители и т.д.

■ Информация на шильдике преобразователя:

Модель →
Характеристики питания →
Выходные характер-ки →
Диапазон вых.частоты →
Тип корпуса →

Сер. номер и штрихкод →

MODEL: VFD007V23A
INPUT: 3PH 200-240V 50/60Hz 6.0A
OUTPUT: 3PH 0-240V 5.0A 1.9KVA 1HP
Frequency Range: 0.1~400Hz
Enclosure: TYPE 1

007B23A4T0220001

■ Обозначение модели:

VFD 007 B 23 A

Конструктивное исполнение

Входное напряжение
11: 115В 1-фаза
21:230В 1-фаза
22: 230В 3-фазы
43: 460В 3-фазы

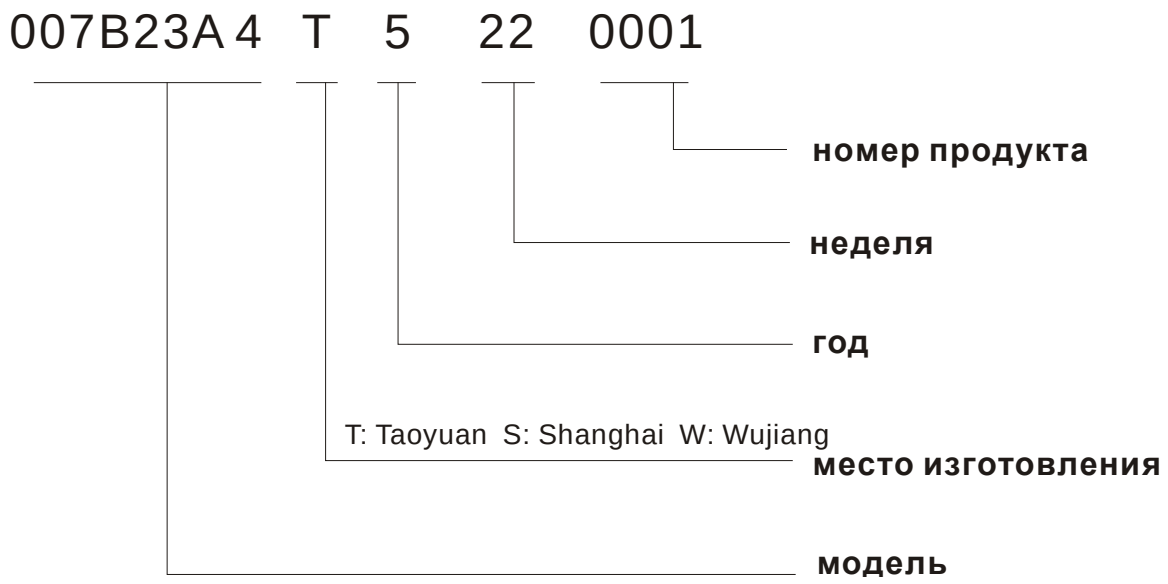
B: VFD-B серия; **V**:VFD-VE серия
M:VFD-M серия; **S**:VFD-S серия
F: VFD-F серия; **L**: VFD-L серия
E: VFD-E серия; **EL**: VFD-EL серия

Мощность подключаемого дв

040: 40Вт
001: 100Вт
002: 0.2кВт
004: 0.4кВт
007: 0.75кВт
015: 1.5кВт
022: 2.2кВт
037: 3.7кВт
055: 5.5кВт
075: 7.5кВт
110: 11кВт
150: 15кВт
185: 18.5кВт
220: 22кВт
300: 30кВт
370: 37кВт
450: 45кВт
550: 55кВт
750: 75кВт
900: 90кВт
1100: 110кВт
1320: 132кВт
1600: 160кВт
1850: 185кВт
2200: 220кВт

Частотно-регулируемый привод
(Variable Frequency Drive)

■ Обозначение серийного номера:



■ Аналогичные модели конкурентов:

DELTA	MITSUBISHI	YASKAWA	FUJI	DANFOSS
B	E500	F7	E11	VLT5000
S	S500	J7	C11	No
M	S500	J7	C11	VLT2800
VE	A-500	616G5	G11	VLT5000 PLUS
F	F500	V7	P11	VLT6000
L	SC-AN			
EL	S500	J7	C11	
E	E500	V7	E11	

DELTA ELECTRONICS, INC.

■ Таблица основных применений преобразователей Delta

Основные области применения VFD-	VE	B	F	G	E	EL	M	S	L	VL
Краны, лебедки, лифты, и др. грузоподъемные механизмы	✓	✓			✓					✓
Позиционеры, манипуляторы, дозаторы	✓									
Экструдеры	✓	✓		✓						
Подъемные двери, жалюзи, перекрытия	✓	✓								✓
Поршневые/винтовые/плунжерные насосы		✓								
Транспортерные, конвейерные ленты					✓	✓	✓	✓	✓	
Палетоукладчики	✓	✓								✓
Миксеры, смесители, мешалки		✓			✓	✓	✓	✓		
Мельницы		✓								
Центрифуги	✓	✓								
Вентиляторы, воздуходувки, дымососы		✓	✓		✓		✓		✓	
Центробежные насосы		✓	✓		✓		✓		✓	
Компрессоры		✓		✓	✓		✓			
Шлифовальные, токарные, сверлильные, строгальные станки	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓	
Пескоструйные аппараты		✓			✓	✓	✓	✓	✓	
Дисковые и ленточные пилы		✓			✓	✓	✓	✓	✓	
Прессы, раскройщики, вырубные машины		✓			✓	✓	✓	✓	✓	
Намотчики		✓			✓	✓	✓	✓	✓	
Крутильные, волочильные машины		✓			✓	✓	✓	✓	✓	
Прядильные машины		✓			✓	✓	✓	✓	✓	
Шаберы, ракели		✓			✓	✓	✓	✓	✓	
Камнедробилки, шаровые мельницы	✓	✓								
Земснаряд		✓								
Упаковочные, гибочные машины		✓			✓	✓	✓	✓		

DELTA ELECTRONICS, INC.

■ Опросный лист для выбора преобразователя частоты:

Характеристика	**Требования**	**Заказчик:_____** **Тел, факс:_____**
1. Оборудование в котором будет применен ПЧ	Новое оборудование ☐ Название_____ Тип нагрузки_____ Момент инерции приводного механизма_____	Старое оборудование ☐ Модель предыдущего ПЧ_____
2. Напряжение питания	☐230В_____ кВт ☐380В_____ кВт	☐ Однофазное питание ☐ Трехфазное питание
2. Параметры двигателя	Тип_____ Мощность_____ кВт Напряжение_____ В Частота_____ Гц	Частота вращения_____ об/мин Класс изоляции_____ cos φ_____ Номинальный ток_____ А
3. Метод управления	☐ Вольт-частотное (V/F) ☐ Векторное управление ☐ Управление моментом	☐ V/F с обратной связью по скорости ☐ Вектор с о.с. по скорости ☐ Управление моментом с о.с.
4. Дискретные входы и выходы	Число дискретных входов: _____	Число дискретных выходов: _____ из них ☐ __ реле ☐ __ транзистор
5. Аналоговые входы и выходы	_____ Входы напряжения _____В _____ Токовые входы _____мА _____ бит (разрешение)	____Выходы напряжения _____В ____Токовые выходы _____мА
6. Функции	☐ Авт. стабилизация напряж. (AVR) ☐ ПИД-регулятор ☐ Торможение постоянным током ☐ Токоограничение ☐ Автом. компенсация момента ☐ Автом. компенсация скольжения	☐ Управление дополнительными двигателями (насосов или вентиляторов) ☐ Счетчик импульсов ☐ Съемный пульт управления ☐ Потенциометр задания скорости
7. Специальные требования	Время разгона/торм-ния _____ сек. Диапазон вых. частоты _____ Гц РЧ фильтр ☐Да ☐Нет Тормозной резистор ☐Да ☐Нет	Частые старт/стопы ☐Да☐Нет Дистанц. управление ☐Да ☐Нет Управление положением ☐Да☐Нет Другие _____
8.Последовательный канал связи	☐Modbus ASCII ☐Modbus RTU ☐Profibus ☐LonWorks	☐CAN ☐DeviceNet ☐CC-LINK

Замечания по выбору преобразователя

1. Очень важно сделать правильный выбор преобразователя. От него будет зависеть эффективность и ресурс работы преобразователя частоты и всего электропривода в целом. Правильная эксплуатация так же сильно влияет на срок службы преобразователя. При выборе преобразователя частоты надо руководствоваться не только мощностью подключаемого двигателя, а также диапазоном рабочих скоростей двигателя, диапазоном рабочих моментов вращения, характером нагрузки и циклограммой работы.

2. Если мощность источника питания преобразователя более 600кВА и превышает по мощности в 6 и более раз мощность ПЧ, или длина кабеля между источником питания и преобразователем частоты менее 10 м, во входной цепи преобразователя возможны чрезмерные пиковые токи, которые могут привести к выходу из строя входного выпрямительного моста. В этом случае рекомендуется ставить на входе ПЧ сетевой дроссель, который сгладит броски входного тока и улучшит коэффициент мощности. Сетевой дроссель выполняет защитную функцию, как в отношении самого преобразователя, так и в отношении сети электроснабжения. Он является двухсторонним буфером между нестабильной сетью электроснабжения (провалы и всплески напряжения) и преобразователем частоты — источником высших гармоник (5, 7, 11, 13, 17-й и т. д.). Высшие гармоники искажают синусоиду напряжения питающей сети, вызывая увеличение потерь мощности электрических машин и приборов, питающихся от сети, а также могут привести к некорректной работе электронных устройств, которые получают питание от этой сети.

3. Если используется специальный двигатель или более одного двигателя подключенных параллельно к одному ПЧ, выбирайте ПЧ с номинальным током ≥1.25 номинального тока специального двигателя или суммы номинальных токов всех подключенных в параллель двигателей.

4. Характеристики пуска и разгона/торможения двигателя ограничиваются номинальным током и перегрузочной способностью ПЧ. Если требуется высокий пусковой (например, для центрифуг, подъемников и т.д.) выбирайте ПЧ с запасом по мощности или используйте и ПЧ и двигатель большей мощности.

5. Если произойдет отключение ПЧ из-за срабатывания одной из его защит, то напряжение с выхода инвертора будет снято, а двигатель будет тормозиться на свободном выбеге. При необходимости быстрой остановки двигателя при аварийном отключении используйте внешний механический тормоз.

6. Количество повторных пусков ПЧ командами ПУСК/СТОП неограничено, если инвертор не перегружается, иначе каждый последующий пуск двигателя от ПЧ должен осуществляться не ранее, чем через 5 - 10 минут (время необходимое для охлаждения IGBT модуля) при следующих условиях:
   - выходной ток при пуске двигателя Iвых≥150%Iном в течение 60 сек, далее работа ПЧ при номинальном токе;
   - температура охлаждающего ПЧ воздуха + 40°C
   - сработала защита от перегрузки по току (oL, oc, ocA, ocd, ocn).
   Это предельная циклограмма повторно-кратковременной работы ПЧ, которая

обеспечивает предельно-допустимый нагрев кристаллов IGBT. При необходимости осуществления пуска двигателя чаще, чем 1 раз за 5 -10 мин нужно выбрать ПЧ большего номинала или работать при менее тяжелом режиме (меньший пусковой ток при меньшем времени пуска, работа с выходным током меньше номинального, низкая температуры окружающего воздуха). В любом случае необходимо проконсультироваться с поставщиком.

Замечания по установке

1. Необходимо избегать воздействия агрессивных газов и паров, жидкостей, попадания внутрь ПЧ пыли, токопроводящих частиц, хлопкового волокна и т.д. Для этого рекомендуется установка ПЧ в защитные оболочки (шкафы) или аналогичные закрытые рабочие пространства со степенью защиты обеспечивающей требуемые условия эксплуатации. Если шкаф не предусматривает вентиляционных отверстий для свободного конвенктивного движения воздуха или не имеет принудительного охлаждения, то размер шкафа и его компоновка определяются исходя из обеспечения допустимого теплового режима ПЧ (методика расчета имеется).

2. Не устанавливайте ПЧ на деревянных конструкциях или вблизи легко-воспламеняемых веществ.

3. Для обеспечения нормального теплового режима ПЧ, его необходимо устанавливать в вертикальном положении.

Замечания по установке параметров

1. ПЧ может выдать выходную частоту до 400Гц (кроме некоторых моделей) при задании её с цифровой панели. Ошибочное задание высокой частоты может привести к разрушению механизма. Для предотвращения таких ситуаций рекомендуется устанавливать в параметрах жесткое ограничение выходной частоты.

2. Длительная работа двигателя на низкой скорости или высокий уровень напряжения торможения постоянным током может привести к перегреву двигателя. Рекомендуется использовать в таких случаях дополнительную вентиляцию двигателя.

3. Фактическое время разгона двигателя определяется номинальным моментом двигателя, моментом вращения и моментом инерции нагрузки.

4. Если активизирована функция ограничения перенапряжения в звене постоянного тока, то время торможения может автоматически увеличиваться. При необходимости быстрого торможения высокоинерционных нагрузок надо использовать тормозной резистор или выбрать ПЧ большей мощности.

Замечания по монтажу

1. Не подсоединяйте провода сети к контактам U, V и W, предназначенным для подсоединения двигателя. Это приведет к разрушению преобразователя. Проверьте

правильность подключения до подачи напряжения питания.

2. Не используйте магнитный контактор, подающий питание на ПЧ, для запуска и останова двигателя. Это значительно снизит срок службы ПЧ, а подача напряжения чаще 1 раза в 3 минуты может привести к повреждению преобразователя.

3. В большинстве случаев нет необходимости устанавливать магнитный контактор между ПЧ и двигателем. Однако, если такая необходимость есть, включение надо производить до того как подана команда RUN на ПЧ, иначе возможно срабатывание защиты по перегрузке по току.

4. ПЧ уже имеет встроенное электронное тепловое реле, но, при подключении к ПЧ более одного двигателя, надо дополнительно устанавливать тепловые реле на каждый двигатель.

5. Выходной дроссель предназначен для снижения высших гармоник в токе двигателя и снижению емкостных токов в длинном моторном кабеле, а так же для ограничения пиковых перенапряжений на двигателе. Не используйте выходные фильтры, имеющие в своем составе конденсаторы. Это может привести инвертор к разрушению.

6. Используйте РЧ фильтр для достижения электромагнитной совместимости (ЭМС) с другим оборудованием, питающимся от той же сети, что и ПЧ. Электромагнитный фильтр подавляет радиочастотные гармоники помех, передающихся от ПЧ в сеть. Так же для уменьшения излучения электромагнитных помех рекомендуется помещать кабель, соединяющий ПЧ с двигателем в экран или металлорукав. Экран кабеля соединяется с точками заземления с двух сторон. Используйте экранированный кабель или витую пару для цепей управления. Прокладывайте их отдельно от силовых кабелей или под углом примерно 90° к силовым проводам.

7. На длинном моторном кабеле может происходить большое падение напряжение, что в свою очередь приведет к снижению момента, развиваемого двигателем. В этом случае используйте моторный кабель с большим сечением. Для сигнальных цепей используете витую пару.

Особенности работы асинхронных двигателей с ПЧ

1. При питании стандартного трехфазного асинхронного двигателя от преобразователя частоты потери в двигателе меньше, чем при его непосредственном питании от сети переменного тока. За счет снижения реактивной составляющей тока.

2. При работе стандартного асинхронного двигателя на скорости ниже номинальной (особенно с моментом близким к номинальному) возможен перегрев двигателя из-за уменьшения охлаждения за счет снижения скорости обдува собственным вентилятором. Возможное решение проблемы – применение внешнего независимого вентилятора.

3. Стандартный асинхронный двигатель может обеспечить длительный максимальный

(из условий теплового режима) момент только на номинальной частоте вращения, поэтому, при снижении скорости вращения необходимо уменьшать нагрузку на валу двигателя.

4. Для обеспечения длительных номинальных моментов при низких скоростях вращения следует использовать специальные двигатели (возможно успешное применение стандартных двигателей с номинальными частотами 750, 1000, 1500 об/мин) или двигателей завышенной мощности.

5. При использовании стандартного двигателя (например, рассчитанного на питание от сети 50Гц) на больших частотах, которые обеспечивает ПЧ, следует учитывать ограничения связанные с ресурсом подшипников и повышенной вибрации из-за остаточного дисбаланса ротора и исполнительного механизма.

6. В связи с использованием в ПЧ высокой несущей частоты ШИМ обратите внимание на следующие факторы:
   - Резонансная механическая вибрация: используйте антивибрационные резиновые демпферы на оборудовании.
   - Дисбаланс ротора двигателя: особенно при работе на скоростях выше номинальной.
   - Избегайте работы на резонансных частотах.

7. Вентилятор двигателя будет сильнее шуметь на скоростях выше номинальной.

Требования к электродвигателю

1. Двигатель, предназначенный для работы с преобразователем частоты, должен быть трехфазным, рассчитанным на номинальное напряжение (линейное – между фазами):
   а) 220 или 230В, частотой 50 или 60Гц;
   б) 380 или 400В, частотой 50 или 60Гц.

2. Режимы работы двигателя не должны превышать предельно-допустимые, заданные изготовителем.

3. При соединении обмоток двигателя в звезду, общий фазный вывод не должен соединяться ни с чем! Ни с землей, ни с какими-то терминалами привода.

4. Для привода нагрузки с переменным моментом (например, центробежные насосы и вентиляторы) можно использовать самовентилируемые двигатели (двигатели, у которых крыльчатка вентилятора закреплена на валу двигателя и вращается с той же скоростью, что и вал двигателя). Для привода нагрузки, у которой момент не зависит от скорости вращения вала двигателя, желательно использовать двигатель с независимым вентилятором (вентилятор, у которого скорость вращения крыльчатки не зависит от скорости вращения вала двигателя). Иначе, двигатель может перегреться при скоростях, меньше номинальной, особенно, при скоростях ниже 0,5 от номинальной.

DELTA ELECTRONICS, INC.

Опции для преобразователей Delta

Тип	Описание	Применяется для VFD-								
		L	S	EL	E	M	F	B	V	VE
Пульты управления										
RC-01	Пульт дистанционного управления для всех VFD	●	●	●	●	●	●	●	●	●
LC-M02E	Цифровая панель управления (в комплекте с VFD-M)					●				
VFD-PU01	Цифровая панель управления (в комплекте с VFD-B и VFD-F)						●	●		
RPA-01	Адаптер для внешнего крепления панели VFD-PU01						●	●		
VFD-PU05	Цифровая панель управления (в комплекте с VFD-V)								●	
VFD-PU06	Универсальная панель управления с копирование парам.	●	●	●	●	●	●	●		
KPE-LE01	Цифровая панель управления для VFD-E (светлая)				●					
KPE-LE02	Цифровая панель управления для VFD-E (темная)				●					
KPV-CE01	Цифровая панель управления (в комплекте с VFD-VE)									●
Кабели для пультов										
EG1010A	Кабель для выноса штатных пультов (1м)			●	●	●	●	●		
EG3010A	Кабель для выноса штатных пультов (3м)			●	●	●	●	●		
EG5010A	Кабель для выноса штатных пультов (5м)			●	●	●	●	●		
RJ-01	Кабель RS485 для пультов PU06 и CE01 (1м)								●	●
Платы для подключения энкодеров										
PG-02	Плата энкодера для VFD-B (+5 и +12V)							●		
PG-03	Плата энкодера для VFD-B и VFD-V (+12V)							●	●	
PG-04	Плата энкодера для VFD-V вкл. позиционир. +12V OC								●	
PG-05	Плата энкодера для VFD-V вкл. позиционир. +5V line driver								●	
EME-PG01	Плата энкодера для VFD-E 5-24V, обратная связь				●					
EMV-PG01L	Плата энкодера для VFD-VE: 5V, обратная связь, позиционирование, ведущий/ведомый									●
EMV-PG01O	Плата энкодера для VFD-VE: 12V/5V, обратная связь, позицион.,, ведущий/ведомый									●
EMV-PG01X	Плата энкодера для VFD-VE: 12V/5V, обратная связь, позиционирование, ведомый									●
Устройства коммуникации										
IFD8500	Изолированный конвертер RS232-RS485/RS422	●	●	●	●	●	●	●	●	●
IFD8510	RS485 повторитель	●	●	●	●	●	●	●	●	●
IFD8520	Адресуемый изолир. конвертер RS485/RS422 в RS232	●	●	●	●	●	●	●	●	●
VFD-CMD04	Разветвитель RS485 1:4	●	●	●	●	●	●	●	●	●
VFD-CMD08	Разветвитель RS485 1:8	●	●	●	●	●	●	●	●	●
DN-02	DeviceNet		●			●	●	●		●
LN-01	LonWorks		●			●	●	●		
PD-01	Profibus	●	●			●	●	●		●
COA02	CANopen	●	●	●	●	●	●	●	●	●
VFD-USB01	USB-RS485 конвертер	●	●	●	●	●	●	●	●	●
CME-DN01	DeviceNet			●	●					
CME-LW01	LonWorks			●	●					
CME-PD01	Profibus			●	●					
CME-COP01	CANopen			●	●					
CME-USB01	USB-карта				●					
Прочие										
DR01	Адаптер крепления VFD-S и VFD-M на DIN-рейку		●			●				
DR02	Адаптер крепления VFD-M на DIN-рейку					●				
MKE-DRA	Адаптер крепления VFD-E габарита A на DIN-рейку				●					
MKE-DRB	Адаптер крепления VFD-E габарита B на DIN-рейку				●					
MKEL-DRB	Адаптер крепления VFD-EL габарита A на DIN-рейку			●						
BK-S	Скоба для крепления проводов для VFD-S		●							
MKE-EP	Монтажная панель заземления			●	●					
RF220X00A	РЧ-фильтр (ферритовое кольцо)	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Платы расширения входов/выходов										
EME-D33A	3 дискретных PNP/NPN входа, 3 дискретных NPN выхода				●					
EME-R2CA	2 релейных выходв с перекидными контактами				●					
EME-R3AA	3 релейных выхода с норм-откр. контактами				●					
EME-A22A	2 аналог. входа(12 бит) / 2 аналог. выхода (12 бит)				●					
RY-00	6 релейных выходов с норм-откр. контактами						●			

DELTA ELECTRONICS, INC.

Тормозные резисторы и модули

	Мощн. двиг-ля (кВт)	ПЧ	Эквивалент. сопротивление и мощность	Модели тормозных модулей	Модели и количество тормозных резисторов		Тормозн момент при 10%ED	Минимальное сопротивление
220V	0.2	VFD-E / EL	200Вт 250Ω	BUE20015	BR200W250	1	320	200Ω
		VFD-S	80Вт 200Ω	не требуется	BR080W200	1	400	200Ω
	0.4	VFD-E / EL	200Вт 250Ω	BUE20015	BR200W250	1	170	100Ω
		VFD-S / M	80Вт 200Ω	не требуется	BR080W200	1	220	200Ω
	0.75	VFD-E / EL	200Вт 150Ω	BUE20015	BR200W150	1	140	80Ω
		VFD-S / M / B	80Вт 200Ω	не требуется	BR080W200	1	125	см. РЭ
	1.5	VFD-E	300Вт 85Ω	не требуется	-		125	40Ω
		VFD-EL	300Вт 100Ω	BUE20015	BR300W100	1	107	80Ω
		VFD-S / M / B	300Вт 100Ω	не требуется	BR300W100	1	125	см. РЭ
	2.2	VFD-E	600Вт 50Ω	не требуется	-		120	40Ω
		VFD-EL	600Вт 50Ω	BUE20037	BR300W100	2	150	25Ω
		VFD-S / M	300Вт 70Ω	не требуется	BR300W70	1	125	35Ω
		VFD-B	300Вт 100Ω	не требуется	BR300W100	1	125	82Ω
380V	0.4	VFD-E / EL	300Вт 400Ω	BUE40015	BR300W400	1	400	400Ω
		VFD-S	80Вт 750Ω	не требуется	BR080W750	1	230	см. РЭ
	0.75	VFD-E / EL	300Вт 400Ω	BUE40015	BR300W400	1	200	200Ω
		VFD-S / M / B / F / VE	80Вт 750Ω	не требуется	BR080W750	1	125	см. РЭ
	1.5	VFD-E / EL	400Вт 300Ω	BUE40015	BR200W150	2	140	160Ω
		VFD-S / M / B / F / VE	300Вт 400Ω	не требуется	BR300W400	1	125	см. РЭ
	2.2	VFD-E	600Вт 200Ω	не требуется	BR300W400	2	140	140Ω
		VFD-EL	600Вт 200Ω	BUE40037	BR300W400	2	150	100Ω
		VFD-S / M / B / F / VE	300Вт 250Ω	не требуется	BR300W250	1	125	см. РЭ
	3.7	VFD-E	750Вт 140Ω	не требуется	-		125	96Ω
		VFD-EL	900Вт 120Ω	BUE40037	-		150	100Ω
		VFD-M / B / F / VE	400Вт 150Ω	не требуется	BR400W150	1	125	см. РЭ
	5.5	VFD-E	1100Вт 96Ω	не требуется	-		120	96Ω
		VFD-M / B / F / VE	500Вт 100Ω	не требуется	BR500W100	1	125	см. РЭ
	7.5	VFD-E	1500Вт 69Ω	не требуется	-		125	69Ω
		VFD-M / B / F / VE	1000Вт 75Ω	не требуется	BR1K0W075	1	125	см. РЭ
	11	VFD-E	2000Вт 53Ω	не требуется	-		108	53Ω
		VFD-B / F	1000Вт 50Ω	не требуется	BR1K0W050	1	125	см. РЭ
		VFD-VE	1000Вт 50Ω	VFDB4030	BR1K0W050	1	125	39Ω
	15	VFD-E	4800W 32 Ω	не требуется	BR1K2W008	4	151	31Ω
		VFD-B / VE	1500Вт 40Ω	VFDB4030	BR1K5W040	1	125	40Ω
		VFD-F	1500Вт 40Ω	не требуется	BR1K5W040	1	125	40Ω
	18,5	VFD-E	4800W 32 Ω	не требуется	BR1K2W008	4	121	31Ω
		VFD-B / F / VE	4800Вт 32Ω	VFDB4030	BR1K2W008	4	125	32Ω
	22	VFD-E	4800W 32 Ω	не требуется	BR1K2W008	4	100	31Ω
		VFD-B / F / VE	4800Вт 27.2Ω	VFDB4030	BR1K2W6P8	4	125	27.2Ω
	30	VFD-B / F / VE	6000Вт 20Ω	VFDB4030	BR1K5W005	4	125	20Ω
	37	VFD-B / F / VE	9600Вт 16Ω	VFDB4045	BR1K2W008	8	125	16Ω
	45	VFD-B / F / VE	9600Вт 13.6Ω	VFDB4045	BR1K2W6P8	8	125	13.6Ω
	55	VFD-B / F / VE	12000Вт 10Ω	VFDB4030 (2 шт.)	BR1K5W005	8	125	10Ω
	75	VFD-B / F / VE	19200Вт 6.8Ω	VFDB4045 (2 шт.)	BR1K2W6P8	16	125	6.8Ω
	90	VFD-F	13500Вт 5Ω	VFDB4132	BR1K5W005	9	120	5Ω
	110	VFD-F	21600Вт 4Ω	VFDB4132	BR1K2W008	18	120	4Ω
	132	VFD-F	21600Вт 4Ω	VFDB4132	BR1K2W008	18	100	4Ω
	160	VFD-F	21600Вт 3.4Ω	VFDB4132	BR1K2W3P8	18	97	3.4Ω
	185	VFD-F	27000Вт 2.5Ω	VFDB4132 (2 шт.)	BR1K5W005	18	115	2.5Ω
	220	VFD-F	27000Вт 2.5Ω	VFDB4132 (2 шт.)	BR1K5W005	18	96	2.5Ω

Примечания.

1. Данная таблица приведена для справки и действительна на ноябрь 2009 года. В ней приведены рекомендуемые тормозные модули и резисторы при 10% цикле торможения. Окончательный выбор тормозных резисторов должен осуществляться в соответствие с рекомендациями руководств пользователя на конкретную модель частотного преобразователя и тормозного модуля.
2. Прочерк в столбце «Модели и количество тормозных резисторов» обозначает, что в настоящее время Delta не выпускает резисторы таких номиналов. Используйте резисторы других производителей или комбинируйте резисторы разных номиналов, чтобы получить требуемое эквивалентное сопротивление и мощность.

Вопросы и ответы:

Вопрос	Ответ
1. Где купить ПЧ серии VFD и где получить техническую поддержку?	Преобразователи частоты компании Delta Electronics, Inc в России распространяет ООО «Дельта Электроникс», которая осуществляет продажу и техническую поддержку. По этому адресу вы также можете обратиться в случае необходимости проведения гарантийного и послегарантийный ремонта, пуско-наладочных работ, обучения, реализации проектов с использованием регулируемого электропривода, и т.д. **Тел. (495)984-51-05, (812)640-46-90** **E-mail: info@delta-electronics.info** Координаты на сайте: http://www.delta-electronics.info
2. Где взять документацию и программное обеспечение на ПЧ VFD?	Главный сайт Delta Electronics: http://www.delta.com.tw Сайт Дельта Электроникс в России: http://www.delta-electronics.info
4. Возможно ли подключать к ПЧ различные устройства?	Преобразователи частоты предназначены для управления скоростью вращения трехфазных асинхронных электродвигателей. Не используйте ПЧ для других целей или проконсультируйтесь с поставщиком.
5. Способствует ли использование ПЧ уменьшению потребления электроэнергии привода?	При разрешенной функции энергосбережения ПЧ автоматически снижает выходное напряжение в случае снижения нагрузки. При этом снижается ток двигателя за счет реактивной составляющей. Максимальное выходное напряжение может быть на 30 % ниже, чем установленное выходное напряжение.
6. Можно ли подключать ПЧ с 3-х фазным питанием к 1-фазной сети?	В этом случае сработает защита от пропадания фазы питающего напряжения.

■ Выбор ПЧ по энергетике (по электрической совместимости с двигателем, как электрической нагрузкой)

1. При работе одного ПЧ с одним двигателем выбор ПЧ может производиться несколькими способами:

   1.1 Паспортная мощность ПЧ [кВт] должна быть больше или равна паспортной мощности двигателя [кВт]. Причем, изготовители ПЧ всегда указывают, что этот критерий распространяется на двигатели с двумя парами полюсов (2p=4 и синхронная скорость вращения соответственно равна 1500 об/мин), работающих на нагрузку с постоянным моментом (транспортер, конвейер), для преобразователей с перегрузочной способностью 150% и, - работающих на центробежные насосы и вентиляторы, для ПЧ с перегрузочной способностью 120%.

Примечание.

Согласно Российским и международным стандартам для электродвигателей принимается, что мощность в кВт относится к механической мощности двигателя на валу, а не к потребляемой от источника питания активной мощности, как это принято для других потребителей электрической энергии!

ПЧ с перегрузочной способностью 150% для работы на центробежный насос часто можно выбрать на ступень ниже паспортной мощности [кВт] двигателя. Многие производители нормируют номинальные токи и мощности ПЧ при работе на переменный и постоянный момент. Некоторые производители выделяют специальную серию для работы только на нагрузку с переменным моментом, например, компания DELTA ELECTRONICS выпускает серию VFD-F, максимально оптимизированную для работы с центробежными насосами и вентиляторами.

Для работы в составе подъемного механизма может потребоваться ПЧ, имеющий номинальную мощность, на две ступени выше паспортной мощности [кВт] двигателя.

   1.2 Номинальный длительный ток ПЧ должен быть больше (или равен) фактического длительного тока, потребляемого двигателем.

Примечание.

Пусковой ток двигателя ограничивается преобразователем по уровню (120-200% от номинального тока ПЧ) и по времени действия (обычно до 60 сек), поэтому, условия пуска двигателя при питании напрямую от сети и при питании от ПЧ отличаются. При подаче номинального напряжения на двигатель напрямую (например, рубильником, пускателем) от сети, пусковой ток может достигать семикратного значения от номинального тока двигателя. При пуске (это плавный пуск, с плавным нарастанием частоты питающего двигатель напряжения) двигателя от ПЧ пусковой ток может быть снижен (до номинального или реально потребляемого двигателем в установившемся режиме) настройками (главным образом – установкой времени разгона). В случае, если требуется быстро разогнать инерционную нагрузку может потребоваться ПЧ большей номинальной мощности, чем мощность двигателя. Численная проверка возможности обеспечения преобразователем требуемого пуска двигателя приведена в разделе 1.3б.

1.3 Более точные критерии выбора ПЧ для различных условий использования привода:

а) работа двигателя на установившейся скорости.

Если ПЧ работает с одним двигателем, требуемая полная пусковая мощность ПЧ (кВА) рассчитывается следующим образом:

$$\left[\frac{k \times n}{9550 \times \eta \times \cos\varphi} \times \left(Mст + \frac{J}{9.55} \times \frac{n}{t_A}\right)\right] \leq 1.5 \text{ x мощность ПЧ}$$

По ниже приведенной формуле рассчитывается ток $I_{потр}$ [А], который потребляет двигатель при работе от преобразователя частоты при напряжении V сети 220/380В. Данная формула позволяет рассчитать ток через механические характеристики двигателя n и M:

$$I_{потр} = \frac{k * n * M}{9{,}55 * \eta * \cos\varphi * V * \sqrt{3}}$$, где:

k - коэффициент искажения тока, связанный с алгоритмом формирования синусоиды тока с помощью ШИМ (широтно-импульсной модуляции напряжения на двигателе). Этот коэффициент может принимать значения от 0,95 до 1,05 и не имеет размерности. В первом приближении можно принять его равным 1;

n - частота вращения вала двигателя, **об/мин**;

M - момент нагрузки на валу двигателя, **Н*м**, чаще всего это номинальный момент двигателя, взятый из спецификации на двигатель;

$9{,}55$ - коэффициент приведения внесистемных (по отношению к принятым в системе СИ) единиц;

η - коэффициент полезного действия (КПД) двигателя, чаще всего это паспортный КПД;

$\cos\varphi$ - косинус или коэффициент мощности из спецификации на двигатель, примерно, 0,8…0,85.

Можно взять номинальный ток двигателя из его спецификации.

Потребляемый двигателем ток ($I_{потр}$) должен быть меньше, номинального тока ПЧ, приведенного в спецификации!

б) возможность разгона двигателя преобразователем от меньшей скорости до бóльшей за заданное время t.

По этому критерию проверяется возможность пуска/разгона двигателя преобразователем до заданной скорости вращения вала за требуемое время без превышения перегрузочной способности преобразователя.

По ниже приведенной формуле рассчитывается ток $I_{потр\ р}$ [А], который потребляет двигатель при линейном разгоне (в этом случае, производную угловой скорости можно заменить на отношение приращения частоты вращения ($\frac{d\omega}{dt} = \frac{\Delta n}{9.55 * \Delta t}$) с приведением внесистемных единиц об/мин к рад/сек с помощью коэффициента 9,55) от преобразователя частоты:

$$I_{потр\ р} = \frac{k * n}{9{,}55 * \eta * \cos\varphi * V * \sqrt{3}} * (Мст + Мдин),$$ где:

$Мст$ - статический момент нагрузки на валу двигателя, **Н*м**, чаще всего это номинальный момент двигателя, взятый из спецификации на двигатель;

$$Мст(Нм) = \frac{Рн(кВт) \times 9550}{n(об/мин)}$$

$Мдин = \frac{J}{9{,}55} * \frac{n}{t}$ - динамический момент нагрузки, возникающий при разгоне инерционной нагрузки, **Н*м;**

J - приведенный к валу двигателя момент инерции нагрузки, **кг*м^2**. Если вал двигателя не связан с инерционными механизмами или двигатель работает на холостом ходу, то приведенный момент инерции равен моменту инерции ротора двигателя, приводимый в спецификации на двигатель;

n - частота вращения, **об/мин**, до которой нужно разогнать двигатель за время t;

t - время, **сек**, в течение которого требуется разогнать двигатель до частоты вращения n;

V - линейное напряжение (действующее значение) на обмотках двигателя, **В**;

Ток потребляемый двигателем при разгоне ($I_{потр\ р}$ ***) не должен превышать пускового тока, приведенного в спецификации на ПЧ. Время разгона двигателя при пусковом токе 150% (120% для «насосных» ПЧ) от номинального преобразователя обычно не должно превышать 60 сек (см.***

спецификацию ПЧ).

Для расчета полной потребляемой двигателем мощности в номинальном установившемся режиме используйте формулу:

$S_{потр}$[кВА] = $\frac{k*P}{\eta*\cos\varphi}$, где P – номинальная мощность двигателя, **кВт** (из спецификации);

Остальные величины определены выше.

1.4 При работе одного ПЧ с несколькими двигателями выбор ПЧ может производиться на основании соблюдения неравенств, приведенных в табл. 1

Таблица 1.

Параметр	Формула, выражение, условие	
Полная пусковая мощность, требуемая двигателю S пуск дв =	$\frac{k*n}{\eta*\cos\varphi}*[N+Ns*(Ks-1)]=S*\left[1+\frac{Ns}{N}*(Ks-1)\right]$	
Пусковой ток, требуемый двигателю I пуск дв =	$N*In*\left[1+\frac{Ns}{N}*(Ks-1)\right]$	
	При разгоне до 60 сек:	При разгоне свыше 60 сек:
S пуск дв	≤1,5*ном мощность ПЧ [кВА]	≤ном мощность ПЧ [кВА]
I пуск дв	≤1,5*ном ток ПЧ [А]	≤ном ток ПЧ [А]

N – количество двигателей, параллельно подсоединенных к одному ПЧ, шт;

Ns – количество одновременно запускаемых двигателей, шт.;

Ks – коэффициент кратности пускового тока Мпуск/Мном;

S – полная номинальная мощность двигателя по паспорту, кВА;

In – номинальный ток двигателя по паспорту, А;

Примеры расчета и выбора ПЧ при k=1(один ПЧ на один двигатель):

Для двигателя при 380В 50Гц:									Выбранный ПЧ:		
Модель и ном. мощность	M, Н*м	n, об/мин	η	cosφ	J, кг*м^2	t, сек	$I_{потр}$, А	$I_{потр\ р}$, А	I, А	1,5*I, А	модель
5А80МВ4 (1,5кВт)	10	1410	0,75	0,81	0,0036	0,5	**3,69**	4,09	**4,00**	6,00	VFD015M43
5А80МВ4 (1,5кВт)	10	1410	0,75	0,81	0,036	0,5	**3,69**	7,62	**5,50**	8,25	VFD022M43
5А80МВ4 (1,5кВт)	10	1410	0,75	0,81	0,36	1,3	**3,69**	18,79	**13,00**	19,50	VFD055M43
5А80МВ4 (1,5кВт)	10	1410	0,75	0,81	0,36	9	**3,69**	5,87	**4,00**	6,00	VFD015M43
5А80МВ4 (1,5кВт)	10	1410	0,75	0,81	0,36	10	**3,69**	5,66	**4,00**	6,00	VFD015M43
5А80МВ4 (1,5кВт)	10	1410	0,75	0,81	3,6	60	**3,69**	6,96	**5,00**	7,50	VFD022M43
5А80МА2 (1,5кВт)	5	2850	0,8	0,84	0,0018	0,5	**3,37**	4,10	**4,00**	6,00	VFD015M43
5АМ112М4 (5,5кВт)	36,5	1440	0,86	0,83	0,02	0,5	**11,72**	13,65	**13,00**	19,50	VFD055M43
АИРМ132S 6 (5,5кВт)	54,7	960	0,845	0,8	0,048	0,5	**12,36**	14,54	**13,00**	19,50	VFD055M43
АИРМ132S 6 (5,5кВт)	54,7	960	0,845	0,8	0,48	5	**12,36**	14,54	**13,00**	19,50	VFD055M43
АИРМ132S 6 (5,5кВт)	54,7	960	0,845	0,8	4,8	5	**12,36**	34,16	**24,00**	36,00	VFD110B43
АИРМ132М 8 (5,5кВт)	73,4	715	0,83	0,73	0,074	0,5	**13,78**	15,86	**18,00**	27,00	VFD075M43
5АМ250S4 (75кВт)	482	1485	0,943	0,85	1	0,5	**142,0**	233,74	**150,0**	225,0	VFD750B43

M - статический момент нагрузки на валу двигателя (в таблице везде взят номинальный из спецификации на двигатель);

n - частота вращения вала двигателя (в таблице везде взята номинальная из спецификации на двигатель);

J - момент инерции нагрузки, приведенной к валу двигателя. В ячейках, отмеченных желтым цветом, приведен собственный момент инерции ротора двигателя, - взят из спецификации на двигатель;

$I_{потр}$ - ток, потребляемый двигателем от нагрузки статическим моментом;

$I_{потр\ р}$ - ток, потребляемый двигателем при разгоне за время t;

I - номинальный ток преобразователя, из спецификации на ПЧ;

1,5*I - пусковой ток преобразователя, из спецификации на ПЧ.

■ Методы управления в частотных преобразователях Delta

В преобразователях частоты Delta реализованы следующие методы управления:

- **V/F** - вольт-частный (скалярный) метод управления скоростью. Как правило, применяется, когда зависимость момента нагрузки двигателя от частоты известна и постоянна, когда диапазон регулирования скорости не большой (от 5 Гц), а также при одновременной работе ПЧ с двумя и более двигателями.
- **SVC** (**S**ensorless **V**ector **C**ontrol) - бессенсорное векторное управление. Подходит для случаев, когда нагрузка может динамически изменяться на одной и той же частоте, нет четкой зависимости между моментом и скоростью, а так же для случаев, когда нужно получить расширенный диапазон регулирования скорости (от 0.5 Гц) без обратной связи по скорости.
- **FOC** (**F**ield **O**rient **C**ontrol) - управление с ориентацией по полю. Математической основой данного метода являются уравнения электромагнитных процессов в двигателе в векторной форме, представленные в системе координат ориентированной по направлению магнитного поля. Такое управление реализуется только в замкнутом скоростном контуре (с энкодером) и применяется для прецизионного регулирования в широком диапазоне скоростей (от 0 Гц) при моменте близком к номинальному.
- **TQR+PG** - прямое управление моментом с обратной связью по скорости. Позволяет напрямую задавать необходимый вращающий момент. При этом все команды задания частоты становятся командами задания момента.

Сравнение скалярного и векторного управления

	Вольт-частотное управление	**Векторное управление**
Уставки парам.	Частота: скорость двигателя является функцией выходной частоты. Напряжение: отношение U/f = const позволяет обеспечить постоянный магнитный поток в двигателе.	Векторный метод реализуется путем сложных расчетов в реальном времени, производимых процессором на основе информации о выходном токе, частоте и напряжении. Т.е. ПЧ обеспечивает управление, как амплитудой, так и фазой тока статора за счет чего обеспечивается быстрое непосредственное управление моментом электродвигателя.
Скольже-ние	Скольжение приводит к погрешности скорости. Момент зависит от скольжения.	Вычисляется оптимальное скольжение и вырабатывается максимальный момент на двигателе во всем диапазоне скоростей.
Управление скоростью	Разомкнутый контур и нелинейность скорости при выходе за диапазон регулирования.	Линейное управление скоростью от 0 и во всем диапазоне скоростей.
Управление моментом	Скольжение ротора определяет момент. Нет мгновенного управления током и моментом.	Мгновенное непосредственное управление моментом электродвигателя.
Управление моментом на низкой скорости	Не очень хорошее. На низкой частоте будет выше активная составляющая сопротивления ротора, и возникает дополнительное падение напряжение, что приводит к снижению момента.	Очень хорошее. Вектор магнитного потока ротора может контролироваться и поддерживаться 90° во всем диапазоне скоростей.
Работа на 0Гц	Момент 30% из-за слабой связи между статором и ротором.	Момент может превышать 150%.

Недостатки вольт-частотного управления

- Узкий диапазон регулирования скорости и низкий момент на малых скоростях.
- Низкая точность поддержания скорости.
- Плохая работа с динамически изменяющейся нагрузкой.
- Большая мощность ПЧ для создания номинального момента двигателя на низкой скорости (при частоте питающего напряжения от 10Гц и ниже).

Векторное управление потоком

- Постоянство момента во всем диапазоне скоростей двигателя.
- Высокая точность поддержания скорости (особенно в замкнутом контуре).
- Высокий момент даже на низкой скорости.
- Нет необходимости брать ПЧ большей мощности для создания номинального момента на низкой скорости.
- Широкий диапазон регулирования
- Нет необходимости знать зависимость момента нагрузки двигателя от скорости.
- Динамические характеристики привода с векторным управлением в замкнутом контуре не уступают характеристикам привода постоянного тока.

Что такое векторное управление?

Момент любого электродвигателя в каждый момент времени определяется величиной (амплитудой) и фазой двух моментообразующих составляющих: тока и магнитного потока.

В машинах постоянного тока неизменная фазовая ориентация тока и потока определены конструктивно – фиксированным положением главных полюсов (поток) и щеточного узла (ток якоря).

Намного сложнее протекают электромагнитные и электромеханические процессы в машинах переменного тока, особенно в асинхронных двигателях. Токи и потокосцепления статора и ротора вращаются с разными угловыми скоростями, имеют разные, изменяющиеся во времени фазовые параметры и не подлежат непосредственному измерению и управлению. Доступной управляемой переменной в АД является лишь ток статора, который имеет две составляющие, образующие магнитный поток и момент. Фазовая ориентация двух этих составляющих может быть осуществлена только внешним управляющим устройством, функционально подобным коллектору двигателя постоянного тока. Иными словами, в асинхронном двигателе необходимо обеспечить управление, как амплитудой, так и фазой тока статора, то есть оперировать с векторными величинами, чем и обусловлен термин "векторное управление".

■ Сертификация

1. Преобразователи частоты Delta имеют сертификат соответствия ГОСТ Р:

СИСТЕМА СЕРТИФИКАЦИИ ГОСТ Р
ГОССТАНДАРТ РОССИИ

СЕРТИФИКАТ СООТВЕТСТВИЯ

№ РОСС TW.AE95.B07237

Срок действия с 04.04.2008 по 03.04.2011

8131344

ОРГАН ПО СЕРТИФИКАЦИИ
Рег. № РОСС RU.0001.11АЭ95
ПРОДУКЦИИ ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ "НИИ-ТЕСТ"
Юридический адрес: 127591, Москва, ул. Дубнинская, д.44а
Фактический адрес: 119121, Москва, Рублевский пер., д. 6, стр. 1, тел. (495) 241-51-36, факс (495) 241-51-36

ПРОДУКЦИЯ
Преобразователи частоты для управления электродвигателями, согласно их приложению бл. № 1879451, 1879452.
Серийный выпуск

код ОК 005 (ОКП): 34 1470

СООТВЕТСТВУЕТ ТРЕБОВАНИЯМ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ
ГОСТ 12.2.007.0-75

код ТН ВЭД России: 8504 40 990 0

ИЗГОТОВИТЕЛЬ
"Delta Electronics, Inc."
31-1 Shien Pan Road, Kuei San Industrial Park, Taoyuan Shien 33341, Taiwan. R.O.C., Тайвань (Китай)

СЕРТИФИКАТ ВЫДАН
"Delta Electronics, Inc."
31-1 Shien Pan Road, Kuei San Industrial Park, Taoyuan Shien 33341, Taiwan. R.O.C., Тайвань (Китай)

НА ОСНОВАНИИ
протокола испытаний № 3383-08 от 04.04.2008 г., ИЛ "ИЛ БТ" ООО "ИЛ ЭП ЭМС", рег. № РОСС RU.0001.21МЛ31

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ
Маркирование знаком соответствия по ГОСТ Р 50460-92 производится на потребительской упаковке и/или в сопроводительной документации. Сертификат без приложения недействителен.
Схема сертификации 3.

Руководитель органа Т.В. Заболотная
Эксперт А.В. Пенкин

Сертификат имеет юридическую силу на всей территории Российской Федерации

СИСТЕМА СЕРТИФИКАЦИИ ГОСТ Р
ГОССТАНДАРТ РОССИИ

1879451

ПРИЛОЖЕНИЕ

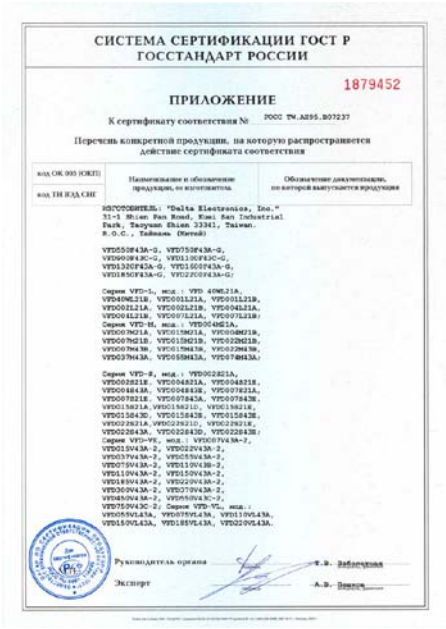
К сертификату соответствия № РОСС TW.AE95.B07237

Перечень конкретной продукции, на которую распространяется действие сертификата соответствия

код ОК 005 (ОКП) / код ТН ВЭД СНГ	Наименование и обозначение продукции, ее изготовитель	Обозначение документации, по которой выпускается продукция

ИЗГОТОВИТЕЛЬ: "Delta Electronics, Inc."
31-1 Shien Pan Road, Kuei San Industrial Park, Taoyuan Shien 33341, Taiwan. R.O.C., Тайвань (Китай)
Преобразователи частоты для управления электродвигателями:
Серия VFD-B, мод.: VFD007B43A,
VFD007B21A, VFD015B21A, VFD015B43A,
VFD015B21B, VFD022B43B, VFD022B21A, ,
VFD037B43A, VFD055B43A, VFD075B43A,
VFD110B43A, VFD150B43A, VFD185B43A,
VFD220B43A, VFD300B43A, VFD370B43A,
VFD450B43A, VFD550B43C, VFD750B43C;
Серия VFD-E, мод.: VFD002E21A,
VFD002E21B, VFD002E11B, VFD004E21A,
VFD004E21F, VFD004E11F, VFD004E43A,
VFD004E43F, VFD004E43T, VFD007E21A,
VFD007E21F, VFD007E11F, VFD007E43A,
VFD007E43F, VFD007E43T, VFD015E21A,
VFD015E43A, VFD015E43T, VFD022E21A,
VFD022E43A, VFD037E43A, VFD055E43A,
VFD075E43A, VFD110E43A;
Серия VFD-EL, мод.: VFD002EL21A,
VFD004EL21A, VFD004EL43A, VFD007EL21A,
VFD007EL43A, VFD015EL21A, VFD015EL43A,
VFD022EL21A, VFD022EL43A, VFD037EL43A;
Серия VFD-F, мод.: VFD037F43A,
VFD015F43A, VFD022F43A, VFD037F43A,
VFD055F43A, VFD075F43A, VFD110F43A,
VFD150F43A, VFD185F43A, VFD220F43A,
VFD300F43A, VFD370F43A, VFD450F43A,
VFD550F43A, VFD750F43A, VFD900F43C,
VFD1100F43C, VFD1320F43A, VFD1600F43A,
VFD185CF43A, VFD220CF43A;
Серия VFD-G, мод.: VFD055F43B-G,
VFD075F43B-G, VFD110F43A-G,
VFD150F43A-G, VFD185F43A-G,
VFD220F43A-G, VFD300F43A-G,
VFD370F43A-G, VFD450F43A-G,

Руководитель органа Т.В. Заболотная
Эксперт А.В. Пенкин


СИСТЕМА СЕРТИФИКАЦИИ ГОСТ Р
ГОССТАНДАРТ РОССИИ

1879452

ПРИЛОЖЕНИЕ

К сертификату соответствия № РОСС TW.AE95.B07237

Перечень конкретной продукции, на которую распространяется действие сертификата соответствия

код ОК 005 (ОКП) / код ТН ВЭД СНГ	Наименование и обозначение продукции, ее изготовитель	Обозначение документации, по которой выпускается продукция

ИЗГОТОВИТЕЛЬ: "Delta Electronics, Inc."
31-1 Shien Pan Road, Kuei San Industrial Park, Taoyuan Shien 33341, Taiwan. R.O.C., Тайвань (Китай)

VFD550F43A-G, VFD750F43A-G,
VFD900F43C-G, VFD1100F43C-G,
VFD1320F43A-G, VFD1600F43A-G,
VFD1850F43A-G, VFD2200F43A-G;

Серия VFD-L, мод.: VFD 40ML21A,
VFD040L21B, VFD001L21A, VFD001L21B,
VFD002L21A, VFD002L21B, VFD004L21A,
VFD004L21B, VFD007L21A, VFD007L21B;
Серия VFD-M, мод.: VFD040M21A,
VFD007M21A, VFD015M21A, VFD004M21B,
VFD007M21B, VFD015M21B, VFD022M21B,
VFD007M43A, VFD015M43A, VFD022M43A,
VFD037M43A, VFD055M43A, VFD074M43A;

Серия VFD-S, мод.: VFD002S21A,
VFD002S21E, VFD004S21A, VFD004S21E,
VFD004S43A, VFD004S43E, VFD007S21A,
VFD007S21E, VFD007S43A, VFD007S43E,
VFD015S21A, VFD015S21E, VFD015S21E,
VFD015S43D, VFD015S43E, VFD015S43E,
VFD022S21A, VFD022S21E, VFD022S21E,
VFD022S43A, VFD022S43D, VFD022S43E;
Серия VFD-VE, мод.: VFD007V43A-J,
VFD015V43A-J, VFD022V43A-J,
VFD037V43A-J, VFD055V43A-J,
VFD075V43A-J, VFD110V43A-J,
VFD150V43A-J, VFD185V43A-J,
VFD220V43A-J, VFD300V43A-J,
VFD370V43A-J, VFD450V43A-J,
VFD550V43A-J, VFD750V43C-J,
VFD750V43C-J; Серия VFD-VL, мод.:
VFD055V43A, VFD075V43A, VFD110V43A,
VFD150V43A, VFD185V43A, VFD220V43A.

Руководитель органа Т.В. Заболотная
Эксперт А.В. Пенкин

2. Преобразователи частоты Delta имеют сертификаты соответствия Европейской декларации на низковольтную аппаратуру: директивы 73/23/EEC и 93/68/EEC по стандарту EN 50178.

3. Преобразователи частоты Delta имеют сертификаты соответствия Европейской декларации по электромагнитной совместимости: директивы 89/336/EEC и 93/68/EEC по стандартам EN61800-3:2004, EN55011:1998, EN61000-6-4:2007, EN61000-6-2:2005, EN61000-4-2:2001, EN61000-4-3:2006, EN61000-4-4:2004, EN61000-4-5:2005, EN61000-4-6:2006, EN61000-4-8:2001.