

# **Общие сведения об Устройствах Плавного Пуска VLT**

# УПП. Устройство и принцип действия УПП

УПП – устройство плавного пуска – лучший способ запуска двигателя в работу на номинальную скорость вращения.

Однако УПП не подходит для регулирования работы двигателя (для управления моментом и скоростью вращения вала)



## УПП. Устройство и принцип действия УПП

Первое для чего применяют устройство плавного пуска, это конечно для снижения пусковых токов и снижения ударных нагрузок на механизм. Откуда берутся высокие пусковые токи? Пока двигатель не вращается, можно упрощенно считать, что сопротивление обмоток статора (к этим обмоткам подаётся питающее напряжение) мало, согласно закону Ома  $I=U/R$  ток будет большим. Чтобы уменьшить пусковой ток необходимо уменьшить поданное напряжение и постепенно повышать когда это сопротивление с ростом оборотов увеличится, что и делает устройство плавного пуска. Но оно выполняет и другую важную функцию управления электроприводом уменьшает пусковой момент на валу, который прямопропорционален квадрату поданного напряжения. И в третьих есть небольшая зависимость частоты вращения от поданного напряжения, и это всё вместе позволяет плавно раскручивать электродвигатель, избегая резких рывков в приводе и скачков тока.

## УПП. Устройство и принцип действия УПП

Все устройства плавного пуска представляют собой тиристорные регуляторы действующего значения напряжения, отличаются схемой регулирования, алгоритмами его изменения в зависимости от нагрузки на двигатель, сервисными функциями, и схемой регулирования.

Под схемой регулирования понимаем в скольких фазах установлены тиристорные модули, в недорогих устройствах часто применяется регулирование в двух фазах относительно третьей, это позволяет сэкономить на комплектующих, уменьшить габариты, но сильно сократить функционал устройства, и надо учитывать, что напряжение одной фазы всегда будет подано на двигатель. Регулирование в трёх фазах наиболее полнофункционально, здесь можно строить различные кривые разгона, управлять моментами, реализовать функцию энергосбережения, но тут габариты будут больше и само устройство дороже. Алгоритмы управления у производителей разные, и определяются уровнем программистов и установленным микроконтроллером. Сервисные функции позволяют оптимизировать работу устройства в различных техпроцессах, организовать удалённое управление, обеспечить защиту электродвигателю.

## УПП. Устройство и принцип действия УПП

Стоит обратить внимание на использование внешнего шунтирующего контактора(байпаса), некоторые устройства вообще не могут без него работать , зато у них значительно меньшие габариты , т.к . не нужен большой радиатор для отвода тепла от тиристорных модулей. Другие могут обходиться без него, что избавляет от дополнительных механических коммутаций в цепи, но и имеют возможность управлять байпасом. Когда можно и когда нельзя применять устройства плавного пуска??

Если стоит задача просто ограничить ток на уровне  $3x$ , а зачастую на насосах можно достичь и  $1.5$  номинальных токов двигателя, двигателю не нужно развивать максимальный момент в начале пуска( например на подъёмных механизмах, кранах, лифтах и пр.), не стоит задача управлять скоростью вращения двигателя стоит обратить внимание на устройства плавного пуска, в других случаях оправдано применение частотных преобразователей. Которые значительно дороже, но в ряде применений им нет замены.

# УПП. Модели УПП Данфосс

## Сравнение УПП Данфосс

Тип			
<b>Устройство плавного пуска VLT® MCD 100</b> – устройство из серии «установил и забыл», монтируемое на DIN-рейке; MCD 100 обеспечивает базовые функции по плавному пуску и останову	<b>Компактное устройство плавного пуска VLT® MCD 201</b> – обеспечивает основные функции плавного пуска и останова	<b>Компактное устройство пуска VLT® MCD 202</b> – аналог MCD 201, дополнительно обеспечивающий расширенные функциональные возможности плавного пуска и различные функции защиты двигателя	<b>Устройство плавного пуска VLT® MCD 500</b> – полноценное решение по пуску двигателей. Предлагает усовершенствованные методы управления пуском/остановом, а также защиту двигателя и установки
Общее представление			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Плавный пуск</li> <li>• Плавный останов</li> <li>• 0,1 – 11 кВт при 400 В</li> <li>• Сетевое напряжение 208 – 600 В</li> <li>• Управляющее напряжение 24 – 480 В переменного/постоянного тока</li> <li>• Тиристорное управление по двум фазам</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Плавный пуск</li> <li>• Плавный останов</li> <li>• 7,5 – 110 кВт при 400 В</li> <li>• Сетевое напряжение 200 – 575 В</li> <li>• Управляющее напряжение 110 – 440 В переменного тока или 24 В переменного/постоянного тока</li> <li>• Тиристорное управление по двум фазам</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Пуск с токоограничением</li> <li>• Плавный останов</li> <li>• Защита двигателя</li> <li>• 7,5 – 110 кВт при 400 В</li> <li>• Сетевое напряжение 200 – 575 В</li> <li>• Управляющее напряжение 110 – 440 В переменного тока или 24 В переменного/постоянного тока</li> <li>• Тиристорное управление по 2 фазам</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Усовершенствованный плавный пуск и плавный останов</li> <li>• Защита двигателя и системы</li> <li>• 7,5 – 850 кВт при 400 В (21 – 1600 А)</li> <li>• Сетевое напряжение 200 – 690 В</li> <li>• Управляющее напряжение 110 – 220 В переменного тока или 24 В переменного/постоянного тока</li> <li>• Тиристорное управление по трем фазам</li> </ul>
Пуск/останов			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Регулировка времени нарастания напряжения</li> <li>• Регулируемый пусковой крутящий момент</li> <li>• Функция импульсного прямого пуска</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Регулировка времени нарастания напряжения</li> <li>• Регулируемый начальный крутящий момент</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Пуск с ограничением тока</li> <li>• Разгон с начальной величины тока</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Адаптивное управление ускорением</li> <li>• Пуск с ограничением тока</li> <li>• Пуск с линейным увеличением тока</li> <li>• Два набора параметров</li> <li>• Импульсный пуск</li> <li>• Пониженная скорость</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Регулировка времени снижения напряжения</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Регулировка времени снижения напряжения</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Регулировка времени снижения напряжения</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Адаптивное управление замедлением</li> <li>• Плавный останов с регулируемым временем снижения напряжения</li> <li>• Торможение выбегом</li> <li>• Функция торможения постоянным током по трем фазам</li> <li>• Функция плавного торможения</li> </ul>

# УПП. Модели УПП Данфосс

## Сравнение УПП Данфосс

Защита			
<b>Устройство плавного пуска VLT® MCD 100</b>	<b>Компактное устройство плавного пуска VLT® MCD 201</b>	<b>Компактное устройство пуска VLT® MCD 202</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Перегрузка двигателя (класс с регулируемым отключением)</li> <li>• Превышение времени пуска</li> <li>• Обратное чередование фаз</li> <li>• Вход термистора двигателя</li> <li>• К.з. тиристора – пуск не выполняется</li> <li>• Неисправность питания – пуск не выполняется</li> <li>• Мгновенная перегрузка</li> </ul>	<b>Устройство плавного пуска VLT® MCD 500</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Защитные функции MCD 202 +</li> <li>• Минимальный ток</li> <li>• Асимметрия тока</li> <li>• Перегрев устройства пуска</li> <li>• Отсрочка повторного пуска</li> <li>• Предупреждение перед отключением</li> <li>• Регулируемая чувствительность асимметрии фаз               <ul style="list-style-type: none"> <li>– Программируемое отключение по входу</li> <li>– Отключение при обрыве фазы</li> <li>– Отключение при коротком замыкании тиристора</li> <li>– Перегрузка реле внутреннего байпаса</li> <li>– Отказ реле внутреннего байпаса</li> </ul> </li> <li>• Полностью регулируемая защита</li> <li>• Таймаут при обмене данных</li> <li>• Перегрев радиатора</li> <li>• Отказ элемента питания/часов</li> <li>• Частота питания</li> <li>• Внешнее отключение</li> </ul>
Выходы			
	Одно выходное реле: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Управление линейным контактором</li> </ul>	Два выходных реле: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Управление линейным контактором</li> <li>• “в работе” / “отключен”</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Три программируемых выходных реле</li> <li>• Программируемый выход аналоговых данных</li> <li>• Вход термистора двигателя</li> </ul>
Управление			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Универсальное двухпроводное управление</li> <li>• Параметрирование при помощи трех поворотных переключателей</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Двух- или трехпроводное управление</li> <li>• Параметрирование при помощи трех поворотных переключателей</li> <li>• Кнопка перезапуска</li> </ul> <p><b>Дополнительно:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Модули последовательной связи</li> <li>• Комплект дистанционного управления</li> <li>• ПО для компьютера</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Двух- или трехпроводное управление</li> <li>• Параметрирование при помощи восьми поворотных переключателей</li> <li>• Кнопка перезапуска</li> </ul> <p><b>Дополнительно:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Модули последовательной связи</li> <li>• Комплект дистанционного управления</li> <li>• ПО для компьютера</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Графический дисплей (поддержка восьми языков, включая русский)</li> <li>• Меню быстрой настройки и меню приложений</li> <li>• Кнопки для пуска, останова, перезапуска и дистанционного управления</li> <li>• Входы для двух- и трехпроводного управления</li> </ul> <p><b>Дополнительно:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Модули последовательной связи</li> <li>• Комплект дистанционного управления</li> <li>• ПО для компьютера</li> </ul>
Другие функции			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Надежное полупроводниковое устройство, обеспечивающее неограниченное число пусков в час, светодиодная индикация, IP 20</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Встроенный байпас, обеспечивающий минимальные размеры и значения тепловыделения во время работы в номинальном режиме</li> <li>• Светодиодная индикация состояния</li> <li>• IP 20 (7,5 – 55 кВт при 400 В)</li> <li>• IP 00 (75 – 110 кВт при 400 В)</li> <li>• Комплект для обеспечения доп. защиты</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Встроенный байпас, обеспечивающий минимальные размеры и значения тепловыделения во время работы в номинальном режиме</li> <li>• Светодиодная индикация состояния</li> <li>• IP 20 (7,5 – 55 кВт при 400 В)</li> <li>• IP 00 (75 – 110 кВт при 400 В)</li> <li>• Комплект для обеспечения доп. защиты</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Байпасный контактор (до 110 кВт)</li> <li>• Изменяемое положение шин (от 360 А)</li> <li>• Таймеры работы</li> <li>• Пониженная скорость – работа на малых оборотах</li> <li>• Автоматический перезапуск</li> <li>• Работа в аварийном режиме</li> <li>• Журнал 99 событий</li> <li>• Журнал отключений</li> <li>• Отображение графиков рабочих характеристик</li> <li>• Режим моделирования работы</li> </ul>

## **УПП. Байпасный контактор УПП**

### **Встроенные и внешние шунтирующие контакторы и система байпас в устройствах плавного пуска**

Байпас- это внутреннее или внешнее шунтирование устройства (плавного пуска, частотного преобразователя), (выключение устройства из управления двигателем, подача напряжения питания напрямую из сети, в обход устройства).

Как это работает? Устройство плавного пуска постепенным увеличением напряжения разгоняет электродвигатель до номинальных оборотов, ток двигателя стабилизируется. И в этот момент происходит с помощью встроенного контактора подключение напрямую к питающей сети, в обход устройства плавного пуска. Если устройство потом выполняет торможение, то контактор подключает двигатель перед остановкой назад к устройству плавного пуска.

# УПП. Модельный ряд УПП Данфосс

## Модельный ряд УПП Данфосс

Таблица типоразмеров VLT® Soft Starter MCD 100

Модель	Мощность (кВт)	Номинальный ток (А)	Размеры (мм) В x Ш x Г
MCD100	1,5	3 А: 5-5:10 (AC 53b)	102 x 22,5 x 124
	7,5	15 А: 8-3: 100-3000 (AC 53a)	110 x 45 x 128
	11	25 А: 6-5:100-480 (AC 53a)	110 x 90 x 128

Встроенный Байпассный контактор

Таблица типоразмеров VLT® MCD 200

Модель	Мощность (кВт)	Номинальный ток AC-53b* (А)	Размеры (мм) В x Ш x Г
MCD201/ MCD202	7,5	18 А: 4-6: 354	203 x 98 x 165
	15	34 А: 4-6: 354	
	18	42 А: 4-6: 354	
	22	48 А: 4-6: 354	
	30	60 А: 4-6: 354	
	37	75 А: 4-6: 594	215 x 145 x 193
	45	85 А: 4-6: 594	
	55	100 А: 4-6: 594	
	75	140 А: 4-6: 594	
	90	170 А: 4-6: 594	
110	200 А: 4-6: 594	240 x 202 x 214	

Встроенный Байпассный контактор

\* Пример: AC-53b: 42А: 4-6: 354. Пусковой ток, макс. 4 x ТПН (42А) в теч. 6 секунд. Миним. время между пусками 354 секунд. ТПН – ток полной нагрузки

# УПП. Модельный ряд УПП Данфосс

## Модельный ряд УПП Данфосс

Таблица типоразмеров VLT® MCD 500

Мощность двигателя (кВт)	Код корпуса	Пусков в час	Макс. ТПН	Номинальный ТПН (40°C, 1000 м), соединение двигателя "в треугольник"					
				Легкий режим 300%, 30 с, внутренний байпас	Средний режим 400%, 20 с, внутренний байпас	Тяжелый режим 450%, 30 с, внутренний байпас			
11	G1 <i>(без вентилятора)</i>	10	23	21	17	15			
18,5		10	43	37	31	26			
22		10	50	43	37	30			
25		10	53	53	46	37			
30	G1	6	76	68	55	47			
37		6	97	84	69	58			
45		6	100	89	74	61			
55		6	105	105	95	78			
55	G2	6	145	131	106	90			
75		6	170	141	121	97			
90		6	200	195	160	134			
110		6	220	215	178	149			
Мощность двигателя (кВт)	Код корпуса	Пусков в час	Макс. ТПН	Без байпаса	Внешний байпас	Без байпаса	Внешний байпас	Без байпаса	Внешний байпас
132	G3x	6	255	245	255	195	201	171	176
185	G4x	6	360	360	360	303	310	259	263
200		6	380	380	380	348	359	292	299
220		6	430	428	430	355	368	301	309
315		6	620	595	620	515	540	419	434
335	G5x	6	650	619	650	532	561	437	455
445		6	790	790	790	694	714	567	579
500		6	930	927	930	800	829	644	661
650		6	1200	1200	1200	1135	1200	983	1071
750	G5x	6	1410	1410	1410	1187	1319	1023	1114
850		6	1600	1600	1600	1433	1600	1227	1353

Встроенный Байпасный контактор

~~Встроенный Байпасный контактор~~

Примечание: Для точного выбора рекомендуется использовать программу WinStart Soft Starter.

## **УПП. Преимущества и недостатки УПП**

### **Преимущества использования устройств плавного пуска:**

- снижение бросков тока в статоре электродвигателя в момент его запуска;
- обеспечение полного контроля перегрузок двигателя;
- устранение рывков в приводном механизме, что повышает эксплуатационный срок всего оборудования;
- устранение гидравлических ударов в трубопроводах при запуске насосных агрегатов;
- управление остановкой электродвигателя в заданный момент времени;
- при отключении в аварийной ситуации такое устройство обеспечивает предельное быстрое действие.

### **Недостатки использования устройств плавного пуска:**

- нельзя регулировать скорость электродвигателя в установившемся режиме;
- нельзя реверсировать направление вращения двигателя;