

Назначение

Устройства плавного пуска однофазных электродвигателей серии ES-1P-02 (далее ES-1P-02 или УПП) представляют собой интеллектуальные динамические контроллеры-оптимизаторы электрических двигателей с однофазным питанием и предназначены для:

1. Плавного запуска и останова электродвигателей по:
 - а) нажатию клавиш на встроенной панели управления или
 - б) подаче питания на вход/снятию питания со входа УПП или
 - в) внешнему сигналу, подаваемому на управляющий вход.
2. Защиты двигателей от перегрузки.
3. Оптимизации энергопотребления асинхронных электрических двигателей в зависимости от нагрузки (режим энергосбережения и коррекции коэффициента мощности).
4. Управления скоростью коллекторных электродвигателей.

Внешний вид, а также габаритные и монтажные размеры устройств приведены на рисунке 1.

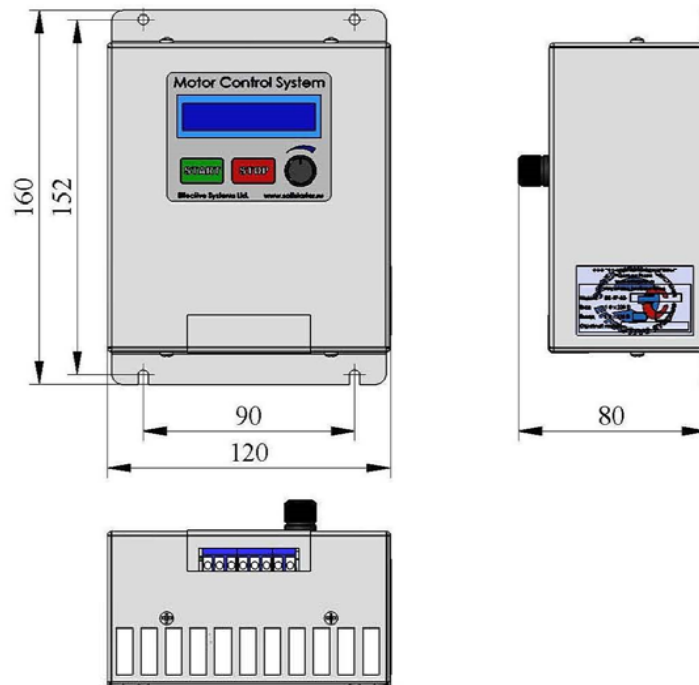


Рис. 1 Внешний вид, габаритные и монтажные размеры УПП ES-1P-02

Принцип работы устройства плавного пуска серии ES-1P-02 с однофазными асинхронными электрическими двигателями

Асинхронные электрические двигатели являются наиболее часто применяемыми устройствами для привода промышленных и бытовых машин и механизмов. Это обусловлено их относительно низкой стоимостью, относительно высоким КПД, простотой конструкции и, следовательно, их надежностью.

Основные проблемы, возникающие при эксплуатации таких двигателей, сводятся к невозможности согласования развиваемого ими механического крутящего момента с тормозящим моментом нагрузки, как во время пуска, так и во время работы, а также высокий пусковой ток.

Во время пуска крутящий момент обычно достигает 150-200% от номинального значения. Он ускоряет нагрузку до достижения полной скорости вращения за доли секунды, что может привести к выходу из строя кинематической цепи привода. В то же самое время пусковой ток может быть в 8-10 раз больше номинального, порождая проблемы со стабильностью питания и повышенным износом электрической части оборудования.

Когда двигатель работает с пониженной нагрузкой, его КПД падает вследствие того, что создаваемый магнитный поток слишком велик по отношению к магнитному потоку, достаточному для создания крутящего момента, необходимого для преодоления тормозящего момента нагрузки.

Типичный трехфазный асинхронный электродвигатель, работающий с полной нагрузкой, обладает относительно высоким КПД, достигающим 80-96%. Однако, как показано на рисунке 2, КПД двигателя резко падает, если нагрузка снижается. Падение КПД особенно ощутимо, когда нагрузка снижается до значений менее 50% от номинальной. В действительности электродвигатели довольно редко работают на полную мощность. Подавляющее большинство двигателей работают с нагрузкой, значительно ниже номинальной вследствие того, что при проектировании электропривода они были выбраны с так называемым «конструктивным запасом», а так же из-за естественных колебаний нагрузки в условиях конкретного технологического процесса.

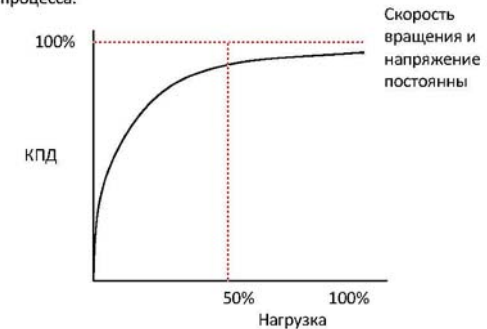


Рис. 2 КПД асинхронного электродвигателя

В тех случаях, когда нет возможности или необходимости изменять скорость вращения электродвигателя, устройство плавного пуска серии ES-1P-02 позволяет экономить электроэнергию, потребляемую двигателями при их работе на пониженных нагрузках.

Не столь современные, как ES-1P-02, устройства плавного пуска по окончании программы разгона сохраняют полную электропроводность, вследствие чего двигатель ведет себя так же, как если бы он был подключен напрямую к питающей сети, либо шунтируются контакторами, коммутирующими электродвигатель напрямую к питающей сети во избежание потерь электроэнергии на внутреннем сопротивлении полупроводниковых переходов открытых тиристоров. Однако при пониженных нагрузках и полной подаче напряжения асинхронные электродвигатели всегда получают избыточный ток намагничивания, расходующийся в том числе

на перемноживание созданного им же в предыдущий момент времени избыточного магнитного поля. Путем непрерывного контроля нагрузки и изменения напряжения на клеммах двигателя по определенному алгоритму, УПП ES-1P-02 экономит часть энергии возбуждения и снижает потери (пропорциональные квадрату тока, который снижается при понижении напряжения), а также улучшает коэффициент мощности в тех случаях, когда электродвигатель используется неэффективно с пониженной нагрузкой.

Механический момент, создаваемый асинхронным электродвигателем, зависит как от приложенного напряжения, так и от скольжения (показатель «запаздывания» вращения ротора относительно поля статора). Чем меньший момент нагрузки приложен к ротору, тем больше ротор «догоняет» поле статора (скольжение уменьшается), тем дальше двигатель переходит в менее экономичный режим. Если соответствующим образом снизить напряжение питания, подаваемое на двигатель, скольжение вернется к номинальному значению. Рисунок 3 иллюстрирует описанный процесс на примере механических характеристик двигателя при различных значениях напряжения, приложенного к обмоткам. При этом снизятся ток, протекающий через обмотки двигателя, и потребляемая мощность, пропорциональная произведению напряжения и тока, потери уменьшатся, КПД двигателя возрастет.

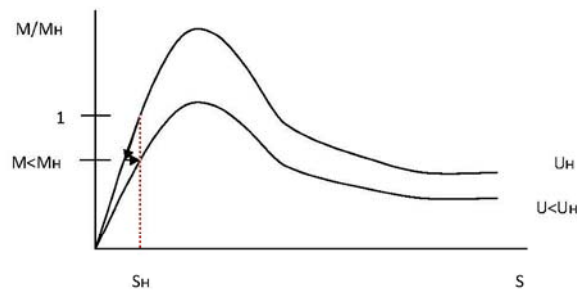


Рис. 3 Механические характеристики электродвигателя при различных значениях напряжения питания

Для снижения напряжения УПП ES-1P-02 использует традиционную для устройств плавного пуска схему встречно-параллельно включенных тиристоров (см. рисунок 4). Тиристор – электронный прибор, представляющий собой управляемый диод. Он открывается при подаче управляющего импульса и закрывается при переходе проходящего через него тока через ноль. Открывая тиристор с большей или меньшей задержкой по времени, возможно «вырезать» соответствующую часть синусоиды питающего напряжения. Эпюры напряжения на выходе тиристорного блока представлены на рисунке 5. Таким образом, среднее напряжение на выходе устройства будет меняться пропорционально изменению времени задержки открытия тиристора. Поскольку подобный принцип регулирования напряжения предполагает что в те интервалы времени, когда тиристоры остаются закрытыми, ток через обмотки двигателя не протекает, отбора мощности из питающей сети в эти моменты не происходит. Ротор электродвигателя в эти интервалы времени вращается по инерции.

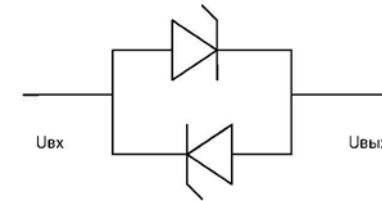


Рис. 4 Встречно-параллельно включенные тиристоры

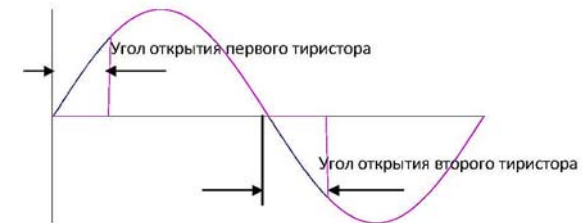


Рис. 5 Напряжение на выходе встречно-параллельной тиристорной пары

Для определения оптимального момента открытия тиристоров берется в расчет следующее. Обмотки двигателя представляют собой активно-индуктивную нагрузку. Активная часть сопротивления зависит только от температуры обмотки. Реактивное (индуктивное) сопротивление зависит от момента нагрузки, приложенного к ротору двигателя. Его величина тем больше, чем меньший момент нагрузки приложен. Величина реактивного сопротивления влияет на фазовый сдвиг между напряжением и током в цепи (см. рисунок 6). Таким образом, измеряя фазовый сдвиг, можно однозначно судить о величине нагрузки по отношению к номинальной. Снижение напряжения соответственно уменьшению величины нагрузки приводит к уменьшению индуктивной части сопротивления. Вследствие этого, помимо уже упомянутого снижения потребления активной мощности при понижении напряжения, снижение активной части тока уменьшает потери, равные произведению квадрата тока на активное сопротивление обмоток. Поскольку реактивный ток, как и активный, греет проводники, его снижение так же приводит к уменьшению активного сопротивления обмоток двигателя, что обеспечивает дополнительную экономию энергии, выделявшейся в виде тепла, причем не только в обмотках электродвигателя, но и в фидерах (электропроводке). Кроме того, уменьшение реактивной части сопротивления снижает отрицательное влияние реактивной нагрузки на питающую сеть, уменьшая фазовый сдвиг между током и напряжением, а так же реактивную мощность.

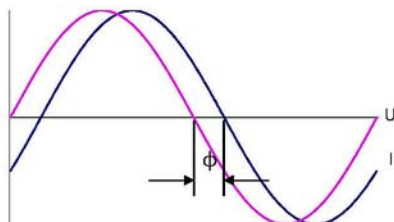


Рис. 6 Фазовый сдвиг между напряжением и током

Используя мощный микроконтроллер, УПП ES-1P-02 мгновенно оценивает нагрузку на валу двигателя, сравнивает ее с конструктивной и в случае пониженной нагрузки снижает напряжение, подаваемое на двигатель, добиваясь того, чтобы двигатель работал на своем расчетном скольжении и, как следствие, с максимальным КПД. При этом скорость вращения двигателя не изменяется. Время реакции ES-1P-02 на изменение нагрузки составляет сотую долю секунды, что позволяет отслеживать режим максимального КПД даже при динамично меняющихся нагрузках. Благодаря наличию следящих цепей, задействованных при реализации функции энергосбережения и коррекции коэффициента мощности, а также тому что УПП ES-1P-02 по элементной базе и по отводу тепла рассчитаны на тяжелые энергетические и тепловые режимы они обеспечивает запуск оборудования, характеризующегося тяжелыми и очень тяжелыми пусковыми режимами «номинал в номинал», с чем не справляются обычные устройства плавного пуска.

На сегодняшний день по совокупности потребительских качеств и цены аналогов данному оборудованию на рынке нет.

Технические характеристики

Таблица 1. Технические характеристики и условия эксплуатации

Номинальное рабочее напряжение (Un), В	(115...220)±10%
Номинальные мощности, кВт	0,4
	0,75
	1,5
	2,2
	3,0
	4,0
Диапазон номинальных токов подключаемых электродвигателей, А / Ток защиты, А	0,4 кВт: 1,0...3,1 / 3,7 0,75 кВт: 1,0...5,6 / 6,7 1,5 кВт: 1,0...10 / 12 2,2 кВт: 1,0...16 / 19,2 3,0 кВт: 1,0...19 / 22,8 4,0 кВт: 1,0...25 / 30
Диапазон начального (опорного) напряжения, % от номинального напряжения электродвигателя	40...90 (10...90 для коллекторных двигателей)
Дискретность настройки начального уровня напряжения, % от номинального напряжения электродвигателя	1
Время разгона, с	0...40 (0 – прямой запуск)
Дискретность настройки времени разгона, с	1
Время торможения, с	5...40
Дискретность настройки времени торможения, с	1
Количество пусков в час	до 20 равномерно распределённых во времени
Режимы функции энергосбережения	Выключен, Ручной, Автоматический
Режим дистанционного управления	Есть
Режим автоматического запуска	Есть
Конечный уровень напряжения, % от номинального напряжения электродвигателя	100 (20...100 для коллекторных двигателей)
Дискретность настройки конечного уровня напряжения, % от номинального напряжения электродвигателя	1
Время торможения при ручном режиме функции энергосбережения, с	5...30
Дискретность настройки времени торможения при ручном режиме функции энергосбережения, с	1
Уровень экономии при ручном режиме функции энергосбережения, %	30...90
Дискретность настройки уровня экономии при ручном режиме функции энергосбережения, %	1
Климатическое исполнение	УХЛ4
Диапазон рабочих температур, °С	-10...+40
Относительная влажность, %, не более	95, конденсация недопустима
Высота над уровнем моря, м, не более	1000
Степень защиты	IP20

Подключение и быстрый ввод в эксплуатацию

Внимание!

Перед подключением необходимо проверить электрические линии на предмет нарушения изоляции и качества электрического контакта в местах соединений.

Обратите внимание на то, что при использовании в силовой цепи электродвигателей силового полупроводникового оборудования автоматические выключатели должны быть выбраны таким образом, чтобы их номинальные токи в 1,5-2 раза были выше номинальных токов электродвигателей.

Произведите монтаж УПП на вертикальной поверхности - стене или панели электротехнического шкафа. Габаритные и монтажные размеры приведены на рисунке 1. Необходимо обеспечить минимальные расстояния до окружающих поверхностей, равные 100 мм по бокам и 200 мм сверху и снизу.

Выполните электрические соединения. Внешний вид клеммной колодки приведен на рисунке 7.

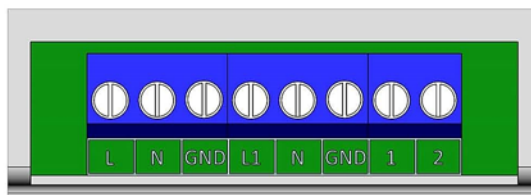


Рис. 7 Внешний вид клеммной колодки

L - клемма подключения фазы источника питания

N - клеммы подключения нейтрали источника питания и электродвигателя

GND - клеммы заземления

L1 - клемма подключения фазы электродвигателя

1,2 - сигнальные клеммы внешнего запуска (сигнал внешний "сухой контакт" - при замыкании контактов двигатель запускается, при размыкании - останавливается).

Соединения следует выполнять многожильными медными проводниками сечений, выбранных исходя из номинала нагрузки (электродвигателя).

Внимание! Некорректное подключение может привести к повреждению электрооборудования и/или УПП, не покрываемому гарантийными обязательствами.

Подайте на УПП электрическое питание. При подаче питания на дисплей кратковременно выдается заставка «EFFECTIVE SYSTEMS», затем сообщение «УПП», версия программного обеспечения и серийный номер изделия.

—* EFFECTIVE *—
—* SYSTEMS *—

УПП ESOF_v1.0
SN:17001

При выключенном автоматическом запуске УПП переходит в основной цикл ожидания (ОЦО), при этом на дисплей выдается сообщение «Остановлен».

Остановлен
---% --- 00,00 A

Для запуска с клавиатуры нажмите **START**, для останова **STOP**. После запуска индикация дисплея примет вид

Разгон 9сек
51% --- 00,2A A

Примечание. Реальные относительное значение напряжения и значение тока будут отличаться от приведенных на данной и последующих иллюстрациях, и будут изменяться в процессе запуска и работы.

Если функция экономии не активна, по окончании запуска индикация дисплея примет вид

Работает
100% --- 00,2A A

Если функция экономии активна, по окончании запуска индикация дисплея примет вид

Переход в эконо
79% --- 00,1A P

После нажатия кнопки **STOP** при включенной функции плавного останова индикация дисплея примет вид

Торможение 8сек
89% --- 00,1A A

При включенной функции экономии в правом нижнем углу высвечивается символ «А» - автоматический режим экономии или «Р» - ручной

Остановлен
---% --- 00,00 A

Остановлен
---% --- 00,00 P

Навигация по меню

Навигация по меню осуществляется с помощью цифрового потенциометра (энкодера).

Вход в меню параметров (из ОЦО) - нажатие ручки энкодера.

Перемещение по списку параметров - вращение ручки энкодера.

Переход из меню параметров в подменю выбранного параметра - нажатие ручки энкодера.

Изменение значения параметра - вращение ручки энкодера.

Сохранение установленного значения параметра и выход из подменю параметра - нажатие ручки энкодера.

Выход из подменю параметра в меню без сохранения значения - нажатие ручки энкодера.

Возврат из меню в ОЦО - нажатие кнопки **STOP**.

Описание параметров, задаваемых через основное меню

Основными параметрами, определяющими разгонную характеристику, являются **Время разгона**, и **Начальный уровень** (напряжения). Настройка этих параметров с учетом номинала двигателя, типа привода и особенностей технологического процесса позволяет добиться оптимальных характеристик процесса запуска оборудования.

Таблица 2. Параметры, задаваемые через основное меню

Время разгона – продолжительность работы функции плавного запуска, то есть время, за которое напряжение будет увеличено с начального (опорного) до максимального уровня. Диапазон возможных значений 5...40 сек. Значение по умолчанию 5 сек.	Время Разгона 10 сек
Начальный уровень (в % от номинального напряжения электродвигателя) определяет опорное напряжение, то есть уровень, с которого напряжение начнет повышаться в процессе работы программы плавного запуска. Необходимо выставить такое значение параметра, чтобы вращение ротора двигателя начиналось сразу после подачи команды на запуск. Диапазон возможных значений: 40...90% – для асинхронных двигателей; 10...90% – для коллекторных двигателей (опционально). Значение по умолчанию 75%.	Начальн. уровень 40 %
Коэффициент мощности $\cos \phi$ – значение с шильдика электродвигателя (опционально). Значение по умолчанию 0,60.	Cosφ 0,57
Режим Экономии Возможные значения: Выкл, Ручной, Автоматический. Значение по умолчанию Выкл.	Режим Экономии Выкл
Время торможения – время плавного снижения выходного напряжения после подачи команды останова. Возможные значения: Выкл, 1...40 сек. Значение по умолчанию Выкл.	Время торможения Выкл Время торможения > 10 сек
Ток защиты задает ограничение выходного тока. При превышении заданного значения дольше 7 секунд электродвигатель будет остановлен, а на дисплей будет выдано сообщение «Авария по току».	Ток защиты 10,0 А ВНИМАНИЕ !!! Авария по току

Номинал, кВт	Диапазон токов защиты, А	Ток защиты по умолчанию, А
0,4	1,0...3,7	3,7
0,75	1,0...6,7	6,7
1,5	1,0...12	12
2,2	1,0...19,2	19,2
3,0	1,0...22,8	22,8
4,0	1,0...30	30

Дистанционное управление обеспечивает запуск УПП внешним сигналом путем замыкания цепи между соответствующими контактами клеммной колодки (внешний «сухой контакт»). В режиме дистанционного управления кнопка START на клавиатуре блокируется. Значение по умолчанию Выкл.	Дист. управление Выкл Дист. управление > Вкл
Автостарт позволяет начать запуск сразу после подачи питания, без использования кнопки START . Значение по умолчанию Выкл.	Автостарт Выкл Автостарт > Вкл
Конечный уровень (в % от номинального напряжения электродвигателя) определяет максимальную скорость для коллекторных электродвигателей (опционально). Диапазон возможных значений: 20...100 Значение по умолчанию 100%.	Конечный уровень 100 %
Время торможения в режиме ручной экономии определяет задержку перехода из режима работы без экономии в режим экономии. Диапазон возможных значений 5...30 сек. Значение по умолчанию 5 сек.	Врем. торм. руч. эк 05 сек
Уровень в режиме ручной экономии (в % от номинального напряжения электродвигателя) определяет минимальное напряжение в указанном режиме. Подбирается эмпирическим путем в режиме работы с отключенным режимом экономии путем ручного изменения выходного напряжения ручкой энкодера. Диапазон возможных значений 30...90%. Значение по умолчанию 60%.	Уровень руч. экон 60 %

Настройка уровня ручной экономии

1. Режим экономии должен быть выключен – необходимо убедиться, что в правом нижнем углу дисплея не отображаются символы «Р» или «А».
2. Запустить электродвигатель. Нажав и удерживая кнопку энкодера путем ее поворота плавно уменьшать выходной уровень УПП, одновременно контролируя выходной ток.
3. Оптимальным считается уровень, ниже которого ток на выходе начинает возрастать, либо двигатель начинает работать нестабильно.

Автоматический режим экономии

В автоматическом режиме экономии происходит разовое понижение уровня напряжения с одновременным контролем тока на выходе устройства. Дальнейшая работа осуществляется на автоматически определенном таким образом уровне напряжения. Наибольшая эффективность как ручного, так и автоматического режимов экономии имеет место на холодильный компрессорах, а также других электроприводах, характеризующихся понижением нагрузки после выхода электродвигателя на номинальную скорость.

Перечень диагностируемых ошибок

УПП имеет встроенные средства диагностики и самодиагностики основных сбоев. Сообщения о сбоях отображаются на дисплее.

Таблица 3. Диагностируемые сбои, их возможные причины и способы устранения

Индикация на дисплее	Возможные причины	Способы решения
Перегрев	Перегрузка	Убедиться что электродвигатель и приводимое оборудование исправны и не перегружены. Выбрать номинал УПП в соответствии с электрическими параметрами двигателя с поправкой на частоту запусков.
	Слишком частые запуски	Выбрать номинал УПП в соответствии с электрическими параметрами двигателя с поправкой на частоту запусков
Авария по току	Значение тока, заданное в целях защиты от перегрузки, превышено в течение 7 секунд или более	Убедиться что электродвигатель и приводимое оборудование исправны и не перегружены. Выбрать номинал УПП в соответствии с электрическими параметрами двигателя.
Нет сигнала FU	Неисправность УПП (возможное последствие короткого замыкания на выходе)	Обратиться в сервисный центр

Гарантийные обязательства и ремонт

При соблюдении правил монтажа и эксплуатации гарантийный срок на УПП составляет период времени, указанный в паспорте на изделие и исчисляется со дня передачи потребителю.

Гарантийный / послегарантийный ремонт осуществляется в сервисном центре ООО «Эффективные Системы».

Условия гарантийного обслуживания изложены в гарантийном талоне.

ПО ВСЕМ ВОПРОСАМ, СВЯЗАННЫМ С ПОДКЛЮЧЕНИЕМ И НАСТРОЙКОЙ
ИЗДЕЛИЯ ВЫ МОЖЕТЕ ОБРАТИТЬСЯ В
ОТДЕЛ ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ ООО «ЭФФЕКТИВНЫЕ СИСТЕМЫ»
ПО ТЕЛЕФОНУ (495) 580-21-31, доб. 2

Внимание! Прежде чем позвонить, пожалуйста, внимательно ознакомьтесь с данной инструкцией - это сэкономит Ваше время.