

Национальный горный университет
ООО «Шнейдер Электрик Украина»

Авторизованный учебный центр
компании «Шнейдер Электрик»

ПРОГРАММИРОВАНИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ ALTIVAR 31

Методические материалы
для слушателей курсов повышения квалификации
и студентов специальности 7.092203
«Электромеханические системы автоматизации и электропривод»

Составили: проф. Н.Н. Казачковский,
асс. Д.В. Якупов



Днепропетровск

2006

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	2
1 ПРИНЦИПЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ С РАБОЧЕГО ТЕРМИНАЛА	3
1.1 Основные понятия	3
1.2 Встроенный терминал и его меню	4
2 ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ, ОТОБРАЖАЕМЫХ В ПРОЦЕССЕ РАБОТЫ	7
3 ВВОД ПАРАМЕТРОВ ДВИГАТЕЛЯ И АВТОПОДСТРОЙКА	9
4 ОГРАНИЧЕНИЕ НАГРУЗОК	10
5 ТАХОГРАММЫ РАЗГОНА И ТОРМОЖЕНИЯ	10
6 ЗАКОНЫ УПРАВЛЕНИЯ	13
7 ВХОДЫ/ВЫХОДЫ	15
7.1 Принципы конфигурирования логических входов	15
7.2 Аналоговые входы	18
7.3 Аналоговый/дискретный выход	19
7.4 Релейные выходы	20
8 КАНАЛЫ УПРАВЛЕНИЯ И ЗАДАНИЯ	20
8.1 Каналы задания	21
8.2 Каналы управления	24
9 ПРИКЛАДНЫЕ ФУНКЦИИ	24
9.1 Пошаговая работа	25
9.2 Предварительно заданные скорости	26
9.3 Быстрее-медленнее	27
9.4 Управление окончанием хода	28
9.5 ПИ-регулятор	29
9.6 Способы остановки привода	32
9.7 Второе ограничение тока	34
9.8 Переключение темпов	34

9.9	Переключение двигателей	35
9.10	Сохранение и восстановление конфигурации. Макроконфигурации	35
10	ЗАЩИТЫ И НЕИСПРАВНОСТИ	36
10.1	Активизация защит	36
10.2	Индикация неисправностей	38
11.3	Работа ПЧ после неисправности	38
	Литература	40
	Приложение. Перечень параметров по алфавиту кодов	41

ВВЕДЕНИЕ

Целью данного пособия является помощь в изучении системы программирования преобразователя частоты (ПЧ) *Altivar 31* производства компании *Schneider Electric*. Оно не является исчерпывающим и не может полностью заменить фирменное «Руководство по программированию» [1]. Здесь рассмотрены лишь основные меню и параметры, необходимые для большинства применений. Коммуникационные возможности и программирование встроенного логического контроллера не рассматриваются.

Порядок изложения несколько отличается от порядка, принятого в «Руководстве по программированию». Изложение ведется не столько по меню, сколько по решаемым задачам. Такой порядок изложения авторам представляется более логичным. По мере возможности рассмотрение многих параметров сопровождается необходимыми для понимания комментариями, а также примерами. В Приложении приведен список параметров по алфавиту кодов, с помощью которого можно найти расположение и описание искомого параметра.

1. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ

1.1. Основные понятия

Программирование преобразователя частоты (т.е. приспособление его к конкретной прикладной задаче) производят путем изменения его настраиваемых параметров (таких, как частота коммутации, длительность разгона, номинальная частота питания двигателя, закон управления двигателем, назначение логического входа и т.п.). Каждый из таких параметров имеет код и ряд значений. Код состоит из нескольких символов (до 4 латинских букв или цифр, например, AC2, CHCF). Присвоение параметру нужного значения и является содержанием программирования. Значения параметров могут быть разного типа:

- цифровыми (как, например, значение максимальной частоты HSP=60 Гц);
- текстовыми (Cd1=tEr или LOC, tUS=tAb, FAIL или dOnE).

Существуют три типа параметров:

- параметры отображения, лишь индицируемые, но не подлежащие изменению;
- параметры настройки, доступные для изменения при работе и остановке;
- параметры конфигурации, изменяемые только при остановке и лишь отображаемые в процессе работы ПЧ.

текстовыми (Cd1=tEr или LOC, tUS=tAb, FAIL или dOnE).

Параметры для удобства доступа упорядочены в тематические меню и подменю (вложенные меню). Некоторые параметры для удобства одновременно присутствуют в нескольких меню.

Совокупность нескольких тематически близких параметров, реализующих некоторую прикладную задачу (например, управление электромагнитным тормозом, пропуск частотного окна, переключение темпов и т.п.) называют функцией. Зачастую параметры, реализующие одну прикладную функцию, размещаются в общем подменю и становятся доступными только после ее активации.

Для удобства чтения данного пособия приняты следующие правила написания кодов меню (параметров), а также значений последних:

- коды меню (подменю) и параметров встроенного терминала даются в виде, максимально приближенном к индикации на терминале, причем код меню (подменю) всегда заканчивается тире (например, drC- для меню и SFr для параметра);
- текстовое значение параметра также дается в виде, максимально приближенном к индикации на терминале (например, tEr, dOnE);
- в выражениях типа tUn=YES слева от знака равенства расположено имя параметра, справа – присвоенное ему значение.

Некоторые параметры изменяются только автоматически и служат лишь для чтения (например, tUS=PROG). Часть параметров можно изменять при вращающемся двигателе, остальные – только при неподвижном. Совокупность значений параметров образует конфигурацию ПЧ. Ее можно сохранить для последующего использования.

Каждый из параметров имеет значение по умолчанию (заводская настройка), к которому можно всегда вернуться. Некоторые параметры связаны друг с другом. Вследствие этого одни параметры могут стать доступными только при определенных значениях другого. Кроме того, в ряде случаев изменение одного параметра может автоматически изменить значение другого.

Изменение параметров возможно с помощью следующих средств:

- встроенного четырехрядного терминала;
- выносного терминала;
- человеко-машинного интерфейса (графической панели программирования), подключаемого извне;
- коммуникационной сети (*ModBus*, *CANOpen* и др.);
- персонального компьютера (программа *PowerSuite*).

Совокупность значений всех параметров называют конфигурацией. В ПЗУ ПЧ всегда хранится заводская конфигурация, а также имеется возможность сохранить одну пользовательскую конфигурацию (еще 4 конфигурации могут быть сохранены в памяти выносного терминала).

В процессе нормального функционирования ПЧ может находиться в различных состояниях, коды которых отображаются на терминале:

- InIt (инициализация ПЧ);
- rdY (преобразователь готов к работе);
- ACC (разгон);
- dCb (динамическое торможение);
- FSt (быстрая остановка);
- nSt (остановка на выбеге);
- tUn (автоподстройка активна);

Кроме того, может отображаться текущее значение выбранной внутренней переменной (частоты, тока, температуры). После возникновения аварийной ситуации вместо одного из названных кодов высвечивается мигающий код неисправности.

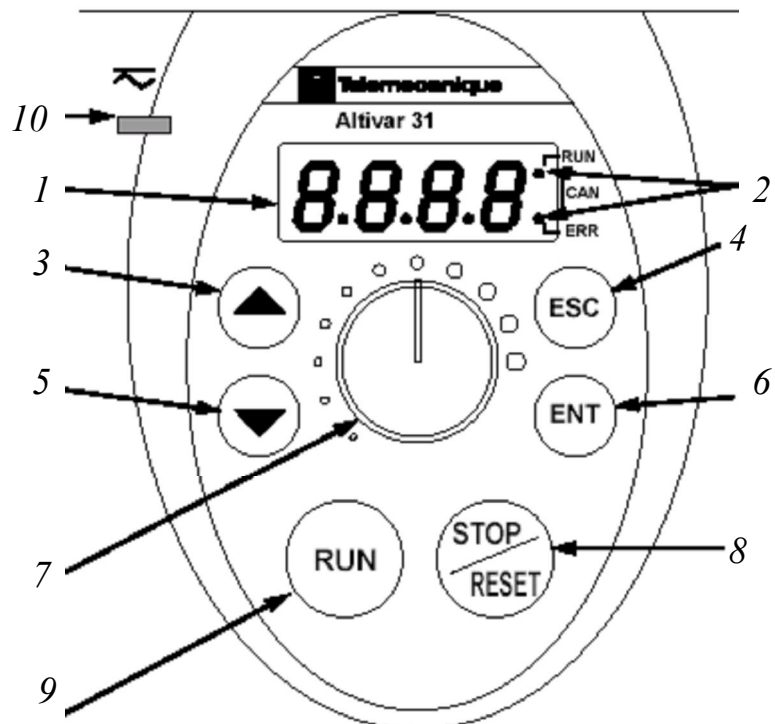


Рис. 1.1. Встроенный терминал

1.2. Встроенный терминал и его меню

Встроенный терминал (ВТ) установлен на лицевой панели ПЧ. Он позволяет:

- настраивать преобразователь и управлять им;
- отображать текущее состояние ПЧ;

- сохранять и возобновлять информацию в энергонезависимой памяти терминала.

На терминале (рис. 1.1) расположены:

- дисплей с четырьмя семисегментными индикаторами (1) для отображения числовых значений и кодов и двумя светодиодами состояния коммуникационной сети (2);
- кнопка прокрутки ▲ (3) для перехода к предыдущему меню или параметру, а также для увеличения отображаемого значения параметра;
- кнопка прокрутки ▼ (5) для перехода к последующему меню или параметру, а также для уменьшения отображаемого значения;
- кнопка *ESC* (4) для выхода из текущего меню или параметра, а также для перехода от отображаемого значения параметра к последнему сохраненному;
- кнопка *ENT* (6) для входа в выбранное меню или параметр, а также для загрузки введенного значения параметра;
- задающий потенциометр (7) для задания частоты;
- кнопка *STOP/RESET* (8) для остановки двигателя и сброса неисправности;
- кнопка *RUN* (9) для запуска двигателя;
- красный светодиод (10), сигнализирующий о наличии напряжения в звене постоянного тока.

Задающий потенциометр и кнопки *RUN*, *STOP/RESET* имеются только на ПЧ типа ATV31●●●●●A.

Меню упрощает доступ к параметрам. Структура меню *Altivar 31* изображена на рис. 1.2 и содержит 8 меню:

- SEt- (*Setting*, Настройка) – выбор диапазона выходных частот, темпы разгона и торможения, уставки защит и некоторые другие параметры;
- drC- (*Drive Control*, Привод) – номинальные параметры АД, автоподстройка, законы частотного управления, сохранение конфигурации и возврат к заводским настройкам;
- I-O- (*Input/Output*, Входы/Выходы) – конфигурирование входов и выходов ПЧ;
- CtL- (*Control*, Управление) – конфигурирование каналов управления и задания, уровни доступа к параметрам;
- FUn- (*Functions*, Функции) – прикладные функции, непосредственно связанные с технологическим процессом (формы тахограммы, способы остановки, предустановленные скорости, пошаговый режим, ПИ-регулятор, управление электромагнитным тормозом, переключение двигателей, позиционирование);
- FLt- (*Faults*, Неисправности) – активизация защит и поведение ПЧ после возникновения неисправности;
- COM- (*Communication*, Коммуникация) – настройка параметров обмена по коммуникационной сети;

- SUP- (*Supervision*, Контроль) – индикация внутренних переменных ПЧ, назначения и состояния его входов/выходов.

В меню имеются 4 уровня иерархии (в порядке снижения уровня):

- уровень отображения состояния ПЧ (доступен сразу после подачи напряжения питания на ПЧ или после нажатия кнопки *ESC* на уровне меню);
- уровень меню (отображается список кодов меню, возможен выбор нужного меню);

Включение напряжения

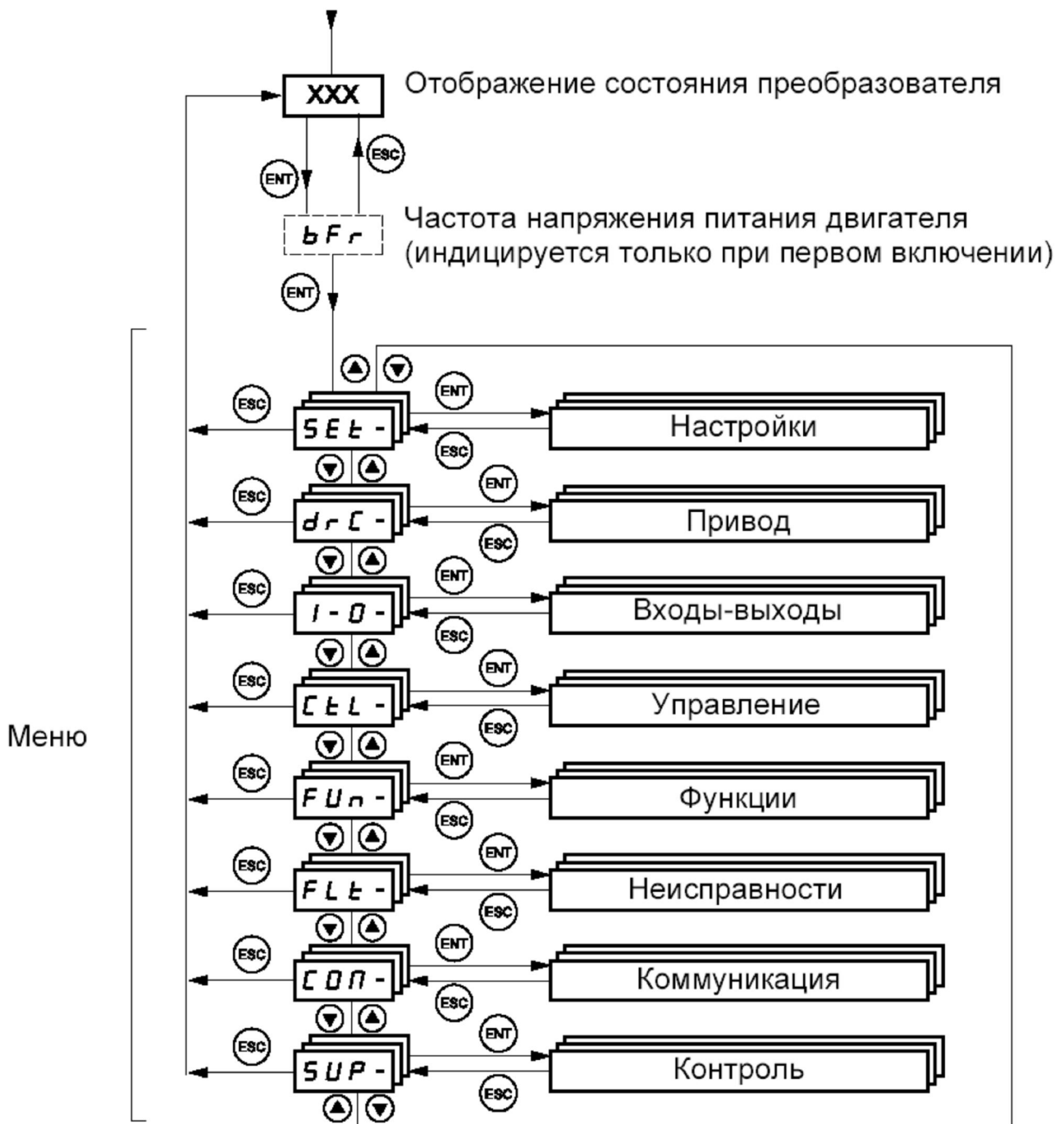


Рис. 1.2. Меню встроенного терминала

- уровень параметров (отображается список параметров текущего меню, возможен выбор нужного параметра);

- уровень значений параметров (отображается значение текущего параметра, возможно изменение и загрузка значения).

В некоторых меню имеется также дополнительный уровень (уровень подменю).

Переход от верхнего уровня к нижнему производится кнопкой *ENT*, от нижнего к верхнему – кнопкой *ESC*, перелистывание списков меню, параметров и значений – кнопками ▲ и ▼.

Принцип перемещения по системе меню показан на рис. 1.3. Возможно перемещение по кольцу в обоих направлениях.

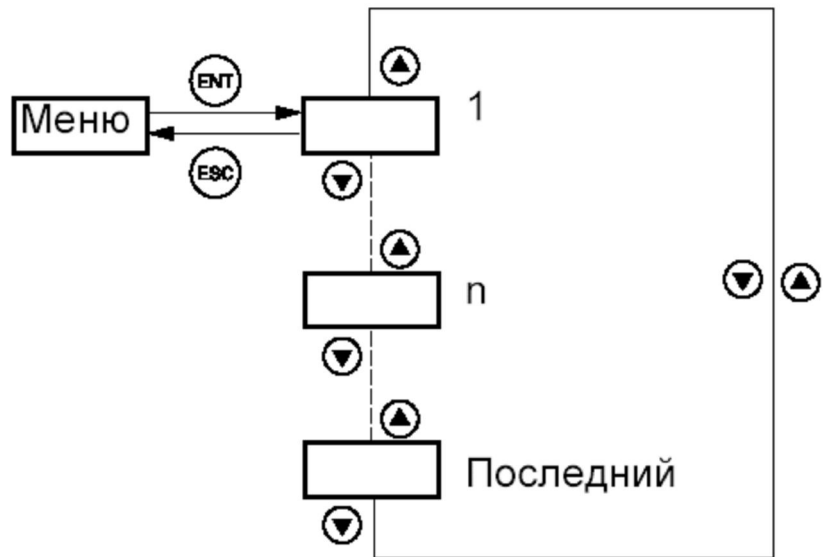


Рис. 1.3. Перемещение по системе меню

Для изменения значения (рис. 1.4) параметра необходимо:

- выбрать нужное меню кнопками прокрутки;
- вызвать список параметров меню нажатием на кнопку *ENT*;
- изменить значение кнопками прокрутки;
- нажать кнопку *ENT* для загрузки измененного значения в ПЧ (для отказа от изменения нажать *ESC*).

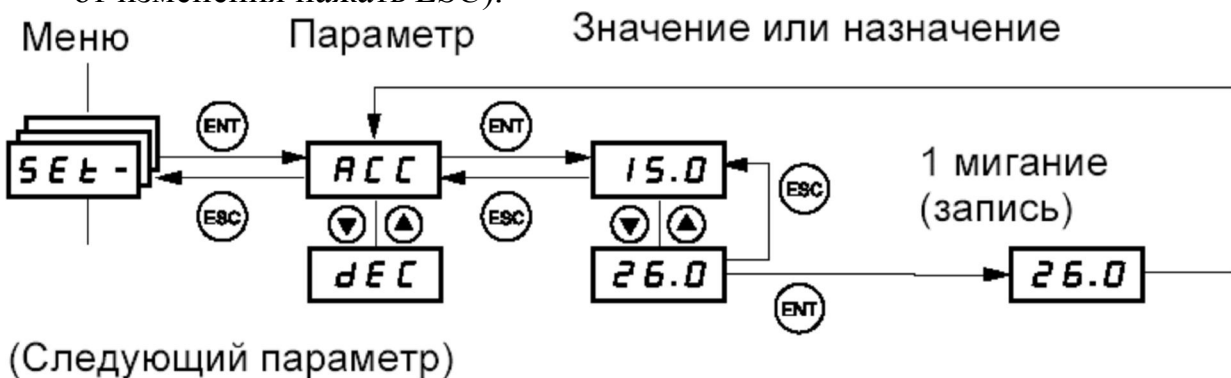


Рис. 1.4. Изменение значения параметра ACC

Перечень основных параметров по алфавиту кодов приведен в Приложении.

2. ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ, ОТОБРАЖАЕМЫХ В ПРОЦЕССЕ РАБОТЫ

На дисплее могут быть отображены (см. табл. 2.1):

- значения внутренних переменных электропривода (заданная и выходная частоты, выходной ток ПЧ, момент двигателя и т.п.);
- назначения и состояния входов;
- состояние процесса автоподстройки;

- состояния дискретных входов;
- код последней неисправности.

Таблица 2.1

Параметры отображения

Подменю	Код	Ед. измер.	Описание
-	LFr	Гц	Задание частоты для управления с помощью встроенного или выносного терминала
-	rPI	%*	Внутреннее задание ПИ-регулятора
-	FrH	Гц	Задание частоты до задатчика темпа (абсолютное значение)
-	rFr	Гц	Частота выходного напряжения, приложенного к двигателю
-	SPd1, SPd2 или SPd3	Польз . ед.	Выходная частота SPd1 , SPd2 или SPd3 в зависимости от параметра SdS (SPd3 при заводской настройке)
-	LCr	А	Ток двигателя
-	OPr	%*	Мощность двигателя
-	ULn	В	Напряжение сети
-	tHr	%*	Тепловое состояние двигателя
-	tHd	%*	Тепловое состояние преобразователя
-	LFt	-	Отображение последней появившейся неисправности bLF: неисправность управления тормозом CFF: конфигурация (параметров) неправильная CFI: конфигурация (параметров) ошибочная COF: неисправность коммуникационной линии 2 (CANopen) CrF: неисправность цепи заряда EEF: неисправность памяти EEPROM EPF: внешняя неисправность InF: внутренняя неисправность LFF: неисправность 4-20 мА на входе AI3 nOF: нет сохраненной неисправности ObF: перенапряжение звена постоянного тока OCF: перегрузка по току OHF: перегрев преобразователя OLF: перегрузка двигателя OPF: обрыв фазы двигателя OSF: перенапряжение сети PHF: обрыв фазы сети SCF: короткое замыкание (междуфазное, на землю) SLF: неисправность Modbus SOF: сверхскорость двигателя tnF: неправильная автоподстройка USF: недонапряжение сети
-	Otr	%*	Момент двигателя
-	rtH	час.	Время работы
-	COd	-	Код блокировки преобразователя
-	tUS	-	Состояние автоподстройки
-	UdP	-	Отображение версии программного обеспечения ATV31

Подменю	Код	Ед. измер.	Описание
LIA-	LI1A...LI6A	-	Функции, назначенные на дискретные входы
	LIS	-	Отображает состояние дискретных входов (рис. 2.1)
AIA-	AI1A...AI3A	-	Функции, назначенные на аналоговые входы

Примечание: * – в долях от номинального уровня.

Для выбора отображаемого параметра необходимо в меню SUP- выбрать нужный код в соответствии с табл. 2.1. Параметры доступны на любом уровне доступа, а также при вращающемся двигателе.

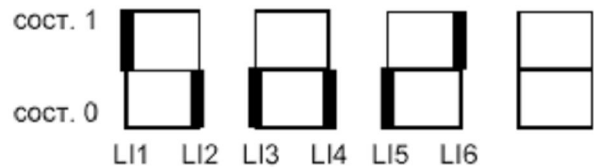


Рис. 2.1. Отображение состояния логических входов (верх = 1, низ = 0)

3. ВВОД ПАРАМЕТРОВ ДВИГАТЕЛЯ И АВТОПОДСТРОЙКА

Для обеспечения корректной работы ПЧ должны быть введены номинальные параметры двигателя, указанные на его заводской табличке, как значения параметров меню drC-:

- bFr – стандартная частота питания двигателя, Гц (для отечественных двигателей в соответствии со стандартом МЭК bFr=50 Гц);
- UnS – номинальное напряжение, В;
- nCr – номинальный ток двигателя, А;
- FrS – номинальная частота питания, Гц;
- tFr – максимальная частота питания двигателя (10...500 Гц);
- COS – номинальный cosφ двигателя;
- nSP – номинальная частота вращения, об/мин.

Автоподстройка производится с целью определения параметров схемы замещения двигателя (в первую очередь активного сопротивления обмотки статора), которые в дальнейшем используются при настройке регуляторов и законов управления. Она осуществляется только в отсутствие команд управления и не должна прерываться. Перед началом автоподстройки обязательно должны быть введены номинальные параметры двигателя. Для активизации автоподстройки параметру tUn следует придать значение YES. Процесс длится около 1...2 с. На протяжении автоподстройки двигатель остается неподвижным, а из ПЧ слышен шум. В результате успешного завершения автоподстройки параметр tUn автоматически приобретает значение dOnE (выполнено), а параметры схемы замещения получают новые значения. В случае неудачной автоподстройки или после изменения хотя бы одного из номинальных параметров tUn=nO.

Возможны также особые способы автоподстройки:

- автоматическая после каждого включения питания ПЧ, если параметр tUn=POn;
- автоматическая после каждого пуска (tUn=rUn);
- через логические входы (tUn=LI1...LI6, автоподстройка начинается, если сигнал на избранном входе равен 1).

За состоянием процесса автоподстройки можно наблюдать с помощью параметра tUS (только для индикации):

- tAb – для управления двигателем используется табличное значение сопротивления статора, рассчитанное ПЧ;
- PEnd – автоподстройка запущена, но не осуществлена;
- PrOG – процесс автоподстройки продолжается;
- FAIL – автоподстройка завершена неудачно;
- dOnE – для управления двигателем используется значение сопротивления статора, полученное в результате последней удачной автоподстройки;
- Strd – сопротивление статорной обмотки в холодном состоянии используется для управления двигателем (параметр rSC≠nO, см. п. 6).

4. ОГРАНИЧЕНИЕ НАГРУЗОК

Предусмотрено ограничение двух видов нагрузок двигателя (меню SEt-):

- тока статора (параметр CLI, настраиваемый на ток 0,25...1,5 номинального тока ПЧ);
- нагрева двигателя (параметр ItH, настраиваемый на номинальный ток двигателя в пределах 0,2...1,5 номинального тока ПЧ).

Возможно также задание второго уровня токоограничения (параметр CL2), активизируемого с помощью логического входа (см. п. 9.7).

5. ТАХОГРАММЫ РАЗГОНА И ТОРМОЖЕНИЯ

Параметры тахограмм расположены в меню SEt-.

Пределы изменения выходной частоты ПЧ ограничены величинами:

- LSP – выходная частота ПЧ при нулевом задании, Гц;
- HSP – выходная частота ПЧ при максимальном задании, Гц (определяется максимально допустимой скоростью двигателя).

Обычно частота LSP>0, чтобы обеспечить необходимый начальный пусковой момент двигателя для преодоления момента сопротивления нагрузки. Кроме того, на низких частотах стабильность регулирования скорости, как правило, снижается. Правда, при векторных законах частотного управления диапазон регулирования частоты вниз может быть расширен.

Связь между скоростью n (частотой вращения, об/мин) и выходной частотой ПЧ определяется выражением

$$n = \frac{60f}{p},$$

где $p = \frac{60 \cdot FrS}{nSP}$ – число пар полюсов двигателя.

Если задание на частоту не более LSP и сохраняется дольше уставки tLS, двигатель останавливается автоматически (значение tLS=0 соответствует неограниченному времени!). Он запускается вновь, если заданная скорость превысит LSP.

Если в механизме на некоторых скоростях в пределах LSP...HSP наблюдается механический резонанс, резонансную частоту можно исключить из рабочего диапазона частот с помощью параметра JPF (частотное окно) из меню SEt-. Параметру присваивается значение, равное частоте резонанса. Благодаря этому в окрестностях этой частоты ($JPF \pm 1$ Гц, см. ниже) задать выходную частоту будет невозможно. На рис. 5.1 видно, что при изменении задания на частоту в интервале $JPF \pm 1$ Гц действительная выходная частота благодаря гистерезису в регулировочной характеристике не изменяется, делая затем скачок в момент выхода за пределы запрещенного диапазона. В процессе разгона или торможения кратковременная работа в данном диапазоне возможна. Имеются также параметр JF2, аналогичный JPF, позволяющий настроить пропуск еще одной частоты.

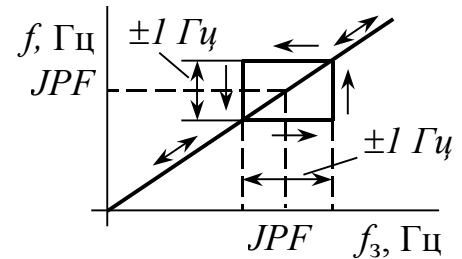


Рис. 5.1. Пропуск резонансной частоты

Ускорение при одноступенчатом пуске (рис. 5.2а) задается с помощью параметра ACC, который определяет длительность разгона (в секундах) от нулевой до номинальной частоты FrS (см. п. 3). Этой длительности соответствует ускорение

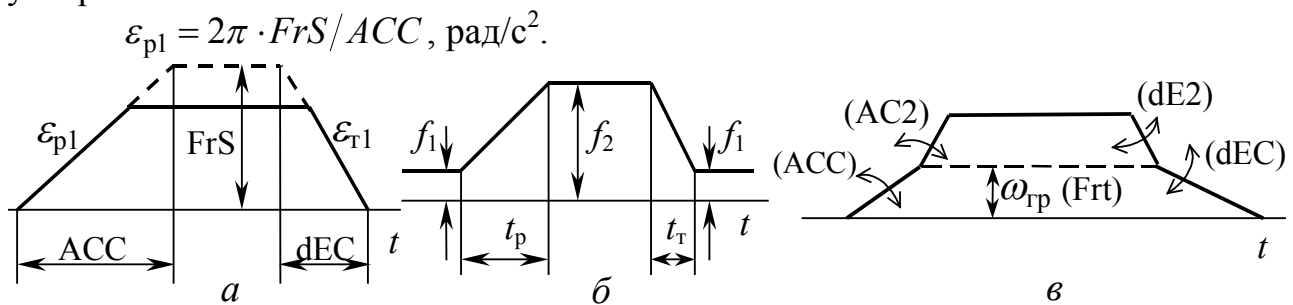


Рис. 5.2. Одноступенчатая (а, б) и двухступенчатая (в) тахограммы

При заданном времени разгона t_p (рис. 5.2б) между произвольными начальной f_1 и конечной f_2 частотами требуемое значение параметра ACC будет равно

$$ACC = \frac{t_p FrS}{f_2 - f_1}.$$

Аналогично замедление в процессе торможения настраивается функцией dEC (длительность торможения от номинальной частоты до нуля):

$$\varepsilon_{т1} = 2\pi \cdot FrS / dEC, \text{ рад/с}^2.$$

Если даны начальная и конечная частоты торможения, величину параметра dEC можно рассчитать как:

$$dEC = \frac{t_t FrS}{f_1 - f_2}.$$

Разгон с двумя уровнями ускорения используют в механизмах с упругими звеньями в кинематической цепи (длинные конвейеры, скоростные лифты и

т.п.) для снижения динамических нагрузок. Для этого предназначены параметры AC2 и dE2.

Когда выходная частота становится больше уставки Frt (меню FUn-, подменю rPC-), действуют темпы, заданные параметрами AC2 и dE2 (рис. 5.2в). Способ их расчета аналогичен ACC и dEC. Если Frt=0, параметры AC2 и dE2 не активны. Переключение темпов возможно также с помощью логических входов (функция rPS, см. п. 9.8).

В тахограммах, показанных на рис. 5.2, частота и скорость двигателя на каждой ступени изменяется линейно. С помощью функции rPt, (меню FUn-, подменю rPC-) можно выбрать другой закон ее изменения (рис. 5.3):

- LIn, [Linear], [Линейная];
- S, [S ramp], [S-образная];
- U, [U ramp], [U-образная];
- CUS, [Customized], [Индивидуальная].

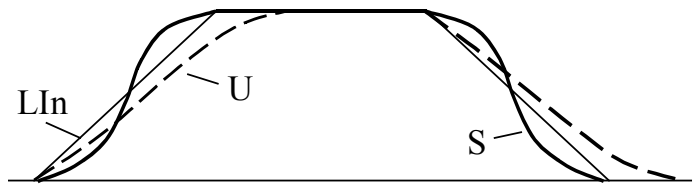


Рис. 5.3. Формы тахограмм

Это позволяет обеспечить плавное изменение ускорения ε и ограничить рывок ρ (в первую очередь с целью ограничения динамических нагрузок и обеспечения комфортности пассажирских лифтов, сборочных конвейеров, см. рис. 5.4).

Индивидуальная кривая разгона и торможения (как с первыми, так и со вторыми темпами) возможна после выбора опции rPt=CUS с помощью параметров:

- tA1 – начальное сглаживание кривой разгона;
- tA2, – конечное сглаживание кривой разгона;
- tA3, – начальное сглаживание кривой торможения;
- tA4, – конечное сглаживание кривой торможения.

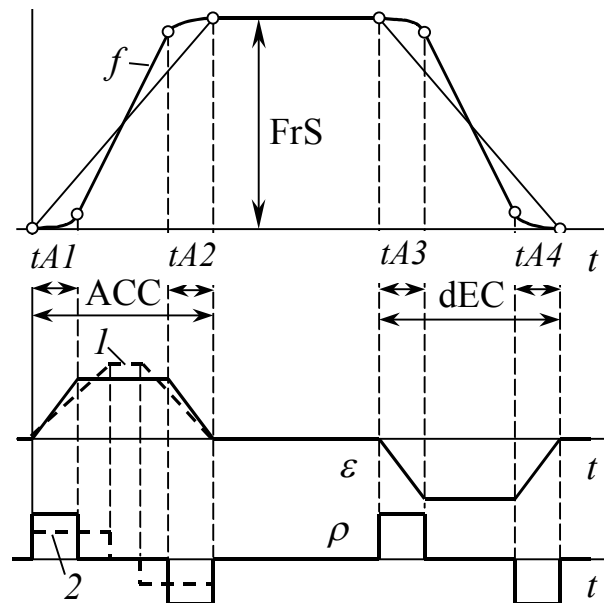


Рис. 5.4. Индивидуальная настройка тахограммы

Возможные значения tA1 и tA3 лежат в пределах 0...100% (от соответствующей длительности разгона или торможения), tA2=0...(100% – tA1) и tA4=0...(100% – tA2). Изменяя их, можно получить как линейную тахограмму (когда tA1=tA2=tA3=tA4=0), так и U-образную (tA1=tA3=0) и S-образную с различной степенью кривизны. На рис. 5.4 пунктирными линиями 1 и 2 показаны соответственно кривые ускорения и рывка после увеличения параметра tA1. Стандартная S-образная тахограмма

(rPt=S) имеет ненастраиваемые значения $tA1=tA2=tA3=tA4=20\%$, стандартная U-образная (rPt=U) – $tA2=tA4=50\%$.

В случае, когда момент инерции привода высок, а тормозное сопротивление в звене постоянного тока отсутствует, торможение с заданным темпом может сопровождаться чрезмерным тормозным током, недопустимым повышением напряжения в звене постоянного тока и возникновением неисправности ObF (см. п. 10.1). В этом случае можно, активизировав функцию brA, (меню FUn-, подменю rPC-) путем присвоения ей значения YES, автоматически уменьшить темп торможения таким образом, чтобы данная аварийная ситуация не возникала. Если же длительности dEC, dE2 были заданы слишком большими, функция brA автоматически увеличит темп торможения до допустимого. Функция несовместима с позиционированием, использованием тормозного сопротивления и управлением тормозом (в последнем случае блокируется автоматически).

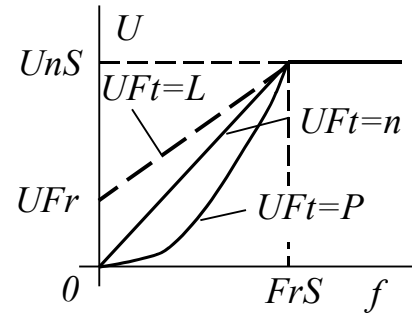


Рис. 6.1
Вольт-частотные
характеристики
законов частотного
управления

6. ЗАКОНЫ УПРАВЛЕНИЯ

Параметры законов частотного управления расположены преимущественно в меню drC-.

Частота коммутации силовых ключей инвертора (частота модуляции) задается параметром SFr в пределах 2...16 кГц. Если частота коммутации больше 4 кГц, то в случае перегрева двигателя она автоматически уменьшается, а после снижения температуры вновь восстанавливает прежнее значение. Данный параметр доступен также в меню SEt-.

Для снижения акустического шума, генерируемого ПЧ и двигателем, служит параметр nrd. Если nrd=nO, частота коммутации неизменна, если же nrd=YES, она изменяется случайным образом, обеспечивая снижения уровня шума.

Закон частотного управления выбирается с помощью параметра U Ft, предоставляющего следующие возможности (рис. 6.1):

- L – закон $U/f = const$ для механизмов с моментом, не зависящим от скорости, в т.ч. при параллельном соединении двигателей (транспортёры, лебедки, подъемные краны);
- P – закон $U/f^2 = const$ для насосов и вентиляторов;
- n – векторное управление без датчика обратной связи по скорости и положению для механизмов с постоянным моментом нагрузки и повышенными требованиями к точности;
- nLd – энергосберегающий закон для механизмов с переменным моментом, не требующих хороших динамических характеристик (близок к закону P на холостом ходу и к n под нагрузкой, обеспечивает автоматическое снижение напряжения при уменьшении момента сопротивления).

Для повышения начального пускового момента путем IR-компенсации предназначен параметр UFr (меню SEt-), задающий величину напряжения при нулевой частоте в % от номинального (рис. 6.1).

Параметр SLP из того же меню задает степень компенсации скольжения (0...150%); позволяет изменить жесткость механической характеристики привода (рис. 6.2). Как правило, при SLP=100% механическая характеристика является абсолютно жесткой и скольжение отсутствует. Перекомпенсация может привести к получению механической характеристики с отрицательным наклоном и неустойчивой работе привода.

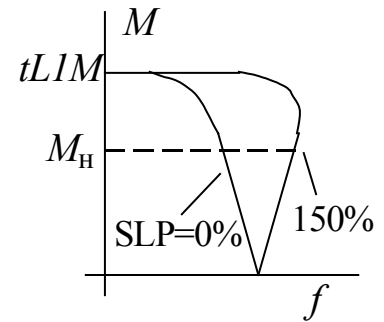


Рис. 6.2. Компенсация скольжения

Параметр rSC позволяет использовать информацию об активном сопротивлении обмотки статора для улучшения регулировочных свойств электропривода путем адаптации алгоритма управления:

- nO – функция не активизирована;
- InIt – функция активизирована с целью измерения текущего сопротивления обмотки статора в процессе работы (активизация должна производиться только при холодном состоянии двигателя);
- XXXX – используется для ввода активного сопротивления холодной обмотки (в мОм) с помощью кнопок прокрутки.

Активизация параметра rSC обязательна для подъемно-транспортных механизмов. При этом параметр tUn автоматически принимает значение POn (автоматическая автоподстройка при каждом включении питания, см. п. 3). Автоматическая автоподстройка выполняется после каждого включения питания и каждой команды пуска с целью измерения активного сопротивления статора.

Три параметра (первые два доступны только для законов UfT=n или nLd) определяют поведение замкнутого контура частоты:

- FLG (меню SEt-) – коэффициент усиления контура частоты, зависящий от момента инерции привода и определяющий длительность переходного процесса (рис. 6.3);
- StA (меню SEt-) – степень колебательности контура частоты (рис. 6.4);
- SrF (меню drC-) – исключение фильтра в канале обратной связи по скорости (nO – фильтр активизирован и исключает перерегулирование по скорости, YES – фильтр отключен, переходный процесс ускоряется, возможно возникновение перерегулирования, рис. 6.5).

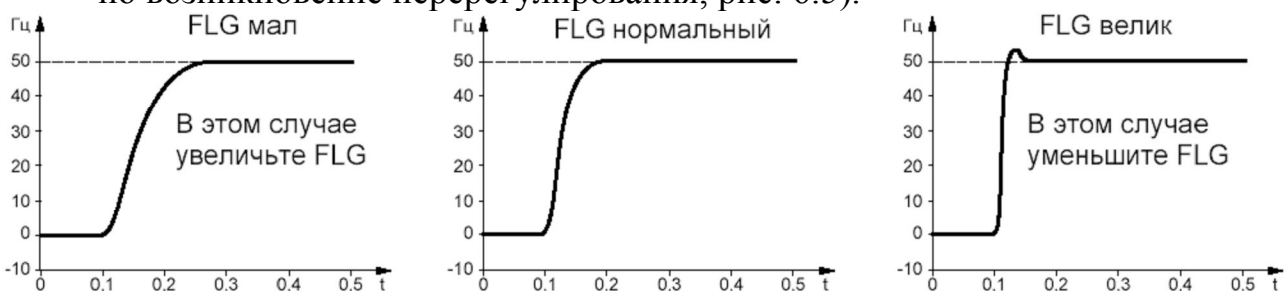


Рис. 6.3. Влияние параметра FLG на вид переходного процесса по частоте

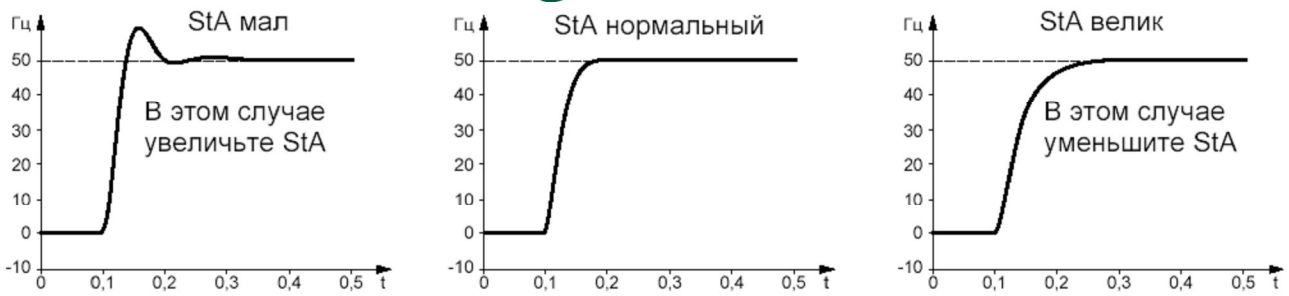


Рис. 6.4. Влияние параметра StA на вид переходного процесса по частоте

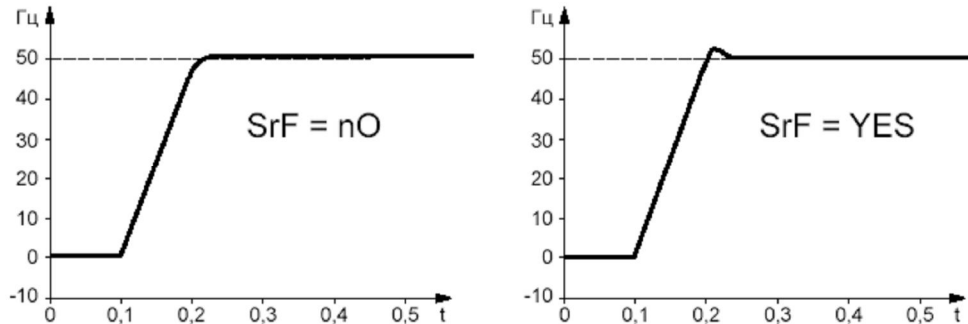


Рис. 6.5. Влияние параметра SrF на вид переходного процесса по частоте

Вариант SrF=YES рекомендуется для задач с позиционированием.

7. ВХОДЫ/ВЫХОДЫ

Основное назначение управляющих входов и выходов – автоматизация управления электроприводом и его диагностирование с помощью внешних устройств (программируемых логических контроллеров, промышленных компьютеров и т.п.), а также вручную при наладке. Подключение преобразователя частоты к внешним устройствам осуществляется через клеммы управления, в число которых входят:

- логические (дискретные) входы для подачи извне на ПЧ логических команд;
- аналоговые входы для ввода в ПЧ аналоговых задающих сигналов (чаще всего на скорость);
- аналоговый выход (может быть переконфигурирован как дискретный), на который можно вывести текущие значения внутренних аналоговых сигналов ПЧ с целью дальнейшей передачи другим ПЧ, операторским панелям, логическим контроллерам;
- дискретные (релейные) выходы, замыкание или размыкание которых сигнализирует об изменении состояния ПЧ, а также используется для управления внешними устройствами.

Перечень входов и выходов приведен в табл. 7.1. Все входы и выходы можно перепрограммировать на прием или передачу определенного сигнала (команды). Основные параметры, необходимые для конфигурирования входов и выходов, размещены в меню I-O-.

7.1. Принципы конфигурирования логических входов

Возможно два типа управления (способа подачи логических сигналов): двухпроводное и трехпроводное. Выбор производят с помощью параметра tCC

со значениями:

- 2С – 2-проводное;
- 3С – 3-проводное;
- LOC – локальное с помощью кнопок *RUN/ STOP/RESET* на терминале (только для ATV31●●●А).

Таблица 7.1

Характеристика входов и выходов преобразователя частоты ATV31

Имя	Статус	Назначение	Примечания
LI1	Конфигурируемый дискретный вход	Прием логических команд	
LI2			
LI3			
LI4			
LI5			
LI6			
AI1	Конфигурируемый аналоговый вход (однополярный по напряжению)	Прием аналоговых сигналов	0...10 В
AI2	Конфигурируемый аналоговый вход (двухполярный по напряжению)		±10 В
AI3	Конфигурируемый аналоговый вход по току		0...20 мА
AOV (АОС)	Аналоговый выход, конфигурируемый в качестве выхода по напряжению, току или в качестве дискретного выхода	Вывод внутренних переменных	0...10 В или 0...20 мА
R1	Конфигурируемый релейный выход	Информация о состоянии ПЧ	Переключающие контакты
R2	Конфигурируемый релейный выход		Замыкающий контакт

При двухпроводном управлении для подачи и снятия одной логической команды достаточно двух проводов (питания +24 и провода для подачи логической команды). Команда может быть подана с помощью контактов типа тумблера или кнопки с фиксацией (рис. 7.1а). Команда активна до тех пор, пока на соответствующем входе присутствует логическая единица, и снимается с появлением на нем нуля (т.е. важным является текущее состояние логического входа).

При трехпроводном (импульсном) управлении необходимо три провода: питание, один провод для активизации команды и еще один – для ее отмены. Сигналы подаются короткими импульсами. Длительность действия команды определяется не длительностью сигнала на логическом входе, а интервалом времени между активизирующим и отменяющим сигналами. Так, например, появление короткого единичного импульса на входе LI2 активизирует команду [*Forward*], [*Вперед*], которая приводит к запуску привода, а подача логического нуля на вход LII – к остановке. Трехпроводное управление удобнее реализовывать с помощью кнопок с самовозвратом (рис. 7.1б).

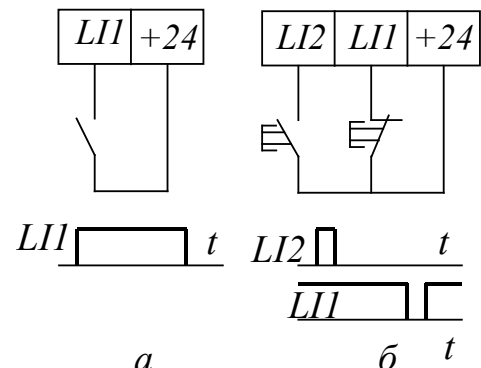


Рис. 7.1. Двухпроводное (а) и трехпроводное (б) управление

Большинство приведенных ниже примеров подачи логических команд соответствуют двухпроводному управлению, как более распространенному.

Конфигурирование входов фактически реализует определенную договоренность о том, как будет интерпретироваться команда, поступившая на конкретный вход (например, логическая единица на каком-либо входе в зависимости от этой договоренности может быть понята как команда реверса, быстрой остановки или активизация ограничения момента). При необходимости входы могут быть переназначены. Принцип назначения состоит в следующем. Пусть, например, принято решение, что логический сигнал, подаваемый на вход LI3, означает команду движения назад. Тогда необходимо присвоить параметру, активизирующему данную команду (в данном случае это rrS, см. ниже), присвоить значение LI3. Перечень команд, которые могут быть назначены на логические входы, приведен в табл. 7.2.

Таблица 7.2

Возможные назначения логических входов

Назначения логических входов	Код параметра	Заводская настройка	
		ATV31●●●	ATV31●●●A
Не назначен	-	LI5 - LI6	LI1 - LI2, LI5 - LI6
Вращение вперед	-	LI1	
2 заданные скорости	PS2	LI3	LI3
4 заданные скорости	PS4	LI4	LI4
8 заданных скоростей	PS8		
16 заданных скоростей	PS16		
2 предварительных задания ПИ-регулятора	Pr2		
4 предварительных задания ПИ-регулятора	Pr4		
Быстрее	USP		
Медленнее	dSP		
Пошаговая работа	JOG		
Переключение темпов	rPS		
Переключение второго ограничения тока	LC2		
Быстрая остановка с помощью дискретного входа	FSt		
Динамическое торможение с помощью дискретного входа	dCI		
Остановка на выбеге с помощью дискретного входа	nSt		
Вращение назад	rrS	LI2	
Внешняя неисправность	EtF		
Сброс неисправностей	rSF		
Локальная форсировка	FLO		
Переключение заданий	rFC		
Переключение канала управления	CCS		
Переключение двигателя	CHP		
Ограничение вращения вперед (управление окончанием хода)	LAF		
Ограничение вращения назад (управление окон-	LAr		

чанием хода)			
Запрет неисправностей	InH		

После выбора двухпроводного управления вход *LI1* автоматически назначается на команду [*Forward*], [*Вперед*], вход *LI2* – на команду [*Reverse*], [*Назад*], причем изменить это назначение невозможно. Аналогично при трехпроводном управлении входы *LI1*, *LI2*, *LI3* назначены соответственно на команды:

- [*Run*], [*Пуск*] – пуск привода;
- [*Forward*], [*Вперед*] – движение вперед;
- [*Reverse*], [*Назад*] – движение назад.

Способ восприятия команд при двухпроводном управлении выбирается с помощью параметра *tSt*:

- *LEL* – воспринимается лишь наличие уровня логического сигнала;
- *trp* – для восприятия команды необходимо наличие переднего (восходящего) фронта (для логической единицы), что предотвращает несанкционированный пуск после перерыва питания;
- *PFO* – то же, что *LEL*, но команда [*Forward*], [*Вперед*] всегда имеет приоритет перед командой [*Reverse*], [*Назад*].

Вход для принятия команды [*Назад*] может быть назначен параметром *rrS* (назначение реверса):

- *nO* – не назначен;
- *LI1...LI6* – входы *LI1...LI6*.

Для отображения команд, назначенных на вход *LI1*, предназначен параметр *LI1A* (подменю *LIA-*, меню *SUP-*). Параметр доступен только для чтения, без возможности изменения. Подобные параметры (*LI2A...LI6A*) имеются у каждого логического входа. Состояния всех дискретных входов отображаются с помощью параметра *LIS* того же подменю (см. п. 2 и рис. 2.1).

Остальные параметры, с помощью которых производится назначение различных команд на конкретные дискретные входы, расположены в меню *FUn* и будут рассмотрены в п. 9.

7.2. Аналоговые входы

В ПЧ *Altivar 31* имеется три типа аналоговых входов:

- однополярный вход по напряжению *AI1* (источником входного сигнала может быть только источник напряжения 0...10 В);
- двухполярный вход по напряжению *AI2* (источником входного сигнала может быть только источник напряжения ±10 В);
- однополярный перенастраиваемый вход *AI3*, который может быть как входом по напряжению, так и входом по току (в этом случае источником входного сигнала должен быть источник тока).

Для согласования аналогового входа *AI3* с источником входного токового сигнала его статическую характеристику (зависимость задания на частоту от

входного сигнала) можно сделать нелинейной (рис. 7.2а). Абсциссы опорных точек (в диапазоне 0...20 мА) задают с помощью параметров:

- CrL3 – значение для нижней скорости LSP;
- CrH3 – значение для верхней скорости HSP.

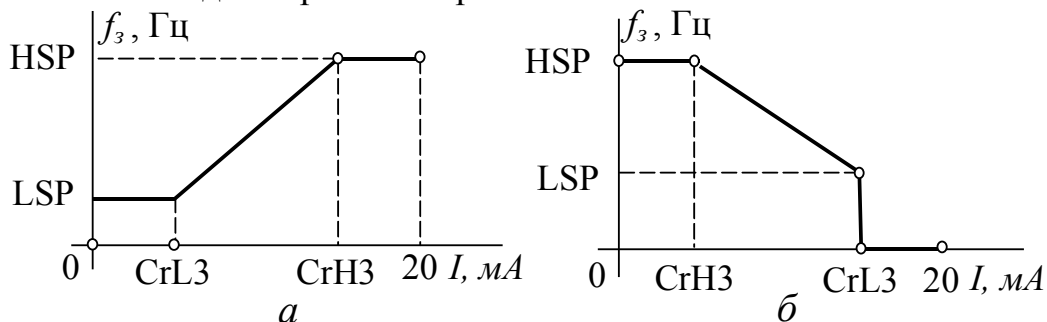


Рис. 7.2. Статические характеристики аналогового входа

Если параметр $CrH3 < CrL3$, можно получить отрицательный коэффициент передачи входа (рис. 7.2б).

Каждый из аналоговых входов может выполнять функцию второго или третьего входа, сигнал на котором суммируется с основным сигналом задания канала Fr1 (см. п. 8.1) в соответствии с выражением $Fr1 + SA2 + SA3$.

Функции, назначенные на аналоговые входы, можно просмотреть с помощью параметров AI1A...AI3A (меню SUP-, подменю AIA-).

7.3. Аналоговый/дискретный выход

Данный выход имеет 2 клеммы (АОС и АОВ) и может быть сконфигурирован как аналоговый выход по току, аналоговый по напряжению или как дискретный выход. Для выбора типа выхода служит параметр AO1t (меню I-O-):

- 0A – токовый выход с пределами изменения сигнала 0...20 А или дискретный выход (используется клемма АОС);
- 4A – токовый выход с пределами изменения сигнала 4...20 А (используется клемма АОС);
- 10U – выход по напряжению с пределами изменения сигнала 0...10 В (используется клемма АОВ).

С помощью параметра dO из того же меню на данный выход может быть назначена одна из внутренних переменных ПЧ:

- nO – выход не назначен;
- OCr – выходной ток (20 мА или 10 В соответствуют удвоенному номинальному току ПЧ);
- Otr – текущая выходная частота (20 мА или 10 В соответствуют максимальной частоте tFr, см. п. 3);
- OPr – активная мощность на выходе ПЧ (20 мА или 10 В соответствуют номинальной мощности ПЧ);
- FLt – неисправность ПЧ*;
- rUn – ПЧ работает*;
- FtA – пороговое значение частоты Ftd достигнуто*;
- FLA – верхняя частота HSP достигнута*;

- CtA – пороговое значение тока Ctd достигнуто*;
- SrA – заданная частота достигнута*;
- tSA – пороговое значение нагрева двигателя ttd достигнуто*;
- bLC – управление тормозом*;
- APL – обрыв цепи аналогового входа 4...20 мА*.

При назначении переменных, обозначенных *, аналоговый выход автоматически трансформируется в дискретный. По достижении порогового значения сигнал на клемме AOV равен 10 В (за исключением неисправности: при появлении сигнал равен нулю).

Уровни пороговых значений переменных задаются параметрами Ftd, Ctd и ttd меню SEt-.

7.4. Релейные выходы

Переключающий релейный выход R1 и замыкающий выход R2 служат для индикации состояния ПЧ и двигателя (R2, кроме того, используется для управления электромагнитным тормозом). Их назначение производится путем выбора значения параметров r1, r2:

- FLt – неисправность ПЧ;
- rUn – ПЧ работает;
- FtA – пороговое значение частоты Ftd достигнуто;
- FLA – верхняя частота HSP достигнута;
- CtA – пороговое значение тока Ctd достигнуто;
- SrA – заданная частота достигнута;
- tSA – пороговое значение нагрева двигателя ttd достигнуто;
- bLC – управление тормозом (только для выхода R2);
- APL – обрыв цепи аналогового входа 4...20 мА.

Реле находятся под напряжением, если выбранное значение активно (за исключением FLt, когда реле под напряжением при отсутствии неисправности).

Пример формирования сигналов на выходе R1 показан на рис. 7.3.

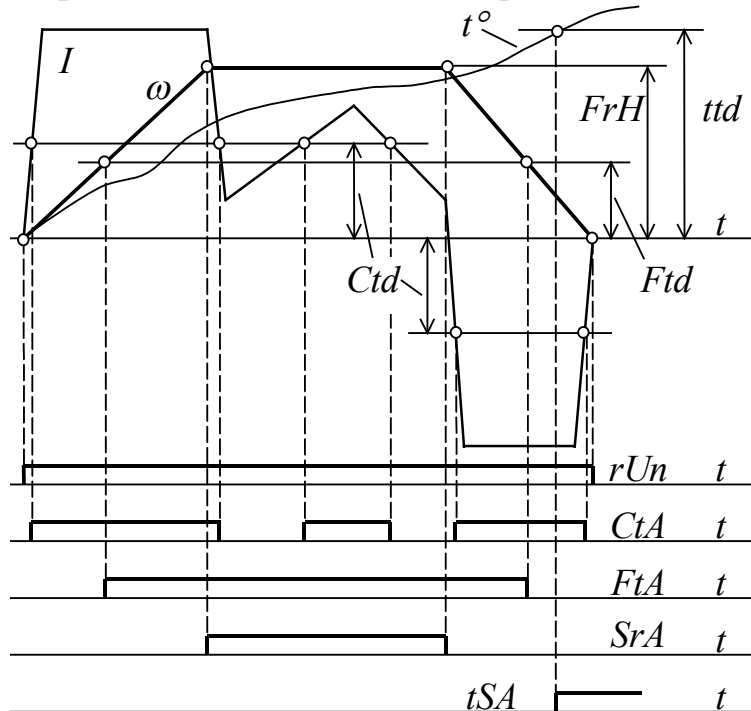


Рис. 7.3. Выходные релейные сигналы

8. КАНАЛЫ УПРАВЛЕНИЯ И ЗАДАНИЯ

Различают два вида воздействия извне на ПЧ: плавное изменение задания на скорость или момент (далее называется заданием) и подача логических команд различного смысла (далее называется управлением).

Источниками задания могут быть:

- аналоговые входы;
- встроенный потенциометр;
- клавиатура встроенного или выносного терминала;
- сетевые входы *Modbus* и *CANopen*;
- логические входы в случае использования их в режиме «быстрее-медленнее».

В качестве источников сигналов управления могут выступать:

- логические входы;
- встроенный терминал (кнопки *RUN*, *STOP*);
- сетевые входы *Modbus* и *CANopen*;
- коммуникационная карта.

Большинство параметров, регламентирующих место ввода и способ обработки сигналов задания и управления, расположены в меню *StL*-. Параметры настраиваются только при остановленном двигателе и отсутствии команды «Пуск».

Уровень доступа к параметрам, влияющий не только на доступность некоторых параметров, но и на возможную конфигурацию каналов задания и управления, определяется параметром *LAC*:

- *L1* – доступ только к основным функциям (предполагает взаимозаменяемость с *ATV28*);
- *L2* – как *L1*, но с доступом также к новым параметрам меню *FUN*-;
- *L3* – как *L2*, но с возможностью совместного режима управления.

8.1. Каналы задания

Ввод задания возможен по двум каналам (*Fr1* и *Fr2*). Главный источник для каждого из них выбирается с помощью параметров *Fr1* и *Fr2* со значениями:

- *AI1* – аналоговый вход *AI1*;
- *AI2* – аналоговый вход *AI2*;
- *AI3* – аналоговый вход *AI3*;
- *AIp* – встроенный задающий потенциометр (только для *ATV31●●●A*);
- *UPdt* – дискретный вход *LII* в режиме «быстрее-медленнее»¹⁾;
- *UPdH* – кнопки ▲ и ▼ встроенного или выносного терминала в режиме «быстрее-медленнее»¹⁾;
- *LCC* – выносной терминал (параметр *LFr* меню *SEt*-)²⁾;
- *Mdb* – шина *Modbus*²⁾;
- *CAn* – шина *CANopen*²⁾.

Цифрами ¹⁾ помечены назначения, доступные только при *LAC=L2* или *L3*, цифрами ²⁾ – доступные при *LAC=L3*.

В каждом из каналов каждый из аналоговых входов может выполнять функцию второго или третьего входа, сигнал на котором суммируется с главным сигналом задания канала *Fr1* (*Fr2*) в соответствии с выражением *Fr1+SA2+SA3*.

По умолчанию основным заданием является сигнал на входе *AII* или встроенном задающем потенциометре. Для назначения аналогового входа вторым или третьим суммирующим входом служат две функции (меню *FUn-* подменю *SAI-*):

- *SA2* – суммирующий вход 2;
- *SA3* – суммирующий вход 3.

Их возможные значения:

- *nO* – не назначен;
- *AI1* – вход *AII*;
- *AI2* – вход *AI2*;
- *AI3* – вход *AI3*;
- *AIP* – встроенный задающий потенциометр (только для *ATV31●●●A*).

Параметр *rFC* позволяет выбрать один из каналов задания или дискретный вход для дистанционного переключения каналов:

- *Fr1* – активен канал *Fr1*;
- *Fr2* – активен канал *Fr2*;
- *LI1...LI6* – входы *LI1...LI6* (при наличии на входе логического 0 активирован канал *Fr1*, логической 1 – *Fr2*).

Уровень доступа *LAC=L3* позволяет использовать для переключения заданий слова управления *Modbus* или *CANopen*.

Суммирование и переключение заданий позволяет организовать алгебраическое суммирование сигналов задания и обратных связей, переключать структуру системы регулирования.

Поведение ПЧ при переключении заданий показано на рис. 8.1.

С помощью логических входов можно отключить задание по каналам *Fr1*, *Fr2* и управление по каналам *Cd1* и *Cd2* (см. п. 8.2) и разрешить формирование задания и управление только через клеммники и терминал. Тем самым игнорируются сигналы задания и управления, поступающие по коммуникационной сети. Для этого предназначен параметр *FLO* меню *COM-*:

- *nO* – локальная форсировка не активна;
- *LI1...LI6* – локальная форсировка активна, если один из логических входов (*LI1...LI6*) находится в состоянии 1, и неактивна в противном случае.

Выбор источника сигнала задания при локальной форсировке осуществляет параметр *FLOC* из того же меню:

- *nO* – источник задания не (управление через логические входы при нулевом задании);
- *AI1* – аналоговый вход *AI1*;
- *AI2* – аналоговый вход *AI2*;
- *AI3* – аналоговый вход *AI3*;
- *AIP* – задающий потенциометр, кнопки *RUN*, *STOP*;
- *LCC* – назначение задания *LFr* с выносного терминала (кнопками *RUN*, *STOP*, *FW/RV*).

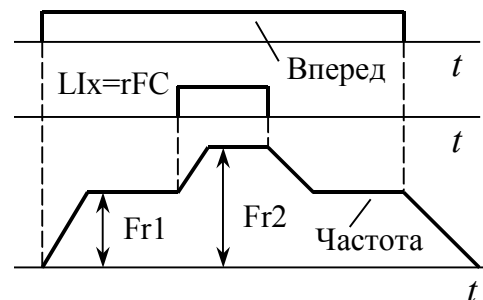


Рис. 8.1. Переключение заданий

Схема передачи сигналов задания для случая, когда LAC=L3, изображена на рис. 8.2. Переключатели Fr1, SA2, SA3, Fr2, PIF, rFC, FLO, FLOC на ней отображают действие одноименных параметров.

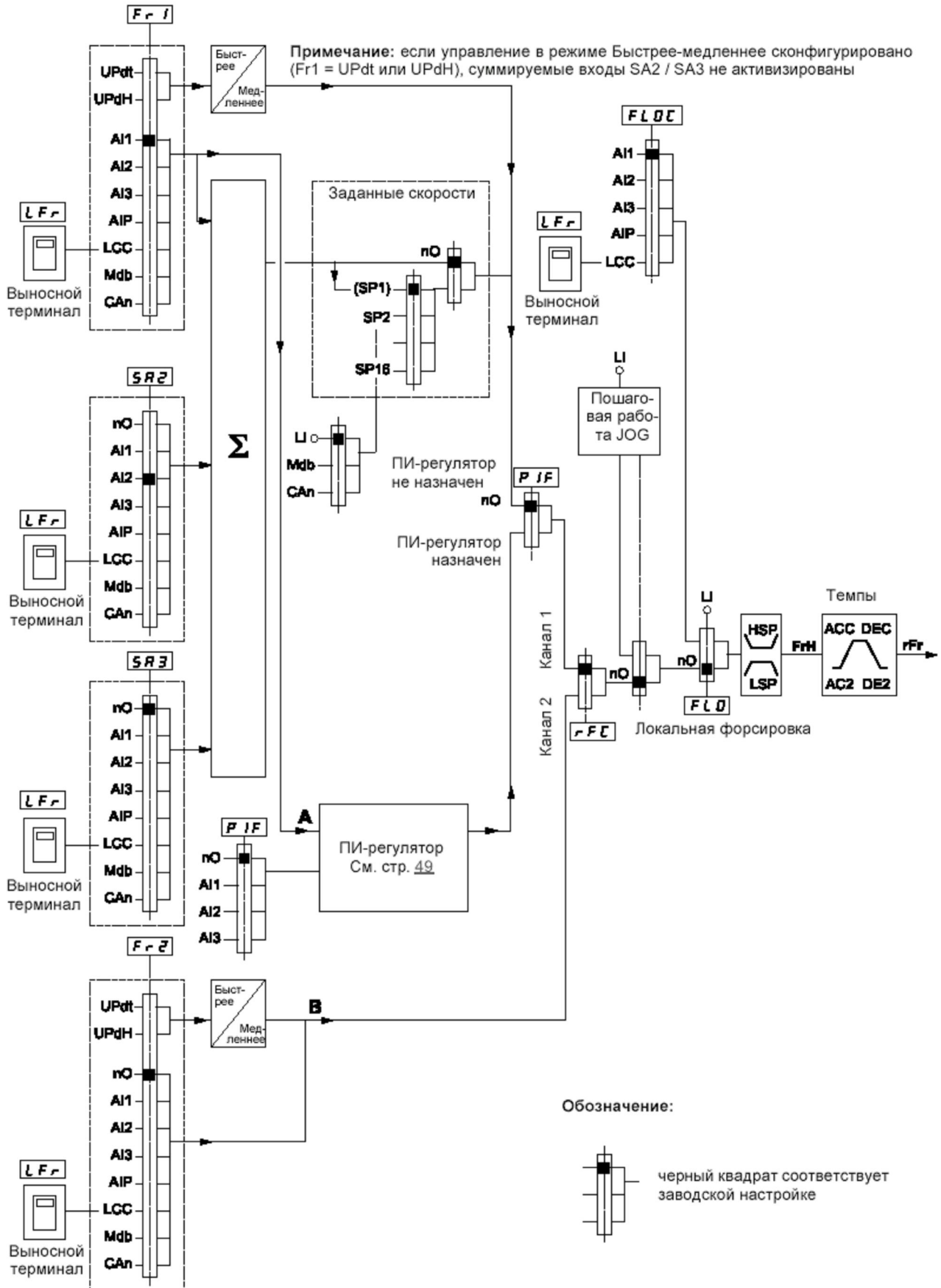


Рис. 8.2. Схема передачи сигналов задания при LAC=L3

8.2. Каналы управления

Ввод управляющих логических сигналов возможен также по двум каналам. Источники управляющих логических сигналов для них выбирают с помощью параметров Cd1 (канал управления 1) и Cd2 (Канал управления 2), имеющих значения:

- tEr – клеммники;
- LOC – клавиатура (кнопки *RUN*, *STOP*, только для *ATV31●●●A*);
- LCC – выносной терминал (кнопки *RUN*, *STOP*, *FWD*, *REV*);
- Mdb – шина *Modbus*;
- CAn – шина *CANopen*.

Переключение каналов управления осуществляется параметром CCS:

- Cd1 – нет переключения, активен канал управления 1;
- Cd2 – нет переключения, активен канал управления 2;
- LI1...LI6 – переключение каналов сигналом на одном из логических входов *LI1...LI6* (если назначенный вход в состоянии 0, активен Cd1, в противном случае – Cd2).

Поскольку переключение заданий/управления может происходить во время работы ПЧ, есть возможность во избежание броска скорости обеспечить копирование заданий (управлений) из одного канала в другой с помощью параметра COp:

- nO – нет копирования;
- SP – копирование только задания;
- Cd – копирование только управления;
- ALL – копирование задания и управления.

Параметр PSt дает приоритет клавише *STOP* на встроенном терминале *ATV31●●●A* или на выносном терминале, если они не являются выбранными каналами управления:

- nO – нет приоритета клавиши *STOP*;
- YES – клавиша *STOP* имеет приоритет.

Для подтверждения любого изменения назначения данного параметра необходимо удерживать нажатой клавишу *ENT* в течение 2 с. Клавиша *STOP* задает остановку свободным выбегом. Если активным является терминал (Cd1 или Cd2=LCC), способ остановки соответствует параметру Stt (см. п. 9.6) вне зависимости от значения PSt.

Параметр rOt определяет разрешенное направление вращения для кнопок *RUN* встроенного терминала *ATV31●●●A* или выносного терминала:

- dFr – вперед;
- drS – назад;
- bOt – оба направления (но для *ATV31●●●A* только вперед).

9. ПРИКЛАДНЫЕ ФУНКЦИИ

Параметры, необходимые для реализации прикладных функций, расположены в меню FUn-. Многие из этих параметров активизируют соответствующую

шую функцию путем назначения ее на один из логических входов. Совместимость функций отражена в табл. 9.1.

Таблица 9.1

Совместимость прикладных функций

	Суммирование входов	Быстрее-медленнее	Управление окончанием хода	Заданные скорости	ПИ-регулятор	Пошаговая работа	Управление тормозом	Динамическое торможение	Быстрая остановка	Остановка на выбеге
Суммирование входов	■	●		↑	●	↑				
Быстрее-медленнее	●	■		●	●	●				
Управление окончанием хода			■		●					
Заданные скорости	←	●		■	●	↑				
ПИ-регулятор	●	●	●	●	■	●	●			
Пошаговая работа	←	●		←	●	■	●			
Управление тормозом					●	●	■	●		
Динамическое торможение							●	■		↑
Быстрая остановка									■	↑
Остановка на выбеге								←	←	■

Примечания: ● – функции несовместимы; ←↑ – стрелка указывает на функцию, имеющую приоритет; отсутствующие в таблице функции не имеют проблем с совместимостью.

9.1. Пошаговая работа

Пошаговая работа используется при ручном управлении (например, в процессе наладки оборудования или в механизмах с ручной подачей или заправкой материала). В этом режиме движение (обычно с пониженной скоростью) происходит только тогда, когда на выбранном логическом входе присутствует логическая единица. Необходимые для настройки параметры расположены в подменю JOG-, а также в меню SET-. Для активизации режима пошаговой работы необходимо с помощью параметра JOG сконфигурировать один из входов на получение соответствующего логического сигнала:

▪ nO – вход не назначен;
 ▪ LI1...LI6 – логическая команда назначена на один из логических входов LI1...LI6, причем логическая 1 активизирует движение.

Частота (не более 10 Гц), до которой произойдет разгон, задается параметром JGF (доступен, если JOG≠nO).

Темпы разгона и торможения соответствуют значениям параметров ACC, AC2, dEC и dE2 (см. п. 5).

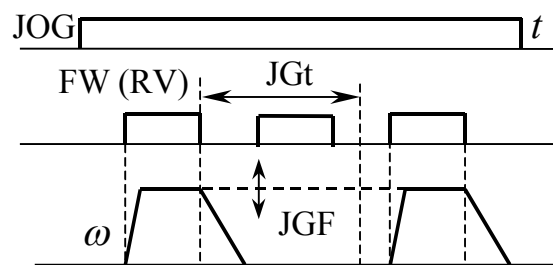


Рис. 9.1. Шаговый режим

9.2. Предварительно заданные скорости

Необходимые параметры расположены в подменю PSS-. Функция применяется для формирования сложных тахограмм с заранее известным количеством ступеней скорости. Количество предварительно заданных скоростей (до 16) и логические входы, их активизирующие, выбираются с помощью параметров:

- PS2 (2 заданные скорости);
 - PS4 (4 заданные скорости);
 - PS8 (8 заданных скоростей);
 - PS16 (16 заданных скоростей),
- каждый из которых имеет значения:

- nO – вход не назначен;
- LI1...LI6 – один из логических входов LI1...LI6.

Уровни скорости (в Гц) задают как значения параметров:

- SP2 (заданная скорость 2);
- SP3 (заданная скорость 3);
- ...
- SP15 (заданная скорость 15);
- SP16 (заданная скорость 16).

Данные параметры доступны, если сконфигурировано соответствующее количество параметров PSx. Первой заданной скорости соответствует частота, заданная по каналу задания Fr1 (через аналоговые входы, с графического терминала или иным способом, см. п. 8.1).

Максимальное количество доступных скоростей равно 2^N (N – количество использованных логических входов). В зависимости от потребного количества скоростей необходимо задействовать:

- для двух скоростей – параметр PS2 и один логический вход;
- для четырех скоростей – параметры PS2, PS4 и два логических входа;
- для восьми скоростей – параметры PS2, PS4, PS8 и три логических входа;
- для 16 скоростей – параметры PS2, PS4, PS8, PS16 и четыре логических входа.

После того, как выбраны количество скоростей PSx, назначены логические входы и заданы уровни SPx, текущий уровень скорости задается входным кодом (сочетанием логических команд) в соответствии с табл. 9.2. Пример реализации восьмиуровневой тахограммы с использованием трех логических входов приведен на рис. 9.2.

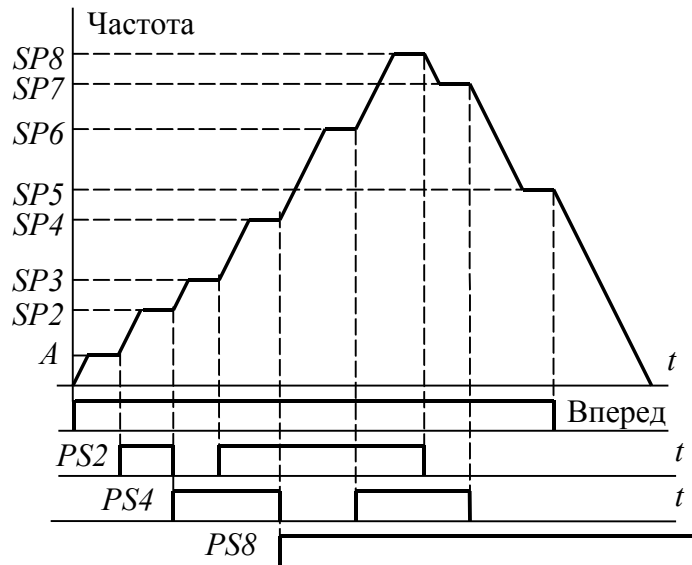


Рис. 9.2. Восьмиуровневая тахограмма

Таблица 9.2

Сочетания логических сигналов и заданные скорости

16 скоростей				Заданная скорость
PS16=LIx	8 скоростей			
	PS8=LIx	4 скорости		
		PS4=LIx	2 скорости PS2=LIx	
0	0	0	0	От источника задания
0	0	0	1	SP2
0	0	1	0	SP3
0	0	1	1	SP4
0	1	0	0	SP5
0	1	0	1	SP6
0	1	1	0	SP7
0	1	1	1	SP8
1	0	0	0	SP9
1	0	0	1	SP10
1	0	1	0	SP11
1	0	1	1	SP12
1	1	0	0	SP13
1	1	0	1	SP14
1	1	1	0	SP15
1	1	1	1	SP16

9.3. Быстрее-медленнее

Функция применяется для плавного изменения заданной частоты с помощью лишь логических входов (другое название – моторный потенциометр). Возможные применения: управление подъемным краном с подвесного пульта, подстройка скоростей многодвигательных приводов. Необходимые параметры расположены в подменю UPd-. Подменю доступно, если Fr2=Updt, см. п. 8.1.

Функция реализуется с помощью двух параметров USP (быстрее) и dSP (медленнее) с одинаковыми списками возможных значений:

- nO – функция неактивна;
- LI1...LI6 – функция активна при наличии логической единицы на выбранном логическом входе (LI1...LI6).

Смысл функции состоит в том, что:

- при наличии единицы на входе, назначенном на USP, заданная частота плавно возрастает с темпом ACC (AC2), но не выше HSP;
- при наличии единицы на входе, назначенном на dSP, заданная частота плавно снижается с темпом dEC (dE2), но не ниже LSP;
- при наличии нуля на обоих входа уровень задания на частоту не изменяется.

Сохранить достигнутое значение заданной частоты после снятия команд USP, dSP, Вперед, Назад или питания ПЧ можно с помощью параметра Str. Если задание сохранено, достигнутая при работе функции «быстрее-медленнее» заданная частота служит заданием после получения новой команды пуска даже

при отсутствии команды USP (как на рис. 9.3). В противном случае новый пуск начнется с нулевого задания. Варианты сохранения:

- nO – задание не сохраняется;
- rAM – задание сохраняется в ОЗУ для последующего использования в текущем сеансе работы ПЧ (после отключения питания утрачивается);
- EEP – задание сохраняется в ПЗУ и доступно даже после выключения ПЧ.

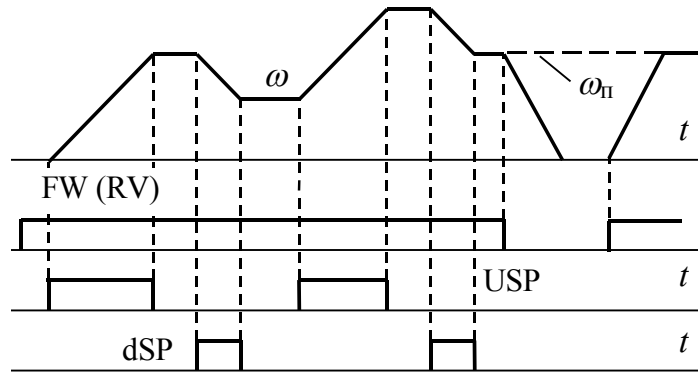


Рис. 9.3. Работа в режиме «быстрее-медленнее»

9.4. Управление окончанием хода

В механизмах с поступательным или поворотным перемещением рабочего органа (стол строгального станка, простейшие манипуляторы, подъемные краны и т.п.) допустимый диапазон перемещений обычно ограничен упорами (концевыми выключателями, рис. 9.4).

Функция «Управление окончанием хода» предполагает, что контакты концевых выключателей на границах области рабочих перемещений являются размыкающими. Параметры расположены в подменю LSt-. Команды остановки назначаются с помощью параметров LAF (Остановка вперед) и LAr (Остановка назад) с допустимыми значениями:

- nO – функция неактивна;
- LI1...LI6 – остановка начинается при наличии логического нуля на выбранном логическом входе (LI1...LI6).

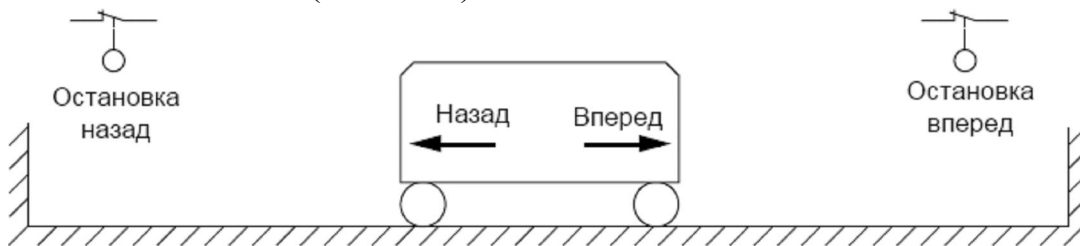


Рис. 9.4. Схема управления окончанием хода

Способ остановки после получения на назначенный вход команды остановки определяется параметром LAS:

- rMP – темп остановки определен параметром dEC (см. п. 5);
- FSt – быстрая остановка с длительностью торможения dEC, деленной на коэффициент, заданный параметром dCF (см. п. 5.1);
- nSt – остановка в режиме свободного выбега под действием момента нагрузки.

Повторный пуск возможен только в противоположном направлении после остановки двигателя. Если оба назначенных входа (LAF и LAr) находятся в состоянии 0, пуск невозможен. Пример работы в данном режиме приведен на рис. 9.5. Функция может быть реализована, если назначены 4 логических входа

(для команд вперед, назад, LAF и LAr). После получения команды «Вперед» на соответствующий вход начинается движение вперед. По достижении концевого выключателя он размыкается, сигнал LAr=0, что служит началом остановки. Пуск в противоположном направлении начинается с командой «Назад».

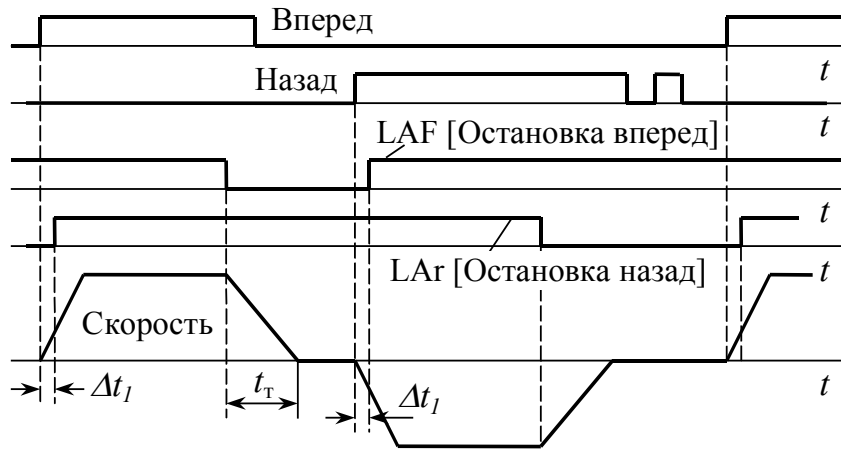


Рис. 9.5. Работа в режиме окончания хода

По истечении времени Δt_1 после начала движения контакт «Остановка вперед» вновь замыкается. Аналогично происходит остановка по достижении концевого выключателя «Остановка назад». Точность остановки в данном режиме не очень высока, т.к. торможение начинается с достаточно большой скорости. Поэтому путь, пройденный рабочим органом за время торможения Δt_T , может заметно варьировать в зависимости от нагрузки на валу.

9.5. ПИ-регулятор

ПИ-регулятор предназначен для регулирования технологического параметра (натяжения полосы, уровень жидкости в резервуаре, давление жидкости или газа в магистрали, температуры). Его функциональная схема изображена на рис. 9.6. Выходной сигнал регулятора является заданием на выходную частоту ПЧ (см. рис. 8.2).

Параметры для настройки ПИ-регулятора расположены в подменю PI. Функция активизируется после назначения аналогового входа на обратную связь ПИ-регулятора с помощью параметра PIF:

- nO – функция не назначена (в этом случае все остальные параметры ПИ-регулятора недоступны);
- AI1 – аналоговый вход AI1;
- AI2 – аналоговый вход AI2;
- AI3 – аналоговый вход AI3.

Параметр FbS задает масштабный коэффициент для обратной связи регулятора с целью согласования с датчиком регулируемой величины.

Таблица 9.3

Выбор задания регулятора

LIx(Pr4)	LIx(Pr2)	Задание
0	0	rPI или A
0	1	rP2
1	0	rP3
1	1	rP4

Варианты назначения задания для регулятора:

- предварительные задания, выбираемые с помощью логических входов (параметры rP2, rP3, rP4) с целью реализации некоторой программы ступенчатого изменения регулируемой переменной;
- внутреннее задание (rPI), подаваемое с графического терминала или из коммуникационной сети;

- задание А, полученное по каналу задания 1 (Fr1), см. п. 8.1 (источником переменного во времени задания в этом случае являются аналоговые или импульсные входы ПЧ).

Величину внутреннего задания задают параметром rPI.

Активизация внутреннего задания производят параметром PII:

- nO – задание ПИ-регулятора формируется каналом задания Fr1 (см. п. 8.1);
- YES – задание ПИ-регулятора равно значению параметра rPI.

Количество предварительных заданий и логические входы для их активизации определяются параметрами Pr2 (2 предварительных задания) и Pr4 (4 предварительных задания) с возможными значениями:

- nO – функция неактивна;
- LI1...LI6 – предварительное задание активизируется высоким уровнем на одном из логических входов (LI1...LI6).

Величины предварительных заданий:

- rP2 (задание 2) – доступен, если назначен параметр Pr2;
- rP3 (задание 3) – доступен, если назначен параметр Pr4;
- rP4 (задание 4) – доступен, если назначен параметр Pr4.

Сочетания логических сигналов на входах, назначенных для параметров Pr2 и Pr4, задают текущее задание для ПИ-регулятора (табл. 9.3). Для реализации двух уровней предварительного задания достаточно одного логического входа, трех или четырех уровней – двух входов. При наличии низкого уровня на обоих входах используется (в зависимости от значения PII) внутреннее задание или сигнал канала Fr1.

Параметры передаточной функции регулятора $W_p(p) = k_n + k_i/p$ настраиваются как значения параметров:

- rPG – коэффициент пропорциональной части k_n ;
- rIG – коэффициент интегральной части k_i .

Характер воздействия регулятора на заданную скорость привода можно изменить параметром PIC:

- nO – скорость привода увеличивается, если ошибка регулирования положительна (например, при регулировании давления с помощью компрессора);
- YES – скорость привода уменьшается, если ошибка регулирования положительна (например, при регулировании температуры с помощью охлаждающего вентилятора).

Рекомендации по настройке параметров передаточной функции регулятора приведены на рис. 9.7.

В случае, если одновременно активизированы параметры ПИ-регулятора и параметр tLS (см. п. 5), возможна ситуация, когда регулятор будет пытаться работать на скорости, меньшей LSP. Во избежание чередующихся разгонов, возвратов к LSP, остановок следует задать минимальный пороговый уровень ошибки регулятора, при превышении которого происходит перезапуск после продолжительной работы на частоте LSP. Порог задается параметром rSL (0...100%). Данный параметр неактивен, если tLS=0.

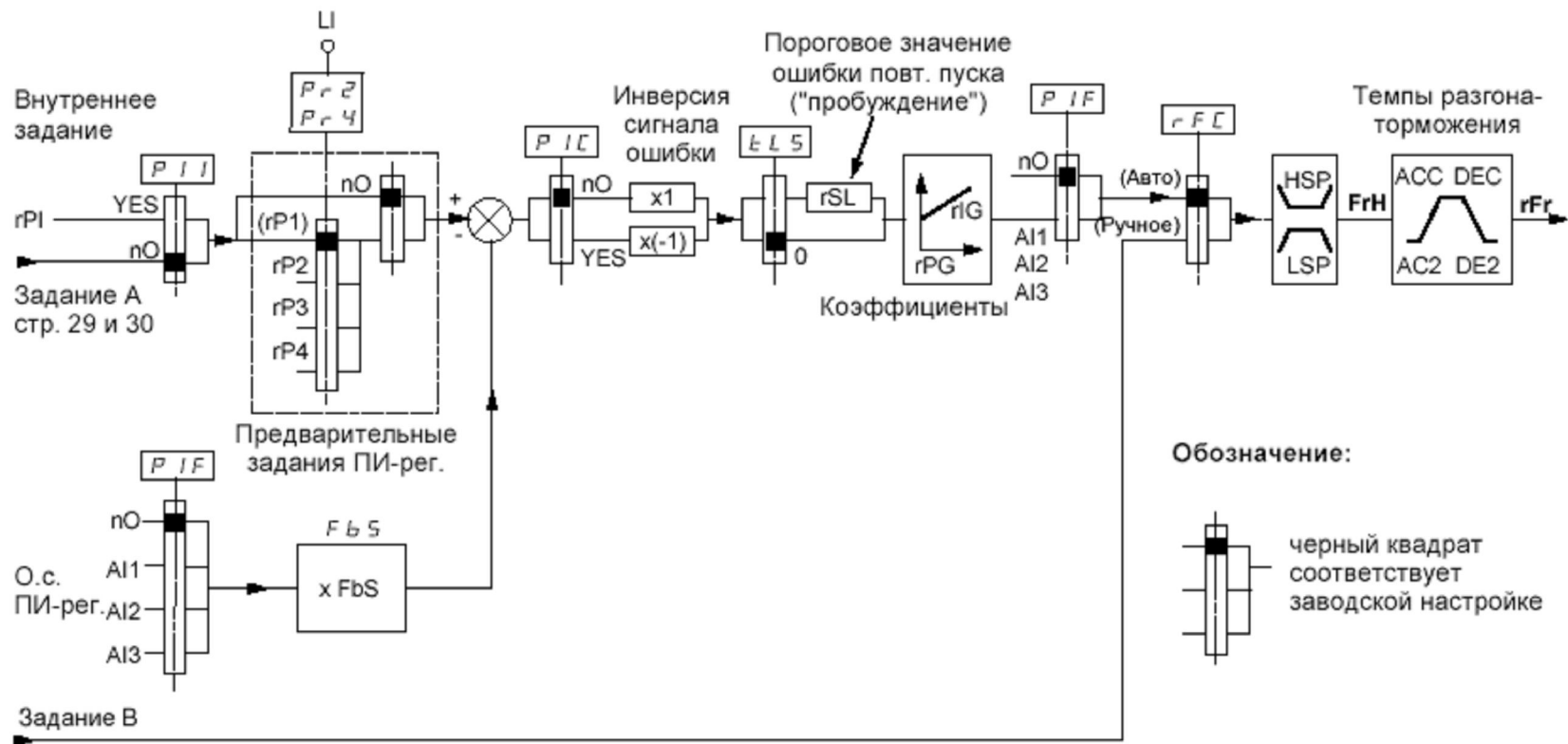


Рис. 9.6. Структура ПИ-регулятора

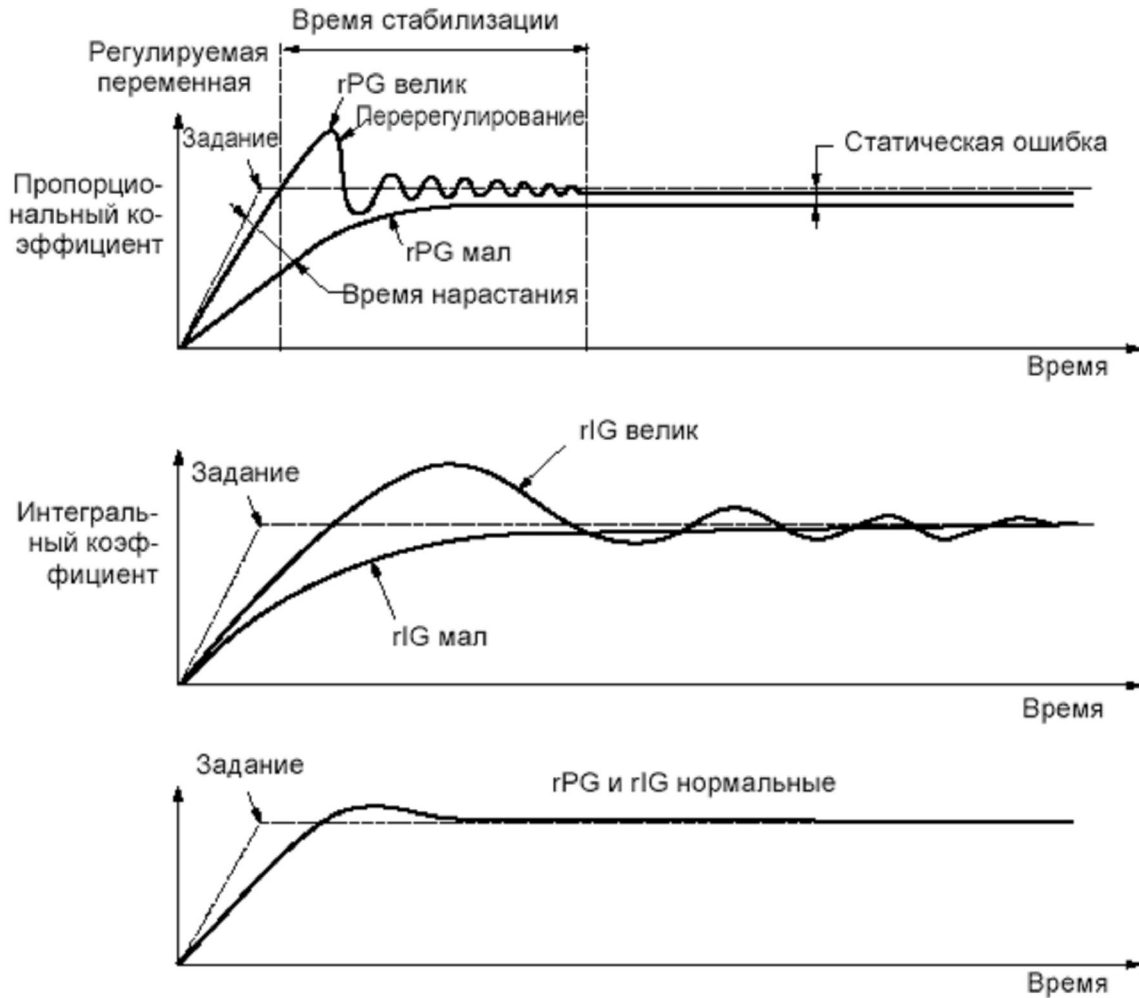


Рис. 9.7. Настройка ПИ-регулятора

9.6. Способы остановки привода

Возможны следующие способы перехода в режим остановки:

- снятие команды «Вперед» с логического входа *LII* (при двухпроводном управлении, см. п. 7.1);
- подача команды «Стоп» на логический вход *LII* (при трехпроводном управлении);
- нажатие кнопки *STOP* на терминале;
- подача логического сигнала на вход, назначенный для команды остановки одним из способов.

Все необходимые параметры расположены в подменю StC- меню FUn-. Для первых трех вариантов перехода в режим остановки возможны 4 способа остановки, задаваемые параметром Stt, (в порядке возрастания темпа):

- Stt=nSt – выбег при заблокированном инверторе под действием нагрузки на валу;
- Stt=rMP – обычная остановка с использованием рекуперативного торможения двигателя под управлением ПЧ. Темп торможения задается параметрами dE1, dE2 (п. 5). Может потребоваться тормозной резистор;

- $Stt=dCI$ – динамическое торможение двигателя путем подачи в обмотки статора постоянного тока через инвертор (тормозной резистор не требуется, но тормозной момент снижается по мере торможения);
- $Stt=FSt$ – быстрая остановка с длительностью торможения dEC , $dE2$, деленной на коэффициент, заданный параметром dCF (делитель темпа). Обычно используется как аварийное торможение в подъемно-транспортных механизмах.

В случае выбора динамического торможения ($Stt=dCI$) следует задать параметры этого режима:

- IdC – ток динамического торможения (от 0 номинального тока ПЧ);
- tdI – длительность протекания тока IdC , с.

Выбег, быстрая остановка и динамическое торможение могут быть также запущены с помощью сигнала на одном из логических входов, назначенных с помощью трех параметров того же меню:

- nSt (остановка на выбеге);
- FSt (назначение быстрой остановки);
- DCI (назначение динамического торможения).

Варианты значений этих параметров идентичны:

- nO – вход не назначен;
- $LI1 \dots LI6$ – для остановки назначен один из входов ($LI1 \dots LI6$).

Быстрая остановка и остановка на выбеге активизируются логическим нулем на назначенном логическом входе, динамическое торможение – логической единицей (рис. 9.8). Остановка с заданным темпом активизируется после снятия команды «Вперед» («Назад») или после подачи команды «Стоп».

Динамическое торможение можно также использовать для решения другой задачи: удержания вала в неподвижном состоянии при нулевом задании на скорость. Для этого активизируют функцию автоматического динамического торможения, которая вступает в действие после окончания замедления и настраивается с помощью параметров (подменю AdC -):

- AdC (назначение динамического торможения) с возможными значениями:
 - nO – функция не активизирована;
 - YES – ограниченная регулируемая длительность динамического торможения при удержании;

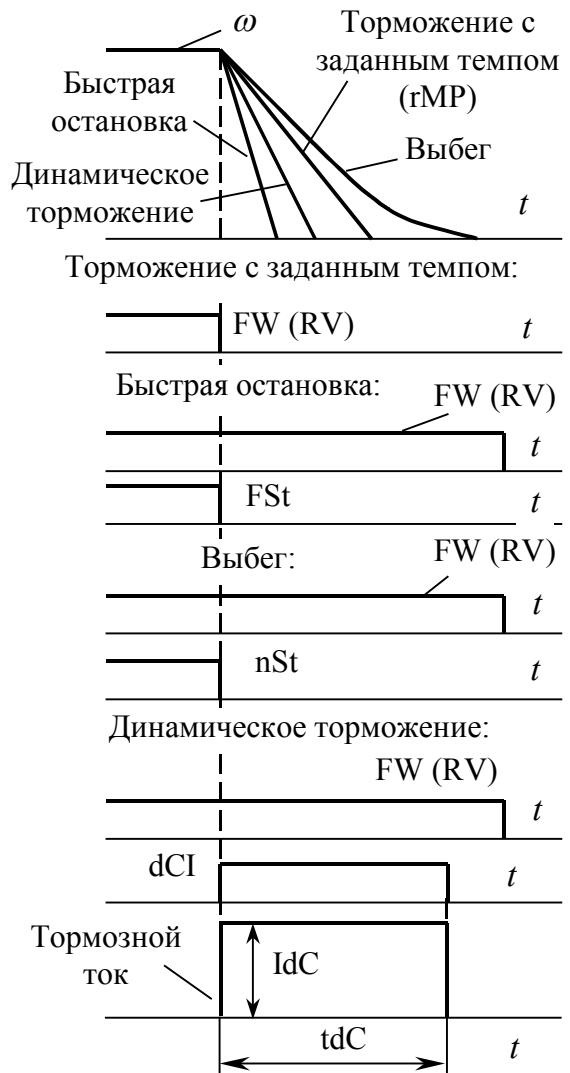


Рис. 9.8. Управление остановкой

- Ct – неограниченная длительность динамического торможения при удержании;
- $SdC1$ – величина первого тока динамического торможения при удержании, А ($0 \dots 1,2 I_n$);
- $tdC1$ – длительность протекания тока $SdC1$, с;
- $SdC2$ – величина второго тока динамического торможения при удержании (обычно меньше первого), А ($0 \dots 1,2 I_n$);
- $tdC2$ – длительность протекания тока $SdC2$, с.

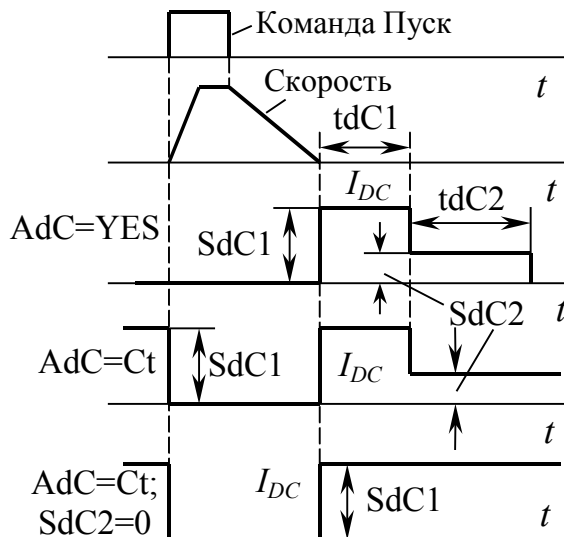


Рис. 9.9. Варианты удержания вала

Если выбрана опция $AdC=Ct$, параметр $tdC2$ не активен. Если при этом также $SdC2=0$, не активен и $tdC1$.

Примеры временных диаграмм для трех вариантов удержания вала в режиме автоматического динамического торможения по окончании замедления привода приведены на рис. 9.9.

Параметры, имеющие отношение к функции удержания вала, не влияют на настройки остановки в режиме динамического торможения.

9.7. Второе ограничение тока

Помимо ограничения тока, заданного параметром $CL1$ (см. п. 4) и действующего всегда, второй уровень ограничения можно задать с помощью параметра $CL2$ из подменю $LC2$ -. Данное ограничение активно только тогда, когда на логическом входе, назначенном параметром $LC2$, присутствует логическая единица. В противном случае активно ограничение $CL1$.

9.8. Переключение темпов

Переключение темпов можно осуществить не только по достижении частоты Frt , но и сигналом на логическом входе. Для этого необходимо назначить вход с помощью параметра rPS из подменю rPC - меню FUn -:

- nO – вход не назначен;
- $L1 \dots L6$ – при появлении 1 на выбранном входе $L1 \dots L6$ действуют темпы $AC2$ и $dE2$, в противном случае – ACC и dEC (если текущая частота меньше Frt).

Вторые темпы задаются параметрами $AC2$, $dE2$. Пример переключения показан на рис. 9.10.

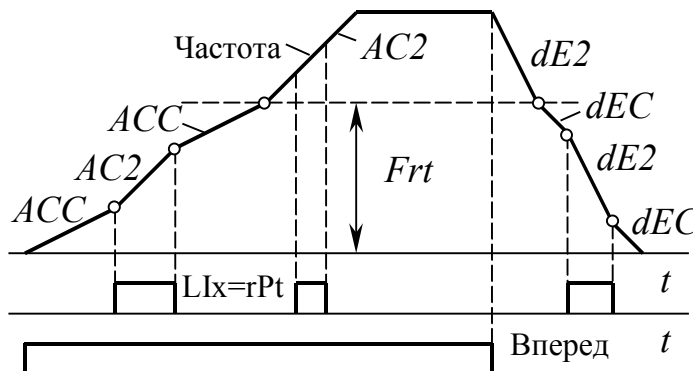


Рис. 9.10. Переключение темпов

9.9. Переключение двигателей

Функция обеспечивает попеременное питание двух двигателей разной мощности от одного ПЧ (например, для горизонтального и вертикального перемещения в грузоподъемных механизмах). Переключение производится при остановленном двигателе и заблокированном ПЧ с помощью коммутационной схемы его на выходе. Функция доступна при $LAC \neq L1$. Необходимые параметры расположены в подменю СНР- меню FUn-.

Команда на переключение подается с помощью логического входа, выбираемого с помощью параметра СНР:

- nO – вход не назначен;
- LI1...LI6 – при наличии на выбранном входе (LI1...LI6) логического 0 к ПЧ подключен двигатель 1, при наличии логической 1 – двигатель 2.

Процесс подключения второго двигателя сопровождается активизацией заранее заданных параметров:

- номинальных параметров двигателя (UnS2, FrS2, nCr2, nSP2, COS2);
- параметров закона частотного управления (UFt2, UFr2, FLG2, StA2, SLP2) взамен соответствующих параметров для первого двигателя (см. коды без цифры 2).

При использовании переключения двигателей тепловая защита двигателя с помощью ПЧ запрещена. Кроме того, осуществлять автоподстройку (см. п. 3) для второго двигателя и выбрать $tUn=rUn$ или POn не следует.

9.10. Сохранение и восстановление конфигурации. Макроконфигурации

Текущую конфигурацию (совокупность значений всех параметров) можно сохранить в ПЗУ ПЧ, активизировав функцию SCS, имеющую значения:

- nO – функция не активизирована;
- Str1 – сохранение текущей конфигурации (кроме результатов автоподстройки) в ПЗУ.

При подключении выносного терминала появляются еще 4 дополнительные значения (FIL1, FILE2, FIL3, FIL4), служащие для сохранения еще 4 конфигураций в ПЗУ выносного терминала.

После сохранения параметр SCS автоматически принимает значение nO.

Для возврата к сохраненной или заводской конфигурации служит параметр FCS:

- nO – функция не активизирована;
- rECI – текущая конфигурация заменяется конфигурацией, ранее сохраненной в ПЗУ;
- InI – текущая конфигурация заменяется заводской конфигурацией (конфигурацией по умолчанию).

Если выносной терминал подключен к ПЧ, у данного параметра появляются дополнительные значения (FIL1, FILE2, FIL3, FIL4), позволяющие загрузить одну из 4 конфигураций, ранее сохраненных в памяти терминала.

После завершения загрузки параметр FCS автоматически принимает значение nO.

Для регистрации значений rECI, InI, FIL1...FILE2 необходимо продолжительное нажатие (2 с) кнопки ENT.

Оба параметра доступны в меню drC-, I-O-, CtL-, FUn-.

В ПЧ *Altivar 31* начиная с версии V1.7 имеется возможность выбора между двумя макроконфигурациями (*Start/Stop* и *Factory settings*) с помощью параметра CFG (меню drC-). Отличия между ними состоит в различных назначениях логических входов LI3 и LI4 и аналогового входа AI2 (табл. 9.4).

Таблица 9.4

Назначения в макроконфигурациях

Параметр	<i>Start/Stop</i>	<i>Factory settings</i>
AI2A	Not configured	Summing input 2
LI3A	Not configured	Select 2 preset speed
LI4A	Not configured	Select 4 preset speed
SA2	Not configured	Analog input AI2
PS2	Not assigned	Logic input LI3
PS4	Not assigned	Logic input LI4

10. ЗАЩИТЫ И НЕИСПРАВНОСТИ

Преобразователь частоты снабжен защитами, которые обнаруживают возникшую неисправность и для предотвращения ее дальнейшего развития в зависимости от степени опасности сигнализируют о неисправности, останавливают привод или блокируют ПЧ. Предусмотрены следующие защиты:

- тепловая время-токовая защита двигателя и ПЧ;
- от обрыва фаз сети (на входе ПЧ) и инвертора (на выходе);
- от снижения напряжения в звене постоянного тока;
- от замыкания на землю и от междуфазного замыкания на его выходе;
- от затяжного перезапуска (при автоматическом повторном пуске);
- от обрыва аналогового задания;
- от неисправности коммуникационной сети;
- от несоответствия схемной и программной конфигураций (например, при назначении входов-выходов, имеющих лишь на отсутствующей карте расширения).

Меню FLt- содержит параметры, позволяющие активизировать отдельные виды защит, настроить их уставки и задать поведение ПЧ после возникновения неисправности, а также способ сброса неисправности.

10.1. Активизация защит

Косвенная **тепловая защита двигателя** реализуется путем непрерывного автоматического расчета преобразователем значения интеграла Джоуля (или теплового импульса тока) $I^2t = \int_0^t I^2 dt$, пропорционального тепловой энергии,

выделившейся в двигателе за время его работы. При этом, кроме величины тока и длительности его протекания, учитываются также скорость двигателя и температура окружающей среды. После отключения питания цепей управления

значение I^2t обнуляется. Уставка тепловой защиты настраивается с помощью параметра ItH (меню SEt-) на номинальный ток двигателя (в пределах 0,2...1,5 номинального тока ПЧ). Защита срабатывает при значении $I^2t=118\%$ номинального значения и отключается при $I^2t=100\%$.

Параметр ttd (меню SEt-) задает уставку срабатывания сигнализации тепловой защиты (с помощью дискретных выходов, если r1, r2 или dO=tSA, см. пп. 7.3, 7.4).

Данная защита неэффективна при параллельном питании от ПЧ нескольких двигателей, а также при ухудшении условий охлаждения по сравнению с паспортными.

Поведение ПЧ после превышения уровня ttd выбирается с помощью параметра OLL:

- nO – неисправность игнорируется;
- YES – остановка на выбеге;
- rMP – остановка с заданным темпом (см. п. 9.6);
- FSt – быстрая остановка (см. п. 9.6).

Аналогичным образом настраивается **тепловая защита ПЧ** (параметр OHL).

Поведение ПЧ после **исчезновения напряжения** определяется с помощью параметра StP:

- nO – нет реакции;
- MMS – режим остановки, использующий кинетическую энергию маховых масс привода для поддержания напряжения в звене постоянного тока (может применяться, например, в подъемных механизмах для управляемого спуска груза после снижения и даже исчезновения напряжения питания);
- rMP – остановка с темпом, заданным параметрами dEC или dE2;
- FSt – быстрая остановка.

Защита от **обрыва фазы сети** активизируется параметром IPL:

- nO – неисправность игнорируется (рекомендуется при питании ПЧ от однофазной сети или от сети постоянного тока);
- YES – блокировка ПЧ с быстрой остановкой.

Для защиты от **обрыва фазы на выходе** ПЧ служит параметр OPL:

- nO – функция неактивна;
- YES – блокировка ПЧ по неисправности OPF с остановкой на выбеге;
- OAC – ПЧ не блокируется, а продолжает формировать выходное напряжение, чтобы предотвратить перегрузку после исчезновения обрыва и срабатывания функции подхвата на ходу (двигатель продолжает вращаться при двухфазном питании).

Защита от **обрыва цепи задания** на аналоговом входе (неисправность LFF) активизируется с помощью параметра LFL:

- nO – неисправность игнорируется;
- YES – остановка на выбеге;
- rMP – остановка с заданным темпом;

- FSt – быстрая остановка;
- LFF – переход на резервную скорость до тех пор, пока неисправность не будет устранена (лифтовые применения);
- rLS – поддерживается скорость, бывшая на момент неисправности, пока неисправность не будет устранена.

Величина резервной скорости может быть задана параметром LFF.

Один из логических входов может быть назначен на функцию **внешней неисправности** с помощью параметра EtF:

- nO – функция неактивна;
- LI1...LI6 – переход назначенного входа в состояние 1 означает внешнюю неисправность, после чего поведение ПЧ определяется параметром EPL с возможными значениями, как у параметра OLL.

Параметр tnL определяет поведение ПЧ после случае **неудачной автоподстройки** (неисправность tnF):

- nO – неисправность игнорируется, а ПЧ возвращается к заводской настройке;
- YES – неисправность с блокировкой ПЧ.

Параметр dIn дает возможность ПЧ работать при **пониженном напряжении сети**:

- nO – функция не активна;
- YES – функция активна (нижний порог напряжения зависит от номинального напряжения и количества фаз питания ПЧ); данное назначение требует длительного (2 с) нажатия кнопки ENT.

10.2. Индикация неисправностей

Индикация возникшей неисправности возможна с помощью:

- релейных выходов R1 и R2 (реле неисправности), а также аналогового/дискретного выхода АОС путем назначения на них соответствующей функции (см. пп. 7.3, 7.4);
- встроенного или выносного терминала (отображение кода текущей неисправности).

Коды наиболее важных неисправностей, возможные причины возникновения, а также параметры для их активизации и настройки приведены в табл. 10.1.

11.3. Работа ПЧ после неисправности

Некоторые наиболее опасные неисправности предполагают после устранения их причины обязательную ручную подачу команды **сброса неисправности**. Такая команда может быть подана нажатием на кнопку STOP/RESET на терминале или подачей логической единицы на дискретный вход, назначенный с помощью параметра rSF:

- nO – функция неактивна;
- LI1...LI6 – сброс неисправности с помощью одного из входов LI1...LI6.

Таблица 10.1

Основные неисправности и их причины

Код	Возможная причина	Активизирующий параметр	Уставка
Неисправности, сбрасываемые путем выключения/включения питания ПЧ			
OCF	Слишком большая нагрузка или момент инерции		CL1, CL2
SCF	К.з. или на землю на выходе ПЧ		
SOF	Превышение скорости		
tnF	Ошибка автоподстройки		
Неисправности, сбрасываемые автоматически с повторным самозапуском			
LFF	Обрыв задания на аналоговом входе	LFL	
ObF	Слишком быстрое торможение		
OHF	Перегрев ПЧ	OHL	
OLF	Перегрев двигателя	OLL	ItH, ttd
OPF	Обрыв фазы на выходе ПЧ	OPL	
OSF	Слишком высокое напряжение питания		
PHF	Обрыв фазы сети	IPL	
Неисправности, сбрасываемые самостоятельно после исчезновения причины			
CFF	Неправильная конфигурация		
USF	Снижение напряжения питания	StP	UPL

Для другой категории неисправностей после устранения их причины команда сброса не требуется, а ПЧ автоматически осуществляет ряд попыток **повторного пуска**, разделенных увеличивающимися промежутками времени (1, 5, 10 с и далее по 1 мин. для последующих попыток). После первой же удачной попытки пуска продолжается обычная работа ПЧ в соответствии с заданием на скорость и командой направления вращения, которые не должны сниматься в режиме повторного пуска. Функция повторного пуска активизируется параметром Atr:

- nO – функция неактивна;
- YES – автоматический повторный пуск.

Во избежание перегрева двигателя длительность повторного пуска ограничена параметром tAr (активен при Atr=YES):

- 5 – 5 мин.;
- 10 – 10 мин.;
- 30 – 30 мин.;
- 1h – 1 час;
- 2h – 2 часа;
- 3h – 3 часа;
- St – без ограничения времени.

Если привод не запустился по истечении этого времени, ПЧ блокируется, а возобновление запуска возможно только после отключения и повторного включения питания. Параметр доступен только для двухпроводного управления (см. п. 7.1).

У приводов, скорость которых после срабатывания защиты и блокировки ПЧ снижается медленно (механизмы с большим моментом инерции, вентиляторы и насосы, вращаемые потоком газа или жидкости после отключения, подъемные механизмы в режиме спуска), к моменту устранения неисправности скорость может быть значительной. В этом случае целесообразно применение функции «*подхват на ходу*». В случае ее активизации с помощью параметра FLr из одноименного подменю ПЧ после сброса неисправности автоматически осуществляет поиск такой выходной частоты, которая соответствует текущей скорости двигателя, и только после этого начинает разгон с заданным ускорением до заданной скорости. Это обеспечивает безударное подключение двигателя. Функция может быть также применена при переключениях контактора на выходе ПЧ (например, при применении одного ПЧ для поочередного питания нескольких двигателей).

Литература

1. *Altivar 31*. Преобразователи частоты для асинхронных электродвигателей: Руководство по программированию. *Schneider Electric*. 2004. – 77 с.
2. Преобразователи частоты *Altivar 31*: Каталог. *Schneider Electric*. 2004. – 58 с.
3. *Altivar 31*. Преобразователи частоты для асинхронных электродвигателей: Краткое руководство пользователя. *Schneider Electric*. 2004. – 18 с.
4. *Altivar 31H*. Преобразователи частоты для асинхронных электродвигателей: Руководство по эксплуатации. *Schneider Electric*. 2004. – 17 с.
5. *Altivar 31. Variable speed drives for asynchronous motors. V1.7: Simplified manual*. *Schneider Electric*. 2005. – 20 с.

Приложение

Перечень параметров по алфавиту кодов

Код	Комментарий	Меню	Описание
AC2	Вторая длительность разгона от нулевой частоты до номинальной, с	SEt-; FUn- \rPC-	п. 5
ACC	Длительность разгона от нулевой частоты до номинальной, с	SEt-	п. 5
AdC	Назначение входа для автоматического динамического торможения (удержание вала)	FUn-\AdC-	п. 9.6
AI1A... AI3A	Отображение функций, назначенных на аналоговые входы	I-O-	п. 7.2
AO1t	Конфигурирование аналогового/дискретного выхода АОС/АОУ	I-O-	п. 7.3
Atr	Активизация автоматического повторного пуска	FLt-	п. 10.3
bFr	Стандартная частота питания двигателя, Гц	drC-; SEt-	п. 3
brA	Адаптация темпа торможения	FUn-\rPC-	п. 5
CCS	Переключение каналов управления	CtL-	п. 8.2
Cd1	Назначение источника управления для канала 1	CtL-	п. 8.2
Cd2	Назначение источника управления для канала 2	CtL-	п. 8.2
CHP	Назначение входа для переключения двигателей	FUn-\CHP-	п. 9.9
CL2	Второй уровень токоограничения	FUn-\LC2-; SEt-	п. 9.7
CLI	Ограничение тока	SEt-	п. 4
COd	Код блокировки преобразователя	SUP-	п. 2
COp	Копирование заданий и/или управлений	CtL-	п. 8.2
COS	Номинальный cosφ двигателя	drC-	п. 3
COS2	Номинальный cosφ второго двигателя, А	FUn-\CHP-; SEt-	п. 9.9
CrH3	Сигнал на аналоговом входе AI3 при частоте HSP	I-O-	п. 7.2
CrL3	Сигнал на аналоговом входе AI3 при частоте LSP	I-O-	п. 7.2
Ctd	Пороговый уровень тока двигателя, выше которого контакт реле R1, R2 замыкается или выход АОУ=10 В	SEt-	п. 7.3
dCF	Делитель темпа	FUn-\StC-	п. 9.6
DCI	Назначение входа для динамического торможения	FUn-\StC-	п. 9.6
dE2	Вторая длительность торможения от номинальной частоты до нулевой, с	SEt-; FUn- \rPC-	п. 5
dEC	Длительность торможения от номинальной частоты до нулевой, с	SEt-	п. 5
dO	Назначение выхода АОС/АОУ	I-O-	п. 7.3
drm	Активизация работы при пониженном напряжении	FLt-	п. 10.1
dSP	Назначение входа для снижения скорости (медленнее)	FUn-\UPd-	п. 9.3
EtF	Назначение входа для внешней неисправности	FLt-	п. 10.1
FbS	Масштабный коэффициент для обратной связи ПИ-регулятора	FUn-\PI-; SEt-	п. 9.5
FCS	Возврат к заводской или сохраненной конфигурации	drC-, I-O-, CtL-, FUn-	п. 9.10

Код	Комментарий	Меню	Описание
FLG	Коэффициент усиления контура частоты	SEt-	п. 6
FLG2	Коэффициент усиления контура частоты второго двигателя	FUn-\CHP-; SEt-	п. 9.9
FLO	Назначение локальной форсировки	COM-	п. 8.1
FLOC	Назначение источника задания при локальной форсировке	COM-	п. 8.1
FLr	Активизация функции подхвата на ходу	FLt-	п. 10.3
Fr1	Назначение источника задания для канала 1	CtL-	п. 8.1
Fr2	Назначение источника задания для канала 2	CtL-	п. 8.1
FrH	Задание частоты до задатчика темпа (абсолютное значение), Гц	SUP-	п. 2
FrS	Номинальная частота питания, Гц	drC-	п. 3
FrS2	Номинальная частота второго двигателя, Гц	FUn-\CHP-; SEt-	п. 9.9
FrT	Частота переключения темпов, Гц	FUn-\rPC-	п. 5
FSt	Назначение входа для быстрой остановки	FUn-\StC-	п. 9.6
Ftd	Пороговый уровень частоты двигателя (Гц), выше которого контакт реле R1, R2 замыкается или выход AOV=10 В	SEt-	п. 7.3
HSP	Выходная частота ПЧ при максимальном задании, Гц	SEt-	п. 5
IdC	Ток динамического торможения, А	FUn-\StC-	п. 9.6
IPL	Поведение ПЧ после обрыва фазы сети	FLt-	п. 10.1
ItH	Максимальный по теплу ток двигателя, А	SEt-	п. 4
JF2	Второе частотное окно, Гц	SEt-	п. 5
JGF	Частота шагового режима, Гц	FUn-\JOG-; SEt-	п. 9.1
JOG	Назначение входа, активизирующего пошаговую работу	FUn-\JOG-; SEt-	п. 9.1
JPF	Частотное окно, Гц	SEt-	п. 5
LAC	Уровень доступа к параметрам	CtL-	п. 8
LAF	Назначение входа для остановки вперед (управление окончанием хода)	FUn-\LSt-	п. 9.4
LAr	Назначение входа для остановки назад (управление окончанием хода)	FUn-\LSt-	п. 9.4
LAS	Способ остановки при управлении окончанием хода	FUn-\LSt-	п. 9.4
LC2	Назначение входа для активизации второго ограничения тока	FUn-\LC2-	п. 9.7
LCr	Текущий ток двигателя, А	SUP-	п. 2
LFF	Величина резервной скорости после обрыва задания на аналоговом входе	FLt-	п. 10.1
LFL	Поведение ПЧ после обрыва задания на аналоговом входе (неисправность LFF)	FLt-	п. 10.1
LFr	Задание частоты для управления с помощью встроенного или выносного терминала, Гц	SUP-; SEt-	п. 2
LFt	Отображение последней появившейся неисправности	SUP-	п. 2
LI1A...	Функции, назначенные на дискретные входы	SUP-\LIA-	п. 2

Код	Комментарий	Меню	Описание
LI6A			
LIS	Отображает состояние дискретных входов	SUP- <i>LI</i> A-	п. 2
LSP	Выходная частота ПЧ при нулевом задании, Гц	SEt-	п. 5
nCr	Номинальный ток двигателя, А	drC-	п. 3
nCr2	Номинальный ток второго двигателя, А	FUn-\CHP-; SEt-	п. 9.9
nrd	Малошумный алгоритм	drC-	п. 6
nSP	Номинальная частота вращения двигателя, об/мин	drC-	п. 3
nSP2	Номинальная скорость второго двигателя, об/мин	FUn-\CHP-; SEt-	п. 9.9
nSt	Назначение входа для остановки на выбеге	FUn-\StC-	п. 9.6
OHL	Поведение ПЧ после перегрева ПЧ	FLt-	п. 10.1
OLL	Поведение ПЧ после перегрева двигателя	FLt-	п. 10.1
OPL	Поведение ПЧ после обрыва фазы на выходе	FLt-	п. 10.1
OPr	Текущая мощность двигателя, %	SUP-	п. 2
Otr	Текущий момент двигателя, %	SUP-	п. 2
PIc	Характер воздействия ПИ-регулятора на заданную скорость	FUn-\PI-; SEt-	п. 9.5
PIF	Назначение обратной связи ПИ-регулятора	FUn-\PI-	п. 9.5
PII	Активизация внутреннего задания ПИ-регулятора	FUn-\PI-	п. 9.5
Pr2	Назначение входа для 2 предварительных заданий ПИ-регулятора	FUn-\PI-	п. 9.5
Pr4	Назначение входа для 4 предварительных заданий ПИ-регулятора	FUn-\PI-	п. 9.5
PS16	Назначение входа для 16 заданных скоростей	FUn-\PSS-	п. 9.2
PS2	Назначение входа для 2 заданных скоростей	FUn-\PSS-	п. 9.2
PS4	Назначение входа для 4 заданных скоростей	FUn-\PSS-	п. 9.2
PS8	Назначение входа для 8 заданных скоростей	FUn-\PSS-	п. 9.2
PSt	Приоритет кнопки <i>STOP</i> терминала	CtL-	п. 8.2
r1	Назначение реле R1	I-O-	п. 7.4
r2	Назначение реле R2	I-O-	п. 7.4
rFC	Переключение каналов задания	CtL-	п. 8.1
rFr	Частота выходного напряжения, приложенного к двигателю, Гц	SUP-	п. 2
rIG	Коэффициент интегральной части ПИ-регулятора	FUn-\PI-; SEt-	п. 9.5
rOt	Разрешенное направление вращения для кнопки <i>RUN</i> терминала	CtL-	п. 8.2
rP2	Величина предварительного задания 2	FUn-\PI-; SEt-	п. 9.5
rP3	Величина предварительного задания 3	FUn-\PI-; SEt-	п. 9.5
rP4	Величина предварительного задания 4	FUn-\PI-; SEt-	п. 9.5
rPG	Коэффициент пропорциональной части ПИ-регулятора	FUn-\PI-; SEt-	п. 9.5
rPI	Отображение внутреннего задания ПИ-регулятора	SUP-	п. 2
rPI	Величина внутреннего задания ПИ-регулятора	FUn-\PI-; SEt-	п. 9.5
rPS	Назначение входа для переключения темпов	FUn-\rPC-	п. 9.8
rPt	Тип тахограммы	FUn-\rPC-	п. 5
rrS	Назначение входа реверса	I-O-	п. 7.1
rSC	Активное сопротивление обмотки статора, мОм		п. 6

Код	Комментарий	Меню	Описание
rSF	Назначение входа для сброса неисправности	FLt-	п. 10.3
rSL	Минимальный уровень ошибки ПИ-регулятора (порог пробуждения)	FUn-\PI-; SEt-	п. 9.5
rtH	Время работы, час	SUP-	п. 2
SA2	Назначение суммирующего входа 2	FUn-\SAI-; CtL-	п. 8.1
SA3	Назначение суммирующего входа 3	FUn-\SAI-; CtL-	п. 8.1
SCS	Сохранение текущей конфигурации	drC-, I-O-; CtL-, FUn-	п. 9.10
SdC1	Величина первого тока динамического торможения при удержании	FUn-\AdC-; SEt-	п. 9.6
SdC2	Величина второго тока динамического торможения при удержании	FUn-\AdC-; SEt-	п. 9.6
SdS	Коэффициент масштабирования параметра SPd1/SPd2/ SPd3	SEt-	п. 2
SFr	Частота коммутации ключей инвертора, кГц	drC-, SEt-	п. 6
SLP	Компенсация скольжения	SEt-	п. 6
SLP2	Компенсация скольжения второго двигателя	FUn-\CHP-; SEt-	п. 9.9
SP2... SP16	Уровни заданных скоростей 1...16, Гц	FUn-\PSS-; SEt-	п. 9.2
SPd1	Выходная частота в пользовательских единицах	SUP-	п. 2
SPd2	Выходная частота в пользовательских единицах	SUP-	п. 2
SPd3	Выходная частота в пользовательских единицах	SUP-	п. 2
SrF	Исключение фильтра в канале обратной связи по скорости	drC-	п. 6
StA	Степень колебательности контура частоты	SEt-	п. 6
StA2	Степень колебательности контура частоты второго двигателя	FUn-\CHP-; SEt-	п. 9.9
StP	Поведение ПЧ после исчезновения напряжения питания	FLt-	п. 10.1
Str	Сохранение задания	FUn-\UPd-	п. 9.3
Stt	Способ остановки	FUn-\StC-	п. 9.6
tA1	Начальное сглаживание кривой разгона, %	FUn-\rPC-; SEt-	п. 5
tA2	Конечное сглаживание кривой разгона, %	FUn-\rPC-; SEt-	п. 5
tA3	Начальное сглаживание кривой торможения, %	FUn-\rPC-; SEt-	п. 5
tA4	Конечное сглаживание кривой торможения, %	FUn-\rPC-; SEt-	п. 5
tAr	Максимальная длительность повторного пуска	FLt-	п. 10.3
tCC	Двух/трехпроводное управление	I-O-	п. 7.1
tCt	Тип двухпроводного управления	I-O-	п. 7.1
tdC1	Длительность протекания тока SdC1, с	FUn-\AdC-; SEt-	п. 9.6
tdC2	Длительность протекания тока SdC2, с	FUn-\AdC-; SEt-	п. 9.6

Код	Комментарий	Меню	Описание
tdI	Длительность протекания тока IdC, с	FUn-\StC-	п. 9.6
tFr	Максимальная частота питания двигателя, Гц	drC-	п. 3
tHd	Тепловое состояние преобразователя, %	SUP-	п. 2
tHr	Тепловое состояние двигателя, %	SUP-	п. 2
tLS	Длительность работы на частоте LSP, с	SEt-	п. 5
tnL	Поведение ПЧ после неудачной автоподстройки (неисправность tnF)	FLt-	п. 10.1
ttd	Пороговый уровень теплового состояния двигателя, выше которого контакт реле R1, R2 замыкается или выход AOV=10 В	SEt-	п. 7.3
tUn	Активизация автоподстройки	drC-	п. 3
tUS	Отображение состояния автоподстройки	SUP-	п. 2
tUS	Состояние автоподстройки	drC-	п. 3
UdP	Отображение версии программного обеспечения ATV31	SUP-	п. 2
UFr	IR-компенсация	SEt-	п. 6
UFr2	IR-компенсация второго двигателя	FUn-\CHP-; SEt-	п. 9.9
UFt	Закон частотного управления	drC-	п. 6
UFt2	Закон частотного управления второго двигателя	FUn-\CHP-	п. 9.9
ULn	Напряжение сети, В	SUP-	п. 2
UnS	Номинальное напряжение двигателя, В	drC-	п. 3
UnS2	Номинальное напряжение второго двигателя, В	FUn-\CHP-; SEt-	п. 9.9
USP	Назначение входа для увеличения скорости (быстрее)	FUn-\UPd-	п. 9.3