ТИРИСТОРНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ СЕРИИ 4XXX ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЯМИ ПОСТОЯННОГО ТОКА ОТ 20А ДО 200А С НЕЗАВИСИМЫМ ВОЗБУЖДЕНИЕМ

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

4XXX-222-001

ELL, Болгария

ell@ell-bg.com **http://www.ell-bg.com**

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие сведения 5
2. Условия эксплуатации, хранение и транспорт 5
3. Технические характеристики 5
4. Конструкция и установочные размеры 8
5. Интерфейси и индикации состояния преобразователя 11
5.1 Параллельный цифровый интерфейс X1 11
5.1.1 Цифровые входы 12
5.1.2 Цифровые выходы 12
5.2 Аналоговый интерфейс X2 15
5.2.1 Дифференциальный аналоговый вход 15
5.2.2 Аналоговый вход для тахогенератора 15
5.2.3 Аналоговые выходы 15
5.2.4 Прочие 16
5.3 Интерфейсы для энкодера X3 и X4 16
5.4 Последовательный интерфейс X6 17
5.5 Силовой интерфейс X7 18
5.5.1 Питание блока управления преобразователя 18
5.5.2 Питание силовой части преобразователя 18
5.5.3 Питание силовой части возбуждения 18
5.5.4 Питание обмотки возбуждения двигателя 19
5.5.5 Питание якоря двигателя 19
5.6 Интерфейс X9 для второго энкодера 19
5.7 Интерфейс X11 для питания второго энкодера 19
5.6 Индикации для состояния преобразователя 24
6. Настройка преобразователя 25
6.1 Специализированный терминал T5001 25
6.2 Параметры преобразователя 29
6.3 Описание параметров 38
6.3.1 Группа 01 – параметры для измерения переменных 38
6.3.2 Группа 02 – параметры преобразователя 40
6.3.3 Группа 03 – параметры защит 45
6.3.4 Группа 04 – параметры двигателя 49
6.3.5 Группа 05 – параметры регулятора скорости 50
6.3.6 Группа 06 – параметры регулятора тока якоря 51
6.3.7 Группа 07 – параметры регуляторов ЭДС и тока возбуждения 52
6.3.8 Группа 08 – параметры ориентированного торможения 52
6.3.9 Группа 09 – параметры аппаратных цифровых входов 55
- функции аппаратных цифровых входов 55
- параметры аппаратных цифровых входов 58

6.3.10 Группа 10 – параметры аппаратных цифровых выходов 59
- функции аппаратных цифровых выходов 59
- параметры аппаратных цифровых выходов 60

6.3.11 Группа 11 – параметры терминала 62
6.3.12 Группа 12 – история ошибок 62
6.3.13 Группа 13 – параметры дополнительных функций 62
6.3.14 Группа 14 – параметры в режиме позиционирования 63
6.3.15 Группа 15 – параметры MODBUS 74
- описание протокола MODBUS 74
- параметры MODBUS 83

6.3.16 Группа 16 – параметры коммуникационны входов 84
6.3.17 Группа 17 – параметры комуникационных выходов 85
6.3.18 Группа 18 – параметры позиционирования в фиксированных позиций 85
6.3.19 Группа 19 – параметры режима компенсации люфта 86
6.4 Ошибки в аварийном режиме 86

7. Монтаж и подключение преобразователя ____ 89
7.1 Общие технические требования к монтажу ____ 89
7.2 Соединение силовых цепей преобразователя ____ 90
7.2.1 Подключение возбуждения с трансформатором развязки 90
7.2.2 Подключение возбуждения с дросселем 91
7.2.3 Подключение двигателей с пониженным напряжением якоря 92
7.3 Соединение оперативных цепей преобразователя ____ 93
7.3.1 Подключение при аналоговом задании и обратной связи с тахогенератором 93
7.3.2 Подключение при аналоговом задании и компенсации люфта 94
7.3.3 Подключение при цифровом задании и обратной связи с энкодером 95
8. Настройка преобразователя ____ 98
8.1 Проверка напряжений питания ____ 98
8.2 Первоначальная настройка преобразователя ____ 100
8.2.1 Предварительная настройка обратной связи по скорости 100
8.2.2 Настройка параметров связанных с двигателем 101
8.3 Настройка тока возбуждения ____ 102
8.3.1 Настройка для двигателя с известными данными для возбуждения 102
8.3.2 Настройка для двигателя с неизвестными данными возбуждения 103
8.4 Пуск преобразователя в пропорциональном режиме ____ 104
8.5 Проверка работы преобразователя в режиме управления скоростью ____ 105
8.6 Настройка ориентированного торможения ____ 106
8.6.1 Торможение только в одном угле 106
8.6.2 Торможение в разных углах с энкодером с 1024 импульсами 106
8.6.3 Торможение в разные угла определяемых в градусах 107
8.7 Настройка привода с нестандартным (незнакомым) двигателем ____ 107
8.8 Работа преобразователя в режиме управления по крутящему моменту ____ 114
8.9 Запуск преобразователя в режиме позиционирования ____ 115
8.9.1 Предварительная настройка 115
8.9.2 Процедура уход в референтную точку 115
8.9.3 Настройка в режиме позиционирования 116
8.9.4 Режим безразмерного движения JOG 116
8.9.5 Режим ручного шагового перемещения 117
8.10 Запуск преобразователя в режиме управления по MODBUS ____ 117
8.10.1 Режим управления по скорости 117
8.10.2 Режим управления по позиции 117
9. Возможные неисправности и методы их устранения ____ 119

1. Общие сведения

Преобразователи серии 4XXX являются новым поколением интеллектуальных тиристорных преобразователей, разработанных на базе современных цифровых технологий (DSP/FPGA) и питаются прямо из сети. Преобразователи обеспечивают четыреквадрантное двухзонное управление скорости двигателя с возможностью для работы в до трех зонах. В первой зоне скорость регулируется по постоянному моменту, во второй по постоянной мощности и в третьей с уменьшением мощности. Кроме режима управлении по скорости преобразователи могут работать в режиме управлению по крутящему моменту. Инерционная синхронизация позволяет надежную работу при питании преобразователя от сети с сильными помехами. Предусмотрена и функция ориентированного торможения. Настройка всех режимов работы преобразователя осуществляется при помощи системы параметров.

Тиристорные преобразователи серии 4XXX универсальны и могут встраиваться в каждый станок с более высокими требованиями к электроприводу, одновременно с этим имеют встроенные функции, специфические для привода главного движения в станках с ЧПУ. Наличие расширенного интерфейса обеспечивает все варианты эксплуатации потребителем.

Адаптивное управление скоростью обеспечивает высокую динамику и большой диапазон регулирования скорости преобразователей 4XXX, что позволяет также создавать сервоприводы с двигателями с независимым возбуждением.

2. Условия эксплуатации, хранение и транспорт

Тиристорные преобразователи серии 4XXX могут работать, сохранятся и транспортироватся при следующих условиях:

- температура окружающей среды – от 0º до 50º С;
- максимальная относительная влажность воздуха 80% при температуре 30º С;
- высота над уровнем моря – не более 1000 м;
- взрывобезопасная среда без наличия агрессивных газов и пара в концентрации, разрушающей металлы и изоляцию, и не должна быть насыщена токопроводящей пылью;
- в закрытых помещениях, без наличия прямого воздействия солнечной радиации;
- допустимые вибрации частотой от 1 до 35 Hz и ускорение не более 4,9 m/s^2.

3. Технические характеристики

Технические характеристики преобразователей приведены в **таблице 3-1**.

Структура условного обозначения

Преобразователь, тип:	4003	4004	4005	4006	4007	4009	4011	4013	4016	4020
Номинальный ток якоря, A	30	40	50	60	70	90	110	130	165	200
Максимальный ток якоря, A	60	80	100	120	140	180	220	260	335	400
Напряжение силового питания, V	3x380, +10 / –15%									
Частота силового напряжение питания, Hz	45 ÷ 65									
Максимальное напряжение якоря, V	440									
Динамическое токоограничение якоря	Программируемое по функцию **1/n**									
Максимальный диапазон номинального тока возбуждения [1], A	4.7 / 12 / 20									
Синхронизация преобразователя с сетью	инерционная									
Максимальное напряжение возбуждения	$320V_{DC}$ при $U_F = 380V_{AC}$									
Датчик обратной связи по скорости / позиции	Тахогенератор, энкодер или ЭДС / энкодер									
Задание для скорости	Аналоговое / паралельный код / последовательный интерфейс									
Задание для позиции	код 14 бита/внутренное цифровое задание/последовательный интерфейс									
Формат задания для позиции	BIN / BCD									
Диапазон регулирования скорости	10000:1 20000:1									
Ориентированное торможение	Встроенное									
Максимальное напряжение тахогенератора, V	± 193 при $\mathbf{N_{MAX}}$									
Аналоговый вход задания	± 10V / 0 ÷ 10V / 0 ÷ –10V, 10ком									
Аналоговые выходы [2]	2 выхода, ± 10V, 2 mA									
Цифровые входы	18 входов, ± 24V, 10mA									
Цифровые выходы	5 выходов релейного типа, $100V_{AC}$ / 0.3A, $24V_{DC}$ / 0.3A									
Последовательные интерфейсы[3]	RS 232C до 9600 bps RS 485 до 115 200 bps									
Протокол интерфейса	MODBUS RTU									
Режим работы	Продолжительный S1									
Степень защиты	IP 20									
Габариты ВхШхГ, mm	405x200x170			405x200x195				460x261x320		

Таблица 3-1 Технические характеристики преобразователей

Примечания:

[1] – стандартный диапазон номинального тока возбуждения 20 A. Другие диапазоны выполняются по заказу. По специальному заказу преобразователи могут быть с номинальным током возбуждения выше 20 A;

[2] – два аналоговые выходы являются опцией, которой монтируется по заказу клиента;

[3] – последовательный интерфейс **RS485** является опцией, которой монтируется по заказу клиента.

4. Конструкция и установочные размеры

Компоненты преобразователей серии 4XXX расположены в металлическом корпусе, в нижней и верхней части его задней стены расположены крепежные отверстия. На дне корпуса прикреплен радиатор на котором монтированы силовые элементы. Над силовыми элементами прикреплена плата, на которой монтированы импульсные разделительные трансформаторы, фильтровальные группы и предохранители. Процессорная плата с интерфейсными разъемами и индикациями монтирована на лицевой панели. Монтажно-габаритные размеры и расположение интерфейсных разъемов и силовых клемм показаны на **рисунке 4-1**, **рисунке 4-2** и **рисунке 4-3**.

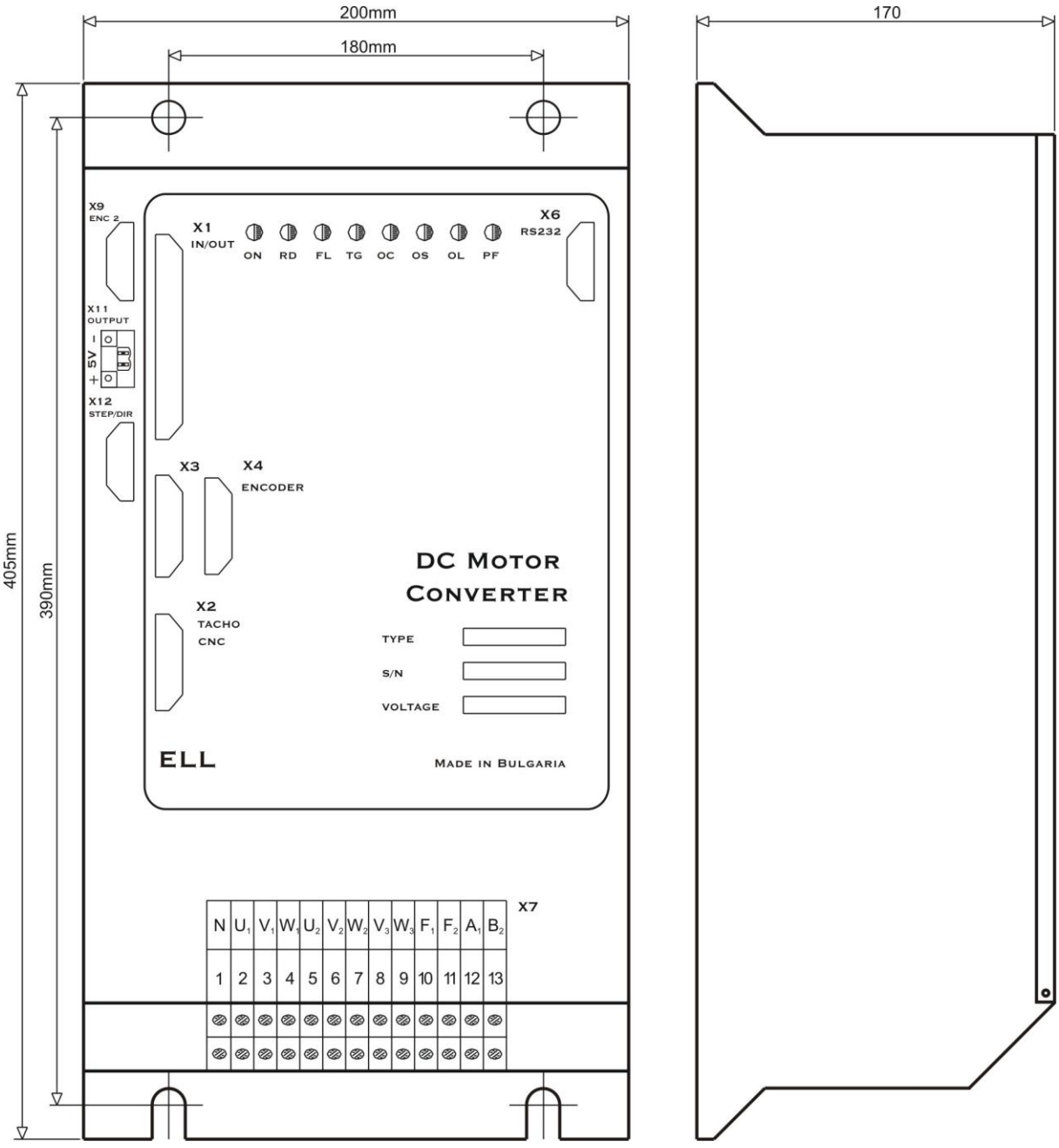


Рисунок 4-1 Присоединительные и габаритные размеры преобразователей 4002, 4003, 4004 и 4005

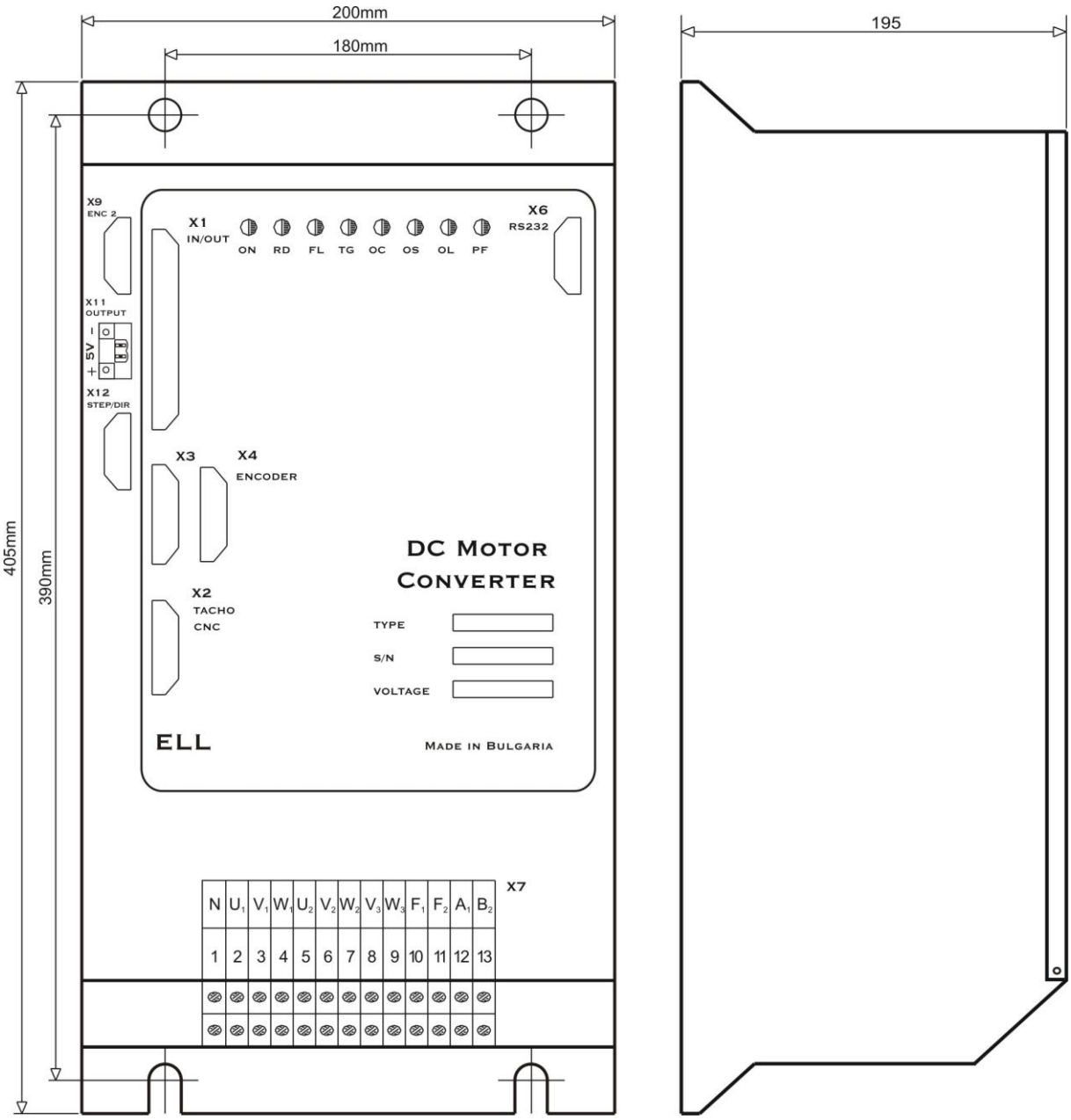


Рисунок 4-2 Присоединительные и габаритные размеры преобразователей 4006, 4007, 4009 и 4011

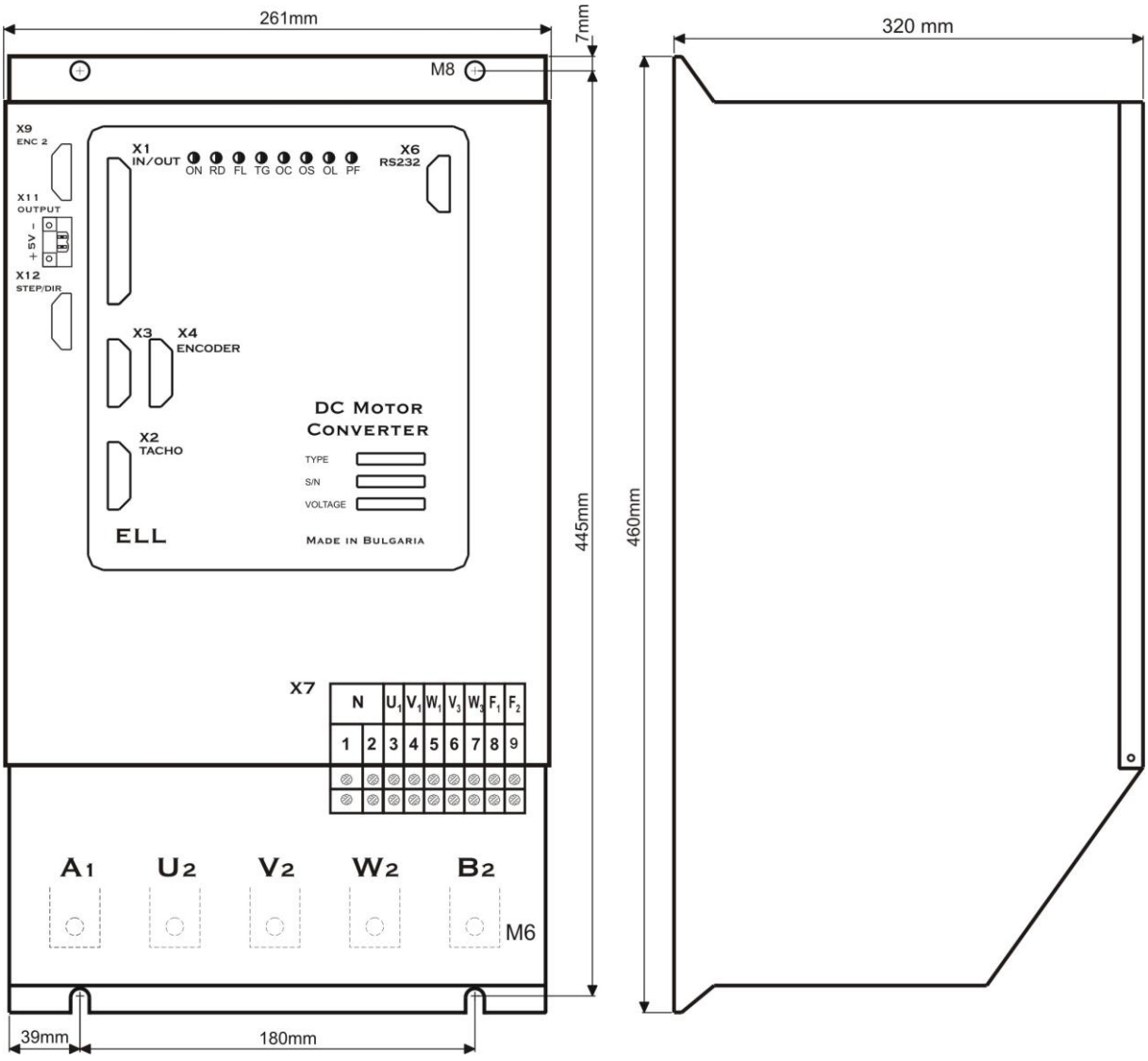


Рисунок 4-3 Присоединительные и габаритные размеры преобразователей типов 4013, 4016 и 4020

5. Интерфейси и индикации состояния преобразователя

5.1 Параллельный цифровый интерфейс X1

Параллельный интерфейс **X1** выведен на 37 выводной разъем в верхней левой части лицевой панели. В **таблице 5-1** показано соответствие между сигналами и выводами разъема параллельного интерфейса **X1**, а на **рисунке 5-1** показано расположение выводов и структура цифровых входов и выходов.

Interface X1: Connector DB37-F							
X1.	**Обозначение**	**X1.**	**Обозначение**	**X1.**	**Обозначение**	**X1.**	**Обозначение**
1	-	11	+24V	21	OUT4.2	31	Uinp1
2	OUT5.1	12	+24V	22	OUT3.2	32	IN12
3	OUT4.1	13	Uinp1	23	OUT2.2	33	IN10
4	OUT3.1	14	IN11	24	OUT1.2	34	IN8
5	OUT2.1	15	IN9	25	IN18	35	IN6
6	OUT1.1	16	IN7	26	IN16	36	IN4
7	IN17	17	IN5	27	IN14	37	IN2
8	IN15	18	IN3	28	Uinp2		
9	IN13	19	IN1	29	GND		
10	Uinp2	20	OUT5.2	30	GND		

Таблица 5-1 Соответствие между выводами разъема и сигналами параллельного интерфейса **X1**

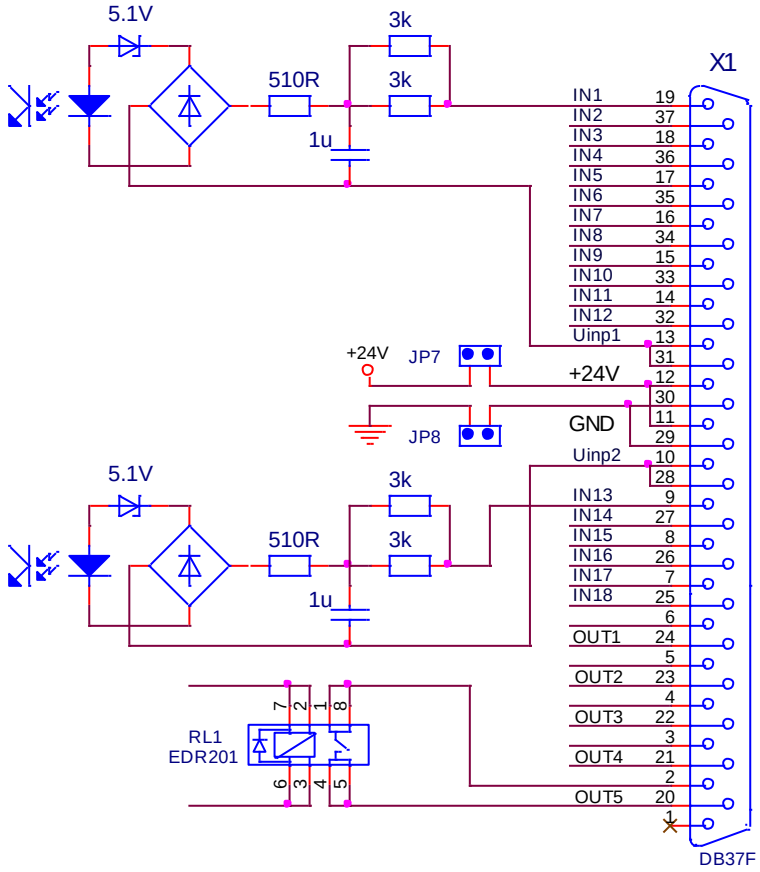


Рисунок 5-1 Соответствие между сигналами и выводами разъема параллельного интерфейса **X1** и принципиальные схемы цифровых входов и выходов

Параллельный цифровой интерфейс **X1** составлен из:

5.1.1 Цифровые входы

Цифровые входы применяются для управления работой преобразователя и для задания скорости или позиции с параллельным цифровым кодом.

Преобразователь имеет 18 цифровых входов от **IN1** до **IN18** гальванически изолированные, для напряжения ± 24 V_{DC}, с входным током до 10 mA. Низкий уровень входного сигнала от 0 до 7 V и высокий уровень от 13 до 30 V.

Цифровые входы универсальные и обособлены в двух группах. В первой группе входят входы от **IN1** до **IN12**, а во второй от **IN13** до **IN18**. Входы из каждой группы могут быть селектированы самостоятельно системными выходами типа **P** или **N.**

Питание цифровых входов каждой группы может быть осуществлено следующими способами:

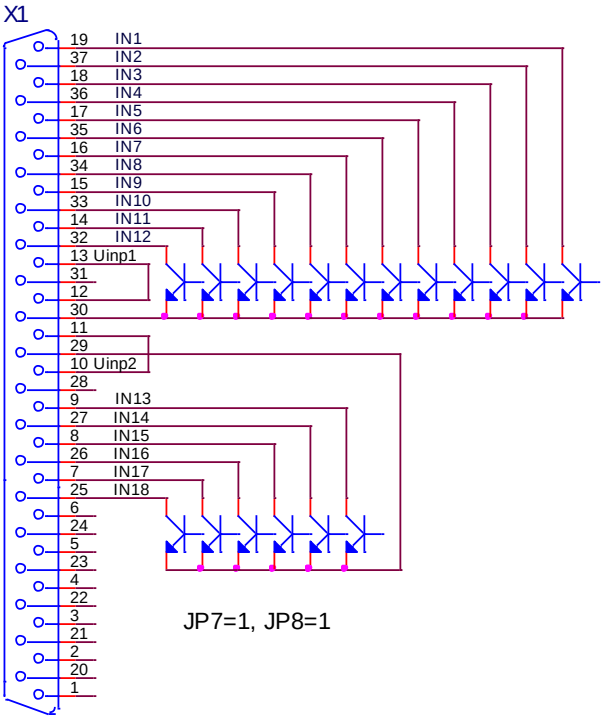
- из внешнего напряжения питания **24VDC**. Внешнее напряжение подключенное к **Uinp1**(X1.13,31) для первой группы и к **Uinp2**(X1.10,28) для второй группы входов;
- из внутренного оперативного напряжения **24VDC**. В этом случае, при положении джемперов **JP7** = **JP8** = 1, напряжение 24V на выводах разьема X1.11,12, а цифровая масса на выводах X1.29, 30;
- с комбинированным питанием цифровых входов. В этом случае одна группа цифровых входов питается внешним напряжением, а другая внутренным напряжением **24 VDC**.

Варианты подключения цифровых входов показаны на **рисунке 5-2.**

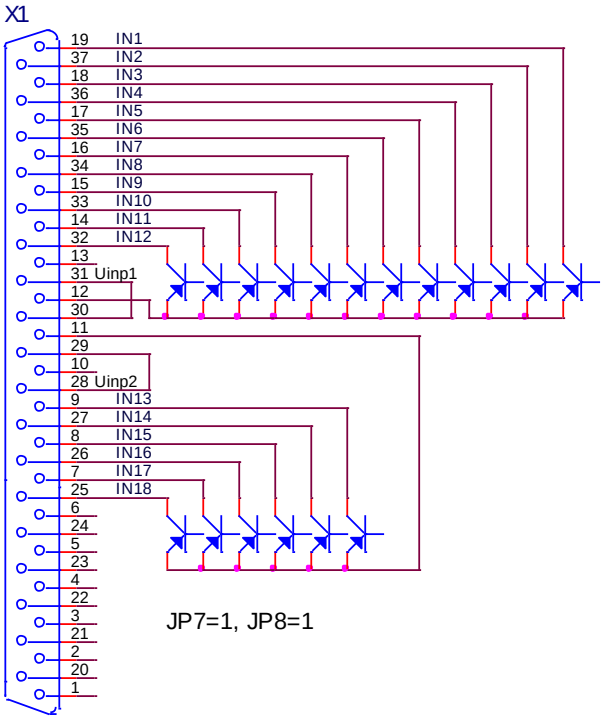
5.1.2 Цифровые выходы

Цифровые выходы указывают внешнему управляющему устройству о моментном состоянии преобразователя.

Преобразователь имеет 5 цифровых выходов: от **OUT1** до **OUT5**, гальванически изолированные, релейного типа, с максимальной нагрузкой 0.3 A при 100 VAC и 0.3 A при 24 VDC.



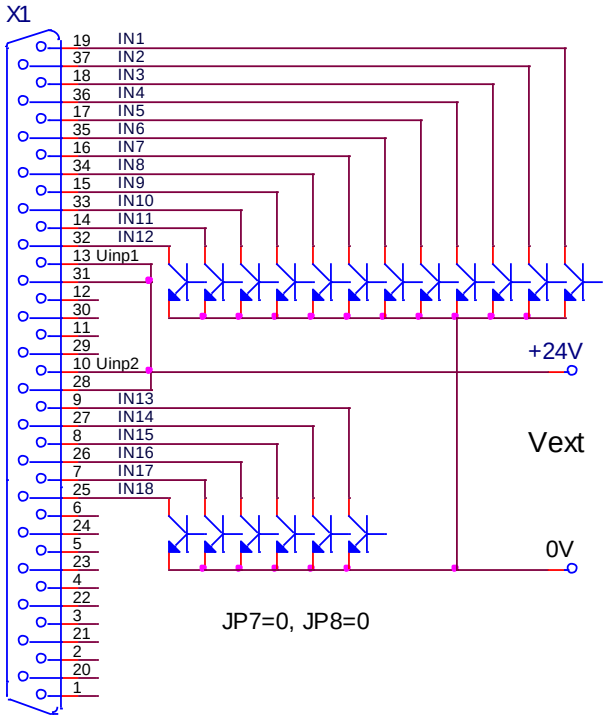
Вариант 1



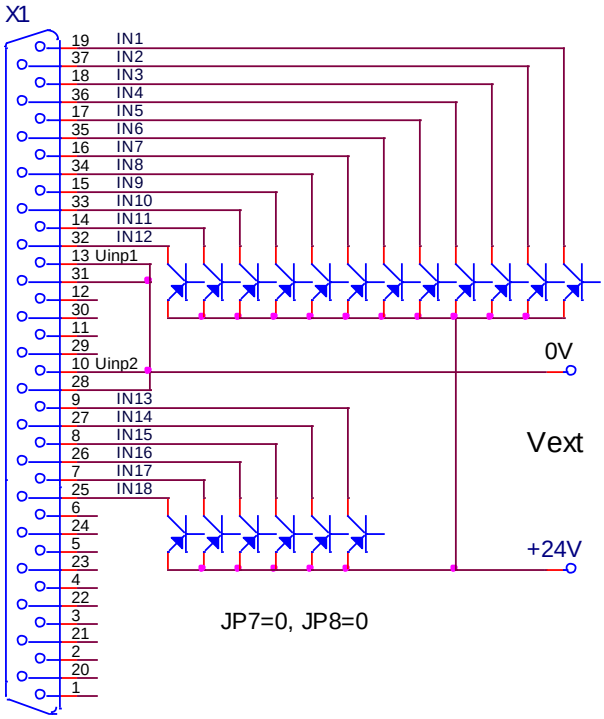
Вариант 2

Все входы селектируются системными выходами типа **N** с внутренним питанием (**JP7** = 1, **JP8** = 1).

Все входы селектируются системными выходами типа **P** с внутренним питанием (**JP7** = 1, **JP8** = 1).



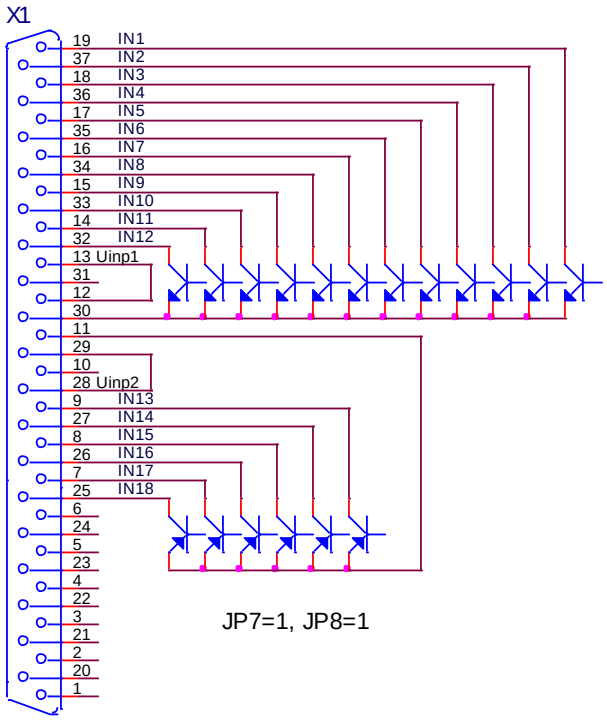
Вариант 3



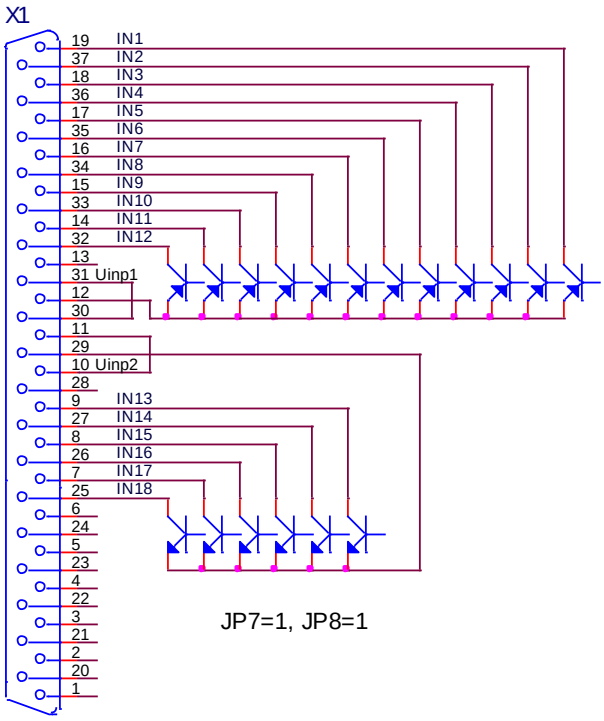
Вариант 4

Все входы селектируются системными выходами типа **N** с внешним питанием (**JP7** = 0, **JP8** = 0).

Все входы селектируются системными выходами типа **P** с внешним питанием (**JP7** = 0, **JP8** = 0).



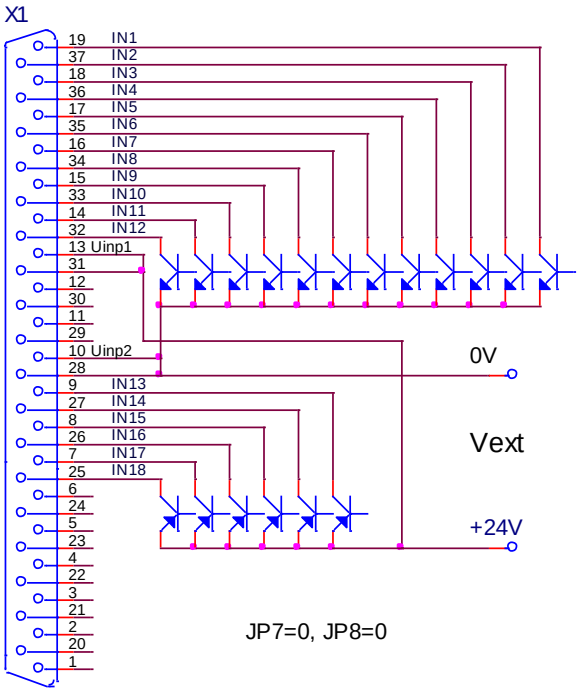
Вариант 5



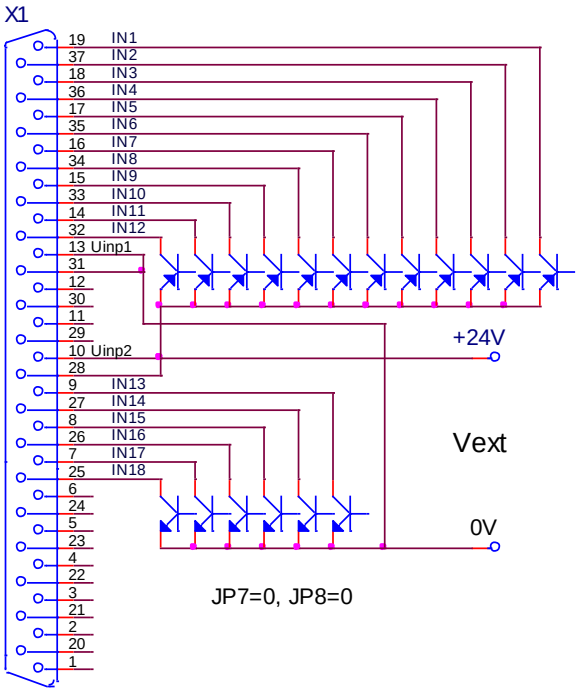
Вариант 6

Входы от **IN1** до **IN12** селектируются системными выходами типа **N**, а остальные через системными выходами типа **P**, и все с внутренним питанием (**JP7** = 1, **JP8** = 1).

Входы от **IN1** до **IN12** селектируются системными выходами типа **P**, а остальные через системными выходами типа **N**, и все с внутренним питанием (**JP7** = 1, **JP8** = 1).



Вариант 7



Вариант 8

Входы от **IN1** до **IN12** селектируются системными выходами типа **N**, а остальные системными выходами типа **P**, и все с внешним питанием (**JP7** = 0, **JP8** = 0).

Входы от **IN1** до **IN12** селектируются системными выходами типа **N**, а остальные системными выходами типа **P**, и все с внешним питанием (**JP7** = 0, **JP8** = 0).

Рисунок 5-2 Варианты подключения цифровых входов **IN1** … **IN18**

5.2 Аналоговый интерфейс X2

Аналоговый интерфейс **X2** показан на **рисунке 5-3** и состоится из:

- дифференциального аналогового входа **Uref**;
- аналогового входа **Ubr** обратной связи по скорости при использовании тахогенератора;
- двух программируемого аналогового выхода **AOUT1** и **AOUT2**.

Interface X2: Connector DB15 - M									
X2.	**Сигнал**	**X2.**	**Сигнал**	**X2.**	**Сигнал**	**X2.**	**Сигнал**	**X2.**	**Сигнал**
1	Ubra	**4**	Urefb	**7**	+12V	**10**	EARTH	**13**	AGND
2	Ubrb	**5**	AOUT1	**8**	-12V	**11**	EARTH	**14**	AGND
3	Urefa	**6**	AOUT2	**9**	EARTH	**12**	-	**15**	AGND

Таблица 5-2 Соответствие между сигналами и выводами разъема аналогового интерфейса **X2**

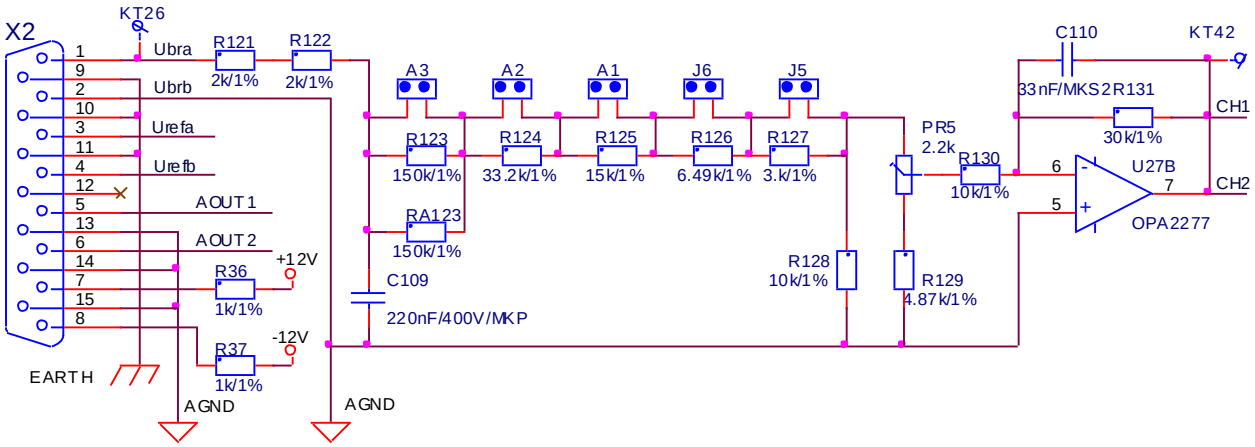


Рисунок 5-3 Соответствие между сигналами и выводами разъема аналогового интерфейса **X2** и принципиальная схема аналогового канала тахогенератора

5.2.1 Дифференциальный аналоговый вход

Дифференциальный аналоговый вход **Uref** (X2.3, X2.4) используется для аналогового задания скорости при значениях параметра **P02.14** = 1 или **P02.14** = 2.

5.2.2 Аналоговый вход для тахогенератора

Аналоговый вход для тахогенератора **Ubr**(X2.1, X2.2) применяется в случаях, когда используется тахогенератор как датчик обратной связи по скорости. На **рисунке 5-3** показана принципиальная схема аналогового канала обратной связи по скорости с тахогенератором.

Изменение коэффициента обратной связи по скорости осуществляется джемперами **A1**, **A2**, **A3**, **J5** и **J6**. Расположение джемперов на процессорной плате показано на **рисунке 5-7**. В **таблице 5-3** указано положение джемперов для разных диапазонов напряжения тахогенератора при максимальной скорости. Точная настройка коэффициента обратной связи по скорости при максимальной скорости осуществляется триммером **RP5**, расположение которого показано на **рисунке 5-7**.

5.2.3 Аналоговые выходы

Два аналоговые выхода являются опцией, которой монтируется по заказу клиента.

- **AOUT1** (X2.5) – аналоговый выход с максимальным диапазоном ±10V и допустимой нагрузкой 2mA по отношению к аналоговой массе **AGND** (X2.13, X2.14 и X2.15). Сигнал аналогового выхода **AOUT1** соответствует переменной, выбранной параметром **P10.19**. Диапазон аналогового выхода **AOUT1** можно настраивать параметром **P10.21**;

– **AOUT2** (X2.6) – аналоговый выход с максимальным диапазоном ±10V и допустимой нагрузкой 2mA по отношению к аналоговой массе **AGND** (X2.13, X2.14 и X2.15). Сигнал аналогового выхода **AOUT2** соответствует переменной, выбранной параметром **P10.20**. Диапазон аналогового выхода **AOUT2** можно настраивать параметром **P10.22**.

№	J5	J6	A1	A2	A3	**Ubrmax**[V] RP5 налево	**Ubrmax**[V] RP5 направо
1	■	■	■	■	■	7.0	10.3
2		■	■	■	■	10.0	14.5
3	■		■	■	■	13.5	19.0
4			■	■	■	17.5	23.0
5	■	■		■	■	22.0	30.0
6	■			■	■	28.5	39.0
7				■	■	31.5	44.0
8	■	■	■		■	40.0	56.0
9	■		■		■	48.0	63.0
10	■	■			■	57.0	74.0
11					■	66.0	90.0
12		■	■	■		86.0	114.0
13		■		■		105.0	130.0
14		■	■			123.0	157.0
15						150.0	193.0

Таблица 5-3 Напряжение тахогенератора при максимальной скорости вращения

Примечание: Темные поля обозначают наличие джемпера.

5.2.4 Прочие

– **AGND** (X2.2, 13, 14, 15) – аналоговая масса. По отношению к ней отчитываются входные и выходные аналоговые сигналы;
– **+12V** (X2.7) и **-12V** (X2.8) – внутренные напряжения преобразователя, которые применяются для управления скорости двигателя с помощью потенциометра, как это показано на **рисунке 8-1**;
– **EARTH** (X2.9, 10, 11) – корпус преобразователя.

5.3 Интерфейсы для энкодера X3 и X4

Интерфейс для энкодера **X3** выведен на 15-ти выводном разъеме в нижней левой части лицевой панели. Схема входной части и расположение выводов показаны на **рисунке 5-4**. Соответствие между выводами разъема и сигналами интерфейса **X3** указано в **таблице 5-4**.

Interface X3: Connector DB15 - F					
X3.	**Сигнал**	**X3.**	**Сигнал**	**X3.**	**Сигнал**
1	A	**6**	/C	**11**	Vcc = +5V
2	/A	**7**	-	**12**	GND
3	B	**8**	-	**13**	GND
4	/B	**9**	Vcc = +5V	**14**	GND
5	C	**10**	Vcc = +5V	**15**	GND

Таблица 5-4 Соответствие между сигналами и выводами интерфейса **X3**

Разъем **X4** является расширением интерфейса **X3** для доступа другого прибора к сигналам энкодера. Соответствие между выводами разъема и сигналами интерфейса **X4** указано в **таблице 5-5**.

Interface X4: Connector DB15 - F					
X4.	**Сигнал**	**X4.**	**Сигнал**	**X4.**	**Сигнал**
1	A	**6**	/C	**11**	-
2	/A	**7**	-	**12**	GND
3	B	**8**	-	**13**	GND
4	/B	**9**	-	**14**	GND
5	C	**10**	-	**15**	GND

Таблица 5-5 Соответствие между сигналами и выводами интерфейса энкодера **X4**

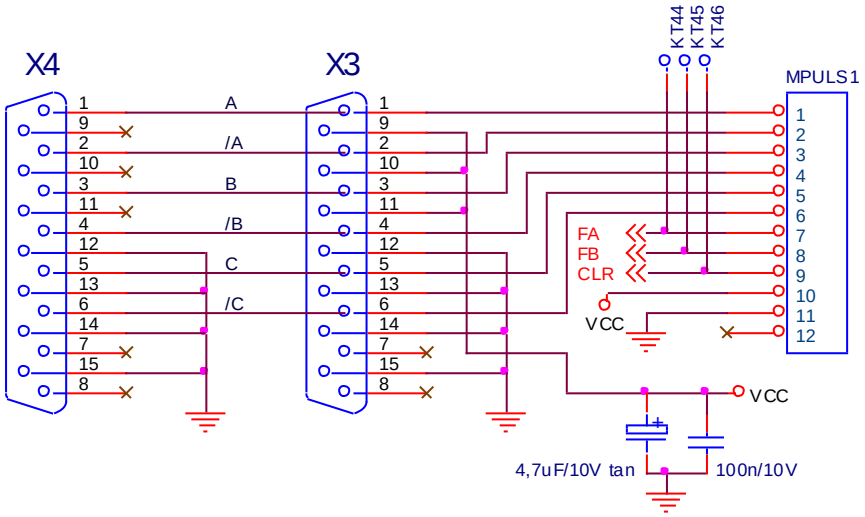


Рисунок 5-4 Принципиальная схема и расположение выводов интерфейса **X3** для энкодера и его расширения **X4**

5.4 Последовательный интерфейс X6

Физическая реализация последовательного интерфейса **X6** стандартный **RS232C** со скоростью коммуникации 9600 bps. Последовательный интерфейс **X6** выведен на 9-ти выводном разъеме в верхней части лицевой панели. Для работы со специализированным терминалом, на разъеме выведено напряжение **+5V**(X6.9). Соответствие между сигналами и выводами последовательного интерфейса **X6** показано на **рисунке 5-5** и в **таблице 5-6**.

Как опция, устанавливается и второй интерфейс **RS485**.

Interface X6: Connector DB9 - M					
X6.	**Сигнал**	**X6.**	**Сигнал**	**X6.**	**Сигнал**
1	-	4	-	7	TxD– RS485
2	TxD RS232	5	GND	8	TxD+ RS485
3	RxD RS232	6	-	9	Vcc = +5V

Таблица 5-6 Соответствие между сигналами и выводами интерфейса **X6**

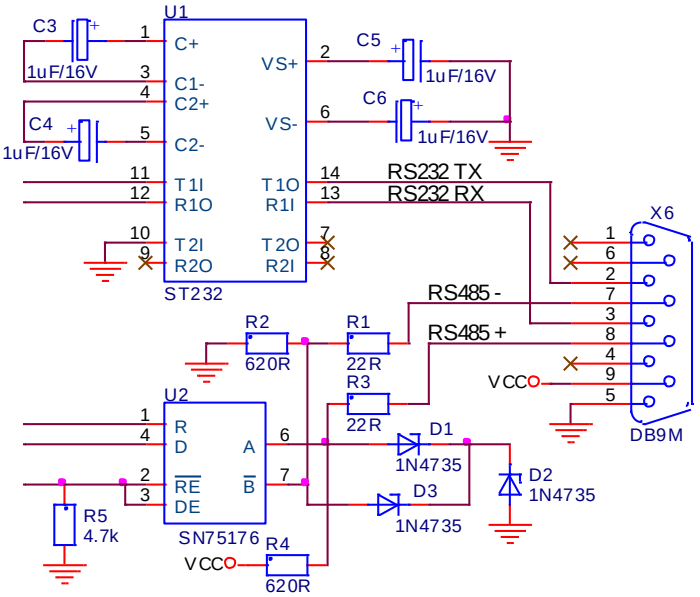


Рисунок 5-5 Принципиальная схема и расположение выводов разъема последовательного интерфейса **X6**

5.5 Силовой интерфейс X7

Силовой интерфейс **X7**, выведенный на колодке клемм, связывает преобразователь с сетью питания, с якорем двигателя, с обмоткой возбуждения и с внешним защитным и коммутационным аппаратам. Силовый интерфейс **X7** составлен из:

- клемм питания **U1, V1** и **W1** блока управления преобразователя;
- клемм питания **U2, V2** и **W2** силовой части преобразователя;
- клемм питания **V3** и **W3** силовой части возбуждения;
- клемм питания **F1** и **F2** обмотки возбуждения двигателя;
- клемм питания **A1** и **B2** якоря двигателя.

Электрическая схема силового блока в комплекте с синхронизирующими трансформаторами показана на **рисунке 5-8**.

Электрическая схема силовой платы с импульсными трансформаторами и датчиками якорного напряжения и тока возбуждения показана на **рисунке 5-9**. На **рисунке 5-10** показано расположение элементов и разъемов на силовой плате.

5.5.1 Питание блока управления преобразователя

Трехфазное напряжение сети, на входе коммутационного дросселя **CH1**, подключается к клеммам **U1**(X7.2), **V1**(X7.3) и **W1**(X7.4) для питания и синхронизации блока управления преобразователя.

5.5.2 Питание силовой части преобразователя

Трехфазное напряжение с выхода коммутационного дросселя **CH1** подключается к клеммам **U2**(X7.5), **V2**(X7.6) и **W2**(X7.7) для питания силового выпрямителя преобразователей типов 4002 до 4011 и соответственно к винтовым соединениям **U2** , **V2** и **W2** преобразователей типов 4013 до 4020.

Масса подключена к клемму **N**(X7.1) для преобразователей типов 4002 до 4011 и к клеммам **N**(X7.1, 7.2) для преобразователей типов 4013 до 4020.

5.5.3 Питание силовой части возбуждения

Питание силовой части возбуждения должно быть подключено к фазам **L2** и **L3** сети питания. Если это не соблюдается, то нарушается синхронизация возбуждения.

Питание силовой части возбуждения можно реализовать трансформатором или дросселем напрямую к сетью питания. Эти варианты показаны в п. 7.2.

5.5.4 Питание обмотки возбуждения двигателя

Обмотка возбуждения двигателя подключается к клеммам **F1**(X7.10) и **F2**(X7.11) силового интерфейса **X7** преобразователей типов 4002 до 4011 и соответственно к клеммам **F1**(X7.8) и **F2**(X7.9) преобразователей типов 4013 до 4020.

5.5.5 Питание якоря двигателя

Для преобразователей типов 4002, 4003, 4004, 4005, 4006, 4007, 4009 и 4011 якорь двигателя подключается к клеммам **A1**(X7.12) и **B2**(X7.13).

Для преобразователей типов 4013, 4016 и 4020 двигатель подключается к преобразователю винтовыми соединениями **A1** и **B2**.

5.6 Интерфейс X9 для второго энкодера

Интерфейс **X9** для энкодера **ENC 2** выведен на 9-ти выводном разъеме в верхней левой части лицевой панели. Соответствие между выводами разъема и сигналами интерфейса **ENC 2** указано в **таблице 5-7**.

Interface X9: Connector DB9 - F					
X9.	**Сигнал**	**ENC 2.**	**Сигнал**	**ENC 2.**	**Сигнал**
1	NC	**4**	/B2	**7**	C2
2	GND	**5**	/A2	**8**	B2
3	/C2	**6**	GND	**9**	A2

Таблица 5-7 Соответствие между сигналами и выводами интерфейса **X9**

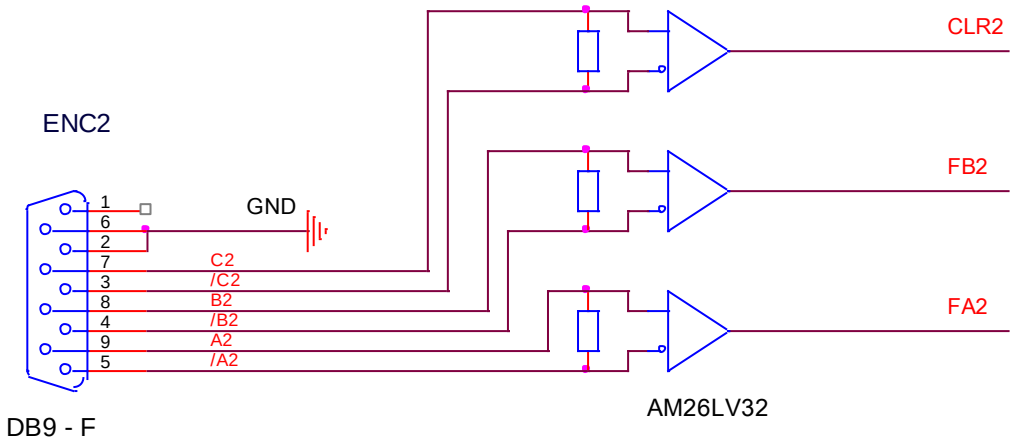


Рисунок 5-6 Соответствие между сигналами и выводами разъема интерфейса **X9**

5.7 Интерфейс X11 для питания второго энкодера

Интерфейс **X11** для питания второго энкодера 2 выведен на клемме **5V**. На клемме выведено внутренее оперативное напряжение **5V**.

Интерфейс питания **5V** применяется и для питания электронного штурвала.

Полярность напряжения на клемме **5V** маркирована на корпусе.

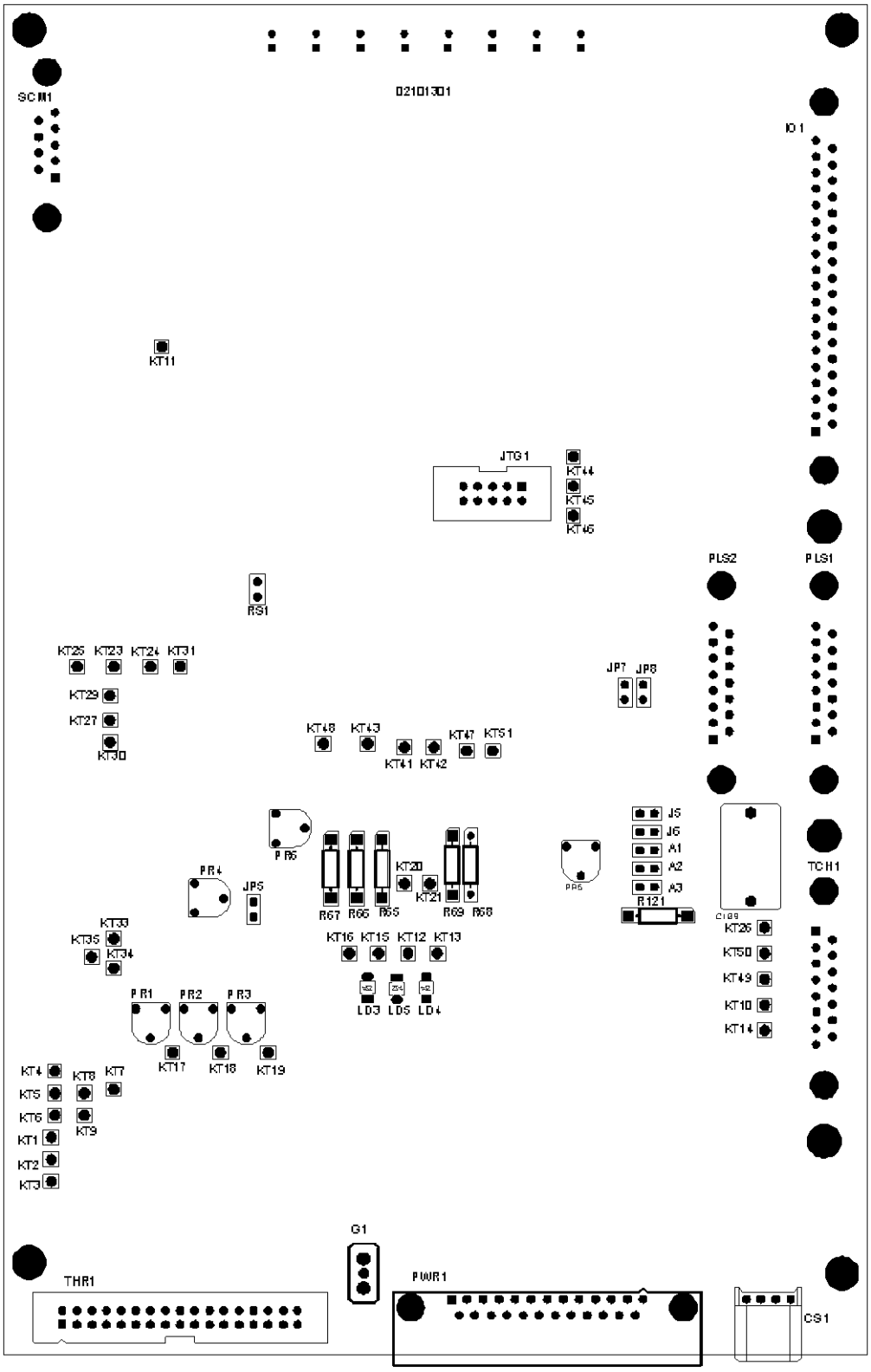


Рисунок 5-7 Расположение элементов настройки на процессорной плате

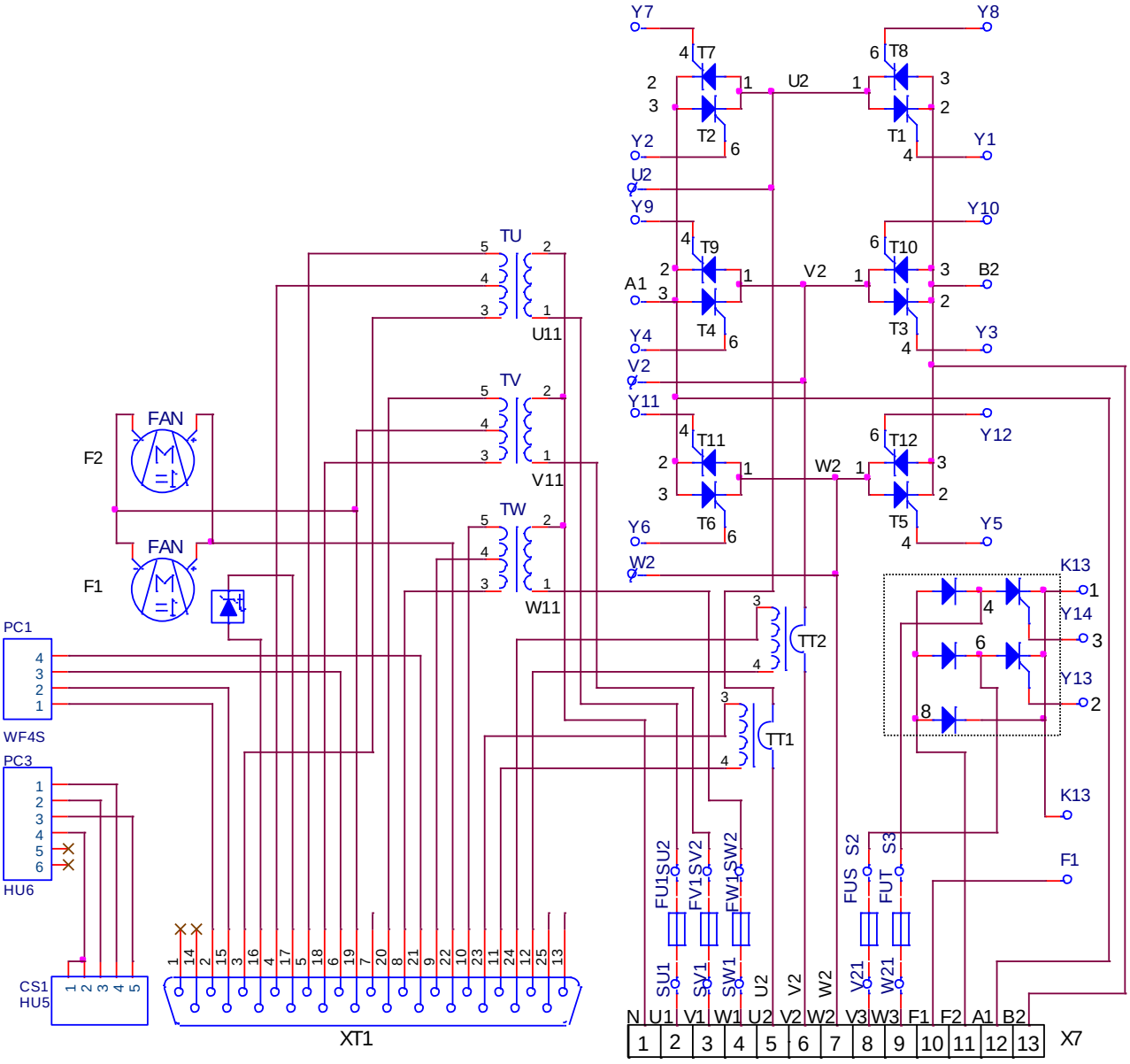


Рисунок 5-8 Электрическая схема силового блока преобразователя

Примечание:
Вентиляторы **F1** и **F2** применяются в преобразователях типов 4005 … 4020.

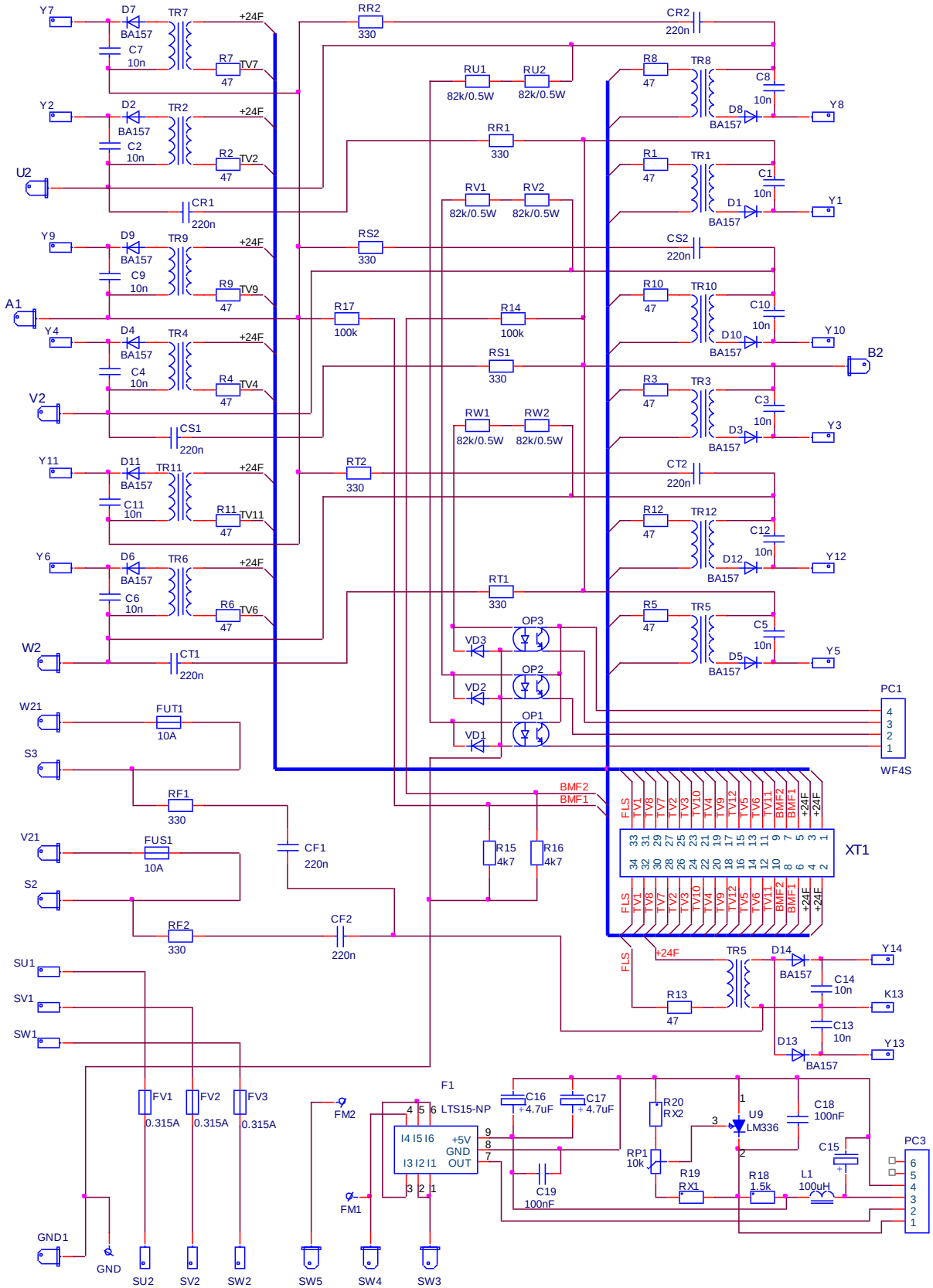


Рисунок 5-9 Электрическая схема силовой платы преобразователя

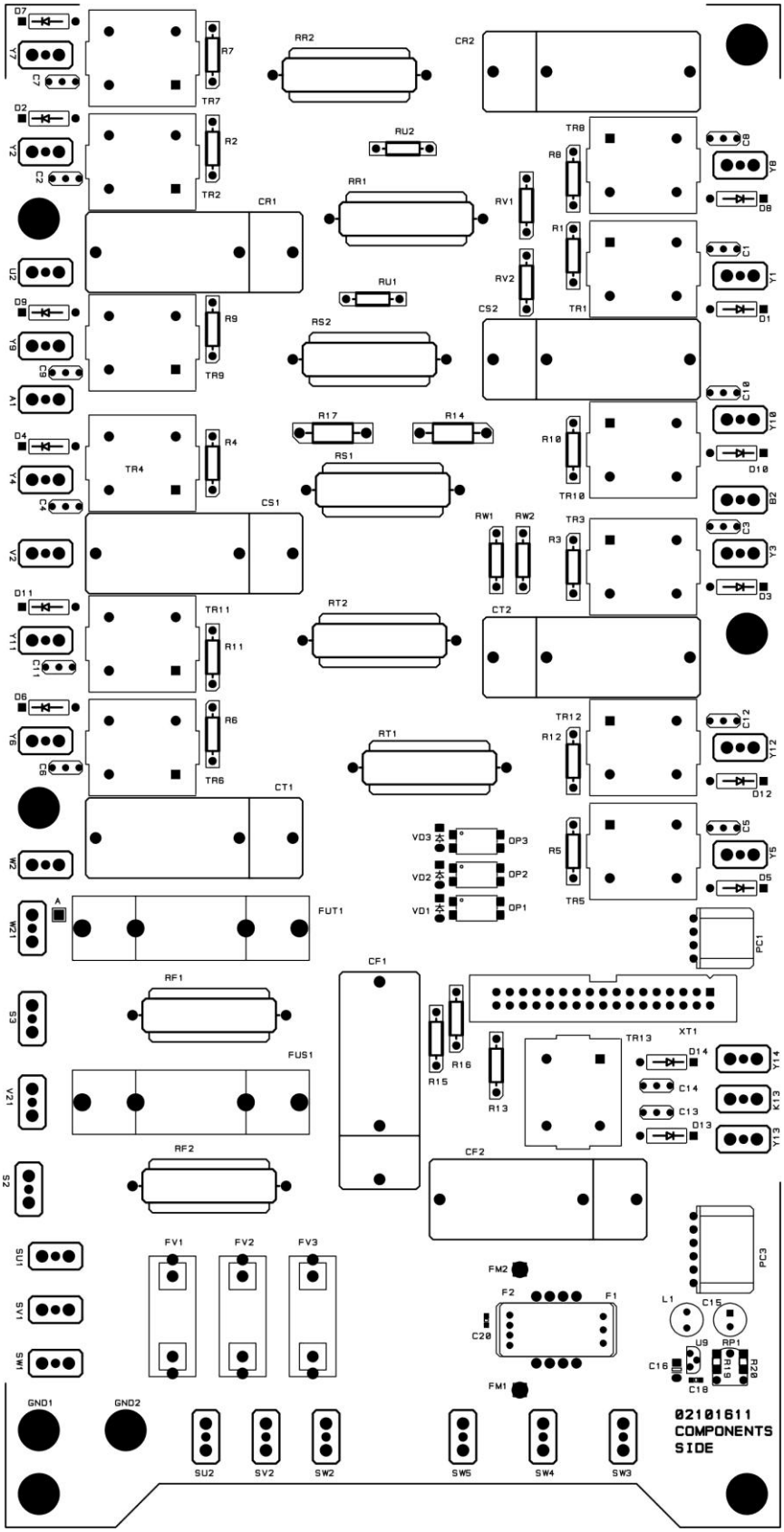


Рисунок 5-10 Расположение элементов и разъемов на силовой плате

5.6 Индикации для состояния преобразователя

В верхней части лицевой панели расположены 8 светодиодов, которых показывают мгновенное состояние преобразователя. Зажигание каждого из них указывает режим работы преобразователя или возникновение аварийного режима.

Перечень светодиодных индикаций для состояния преобразователя как следует:

- **в рабочем режиме преобразователя**
  RD – готовность преобразователя для работы;
  ON – разрешена работа преобразователя;
- **в аварийном режиме преобразователя**

FL – аварийный режим. Ток возбуждения не отвечает заданным предельным значениям;

TG – аварийный режим. Неправильное поключение, короткое замыкание или обрыв цепи датчика обратной связи по скорости;

OC – аварийный режим. Ток якоря превысил заданное предельное значение или произошло короткое замыкание в силовом выпрямителе преобразователя;

OS – аварийный режим. Превышение максимально заданной скорости вращения;

OL – аварийный режим. Срабатывание защиты $\mathbf{I^2t}$ от перегрузки двигателя или защиты **OH** от перегрева силового блока преобразователя;

PF – аварийный режим. Обрыв или плохая связь фазы напряжения питания. Плохое зануление преобразователя.

Подробно защиты и их действие описаны в **п. 6.4.3** и **п. 6.5**.

6. Настройка преобразователя

Настройка параметров преобразователя осуществляется по последовательному интерфейсу **X6** со специализированным терминалом или персональным компьютером.

ВНИМАНИЕ!

Включение и выключение специализированного терминала или персонального компьютера к серийному интерфейсу X6 осуществляется только при выключенном питании преобразователя.

6.1 Специализированный терминал T5001

При помощи терминала, в энергонезависимую память преобразователя вводятся параметры, определяющие работу отдельных функциональных блоков, параметры двигателя, пределы, в которых срабатывают защиты и сигнализации, подающие информацию о состоянии преобразователя. Во время работы преобразователя, на индикации терминала могут быть показаны значения всех параметров, касающихся работы двигателя и преобразователя.

Специализированный терминал T5001 показан на **рисунке 6-1**. Информация на терминале T5001 визуализируется на LCD дисплее с 2x16 численно - буквенным разрядами. Терминал имеет 4 командные клавиши, с которыми совершается процесс настройки. Есть и дополнительная клавиша, доступна только с техническими средствами, с которыми совершается настройка контраста LCD дисплея.

Рисунок 6-1 Терминал для настройки T5001

Клавиши терминала обозначены со следующими обозначениями:

ESC - **ESCAPE**
△ - **UP**
▽ - **DOWN**
ENT - **ENTER**

При подключении напряжения питания, если нет ошибки, на индикации терминала появляется сообщение **P01 Monitoring**, показывающее выбранную группу параметров.

С помощью клавишей **UP** и **DOWN** выбирается сначала требуюмую группу параметров, после этого с клавишей **ENTER** входится в группу параметров и снова с клавишями **UP** и **DOWN** выбирается нужный параметр и с клавишей **ENTER** входится в режим редактирования параметров. Изменение значения параметра тоже проводится с клавишями **UP** и **DOWN**, после чего значение записывается с клавишей **ENTER**. Если введенное значение параметра вне пределах, то записанное значение ограничивается этими пределами.

Возвращение в режим выбора номера параметра осуществляется нажатием клавиши **ESC**. В случае, когда изменилось значение данного параметра, но не нажата клавиша **ENTER,** а **ESC**, изменение не записывается. При изменении значения данного параметра, задержка клавишей **UP** или **DOWN** на время, в которое изменяются более пятьдесят дискрет данного десятичного разряда, начинается изменение следующего разряда по старшинству. Освобождение клавиши отменяет этот режим.

На **рисунке 6-2** показана последовательность ввода пароля для доступа к редактированию параметров.

На **рисунке 6-3** показана последовательность для изменения значения данного параметра. Пароль для доступа введен предварительно.

Для возвращение в режим выбора параметров используется клавиша **ESC** и с **UP** и **DOWN** выбирается нужный параметр. Если этот параметр из другой группы, то с повторным нажатием клавиши **ESC** возвращаемся в меню выбора группы параметров.

При выборе данного параметра, в первой строчке появляется, кроме его номер, и текст, указанный в третьей колонне **таблицы 6-1**, а во второй строчке его значение. Перемены выбранного параметра делаются, как указано выше.

Примечания:

1. Если, после нажатия клавиши **ENTER**, новое значение параметра не воспринимается, следует проверить доступный ли параметр в этом режиме;
2. Если параметр не меняется от данного значения, следует проверить не является ли он связанным с другими параметрами или он достиг предель своего изменения;
3. В случае взаимосвязанных параметров, следует менять сначало те, от которых зависят остальные.

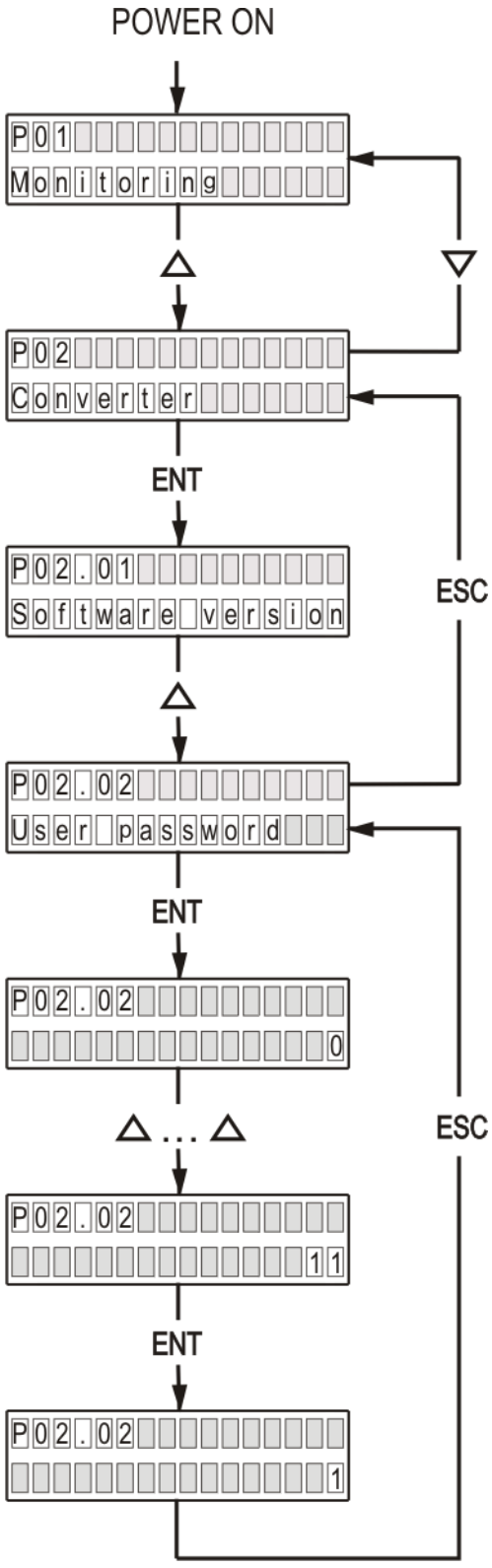


Рисунок 6-2 Ввод пароля для доступа

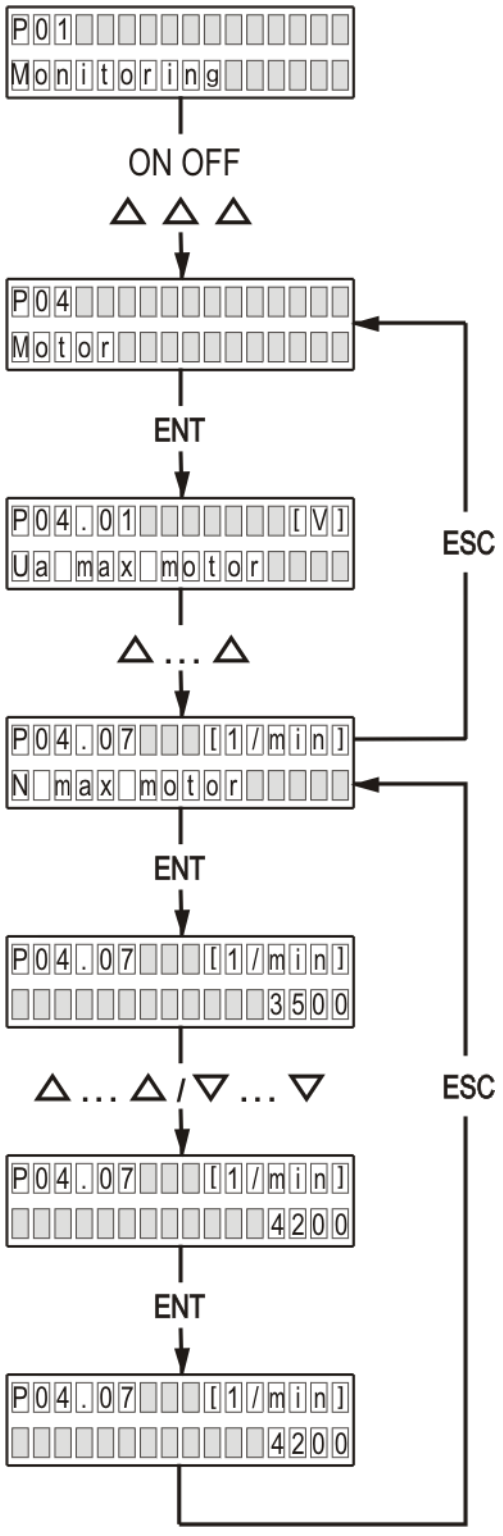


Рисунок 6-3 Изменение значения параметра

6.2 Параметры преобразователя

Параметры условно разделены в деветнадцать групп:

Группа 01 – параметры для наблюдения

Показывают значения управляющих сигналов и сигналов от и к двигателю. В этой группе включены параметры для тока возбуждения, тока якоря, скорости вращения, напряжение якоря, состояния цифровых входов и выходов и накопленных ошибок защит. Значения этих параметров не вводятся, а только наблюдаются;

Группа 02 – параметры преобразователя

Определяют режимы работы преобразователя, выбор обратных связей, вид задания для скорости, направление вращения, выбор энкодера и все основные технические характеристики для данного выполнения силового блока;

Группа 03 – параметры защит

Параметры защит задают пределы контролированных сигналов, вне которых защиты срабатывают;

Группа 04 – параметры двигателя

Параметры группы 4 определяются основными характеристиками двигателя. В этой группе входят параметры для номинального и максимального тока якоря, номинального напряжения якоря, номинального и максимального тока возбуждения и динамического токоограничения тока якоря;

Группа 05 – параметры регулятора скорости

С этими параметрами определяются коэффициенты усиления, постоянные времени и параметров адаптации регулятора скорости и характеристики рампгенератора;

Группа 06 – параметры регулятора тока якоря

Параметры этой группы определяют коэффициент усиления и постоянную времени регулятора тока якоря и регулируют амплитуды импульсов тока каждой фазы;

Группа 07 – параметры регуляторов ЭДС и тока возбуждения

Параметры этой группы определяют коэффициенты усиления и постоянных времени регуляторов ЭДС и тока возбуждения;

Группа 08 – параметры ориентированного торможения

Параметры этой группы определяют вход для задания позиции, корекцию заданной позиции, смещение позиции, коэффициенты усиления регулятора позиции и показывают ошибку при выполнении ориентированного торможения;

Группа 09 – параметры аппаратных цифровых входов

С параметрами этой группы указываются функции аппаратных цифровых входов преобразователя и их активное логическое состояние.

Группа 10 – параметры аппаратных выходов

Параметры этой группы определяют функции и активное логическое состояние аппаратных цифровых выходов и переменные для аналоговых выходов.

Группа 11 – параметры терминала

Группа 12 – история ошибок

Группа 13 – параметры дополнительных функций

Группа 14 – параметры в режиме позиционирования

Параметры этой группы определяют работу позиционного регулятора, выбор координатной системы, лимиты перемещения и др.

Группа 15 – параметры **MODBUS**

Параметры этой группы определяют настройки работы по протоколу **MODBUS**.

Группа 16 – параметры коммуникационных цифровых входов

С параметрами этой группы указываются функции коммуникационных цифровых входов преобразователя и их активное логическое состояние.

Группа 17 – параметры коммуникационных выходов

Параметры этой группы определяют функции и активное логическое состояние коммуникационных цифровых выходов.

Группа 18 – параметры фиксированных позиций

Группа 19 – параметры режима компенсации люфта

В **таблице 6-1** приведен перечень всех параметров, их обозначений и пределов их изменений.

№	Наименование параметра	Тип параметра				Пределы	Измерение
Группа 01 – параметры для наблюдения							
P01.01	Текущее значение задания для скорости		D		RO	-	% N_{MAX}
P01.02	Текущее значение действительной скорости		D		RO	-	% N_{MAX}
P01.03	Текущее значение задания для тока якоря				RO	-	A
P01.04	Текущее значение действительного тока якоря				RO	-	A
P01.05	Текущее значение напряжения якоря				RO	-	V
P01.06	Текущее значение тока возбуждения				RO	-	A
P01.07	Состояние аппаратных цифровых входов IN1- IN10				RO	-	code
P01.08	Состояние аппаратных цифровых входов IN11- IN18				RO	-	code
P01.09	Забронированный				RO	-	-
P01.10	Состояние аппаратных выходов OUT1- OUT5				RO	-	code
P01.11	Забронированный				RO	-	-
P01.12	Тест обратной связи по скорости				RO	-	% Ubr
P01.13	Текущее значение частоты сети питания				RO	-	Hz
P01.14	Забронированный				RO	-	-
P01.15	Максимальное число регистрированных прерываний синхронизации				RO	-	-
P01.16	Максимальное число регистрированных прерываний силовых фаз				RO	-	-
P01.17	Состояние силовых тиристоров				RO	-	code
P01.18	Текущее значение импульсов энкодера				RO	-	imp
Группа 02 – параметры преобразователя							
P02.01	Версия программы преобразователя		D		RO	-	-
P02.02	Пароль для доступа					11	-
P02.03	Восстановление значений параметров по умолчанию	O				0, 1	-
P02.04	Сьемка клиентских параметров	O				0, 1	
P02.05	Чтение клиентских параметров	O				0, 1	
P02.06	Режим работы преобразователя	O		E		-1, 0, 1, 2, 3, 4	-
P02.07	Работа с ослабленным полем	O		E		0, 1, 2	-
P02.08	Масштабирование номинального тока двигателя **Ia_{NOM}**			E		5.0 ÷ 1000.0	A
P02.09	Напряжение питания преобразователя	O		E		100 ÷ 440	V
P02.10	Диапазон датчика тока возбуждения	O		E		1.5A ÷ 20.0A	-
P02.11	Тип датчика тока возбуждения	O		E		6A/15A/25A	-
P02.12	Датчик тока якоря – вычисление R65,R66, R67				RO		Ohm
P02.13	Режим **аварийного торможения**	O		E		0, 1, 2	-
P02.14	Выбор источника задания для скорости	O		E		0, 1, 2, 3	-
P02.15	Внутренное задание для скорости		D			± 100.000	% N_{MAX}
P02.16	Тип обратной связи по скорости	O		E		0, 1, 2	-
P02.17	Смена знака задания для скорости			E		0, 1	-
P02.18	Ограничение максимального значения задания для скорости		D	E		1.000 ÷ 112.000	% N_{MAX}
P02.19	Смена знака обратной связи по скорости с тахогенератором	O		E		0, 1	-
P02.20	Смена знака обратной связи по скорости с энкодером	O		E		0, 1	-
P02.21	Разрешающая способность энкодера	O		E		100 ÷ 20 000	ppr
P02.22	Первая максимальная скорость			E		100 ÷ 20 000	min^{-1}
P02.23	Вторая максимальная скорость					100 ÷ 20 000	min^{-1}

P02.24	Третая максимальная скорость					100 ÷ 20 000	min^{-1}
P02.25	Четвертая максимальная скорость					100 ÷ 20 000	min^{-1}
P02.26	Разрешение переключения максимальной скорости	O		E		0, 1	-
P02.27	Источник сопротивления якорной цепи двигателя	O		E		0, 1	-
P02.28	Конфигурация тиристорных выпрямителей	O		E		0, 1, 2	-
Группа 03 – параметры защит							
P03.01	Допустимое число прерываний в синхронизации защиты **SPF**			E		0 ÷ 100	-
P03.02	Максимальное число регистрированных прерываний синхронизации защиты **SPF**				RO	-	-
P03.03	Максимальное допустимое рассогласование синхронизации защиты **SPF**			E		1.00 ÷ 4.00	% Tn
P03.04	Забронированный				RO	-	-
P03.05	Допустимое число прерываний напряжений силовых фаз			E		5 ÷ 50	-
P03.06	Максимальное число регистрированных прерываний силовых фаз защиты **HPF**				RO	-	-
P03.07	Режим работы защиты **HPF**			E		0, 1	-
P03.08	Время срабатывания защиты $\mathbf{I^2t}$ от перегрузки двигателя			E		0.1 ÷ 100.0	s
P03.09	Режим работы защиты **OHF**			E		0, 1	-
P03.10	Предельно допустимая скорость $\mathbf{N_{LIM}}$ - защита **SOS**			E		105.0 ÷ 112.0	% N_{MAX}
P03.11	Предельный ток $\mathbf{Idrv_{LIM}}$ преобразователя - защита **SOC**			E		105.0 ÷ 125.0	% Ia_{MAX}
P03.12	Напряжение якоря для срабатывания защита **STG**			E		40.0 ÷ 80.0	% Uamax
P03.13	Максимальный ток возбуждения – защита **SFL**	O		E		> P04.02	A
P03.14	Минимальный ток возбуждения $\mathbf{I_{FLMIN}}$ – защита **SFL**	O		E		≤ P04.04	A
P03.15	Предельная ошибка следования– защита **OTE**		D	E		0.010 ÷ 2000.000	mm
P03.16	Режим работы защиты **OTE**			E		0, 1, 2	-
P03.17	Предельное напряжение якоря – защита **OVM**			E		105.0 ÷ 120.0	% Ua_{MAX}
P03.18	Время для установления тока возбуждения – защита **FWF**			E		2.0 ÷ 20.0	s
P03.19	Режим работы защиты **OLF**					0, 1	-
Группа 04 – параметры двигателя							
P04.01	Максимальное напряжение якоря $\mathbf{Ua_{MAX}}$	O		E		100 ÷ 460	V
P04.02	Номинальный ток возбуждения $\mathbf{I_{FNOM}}$	O		E		≥P04.05 ÷ P02.10	A
P04.03	Минимальный рабочий ток возбуждения $\mathbf{I_{FMIN}}$ в 2 зона	O		E		≥P04.04 ≤P04.02	A
P04.04	Минимальный рабочий ток возбуждения $\mathbf{I_{FMIN}}$ в 3 зона	O		E		≥P03.14 ≤P04.04	A
P04.05	Ток возбуждения $\mathbf{I_{FON}}$ при выключенной команде **ON**	O		E		≥P03.14 ≤P04.02	A
P04.06	Номинальная скорость двигателя из таблички	O		E		100 ÷ P04.07	min-1
P04.07	Максимальна скорость двигателя из таблички	O		E		100 ÷ 20000	min-1
P04.08	Действительная максимальная скорость двигателя	O		E		100 ÷ P04.07	min-1
P04.09	Максимальный ток якоря $\mathbf{Ia_{MAX}}$ в т.1	O		E		200.00 ÷P04.10	% Ia_{NOM}
P04.10	Максимальный ток якоря $\mathbf{Ia_{MAX}}$ в т.2	O		E		P04.09 ÷ P04.11	% Ia_{NOM}
P04.11	Максимальный ток якоря $\mathbf{Ia_{MAX}}$ в т.3	O		E		P04.10 ÷20.00	% Ia_{NOM}
Группа 05 – параметры регулятора скорости							
P05.01	Время рампгенератора	O		E		0.0 ÷ 20.0	s
P05.02	Смещение задания для скорости		D	E		±5000	discr
P05.03	Коэффициент усиления регулятора скорости **Kp1**			E		0.0 ÷ 100.0	-
P05.04	Коэффициент усиления регулятора скорости **Kp2**			E		0.0 ÷ 100.0	-
P05.05	Порог работы коэффициента усиления **Kp1**			E		0.10 ÷ P05.06	%
P05.06	Порог работы коэффициента усиления **Kp2**			E		P05.05 ÷ 100.00	%
P05.07	Постоянная времени регулятора скорости **Tn1**			E		0.1 ÷ 1000	ms

P05.08	Постоянная времени регулятора скорости **Tn2**			E		0.1 ÷ 1000	ms
P05.09	Порог работы постоянной времени **Tn1**			E		0.10 ÷ P05.10	%
P05.10	Порог работы постоянной времени **Tn2**			E		P05.09 ÷ 100.00	%
P05.11	Дифференциальная постоянная **Dt1**			E		0.0 ÷ 100.0	
P05.12	Дифференциалная постоянная **Dt2**			E		0.0 ÷ 100.0	
P05.13	Порог работы дифференциальной постоянной **Dt1**			E		0.10 ÷ P05.14	%
P05.14	Порог работы дифференциальной постоянной **Dt2**			E		P05.13 ÷ 100.00	%
P05.15	Разрешение интегральной составляющей регулятора скорости			E		0, 1	-
Група 06 – параметры регулятора тока якоря							
P06.01	Коэффициент усиления регулятора тока якоря			E		0.00 ÷ 2.00	-
P06.02	Постоянная времени регулятора тока якоря			E		1.0 ÷ 1000.0	ms
P06.03	Разрешение интегральной составляющей регулятора скорости					0, 1	-
P06.04	Забронированный					-	-
P06.05	Забронированный					-	-
P06.06	Смещение тока якоря			E		-100.0 ÷ 100.0	% P02.08
P06.07	Время рампгенератора регулятора тока якоря			E		0 ÷ 1000	ms
Група 07 – параметры регуляторов ЭДС и тока возбуждения							
P07.01	Коэффициент усиления регулятора тока возбуждения			E		0.01 ÷ 10.00	-
P07.02	Постоянная времени регулятора тока возбуждения			E		10 ÷ 10000	ms
P07.03	Коэффициент усиления регулятора ЭДС			E		0.01 ÷ 10.00	-
P07.04	Постоянная времени регулятора ЭДС			E		10 ÷ 10000	ms
P07.05	Дифференциалная постоянная регулятора ЭДС			E		0.00 ÷ 10.00	
P07.06	Разрешение интегральной составляющей регулятора тока возбуждения					0, 1	-
P07.07	Разрешение интегральной составляющей регулятора ЭДС					0, 1	-
Група 08 – параметры ориентированного торможения							
P08.01	Ускорение наращивания 1			E		1 ÷ 30000	-
P08.02	Ускорение торможения 1			E		1 ÷ 30000	-
P08.03	Ускорение наращивания 2			E		1 ÷ 30000	-
P08.04	Ускорение торможения 2			E		1 ÷ 30000	-
P08.05	Коэффициент усиления регулятора позиции			E		0.05 ÷ 200.00	
P08.06	Разрешение работы предрегулятора скорости	O		E		0, 1	
P08.07	Текущая ошибка следования		D		RO	-	imp
P08.08	Регистрированная максимальная ошибка следования		D		RO	-	imp
P08.09	Скорость автоматической настройки позиционного регулятора			E		0.05 ÷ 20.00	% N_{MAX}
P08.10	Окно позиционирования			E		1 ÷ 20000	imp
P08.11	Время для установки в позиции	O		E		0 ÷ 10000	ms
P08.12	Текущая ошибка позиционирования		D		RO	-	imp
P08.13	Смещение нулевой точки		D	E		≤ P02.21 x 4	imp
P08.14	Скорость установления в нулевой позиции			E		1 ÷ 2000	min-1
P08.15	Направление скорости поиска нулевой позиции			E		0, 1, 2	-
P08.16	Коэффициент усиления предрегулятора скорости			E		0.000 ÷ 30.000	-
P08.17	Скорость поиска нулевой позиции			E		1 ÷ 1000	min-1
P08.18	Уголь позиционирования		D		RO	0 ÷ 360	deg
P08.19	Источник угла позиционирования	O		E		0, 1, 2	-
P08.20	Смяна на знака на обратната връзка по позиция	O		E		0, 1	-
Група 09 – параметры аппаратных цифровых входов							
P09.01	Тип цифрового входа **IN1**			E		0 ÷ 53	-
P09.02	Инвертирование логического уровня входа **IN1**			E		0, 1	-
P09.03	Тип цифрового входа **IN2**			E		0 ÷ 53	-
P09.04	Инвертирование логического уровня входа **IN2**			E		0, 1	-

P09.05	Тип цифрового входа **IN3**			E		0 ÷ 53	-
P09.06	Инвертирование логического уровня входа **IN3**			E		0, 1	-
P09.07	Тип цифрового входа **IN4**			E		0 ÷ 53	-
P09.08	Инвертирование логического уровня входа **IN4**			E		0, 1	-
P09.09	Тип цифрового входа **IN5**			E		0 ÷ 53	-
P09.10	Инвертирование логического уровня входа **IN5**			E		0, 1	-
P09.11	Тип цифрового входа **IN6**			E		0 ÷ 53	-
P09.12	Инвертирование логического уровня входа **IN6**			E		0, 1	-
P09.13	Тип цифрового входа **IN7**			E		0 ÷ 53	-
P09.14	Инвертирование логического уровня входа **IN7**			E		0, 1	-
P09.15	Тип цифрового входа **IN8**			E		0 ÷ 53	-
P09.16	Инвертирование логического уровня входа **IN8**			E		0, 1	-
P09.17	Тип цифрового входа **IN9**			E		0 ÷ 53	-
P09.18	Инвертирование логического уровня входа **IN9**			E		0, 1	-
P09.19	Тип цифрового входа **IN10**			E		0 ÷ 53	-
P09.20	Инвертирование логического уровня входа **IN10**			E		0, 1	-
P09.21	Тип цифрового входа **IN11**			E		0 ÷ 53	-
P09.22	Инвертирование логического уровня входа **IN11**			E		0, 1	-
P09.23	Тип цифрового входа **IN12**			E		0 ÷ 53	-
P09.24	Инвертирование логического уровня входа **IN12**			E		0, 1	-
P09.25	Тип цифрового входа **IN13**			E		0 ÷ 53	-
P09.26	Инвертирование логического уровня входа **IN13**			E		0, 1	-
P09.27	Тип цифрового входа **IN14**			E		0 ÷ 53	-
P09.28	Инвертирование логического уровня входа **IN14**			E		0, 1	-
P09.29	Тип цифрового входа **IN15**			E		0 ÷ 53	-
P09.30	Инвертирование логического уровня входа **IN15**			E		0, 1	-
P09.31	Тип цифрового входа **IN16**			E		0 ÷ 53	-
P09.32	Инвертирование логического уровня входа **IN16**			E		0, 1	-
P09.33	Тип цифрового входа **IN17**			E		0 ÷ 53	-
P09.34	Инвертирование логического уровня входа **IN17**			E		0, 1	-
P09.35	Тип цифрового входа **IN18**			E		0 ÷ 53	-
P09.36	Инвертирование логического уровня входа **IN18**			E		0, 1	-
Группа 10 – параметры аппаратных выходов							
P10.01	Тип релейного выхода **OUT1**			E		0 ÷ 10	-
P10.02	Инвертирование логического уровня выхода **OUT**1			E		0, 1	-
P10.03	Время для потверждения перемену **OUT**1			E		0 ÷ 1000	ms
P10.04	Тип релейного выхода **OUT2**			E		0 ÷ 10	-
P10.05	Инвертирование логического уровня выхода **OUT2**			E		0, 1	-
P10.06	Время для потверждения перемену **OUT**2			E		0 ÷ 1000	ms
P10.07	Тип релейного выхода **OUT3**			E		0 ÷ 10	-
P10.08	Инвертирование логического уровня выхода **OUT3**			E		0, 1	-
P10.09	Время для потверждения перемену **OUT**3			E		0 ÷ 1000	ms
P10.10	Тип релейного выхода **OUT4**			E		0 ÷ 10	-
P10.11	Инвертирование логического уровня выхода **OUT4**			E		0, 1	-
P10.12	Время для потверждения перемену **OUT**4			E		0 ÷ 1000	ms
P10.13	Тип релейного выхода **OUT5**			E		0 ÷ 10	-
P10.14	Инвертирование логического уровня выхода **OUT5**			E		0, 1	-
P10.15	Время для потверждения перемену **OUT**5			E		0 ÷ 1000	ms
P10.16	Порог скорости $\mathbf{N_{ZS}}$, ниже которого срабатывает **ZS**			E		0.01 ÷ 15.00	% N_{MAX}
P10.17	Порог скорости $\mathbf{N_{SA}}$, выше которого срабатывает **SA**			E		1.00 ÷ 30.00	% N_{REF}
P10.18	Скорость от которой начинает работа **SA**			E		0.00 ÷ 15.00	% N_{MAX}
P10.19	Максимальный ток якоря $\mathbf{Ia_{TLH}}$ при команде **TLH**			E		10.0 ÷ 100.0	% Ia_{NOM}
P10.20	Максимальный ток якоря $\mathbf{Ia_{TLL}}$ при команде **TLL**			E		1.0 ÷ 100.0	% Ia_{NOM}
P10.21	Выбор переменной для аналогового выхода **AOUT1**			E		1 ÷ 12	-
P10.22	Выбор переменной для аналогового выхода **AOUT2**			E		1 ÷ 12	-

P10.23	Диапазон аналогового выхода **AOUT1**			E		2.0 ÷ 10.0	V
P10.24	Диапазон аналогового выхода **AOUT2**			E		2.0 ÷ 10.0	V
Группа 11 – параметры для терминала							
P11.01	Настройка языка терминала			E		0, 1, 2	-
P11.02	Время опреснения индикации			E		1 ÷ 1000	ms
P11.03	Вариант меню				RO	-	-
P11.04	Версия MACH U2				RO	-	-
P11.05	Версия MACH U5				RO	-	-
Группа 12 – история ошибок							
P12.01	Ошибка 1				RO	-	-
P12.02	Ошибка 2				RO	-	-
P12.03	Ошибка 3				RO	-	-
P12.04	Ошибка 4				RO	-	-
P12.05	Ошибка 5				RO	-	-
P12.06	Ошибка 6				RO	-	-
P12.07	Ошибка 7				RO	-	-
P12.08	Ошибка 8				RO	-	-
P12.09	Ошибка 9				RO	-	-
P12.10	Ошибка 10				RO	-	-
P12.11	Ошибка 11				RO	-	-
P12.12	Ошибка 12				RO	-	-
P12.13	Ошибка 13				RO	-	-
P12.14	Ошибка 14				RO	-	-
P12.15	Ошибка 15				RO	-	-
P12.16	Ошибка 16				RO	-	-
P12.17	Нулирование ошибок					0, 1	-
P12.18	Выбор ошибки для наблюдения					1 ÷ 41	-
P12.19	Число сообщений для ошибки, выбранной с **P12.18**				RO	-	-
Группа 13 – параметры дополнительных функций							
P13.01	Рампа скорости функции **MOT POT**			E		0.0 ÷ 3000.0	s
P13.02	Начальная скорость движении функции **MOT POT**		D	E		-100.000 ÷ 100.000	% N_{MAX}
P13.03	Тип функции **MOT POT**	O		E		0, 1	-
P13.04	Разрешение для выполнения функции **OVERRIDE**			E		0, 1	-
P13.05	Первая корекция скорости **OVERRIDE 1**		D	E		20.000 ÷ 150.000	% N_{MAX}
P13.06	Вторая корекция скорости **OVERRIDE 2**		D	E		20.000 ÷ 150.000	% N_{MAX}
P13.07	Третая корекция скорости **OVERRIDE 3**		D	E		20.000 ÷ 150.000	% N_{MAX}
P13.08	Четвертая корекция скорости **OVERRIDE 4**		D	E		20.000 ÷ 150.000	% N_{MAX}
P13.09	Пятая корекция скорости **OVERRIDE 5**		D	E		20.000 ÷ 150.000	% N_{MAX}
P13.10	Шестая корекция скорости **OVERRIDE 6**		D	E		20.000 ÷ 150.000	% N_{MAX}
P13.11	Седмая корекция скорости **OVERRIDE 7**		D	E		20.000 ÷ 150.000	% N_{MAX}
P13.12	Восмая корекция скорости **OVERRIDE 8**		D	E		20.000 ÷ 150.000	% N_{MAX}
P13.13	Первая фиксированная скорость **FIXED VEL REF 1**		D	E		20.000 ÷ 150.000	% N_{MAX}
P13.14	Вторая фиксированная скорость **FIXED VEL REF 2**		D	E		± 100.000	% N_{MAX}
P13.15	Третая фиксированная скорость **FIXED VEL REF 3**		D	E		± 100.000	% N_{MAX}
P13.16	Четвертая фиксированная скорость **FIXED VEL REF4**		D	E		± 100.000	% N_{MAX}
P13.17	Пятая фиксированная скорость **FIXED VEL REF 5**		D	E		± 100.000	% N_{MAX}
P13.18	Шестая фиксированная скорость **FIXED VEL REF 6**		D	E		± 100.000	% N_{MAX}
P13.19	Седмая фиксированная скорость **FIXED VEL REF 7**		D	E		± 100.000	% N_{MAX}
P13.20	Восмая фиксированная скорость **FIXED VEL REF 8**		D	E		± 100.000	% N_{MAX}
P13.21	Первый фиксиранный шаг **STEP JOG 1**		D	E		± 10000.000	mm
P13.22	Второй фиксиранный шаг **STEP JOG 2**		D	E		± 10000.000	mm
P13.23	Третий фиксиранный шаг **STEP JOG 3**		D	E		± 10000.000	mm
P13.24	Четвертый фиксиранный шаг **STEP JOG 4**		D	E		± 10000.000	mm
P13.25	Пятый фиксиранный шаг **STEP JOG 5**		D	E		± 10000.000	mm
P13.26	Шестой фиксиранный шаг **STEP JOG 6**		D	E		± 10000.000	mm

P13.27	Седмой фиксиранный шаг **STEP JOG 7**		D	E		± 10000.000	mm
P13.28	Восьмой фиксиранный шаг **STEP JOG 8**		D	E		± 10000.000	mm
P13.29	Максимальная скорость для BCD задания			E		1 ÷ 3999	code
Группа 14 – параметры режима позиционирания							
P14.01	Числитель электрического шага	O		E		1 ÷ 1000000	
P14.02	Знаменатель электрического шага	O		E		1 ÷ 1000000	
P14.03	Дискрет минимального перемещения оси	O		E		0.0001 ÷ 3.0000	mm/imp
P14.04	Электрический шаг – целая часть	O		E		1 ÷ 1000	-
P14.05	Электрический шаг – дробная часть	O	D	E		0.000000000 ÷ 0.999999999	-
P14.06	Текущий электрический шаг – целая часть				RO	-	-
P14.07	Текущий электрический шаг – дробная часть		D		RO	-	-
P14.08	Способ определения на электрического шага	O		E		0 , 1	-
P14.09	Ускорение роста		D	E		0.000÷20000.000	mm/s^2
P14.10	Ускорение торможения		D	E		0.000÷20000.000	mm/s^2
P14.11	Скорость позиционирования		D	E		0.000 ÷ 200000.000	mm/min
P14.12	Источник скорости позиционирования	O		E		0, 1	
P14.13	Максимальная скорость позиционирования		D	E		0.000 ÷ 200000.000	mm/min
P14.14	Задание нулевой скорости двигателя			E		0.00 ÷10.00	% N_{MAX}
P14.15	Изменение направления координатной системы	O		E		0, 1	-
P14.16	Изменение знака обратной связи по позиции	O		E		0, 1	-
P14.17	Режим позиционирования	O		E		0, 1	-
P14.18	Цель позиционирования		D	E		±100000.000	mm
P14.19	Текущее значение заданной позиции		D		RO	-	mm
P14.20	Текущее значение действителной позиции		D		RO	-	mm
P14.21	Текущая ошибка позиции		D		RO	-	mm
P14.22	Текущая ошибка следования		D		RO	-	mm
P14.23	Регистрированная максимальная ошибка следования		D		RO	-	mm
P14.24	Диапазон позиционирования			E		0.001 ÷ 20.000	mm
P14.25	Время для установки в диапазоне позиционирования	O		E		0 ÷ 10000	ms
P14.26	Коэффициент усиления регулятора позиции			E		0.05 ÷ 200.00	-
P14.27	Разрешение работы предрегулятора скорости	O		E		0, 1	
P14.28	Коэффициент усиления предрегулятора скорости			E		0.000 ÷ 30.000	
P14.29	Минимальный программный лимит позиции		D	E		± 100000.000	mm
P14.30	Режим работы минимального лимита			E		0, 1	-
P14.31	Максимальный программный лимит позиции		D	E		± 100000.000	mm
P14.32	Режим работы максимального лимита			E		0, 1	-
P14.33	Смещение референтной точки **RP**		D	E		± 50000.000	mm
P14.34	Смещение нулевого импульса		D	E		± 50000.000	mm
P14.35	Скорость поиска репера		D	E		0.010 ÷ 200000.000	mm/min
P14.36	Скорость поиска нулевого импульса		D	E		0.010 ÷ 200000.000	mm/min
P14.37	Скорость установления в референтной точке **RP**		D	E		0.010 ÷ 200000.000	mm/min
P14.38	Направление поиска репера			E		0 ,1	-
P14.39	Направление поиска нулевого импульса			E		0, 1	-
P14.40	Тип процедуры **уход в референтную точку**	O		E		0, 1, 2	-
P14.41	Выбор репера	O		E		0, 1, 2	-
P14.42	Сохранение позиции референтной точки после выключения **ON**	O		E		0 ,1	-
P14.43	Выжидание процедуры **уход в референтную точку**	O		E		0, 1	-
P14.44	Скорость перемещения в режиме **JOG MODE**		D	E		0.010 ÷ 200000.000	mm/min

P14.45	Скорость быстрого перемещения в режиме **JOG MODE**		D	E		0.010 ÷ 200000.000	mm/min
Группа 15 – параметры MODBUS							
P15.01	Скорость коммуникации			E		0 ÷ 5	-
P15.02	Modbus адресс устройства			E		1 ÷ 247	-
P15.03	Длительност паузы между кадрами			E		0.01 ÷ 10.0	ms
P15.04	Запись данных в энергонезависимой памяти					0, 1	-
Группа 16 – параметры коммуникационных входов							
P16.01	Тип коммуникационного входа **INC1**			E		0 ÷ 53	
P16.02	Инвертирование логического уровня входа **INC1**			E		0, 1	
P16.03	Тип коммуникационного входа **INC2**			E		0 ÷ 53	
P16.04	Инвертирование логического уровня входа **INC2**			E		0, 1	
P16.05	Тип коммуникационного входа **INC3**			E		0 ÷ 53	
P16.06	Инвертирование логического уровня входа **INC3**			E		0, 1	
P16.07	Тип коммуникационного входа **INC4**			E		0 ÷ 53	
P16.08	Инвертирование логического уровня входа **INC4**			E		0, 1	
P16.09	Тип коммуникационного входа **INC5**			E		0 ÷ 53	
P16.10	Инвертирование логического уровня входа **INC6**			E		0, 1	
P16.11	Тип коммуникационного входа **INC6**			E		0 ÷ 53	
P16.12	Инвертирование логического уровня входа **INC6**			E		0, 1	
P16.13	Тип коммуникационного входа **INC7**			E		0 ÷ 53	
P16.14	Инвертирование логического уровня входа **INC7**			E		0, 1	
P16.15	Тип коммуникационного входа **INC8**			E		0 ÷ 53	
P16.16	Инвертирование логического уровня входа **INC8**			E		0, 1	
P16.17	Тип коммуникационного входа **INC9**			E		0 ÷ 53	
P16.18	Инвертирование логического уровня входа **INC9**			E		0, 1	
P16.19	Тип коммуникационного входа **INC10**			E		0 ÷ 53	
P16.20	Инвертирование логического уровня входа **INC10**			E		0, 1	
P16.21	Тип коммуникационного входа **INC11**			E		0 ÷ 53	
P16.22	Инвертирование логического уровня входа **INC11**			E		0, 1	
P16.23	Тип коммуникационного входа **INC12**			E		0 ÷ 53	
P16.24	Инвертирование логического уровня входа **INC12**			E		0, 1	
P16.25	Тип коммуникационного входа **INC13**			E		0 ÷ 53	
P16.26	Инвертирование логического уровня входа **INC13**			E		0, 1	
P16.27	Тип коммуникационного входа **INC14**			E		0 ÷ 53	
P16.28	Инвертирование логического уровня входа **INC14**			E		0, 1	
P16.29	Тип коммуникационного входа **INC15**			E		0 ÷ 53	
P16.30	Инвертирование логического уровня входа **INC15**			E		0, 1	
P16.31	Тип коммуникационного входа **INC16**			E		0 ÷ 53	
P16.32	Инвертирование логического уровня входа **INC16**			E		0, 1	
P16.33	Состояние коммуникационных цифровых входов				RO	0000 0000 0000 0000	bin
Группа 17 – параметры коммуникационны выходов							
P17.01	Тип коммуникационного выхода **OUTC1**			E		0 ÷ 10	-
P17.02	Инвертирование логического уровня выхода **OUTC1**			E		0, 1	-
P17.03	Тип коммуникационного выхода **OUTC2**			E		0 ÷ 10	-
P17.04	Инвертирование логического уровня выхода **OUTC2**			E		0, 1	-
P17.05	Тип коммуникационного выхода **OUTC3**			E		0 ÷ 10	-
P17.06	Инвертирование логического уровня выхода **OUTC3**			E		0, 1	-
P17.07	Тип коммуникационного выхода **OUTC4**			E		0 ÷ 10	-
P17.08	Инвертирование логического уровня выхода **OUTC4**			E		0, 1	-
P17.09	Тип коммуникационного выхода **OUTC5**			E		0 ÷ 10	-
P17.10	Инвертирование логического уровня выхода **OUTC5**			E		0, 1	-
P17.11	Тип коммуникационного выхода **OUTC6**			E		0 ÷ 10	-
P17.12	Инвертирование логического уровня выхода **OUTC6**			E		0, 1	-

P17.13	Тип коммуникационного выхода **OUTC7**			E		0 ÷ 10	-
P17.14	Инвертирование логического уровня выхода **OUTC7**			E		0, 1	-
P17.15	Тип коммуникационного выхода **OUTC8**			E		0 ÷ 10	-
P17.16	Инвертирование логического уровня выхода **OUTC8**			E		0, 1	-
P17.17	Тип коммуникационного выхода **OUTC9**			E		0 ÷ 10	-
P17.18	Инвертирование логического уровня выхода **OUTC9**			E		0, 1	-
P17.19	Тип коммуникационного выхода **OUTC10**			E		0 ÷ 10	-
P17.20	Инвертирование логического уровня выхода **OUTC10**			E		0, 1	-
P17.21	Тип коммуникационного выхода **OUTC11**			E		0 ÷ 10	-
P17.22	Инвертирование логического уровня выхода **OUTC11**			E		0, 1	-
P17.23	Тип коммуникационного выхода **OUTC12**			E		0 ÷ 10	-
P17.24	Инвертирование логического уровня выхода **OUTC12**			E		0, 1	-
P17.25	Тип коммуникационного выхода **OUTC13**			E		0 ÷ 10	-
P17.26	Инвертирование логического уровня выхода **OUTC13**			E		0, 1	-
P17.27	Тип коммуникационного выхода **OUTC14**			E		0 ÷ 10	-
P17.28	Инвертирование логического уровня выхода **OUTC14**			E		0, 1	-
P17.29	Тип коммуникационного выхода **OUTC15**			E		0 ÷ 10	-
P17.30	Инвертирование логического уровня выхода **OUTC15**			E		0, 1	-
P17.31	Тип коммуникационного выхода **OUTC16**			E		0 ÷ 10	-
P17.32	Инвертирование логического уровня выхода **OUTC16**			E		0, 1	-
P17.33	Состояние коммуникационных выходов				RO	0000 0000 0000 0000	
Группа 18– параметры фиксированных позиций							
P18.01	Тип позиционирования	O		E		0, 1	-
P18.02	Первая фиксированная позиция **POS1**		D	E		+/- 100000.000	mm
P18.03	Скорость передвижения в **POS1**		D	E		0.000 ÷ 200000.000	mm/min
P18.04	Вторая фиксированная позиция **POS2**		D	E		+/- 100000.000	mm
P18.05	Скорость передвижения в **POS2**		D	E		0.000 ÷ 200000.000	mm/min
P18.06	Третья фиксированная позиция **POS3**		D	E		+/- 100000.000	mm
P18.07	Скорость передвижения в **POS3**		D	E		0.000 ÷ 200000.000	mm/min
P18.08	Четвертая фиксированная позиция **POS4**		D	E		+/- 100000.000	mm
P18.09	Скорость передвижения в **POS4**		D	E		0.000 ÷ 200000.000	mm/min
P18.10	Пятая фиксированная позиция **POS5**		D	E		+/- 100000.000	mm
P18.11	Скорость передвижения в **POS5**		D	E		0.000 ÷ 200000.000	mm/min
P18.12	Шестая фиксированная позиция **POS6**		D	E		+/- 100000.000	mm
P18.13	Скорость передвижения в **POS6**		D	E		0.000 ÷ 200000.000	mm/min
P18.14	Седмая фиксированная позиция **POS7**		D	E		+/- 100000.000	mm
P18.15	Скорость передвижения в **POS7**		D	E		0.000 ÷ 200000.000	mm/min
P18.16	Восьмая фиксированная позиция **POS8**		D	E		+/- 100000.000	mm
P18.17	Скорость передвижения в **POS8**		D	E		0.000 ÷ 200000.000	mm/min
Группа 19– параметры режима компенсации люфта							
P19.01	Режим компенсации люфта	O		E		0, 1	-
P19.02	Обьем буфера для компенсации люфта	O		E		0 ÷ 50	-
P19.03	Коэффициент Kp компенсации люфта	O	D	E		0.001 ÷ 1000.000	-
P19.04	Текущее значение действительной позиции 2		D		RO	-	imp
P19.05	Изменение знака обратной связи по скорости с энкодером 2	O		E		0, 1	-

P19.06	Разрешающая способность энкодера 2	O		E		100 ÷ 20000	imp
P19.07	Изменение знака обратной связи по позиции 2	O		E		0, 1	imp

Таблица 6-1 Перечень параметров

Параметры обособляются в типах, определенных от способа обращения к ним и их предназначение.

Принадлежность параметров к данному типу указана с следующими символами:

1. тип **RO** – параметры предназначены только для чтения, без ввода пароля. Значения всех остальных параметров можно записывать только после ввода пароля;
2. тип **O** – значения параметров этого типа можно вводить только после ввода на пароли и выключеной команды **ON**.
3. тип **D** – 32 - битовые параметры с двойной точностью;
4. тип **E** – параметры, значения которых записываются в энергонезависимой памяти.

Примечание: параметры для наблюдения из группы **P01**, указывающие накопленные ошибки защит, входят также и в группу **P03**.

6.3 Описание параметров

6.3.1 Группа 01 – параметры для измерения переменных

Параметры **группы 01** позволяют измерять значения переменных, характеризирующих работу двигателя и преобразователя. Эти параметры доступны во всех режимах.

- параметр **P01.01** – текущее значение задания для скорости. Определяетя в процентах от максимальной скорости $\mathbf{N_{MAX}}$;
- параметр **P01.02** – текущее значение действительной скорости. Определяется в процентах от максимальной скорости $\mathbf{N_{MAX}}$;
- параметр **P01.03** – текущее значение задания для тока якоря в амперах;
- параметр **P01.04** – текущее значение действительного тока якоря в амперах;
- параметр **P01.05** – текущее значение напряжения якоря. Определяется в волтах со знаком;
- параметр **P01.06** – текущее значение тока возбуждения в амперах;
- параметр **P01.07** – текущее состояние аппаратных цифровых входов от **IN1** до **IN10**. Состояние цифровых входов показывается в бинарном коде. Соответствие между активированными цифровыми входами и соответным разрядом показано в **таблице 6-2**;
- параметр **P01.08** – текущее состояние аппаратных цифровых входов от **IN11** до **IN18**. Состояние цифровых входов показывается в бинарном коде. Соответствие между активированными цифровыми входами и соответным разрядом показано в **таблице 6-3**;

Вход		LCD	Вход		LCD
IN10	**X1.33**	1000000000	**IN5**	**X1.17**	0000010000
IN9	**X1.15**	0100000000	**IN4**	**X1.36**	0000001000
IN8	**X1.34**	0010000000	**IN3**	**X1.18**	0000000100
IN7	**X1.16**	0001000000	**IN2**	**X1.37**	0000000010
IN6	**X1.35**	0000100000	**IN1**	**X1.19**	0000000001

Таблица 6-2 Соответствие между разрядами индикации и состоянием аппаратных цифровых входов от **IN1** до **IN10**

Вход		LCD	Вход		LCD
IN18	**X1.25**	10000000	**IN14**	**X1.27**	000001000
IN17	**X1.7**	01000000	**IN13**	**X1.9**	000000100
IN16	**X1.26**	00100000	**IN12**	**X1.32**	000000010
IN15	**X1.8**	00010000	**IN11**	**X1.14**	000000001

Таблица 6-3 Соответствие между разрядами индикации и состоянием аппаратных цифровых входов от **IN11** до **IN18**

- параметр **P01.09** – забронированный;
- параметр **P01.10** – текущее состояние аппаратных цифровых выходов от **OUT1** до **OUT5**. Состояние цифровых выходов показывается в бинарном коде. Соответствие между активированными цифровыми выходами и соответным разрядом индикации показано в **таблице 6-4**.

Выход		LCD
OUT5	**X1.2,20**	10000
OUT4	**X1.3,21**	01000
OUT3	**X1.4,22**	00100
OUT2	**X1.5,23**	00010
OUT1	**X1.6,24**	00001

Таблица 6-4 Соответствие между разрядами индикации и състоянием аппаратных цифровых выходов

- параметр **P01.11** – забронированный;
- параметр **P01.12** – текущее значение пульсаций напряжения обратной связи по скорости. Пульсации определены в процентах отношением максимального значения напряжения тахогенератора к среднему значению **Ubr** для интервала времени 1 сек. Для исправного тахогенератора, в установившемся режиме, значение параметра **P01.12** должно быть не больше 2 %;
- параметр **P01.13** – текущее значение частоты сети питания в герцах;
- параметр **P01.14** – забронированный;
- параметр **P01.15** **(P03.02)** – максимальное число регистрированных последовательных прерываний в синхронизации до ее востановлении. Слежение за прерывании в синхронизации начинает с момента включения преобразователя. С клавишей **UP** или с записью произвольного значения в параметр показание нулируется и начинает новое регистрирование прерывании. Значение параметра **P01.15** не записывается в энергонезависимой памяти. Если число регистрированных прерываний в синхронизации больше значением параметра **P03.01**, срабатывает защита **SPF**. Параметр **P01.15** позволяет наблюдать за качества сети питания;
- параметр **P01.16** (**P03.06**) – максимальное число регистрированных последовательных прерываний в сети питания до ее востановления. Слежение за прерывании в сети питания начинает с момента включения преобразователя. С клавишей **UP** с записью произвольного значения в параметр показание нулируется и начинает новое регистрирование прерывании. Значение параметра **P01.16** не записывается в энергонезависимой памяти. Если число регистрированных прерываний в сети питания больше значением параметра **P03.16**, срабатывает защита **HPF**. Параметр **P01.16** позволяют наблюдать за качества сети питания;
- параметр **P01.17** – рабочее состояние силовых тиристоров. При выборе этого параметра, на дисплее терминала показаны две группы чисел, каждой из шесть разрядов нулей. Место каждого разряда соответствует номеру тиристоров из групп от

T12 до **T1** с слева направо. Если все тиристоры работают, все разряды каждой группы должны показывать ноль. Проверка проводится для обеих сторон вращения. Если в данном разряде показано число **1**, то соответствующий тиристор не работает и следует установит причину;

– параметр **P01.18** – текущее значение импульсов энкодера. Показывает число импульсов энкодера от нулевого до нулевого импульса. Число измеренных импульсов должно соответствуват число импульсов в табличке энкодера. Если число измеренных импульсов меньше, то имеется больше едного нулевого импульса. Во время наблюдения не надо менят направление движения посколько измерение будет некоректно. Функция не активная во время установки в нулевой точке.

6.3.2 Группа 02 – параметры преобразователя

– параметр **P02.01** – версия программы преобразователя;

– параметр **P02.02** – пароль, разрешающая изменение значения параметров. Действие пароли до выключения питания. При записи значения **11** в параметре **P02.02**, преобразователь принимает пароль и показывает на индикации терминала значение **1** – сообщение для принятой пароли. Пароль не может быть введена по **MODBUS**;

– параметр **P02.03** – при записи значения **1** в параметре **P02.03**, восстанавливаются значения по умолчанию всех параметров. Параметр **P02.03** доступен для изменения при выбранной пароли и выключенной команде **ON**. Восстановление значения по умолчанию не выполняется по **MODBUS**;

– параметр **P02.04** – сьемка параметров потребителя. При записе значения **1** в параметре **P02.04**, в энергонезависимой памяти записывается копие параметров потребителя. Сьемка параметров потребителя не выполняется по **MODBUS**;

– параметр **P02.05** – восстановление параметров потребителя. При записеи значения **1** в параметре **P02.05**, восстановливаются значения параметров потребителя;

– параметр **P02.06** – режим работы преобразователя. Параметр **P02.06** принимает пять значений:

- **P02.06** = -1 – автоматическое определение сопротивления цепи якоря **Ra**. Процедура выполняется при значении параметров **P02.06** = -1 и **P02.27** = 1. После подачи команды **ON** автоматически задаются 5 коротких токовых импульсов в цепи якоря и при выключенном тока возбуждения за времени 10 сек., после этого вычисляется и записывается сопротивление цепи якоря;
- **P02.06 =** 0 **–** режим управления скоростью. Это нормальный рабочий режим преобразователя. В этом режиме работы включены регуляторы тока и скорости. После включения преобразователя всегда параметр **P02.06** = 0;
- **P02.06** = 1 – пропорциональный режим. В пропорциональном режиме регуляторы тока и скорости работают с пропорциональной составляющей с обратной связи по скорости по ЭДС. Пропорциональный режим используется для первоначального запуска и настройки преобразователя;
- **P02.06** = 2 – режим управления по крутящему моменту. В этом режиме регулятор скорости выключен и директно задается крутящий момент (ток якоря). Максимальное значение задания отвечает максимальному крутящему моменту двигателя.

Внимание:
В режиме управления по крутящему моменту двигатель оставлен без нагрузки развивает сверхскорость.

- **P02.06** = 3 – режим позиционирования. В этом режиме преобразователь работает с замкнутым контуром по позиции.

– параметр **P02.07** – режим работы преобразователя с ослабленным полем двигателя. Параметр **P02.07** принимает три значения:

- **P02.07** = 0 – двигатель работает без ослабления поля только в первой зоне. В этом режиме разрешена работа при значении параметра **P02.16** = [0, 1, 2] В этом режиме привод работает с постоянным крутящим моментом двигателя до достижения номинальной скорости, указанной в параметре **P04.06**;
- **P02.07** = 1 – двигатель работает с ослаблением поля во второй зоне. При работе двигателя с ослаблением поля следует использовать обратной связи по скорости при значении параметра **P02.16** = [0, 1]. Обратная связь по скорости по ЭДС двигателя для параметра **P02.16** = 2 не может обеспечить нормальную работу привода во второй зоне. После достижения максимального напряжения якоря, с увеличением скорости, ток возбуждения начинает уменьшатся и двигатель входит во вторую зону. В этом режиме привод работает с постоянной мощности двигателя от номинальной скорости из параметра **P04.06** и номинального тока возбуждения **P04.02** до минимального тока возбуждения для второй зоны **P04.03**;
- **P02.07** = 2 – двигатель работает с ослаблением поля и уменшением мощности в третей зоне. В этом режиме привод работает с уменьшением мощности двигателя от минимального тока возбуждения в второй зоне **P04.03** до минимального тока возбуждения для третей зоны **P04.04**.

– параметр **P02.08** – масштабирование номинального тока двигателя **Ia_{NOM}**. С параметром **P02.08** масштабируется контур якорного тока, что позволяет измерять все переменные тока якоря в амперах. Установленное значение параметра **P02.08** не изменяется при восстанавливании значений по подразумеванию с параметром **P02.03**. Параметр **P02.08** не может принимать значений больше значения **P03.11**.

Номинальный ток двигателя **Ia_{NOM}** определяется силовыми приборами и системой охлаждения силового блока. Для нормальной работы преобразователя, значения измерительных резисторов **R65**, **R66** и **R67** в цепи вторичных обмоток трансформаторов тока должны соответствовать номинальному току данного силового блока. Расположение измерительных резисторов **R65**, **R66** и **R67** на процессорной плате показано на **рисунке 5-7**.

Номинальный ток двигателя **Ia_{NOM}** и соответствующие значения резисторов **R65**, **R66** и **R67** указаны в **P02.12** после ввода **P02.08.**

Примечания:

- значения всех резисторов в омах;
- все резисторы с сопротивлением больше 20 Ω должны быть с мощностью 0.25 Вт;
- все резисторы с сопротивлением меньше 20 Ω должны быть с мощностью не менее 0.5Вт.

ВНИМАНИЕ

Значение параметра P02.08 должно соответствовать номинальному току двигателя и не превышать току наличного преобразователя. Если это требование не соблюдается, возможен выход силового блока преобразователя из строя.

Если в преобразователе монтируется новую процессорную плату, значение эквивалентного сопротивления измерительных резисторов R65, R66 и R67 должны соответствовать номинальному току преобразователя, указанному в табличке на корпусе.

– параметр **P02.09** – напряжение силового питания преобразователя. Вводится значение линейного напряжения силового питания преобразователя в вольтах. Для двигателей с напряжением якоря 220V или ниже допускается оперативное питание (**U1**,**V1**,**W1**) остатся 3x380V, а силовое напряжение (**U2**,**V2**,**W2**) можно понизить трансформатором, например 380/220V. Схема включения преобразователя с понижающим трансформатором показана на **рисунке 7-3**. В этом случае в параметре **P02.09** вводится реальное напряжение питания 220V. Одинственное условие для

нормальной работы, трансформатор не создават фазового отклонения т.е. его первичная и вторичная обмотки должны иметь одинаковаю схему подключения;

– параметр **P02.10** – диапазон датчика тока возбуждения. С параметром **P02.10** масштабируется ток возбуждения в каждом диапазоне, так что значения всех параметров связанных с возбуждением можно измерят директно в амперах. Диапазон тока выбирается соотетствующим подключением проводов с маркировкой **F1** и **K13** к разъемам **SW3**, **SW4** и **SW5** на силовой плате. Параметр **P02.10** принимает три значения для каждого типа датчика, выбранного параметром **P02.11**. Значения параметра **P02.10** в зависимости от типа датчика и подключения контура возбуждения указаны в **таблице 6-5**. Значение параметра **P02.10** не восстанавливается по умолчанию.
Расположение разъемов **SW3**, **SW4** и **SW5** на силовой плате показано на **рисунке 5-10**.

Тип датчика		SW3	SW4	SW5	Диапазон
P02.11 = 6A	**F1**			X *	**P02.10** = 1.5 A
	K13	X			
	F1		X		**P02.10** = 2.4 A
	K13	X			
	F1			X	**P02.10** = 4.7 A
	K13		X		
P02.11 = 15A	**F1**			X	**P02.10** = 4.0 A
	K13	X			
	F1		X		**P02.10** = 6.0 A
	K13	X			
	F1			X	**P02.10** = 12.0 A
	K13		X		
P02.11 = 25A	**F1**			X	**P02.10** = 6.5 A
	K13	X			
	F1		X		**P02.10** = 10.0 A
	K13	X			
	F1			X	**P02.10** = 20.0 A
	K13		X		

***** Метка **X** указывает, что провод с маркировкой **F1** подключается к соответствующему разъему. Аналогично определяется подключение провода с маркировкой **K13.**

Таблица 6-5 Диапазоны тока возбуждения в зависимости от типа датчика

– параметр **P02.11** – тип датчика тока возбуждения. Стандартные датчики применяемые в преобразователях 4XXX имеет диапазоны тока 6A, 15A и 25A. Тип датчика тока, смонтированного на силовой плате, определяется в общем мощностью двигателя для которого предназначен преобразователь. Датчики для тока 6A монтируются в случаях, когда ток возбуждения двигателей имеет низкие значения. Тип смонтированного датчика тока указан в маркировке на силовой плате. Значение параметра **P02.11** не востанавливается по умолчанию. Параметр **P02.11** принимает следующие значения:

- **P02.11 = 6 A** – максимальный ток возбуждения 4.7A;
- **P02.11 = 15 A** – максимальный ток возбуждения 12.0A;
- **P02.11 = 25 A** – максимальный ток возбуждения 20.0A.

Замечания:

1. Не применяется весь диапазон датчика тока, чтобы не нарушилась работы защиты **SOF** от превышения максимального допустимого тока возбуждения;
2. При настройке тока возбуждения двигателя надо использовать возможно самый низкий диапазон датчика тока, для более ефективного применения аналого - цифрового преобразования;

Внимание
При замены силовой или процессорной платы преобразователя следует настроить значения параметров **P02.10** и **P02.11**. Если это не сделать возможен выход двигателя из строя.

- параметр **P02.12** – вычисление значения эквивалентного сопротивления измерительных резисторов **R65**, **R66** и **R67** датчика тока якоря. Следует иметь в виду, что резисторы связаны параллельно;
- параметр **P02.13** – режим **аварийного торможения**. Параметр **P02.13** может принимать следующие три значения:
  - **P02.13 =** 0 **–** после выключения команды **ON**, силовой выпрямитель преобразователя выключается и двигатель останавливается на холостом ходу.
  - **P02.13 =** 1 **–** после выключения команды **ON**, двигатель останавливается за время, указанное как значение параметра **P05.01** до нулевой скорости $\mathbf{N_{ZS}}$, заданной параметром **P10.01** и срабатывает выход **ZS**. Выключается силовый выпрямитель преобразователя и двигатель останавливается окончательно на холостом ходу;
  - **P02.13 =** 2 **–** после выключения команды **ON** двигатель останавливается максимально быстро до нулевой скорости $\mathbf{N_{ZS}}$, заданной параметром **P10.01** и срабатывает выход **ZS.** Выключается силовой выпрямитель преобразователя и двигатель останавливается окончательно на холостом ходу;
- параметр **P02.14** – выбор источника задания для скорости. Принимает четыре значения:
  - **P02.14 =** 0 **–** задание для скорости в параллельном коде из цифровых входов. Подробнее формирование цифрого задания для скорости с параллельным кодом рассмотрено в **п.5.1.1**. Направление вращения определяется командами **SR** и **SF**. Задание выполняется только при наличии одной из команд **SR** и **SF**. При отсуствии обеих команд или при наличии одновременно обеих команд выполняется задание для нулевой скорости.
  - **P02.14 =** 1 – однополярное задание для скорости из аналогового входа $\mathbf{U_{REF}}$ в диапазоне **0 ÷ +10 V** или в диапазоне **0 ÷ –10 V**. Направление вращения двигателя не зависить от полярности заданий. Направление вращения выбирается с командами **SR** и **SF**. Задание выполняется только при наличии одной из команд **SR и SF.** Задания не выполняется при отсуствии обеих команд или при наличии одновременно обеих команд;
  - **P02.14 =** 2 **–** задание для скорости из аналогового входа $\mathbf{U_{REF}}$ в диапазоне **-10 ÷+10V**;
  - **P02.14 =** 3 **–** задание для скорости определяется значением параметра **P02.15**. Параметр **P02.15** пользуется для задания скорости из терминала или для управления по протоколу **MODBUS**.
- параметр **P02.15** – внутренное задание для скорости при значении параметра **P02.14** = 3. Определяется в процентах от максимальной скорости $\mathbf{N_{MAX}}$ с знаком. Значение параметра **P02.15** вводится из терминала или по **MODBUS**. Значение параметра **P02.15** не записывается в энергонезависимой памяти;
- параметр **P02.16** – выбор типа датчика обратной связи по скорости. Параметр **P02.16** принимает три значения:
  - **P02.16 =** 0 – обратная связь по скорости с тахогенератором;
  - **P02.16 =** 1 – обратная связь по скорости с энкодером;
  - **P02.16 =** 2 – обратная связь по скорости реализуется по ЭДС двигателя;

– параметр **P02.17** – смена знака задания для скорости. Принимает две значения**:**
  - **P02.17** = 0 **–** знак задания сохраняется;
  - **P02.17** = 1 – знак задания инвертируется, независимо от источника задания, выбранного параметром **P02.14**;
– параметр **P02.18** – ограничение задания для максимальной скорости вращения. Определяется в процентах от максимального задания. При этом ограничении сохраняется масштаб обратной связи по скорости, но не выполняются скорости выше данной в параметре **P02.18**;
– параметр **P02.19** – смена знака обратной связи по скорости с тахогенератором. Принимает два значения:
  - **P02.19** = 0 – сохраняет знак обратной связи;
  - **P02.19** = 1 – инвертирует знак обратной связи;
– параметр **P02.20** – смена знака обратной связи по скорости с энкодером. Параметр **P02.20** инвертирует последовательность импульсов фаз энкодера. Принимает две значения:
  - **P02.20** = 0 – сохраняет знак обратной связи;
  - **P02.20** = 1 – инвертирует знак обратной связи.
– параметр **P02.21** – разрешающая способность энкодера. Вводится число импульсов энкодера для одного оборота;
– параметр **P02.22** – первая максимальная скорость вращения шпинделя при максимальной скорости вращения двигателя $\mathbf{N_{MAX}}$. Выполняется при неактивированных команд **Nmax1** и **Nmax2**. При запрещении переключения скоростей при **P02.26** = 0 и при работе с энкодером в **P02.22** вводится значение максимальной скорости вращения энкодера. Параметр **P02.22** доступен только при выключенной команде **ON**;
– параметр **P02.23** – вторая максимальная скорость шпинделя при максимальной скорости вращения двигателя $\mathbf{N_{MAX}}$. Выполняется при активированой команды **Nmax1**;
– параметр **P02.24** – третая максимальная скорость шпинделя при максимальной скорости вращения двигателя $\mathbf{N_{MAX}}$. Выполняется при активированной команды **Nmax2**;
– параметр **P02.25** – четвертая максимальная скорость шпинделя при максимальной скорости вращения двигателя $\mathbf{N_{MAX}}$. Выполняется при активированых команд **Nmax1** и **Nmax2**;
– параметр **P02.26** – разрешение для работы с коробкой передачи с переключаемыми скоростями. Этот режим работы возможен только в случае применения энкодера как датчика скорости при значении параметра **P02.16** = 1. Параметр **P02.26** доступен только при выключенной команде **ON**. Принимает две значения:
  - **P02.26** = 0 – работа с постоянным коэффициентом передачи между двигателем шпинделем. В этом режиме в параметр **P02.22** вводится значение максимальной скорости вращения энкодера;
  - **P02.26** = 1 – работа с переменным коэффициентом передачи между двигателем и шпинделем. Энкодер установлен на шпинделе станка. Рабочая скорость коробки передачи выбирается с командами **Nmax1** и **Nmax2**.

Примечание:
1. Максимальная частота импульсов каждой фазы энкодера 220 kHz. Для энкодера с 1024 имп./об., максимальная скорость вращения 12890 об./мин. Для энкодера с 2500 имп./об., максимальная скорость вращения 5280 об./мин;
2. Скорость вращения двигателя не должна превышать максимальной, для каждой из выбранных скоростей вращения шпинделя.

– параметр **P02.27** – определение сопротивления **Ra** цепи якоря. Принимает два значения:
  - **P02.27** = 0 – сопротивление цепи якоря определяется из номинальных тока и напряжения двигателя;
  - **P02.27** = 1 – сопротивление цепи якоря определяется динамически при **P02.06** = -1 по процедуре в **п.8.4** для первоначального запуска в эксплуатацию.
– параметр **P02.28** – конфигурация тиристорных выпрямителей. Принимает три значения:
  - **P02.28** = 0 – первый выпрямитель (тиристоры с номерами от 1 до 6) активный для направления вращения двигателя справо, а второй (тиристоры с номерами от 7 до 12) для направления движения налево. В этом случае выполняется четырехквадрантное управление двигателей;
  - **P02.28** = 1 – активен только первый выпрямитель и выполняется двухквадрантное управление двигателей;
  - **P02.28** = 2 – активен только второй выпрямитель и выполняется двухквадрантное управление двигателей;

6.3.3 Группа 03 – параметры защит

В преобразователях для основных контролируемых переменных есть встроенная система защит в случае, когда контролируемые переменные выходят вне допустимыйх пределов в которых гарантируется безаварийную работу.

Защиты обеспечивающие безаварийную работу преобразователя фабрично настроенные и их нельзя настраивать.

Защиты касющие работу двигателя и интерфейс преобразователя можно настраивать с помощью параметров.

После срабатывания какой-нибудь из защит, преобразователь выключает силовой выпрямитель и включает соответствующую светодиодную индикацию.

Преобразователь готов к работу после выключения и повторного включения команды **ON** или сети питания.

♦ **защита SPF - Soft Phase Fault**

– параметр **P03.01** – допустимое число регистрированных прерываний в синхронизации до срабатывания защиты **SPF**. Если число регистрированных прерываний в синхронизации превысить значение параметра **P03.01**, защита **SPF** срабатывает и светодиодная индикация **PF** светит постоянно;
– параметр **P03.02** (**P01.15**) – максимальное число регистрированных последовательных прерываний в синхронизации до ее востановления. Слежение за прерыванием в синхронизации начинает с момента включения преобразователя. С клавишей терминала **UP** или с записью произвольного значения в параметр показание нулируется и начинает новое регистрирование прерывании. Если число регистрированных прерываний в синхронизации больше значением параметра **P03.01**, срабатывает защита **SPF**. Параметр **P03.02** позволяет наблюдать за качества сети питания;
– параметр **P03.03** – допустимое рассогласование синхронизации. Допустимое рассогласование синхронизации от напряжения сети питания, определено в процентах от периода напряжения питания **Tn**. Импульсы синхронизации вне этого интервала регистрируются как ошибка /прерывание синхронизации/. Число ошибок суммируется в счетчике защиты **SPF**;
– параметр **P03.04** – забронированный;

♦ **защита PPF - Power Phase Fault**

– параметр **P03.05** – допустимое число регистрированных последовательных прерываний в сети питания до срабатывания защиты **PPF**. Защита **PPF** регистрирует пропадание напряжений одной или больше фаз сети питания. Прерывания в сети питания

регистрируются аппаратно и поступают в счетчик защиты **PPF**. Если число регистрированных прерываний превысить значение параметра **P03.05**, защита **PPF** срабатывает и включается светодиодная индикация **PF**, мигающая с периодом 1 сек.;

– параметр **P03.06** (**P01.16**) – максимальное число регистрированных последователь-ных прерываний в сети питания до ее востановления. Слежение за прерыванием в сети питания начинает с момента включения преобразователя. С клавишей терминала **UP** или или с записью произвольного значения в параметр показание нулируется и начинает новое регистрирование прерывании. Если число регистрированных прерываний в сети питания больше значением параметра **P03.12**, срабатывает защита **PPF**. Параметр **P03.06** позволяют наблюдать за качества сети питания;

– параметр **P03.07** – режим работы аппаратной защиты **PPF.** Принимает две значения:

- **P03.07 =** 0 – в этом режиме защита **PPF** выключена и возникнувшие прерывания в силовом питании не регистрируются параметром **P03.06**. При возникновении прерываний в силовом питании, преобразователь не выключается;
- **P03.07 =** 1 – в этом режиме защита **PPF** включена. При возникновении прерываний в силовом питании, то они регистрируются в параметре **P03.06.** Если число регистрированных прерываний в силовом питании больше значения параметра **P03.05**, защита **PPF** срабатывает. Преобразователь выключается и светодиодная индикация **PF** мигает с периодом 1 сек.;

♦ **защита FRF - FR**equency **F**ault

Когда частоты сети питания вне диапазона 42 ÷ 68 Hz или отсуствует синхронизация срабатывает защита **FRF**. Если отпаднет одно из внутренных оперативных напряжений ±12V синхронизация тоже не работает. При срабатывании защиты **FRF** преобразователь выключается и светодиодная индикация **PF** мигает с периодом 0.3 сек.;

♦ **защита OLF - O**ver **L**oad **F**ault

– параметр **P03.08** – время срабатывания защиты **OLF(I^2t)** от продолжительной перегрузки двигателя при значениях тока якоря, выше номинального тока $\mathbf{Ia_{NOM}}$. При срабатывании защиты **OLF(I^2t)** светодиодная индикация **OL** светит постоянно;

– параметр **P03.19** – разрешение действия защиты **OLF(I2t)** от продолжительной перегрузки двигателя. Принимает две значения:

- **P03.19** = 0 – действие защиты **OLF** выключено;
- **P03.19** = 1 – действие защиты **OLF** разрешено.

♦ **защита OHF – O**ver **H**eat **F**ault

– параметр **P03.09** – разрешение действия защиты **OHF** от перегрева силового блока преобразователя. Принимает две значения:

- **P03.09 =** 0 – действие защиты **OHF** выключено;
- **P03.09** = 1 – действие защиты **OHF** разрешено. При срабатывании темературного датчика силового блока, защита **OHF** включается и светодиодная индикация **OL** мигает с периодом 1 сек.

♦ **защита SOS - S**oft **O**ver **S**peed

– параметр **P03.10** – предельно допустимая скорость вращения $\mathbf{N_{LIM}}$. При скорости вращения выше $\mathbf{N_{LIM}}$ защита S**OS** срабатывает и светодиодная индикация **OS** светит постоянно;

♦ **защита HOS - H**ard **O**ver **S**peed

Для правильно настроенного контура скорости для значений скорости выше 104.8 % $\mathbf{N_{MAX}}$ срабатывает аппаратная защита **HOS** и светодиодная индикация **OS** мигает с периодом 1сек.;

♦ **защита RAF - RA F**ault

Защита от неправильного определения сопротивления цепи якоря в автоматическом режиме. При срабатывания защиты **RAF** светодиодная индикация **OS** мигает с периодом 0.3 сек.;

♦ **защита SOC - S**oft **O**ver **C**urrent

– параметр **P03.11** – предельный мгновенный ток $\mathbf{Idrv_{LIM}}$ в силовом выпрямителе преобразователя, определенный в процентах от номинального тока двигателя $\mathbf{Ia_{NOM}}$. Параметр **P03.11** не может принимать значений ниже значения **P02.08**. Если ток силового выпрямителя превысит $\mathbf{Idrv_{LIM}}$, срабатывает программируемая защита от перегрузки по току **SOC** и светодиодная индикация **OC** светит постоянно;

♦ **защита HOC - H**ard **O**ver **C**urrent

Аппаратная защита **HOC** от перегрузки по току обеспечивает защиту преобразователя при токе в силовом выпрямителе, больше максимального допустимого тока преобразователя $\mathbf{Idrv_{MLIM}}$. Максимальный допустимый ток преобразователя $\mathbf{Idrv_{MLIM}}$ определяется предельным током силовых приборов преобразователя. Аппаратная защита **OC** настраивается фабрично. При срабатывании защиты **HOC** включается светодиодная индикация **OC** в режиме мигания с периодом 1сек.;

♦ **защита STG - S**oft**T**acho**G**enerator Fault

– параметр **P03.12** – допустимое напряжения якоря для срабатывания защиты **STG** от размыкания обратной связи по скорости, когда в качестве датчика скорости применяется тахогенератор. В алгоритме защиты **STG** заложено сравнение между напряжением тахогенератора и напряжением якоря. Если напряжение тахогенератора ниже 5 % от напряжения при максимальной скорости $\mathbf{N_{MAX}}$, а напряжение якоря выше значения параметра **P03.12** за время, больше чем 20 ms, то защита **STG** срабатывает и светодиодная индикация **TG** светит постоянно. Если значения параметра **P03.12** низкие, возможно во время переходных процесов срабатывание защиты без причины. И наоборот, при больших значениях параметра **P03.12**, возможно при реальной проблеме в цепи обратной связи по скорости, защита **STG** не сработать и двигатель может достичь сверхскорость;

♦ **защита ENF - EN**coder **F**ault

Защита **ENF** от отпадания обратной связи по скорости в случае применения энкодера. В случае нарушения работы обратной связи, защита **ENF** срабатывает и светодиодная индикация **TG** мигает с периодом 1 сек.;

♦ **защита PSB - P**ositive **S**peed **B**ack

Защита **PSB** от положительной обратной связи по скорости с тахогенератором или энкодером. В случае неправильного подключения датчика обратной связи по скорости, защита **PSB** срабатывает и светодиодная индикация **TG** мигает с периодом 0.3 сек.;

♦ **защита SOF - S**oft **O**ver **F**ield

– параметр **P03.13** – максимально допустимый ток возбуждения $\mathbf{I_{FLMAX}}$. Рекомендуются значения параметра **P03.13** в диапазоне 115 ÷ 130 % от значения параметра **P04.02**. Для тока возбуждения выше $\mathbf{I_{FLMAX}}$ срабатывает защита **SOF** и светодиодная индикация **FL** светит постоянно;

♦ **защита SFL - S**oft **F**ield **L**oss

– параметр **P03.14** – минимально допустимый ток возбуждения $\mathbf{I_{FLMIN}}$. Рекомендуются значения параметра **P03.14** в диапазоне 50 ÷ 80 % от значения параметра **P04.04**. Для тока возбуждения ниже $\mathbf{I_{FLMIN}}$ срабатывает защита **SFL** и светодиодная индикация **FL** мигает с периодом 0.3 сек.;

♦ **защита HFL - Hard Field Loss**

Защита **HFL** срабатывает в случае размыкания цепи возбуждения двигателя. Порог тока, ниже которого срабатывает аппаратная защита **HFL** настраивается фабрично. При срабатывании аппаратной защиты **HFL** светодиоданая индикация **FL** мигает с периодом 1 сек.;

♦ **защита OTE - OverTrack Error**

Превышение допустимой ошибки следования. Защита **OTE** работает при выполнении функции **ориентированное торможении** или в режиме позиционирования.

– параметр **P03.15** – допустимая ошибка следования. Если текущая ошибка следования (мгновенное значение разницы между заданными и отработанными импульсами) становится больше значения введенного в параметре **P03.13** срабатывает защита **OTE** и светодиодная индикация мигает с периодом 0.3 сек. В режиме настройки преобразователя защита **OTE** можно выключить с помощью параметра **P03.16**.

– параметр **P03.16** – разрешение работы защиты **OTE** от превишенной ошибки следования. Принимает две значения:

- **P03.16** = 0 – действие защиты **OTE** выключено;
- **P03.16** = 1 – действие защиты **OTE** разрешено.

♦ **защита POE - POsition Error**

Защита от ошибки в позиционировании. Если за время записанное в параметре **P08.10** двигатель не установится в позиции определенной окном, записанном в параметре **P08.11**, срабатывает защита **POE** и светодиодная индикация **TG** мигает с периодом 0.3 сек.

♦ **защита OVM – Over Voltage Motor**

– параметр **P03.17** – порог срабатывания защиты **OVM** от повышенного напряжения якоря. Значение параметра **P03.17** определяет допустимое превышение напряжения якоря в процентах от максимального напряжения $\mathbf{Ua_{MAX}}$ (параметр **P04.01**). Если превышение напряжения якоря выше значения параметра **P03.17**, защита **OVM** срабатывает и включается светодиодная индикация **OS**, мигающая с периодом 0.3 сек. Защита **OVM** обеспечивает безопасную работу преобразователя при неправильно настроенных параметрах регулятора тока возбуждения, защиты **SFL** и регулятора ЭДС;

♦ **защита FWF – Field Wait Fault**

– параметр **P03.18** – время для установления тока возбуждения. Если после включения питания или после получения команды **ON** ток возбуждения не установится на уровне выше 85% от заданного тока за время меньше значения параметра **P03.18**, то срабатывает защита **FWF** и светодиодная индикация **FL** мигает с периодом 0.3 сек.;

♦ **защита ADC - Analog Digital Converter Fault**

Аппаратная защита **ADC** от нарушения работы аналогово-цифровом преобразователе. При срабатывании защиты **ADC** включаются светодиодные индикации **FL**, **TG**, **OC**, **OS**, **OL** и **PF** в режиме постоянного свечения.

♦ **защита EEF - EEprom Fault**

При нарушении работы энергонезависимой памяти срабатывает защита **EEF**. Защита **EEF** срабатывает и при первоначальном запуске преобразователя с новой программой. Для

отстранения проблемы в этом случае следует зарядить параметры по подразумеванию. При срабатывании защиты **EEF** включаются светодиодные индикации **FL**, **TG**, **OC**, **OS**, **OL** и **PF** в мигающем режиме с периодом 1 сек.

6.3.4 Группа 04 – параметры двигателя

- параметр **P04.01** – максимальное напряжение якоря $\mathbf{Ua_{MAX}}$ в вольтах;
- параметр **P04.02** – номинальный ток возбуждения $\mathbf{I_{FNOM}}$ в амперах в зависимости от диапазона тока возбуждения, выбранного параметром **P02.10**;
- параметр **P04.03** – минимальный рабочий ток возбуждения $\mathbf{I_{FMIN2}}$ во второй зоне в амперах. Работа привода во второй зоне характеризируется с постоянной мощности двигателя;
- параметр **P04.04** – минимальный рабочий ток возбуждения $\mathbf{I_{FMIN3}}$ в третей зоне в амперах. Работа привода в третей зоне характеризируется с уменьшением мощности двигателя;
- параметр **P04.05** – ток возбуждения $\mathbf{I_{FON}}$ [A] в амперах при выключенной команде **ON**. Ток возбуждения $\mathbf{I_{FON}}$ установливается через 10 сек. после выключения команды **ON**. При токе возбуждения $\mathbf{I_{FON}}$ уменьшается нагрев неработающего двигателя;
- параметр **P04.06** – номинальная скорость двигателя из таблички. Скорость двигателя при которой он переходит во вторую зону, в режиме работы с отслабленным полем;
- параметр **P04.07** – максимальная скорость двигателя из таблички. Максимальная рабочая скорость двигателя в режиме работы с ослабленным полем;
- параметр **P04.08** – действительная максимальная скорость двигателя. Реалная максимальная скорость двигателя в режиме работа с отслабленным полем, когда она ниже значения параметра **P04.07**;
- параметр **P04.09** – ограничение тока якоря при номиналном возбуждении в первой зоне (**P04.02**). Определяется в процентах по отношению к номинальному току якоря $\mathbf{Ia_{NOM}}$. Форма кривой динамического токоограничения в зависимости от скорости показана на **рисунке 6-4**. В первой зоне значение ограничения тока сохраняется и в этой зоне сохраняется момент двигателя;

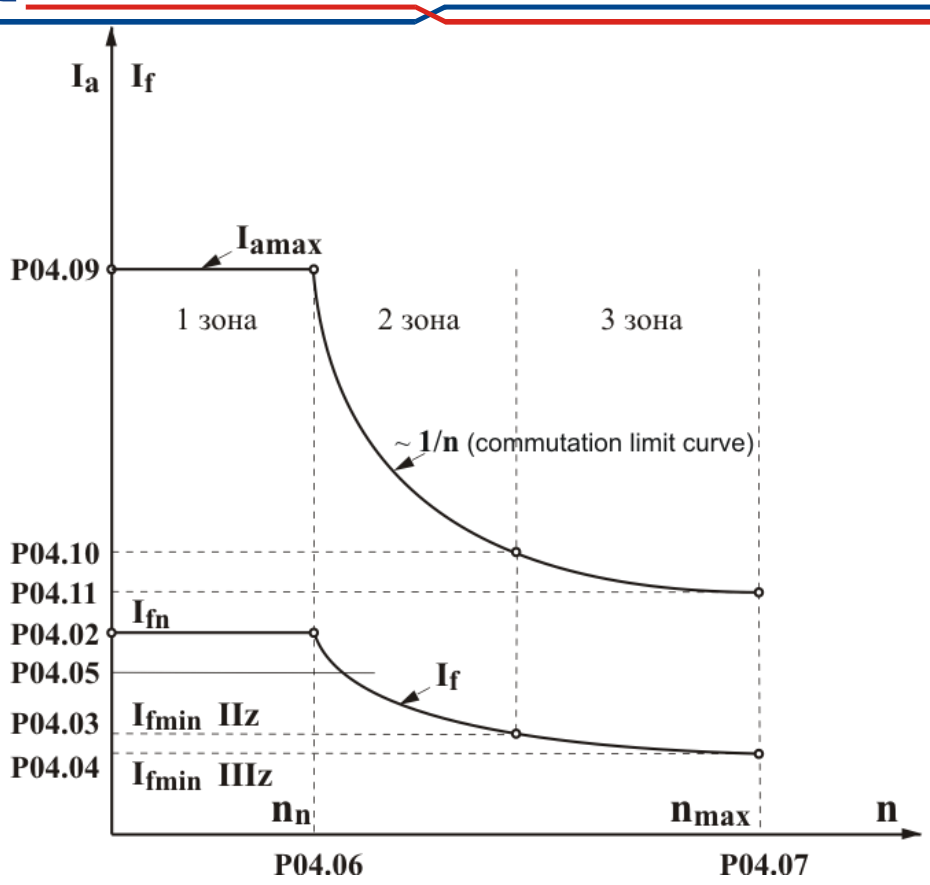


Рисунок 6-4 Графическое изображение кривой динамического токоограничения

- параметр **P04.10** – ограничение тока якоря при минималном возбуждении в второй зоне (**P04.03**). Определяется в процентах по отношению к номинальному току якоря Ia_{NOM}. Во второй зоне значение кривой динамического токоограничения изменяется по закону **1/n** в зависимости от скорости, при том мощность двигателя в этой зоне сохраняется. Кривая динамического токоограничения во второй зоне показана на **рисунке 6-4**;
- параметр **P04.11** – ограничение тока якоря при минимальном возбуждении в третьей зоне (**P04.04**). Определяется в процентах по отношению к номинальному току якоря Ia_{NOM}. Во третей зоне значение кривой динамического токоограничения тоже изменяется по закону **1/n**, но мощность двигателя в этой зоне уменьшается с увеличением скорости. Когда двигатель не работает в третей зоне при **P02.07 =** 1 рекомендуется вводит значения параметров **P04.03** = **P04.04** и **P04.10** = **P04.11**;

6.3.5 Группа 05 – параметры регулятора скорости

- параметр **P05.01** – время рампгенератора. Значение параметра **P05.01** определяет время достижения заданной скорости и время торможения;
- параметр **P05.02** – смещение задания скорости;
- параметр **P05.03** – коэффициент усиления регулятора скорости **Kp1**. Диапазон действия коэффициента усиления **Kp1** определяется порогом, заданным значением параметра **P05.05**. При изменение переменной для адаптации от значения параметра **P05.05** до значения параметра **P05.06**, коэффициент усиления регулятора скорости изменяется по линейному закону до значения **Kp2**. При настройке коэффициентов усиления соотношение между параметрами **P05.05** и **P05.06** определяется выбранной переменной для адаптации. При адаптации по действительной скорости коэффициент усиления **Kp1** должен быть равен или больше коэффициента усиления **Kp2**;

- параметр **P05.04** – коэффициент усиления регулятора скорости **Kp2**. Диапазон действия коэффициента усиления **Kp2** определяется порогом, заданным значением параметра **P05.06**;
- параметр **P05.05** – порог переменной для работы с коэффициентом усиления **Кр1**. До значения выбранной переменной для адаптации, определяемого параметром **P05.05**, регулятор скорости работает с коэффициентом усиления **Кр1**. Для значений выше значения параметра **P05.05** и меньше значения параметра **P05.06** коэффициент усиления регулятора меняется по линейному закону от **Кр1** до **Кр2**;
- параметр **P05.06** – порог переменной для работы с коэффициентом усиления **Кр2**. Для значения выбранной переменной для адаптации, выше значения параметра **P05.06**, регулятор скорости работает с коэффициентом усиления **Кр2**;
- параметр **P05.07** – постоянная времени регулятора скорости **Tn1**. Диапазон действия постоянной времени **Tn1** определяется порогом, заданным значением параметра **P05.09**. При изменении переменной для адаптации от значения параметра **P05.09** до значения параметра **P05.10**, постоянная времени регулятора скорости изменяется по линейному закону до значения **Tn2**. При адаптации по действительной скорости постоянная времени **Tn1** должна быть меньше или равна постоянной времени **Tn2**;
- параметр **P05.08** – постоянная времени регулятора скорости **Tn2**. Диапазон действия постоянной времени **Tn2** определяется порогом, заданным значением параметра **P05.10**;
- параметр **P05.09** – порог работы постоянной времени **Tn1**. До значения выбранной переменной для адаптации, определяемого параметром **P05.09**, регулятор скорости работает с постоянной времени **Tn1**. Для значений выше значения параметра **P05.09** и меньше значения параметра **P05.10** постоянная времени регулятора меняется по линейному закону от **Tn1** до **Tn2**;
- параметр **P05.10** – порог переменной для работы постоянной времени **Tn2**. Для значения выбранной переменной для адаптации, выше значения параметра **P05.10**, регулятор скорости работает с постоянной времени **Tn2**;
- параметр **P05.11** – дифференциальная постоянная времени регулятора скорости **Dt1**. Диапазон действия дифференциальной постоянной времени **Dt1** определяется порогом, заданным значением параметра **P05.13**. При изменение переменной для адаптации от значения параметра **P05.13** до значения параметра **P05.14**, дифференциальная постоянная времени регулятора скорости изменяется по линейному закону от **Dt1** до значения **Dt2**;
- параметр **P05.12** – дифференциальная постоянная времени регулятора скорости **Dt2**. Диапазон действия дифференциальной постоянной времени **Dt2** определяется порогом, заданным значением параметра **P05.14**;
- параметр **P05.13** – порог переменной для работы дифференциальной постоянной времени **Dt1**. До значения выбранной переменной для адаптации, определяемого параметром **P05.13**, регулятор скорости работает с постоянной времени **Dt1**. Для значений выше значения параметра **P05.13** и меньше значения параметра **P05.14**, дифференциальная постоянная времени регулятора меняется по линейному закону от **Dt1** до **Dt2**;
- параметр **P05.14** – порог переменной для работы дифференциальной постоянной времени **Dt2**. Для значений выбранной переменной для адаптации, выше значения параметра **P05.14**, регулятор скорости работает с постоянной времени **Dt2**;
- параметр **P05.15** – разрешение работы интегральной составляющей регулятора скорости.

6.3.6 Группа 06 – параметры регулятора тока якоря

- параметр **P06.01** – коэффициент усиления регулятора тока якоря;
- параметр **P06.02** – постоянная времени регулятора тока якоря;

- параметр **P06.03** – разрешение работы интегральной составляющей регулятора тока якоря;
- параметр **P06.04** – забронированный;
- параметр **P06.05** – забронированный;
- параметр **P06.06** – смещение тока якоря. Применяется при некомпенсированной статичной нагрузки вертикальных осей в режиме покоя (ось стоит в позиции);
- параметр **P06.07** – время рампгенератора регулятора тока якоря. Рекомендуется применять только в случаях наличия люфтов в механической передаче между двигателем и нагрузкой или если тахогенератор имеет пульсации больше 2%, измеренным параметром **P01.12** в установленном режиме работы.

6.3.7 Группа 07 – параметры регуляторов ЭДС и тока возбуждения

- параметр **P07.01** – коэффициент усиления регулятора тока возбуждения;
- параметр **P07.02** – постоянная времени регулятора тока возбуждения;
- параметр **P07.03** – коэффициент усиления регулятора ЭДС. Для оптимально настроенного регулятора ЭДС ограничивается напряжение якоря в переходных режимах, включая и во время реверса двигателя;
- параметр **P07.04** – интегральная постоянная времени регулятора ЭДС;
- параметр **P07.05** – дифференциальная постоянная времени регулятора ЭДС;
- параметр **P07.06** – разрешение работы интегральной составляющей регулятора тока возбуждения;
- параметр **P07.06** – разрешение работы интегральной составляющей регулятора ЭДС.

6.3.8 Группа 08 – параметры ориентированного торможения

- параметр **P08.01** – ускорение разгона 1. Вводится ускорение двигателя при стартировании позиционирования;
- параметр **P08.02** – ускорение торможения 1. Вводится ускорение двигателя при торможении в скорости поиска;
- параметр **P08.03** – ускорение разгона 2. Вводится ускорение двигателя при стартировании поиска нулевой точки;
- параметр **P08.04** – ускорение торможении 2. Вводится ускорение двигателя при торможении в нулевой точке;
- параметр **P08.05** – коэффициент усиления позиционного регулятора **Кр**. Для коэффициентов выше единицы возможно пререгулирование позиции (подминует и возвращается в позицию). Для коэффициентов ниже единицы текущая позиция отстает от заданной позиции от профилгенератора и при позиционировании будет останавливатся с ошибкой;
- параметр **P08.06** – разрешение режима следования заданной позиции. Параметр принимает две значения:
  - **P08.06** = 0 – режим следования выключен;
  - **P08.06** = 1 – режим следования включен.
- параметр **P08.07** – текущая ошибка следования. Показывает ошибку между мгновенными значениями заданной позиции из профилгенератора и текущее ее значение;
- параметр **P08.08** – регистрированная максимальная ошибка следования. Показывает регистрированную максимальную ошибку между мгновенными значениями заданной из профилгенератора позиции и ее текущее значение в импульсах. С клавишей **UP** терминала, с записью произвольного значения в параметр или с выключением преобразователя от сети показание нулируется и начинает новое регистрирование ее отклонение;
- параметр **P08.09** – скорость автоматической настройки позиционного регулятора. Автоматическая настройка проводится для каждого выполнения функции

ориентированного торможения и обеспечивает высокое качество процеса позиционирования. Задается в процентах от максимальной скорости двигателя. На этой скорости определяется отношение скорости двигателя к скоростью шпинделя, что обеспечивает оптимальную настройку позиционного регулятора при смене передачи к шпинделю;

- параметр **P08.10** – окно позиционирования. Окно в импульсах около цели позиционирования показано на **рисунке 6-6**. При входе текущей позиции в окно регистрируется конец процесса позиционирания и включается сигнал **INPOS**;
- параметр **P08.11** – время для установления в позиции. Максимальное допустимое время от достижения заданной из профилгенератора цели позиционирования до входа текущей актуальной позиции в окно позиционирания **P08.10**. Если время установления в позиции больше значения параметр **P08.11** срабатывает защита **POE** (ошибка **ERROR 31**) как это показано на **рисунке 6-6**;
- параметр **P08.12** – текущая ошибка позиционирания. Показывает отклонение действительной позиции от цели позиционирования;

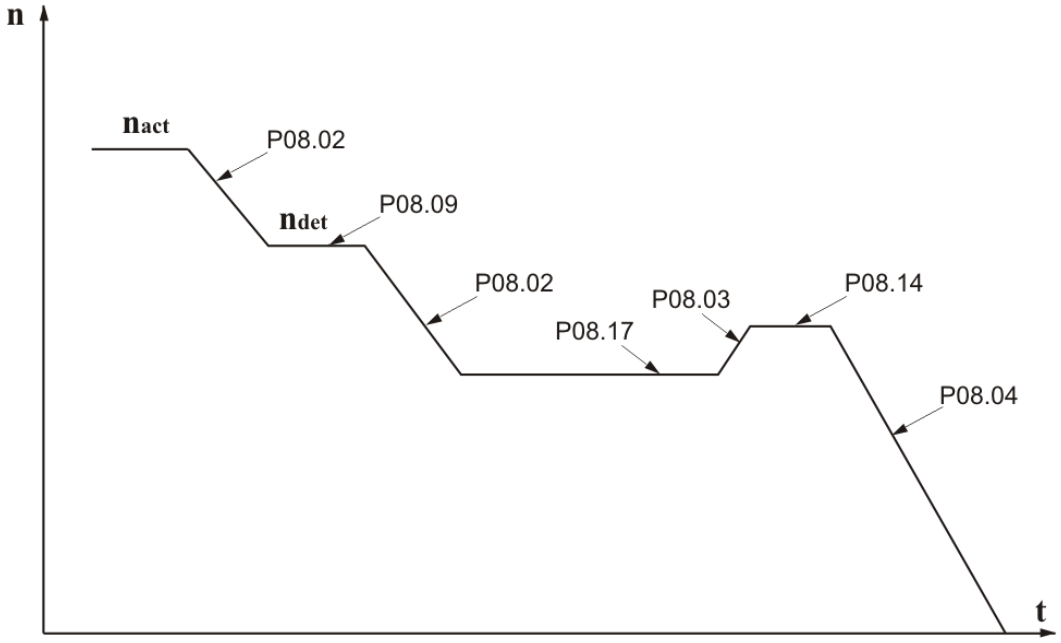


Рисунок 6-5 Временная диаграма выполнения функции ориентированного торможения

- параметр **P08.13** – смещение нулевой точки энкодера. Задается в импульсах энкодера. С этой позиции параметром **P08.18** определяется угол установки после окончания процеса позиционирования;
- параметр **P08.14** – скорость позиционирования. Вводится максимальную скорость перемещения при достижения позиции;
- параметр **P08.15** – направление скорости поиска нулевого импульса:
  - **P08.15** = 0 – положительное направление;
  - **P08.15** = 1 – отрицательное направление;
  - **P08.15** = 2 – сохраняет направление;
- параметр **P08.16** – коэффициент усиления предрегулатора по скорости. Непосредственно влияет на текущей ошибке следования. При значении ниже 1.00 наблюдается отставание текущей позиции от заданной профилгенератором (знак ошибки положительный). Для больших значений коэффициента наблюдается опережение текущей позиции (знак ошибки отрицательный), а для слышком больших значений наблюдается перерегулирование и вибрации. Для оптимальной настройки предрегулатора по скорости рекомендуется малое отставание;

– параметр **P08.17** – скорость поиска нулевого импульса. Вводится максимальную скорость перемещения при поиске нулевого импульса;
– параметр **P08.18** – значение угла позиционирования в градусах. Показывает текущий заданный угол позиционирования по отношению смещенной параметром **P08.13** нулевой точки энкодера;
– параметр **P08.19** – источник угла позиционирования:

- **P08.19 =** 0 – в этом случае угол позиционирования равен нулю. Шпиндель позиционируется в смещенной параметром **P08.13** нулевой точке на энкодера;
- **P08.19 =** 1 – уголь определяется из цифровых входов в бинарном коде 10 битов (**bit0** – **bit9**). Существует возможность для расширения задания угла до 14 битов (**bit0** – **bit13**);
- **P08.19** = 2 – уголь определяется из цифровых входов в 10 бита BCD коде. Если энкодер имеет число импульсов для одного оборота кратные 360, то уголь определяется директно в градусах. Соответствие между битами BCD кода и разрядами задания в DEC формате как следует:

Единиц от 0 до 9 – **bit0** до **bit3**
Десятки от 0 до 9 – **bit4** до **bit7**
Сотни от 0 до 3 – **bit8** до **bit9**
Существует возможность для расширения задания до 14 бита, при том каждый следующий бит после 10-ого увеличивает точность дробной части угла:
при программировании только **bit10** точность 0.5;
при программировании **bit10** и **bit11**точность 0.25;
при программировании **bit10**, **bit11** и **bit12** точность 0.125;
при программировании **bit10** - **bit13** точность 0.1.

Пример

При задании угла для позиционировании 12 битовым двоичном кодом параметр **P08.19** = 1 и S = 12.

Если на шпинделе смонтирован энкодер с **enc_pulse** = 1024 импульсов для оборота, которые внутренно умножаются на 4.

Для 12 – битов задания (S=12) число импульсов задания для одного оборота равно 4096, которое отвечает 4096 импульсам для одного оборота энкодера.

Если текущее задание **ref** угла позиционирования равно 320, то угол позиционирования в импульсах **pos_imp** равно:

pos_imp = **ref** * (**enc_pulse** * 4) / 2^N = 320 * ((1024 * 4) / 4096) = 320 imp

Заданная позиция в градусах соответствует углу **pos_deg**:

pos_deg = (**pos_imp** * 360) / (**enc_pulse** * 4) = (320 * 360) / (1024 * 4) = 28,125 deg

Дискрет угла позиционирания 0,0879 deg.

ВНИМАНИЕ

Если шпиндел вошел в позицию при выполнении ориентированного торможении, каждое изменение смещения нулевой точки энкодера параметром **P08.13** или угла позиционирования параметром **P08.19** выполняется.

Примечания:

1. При применении энкодера с числом импульсов кратно на 360 рекомендуется использовать BCD код;
2. Если число импульсов энкодера большое можно задават углы позиционирования меньше 1 градуса с применением дополнительных входов до 14 bit.

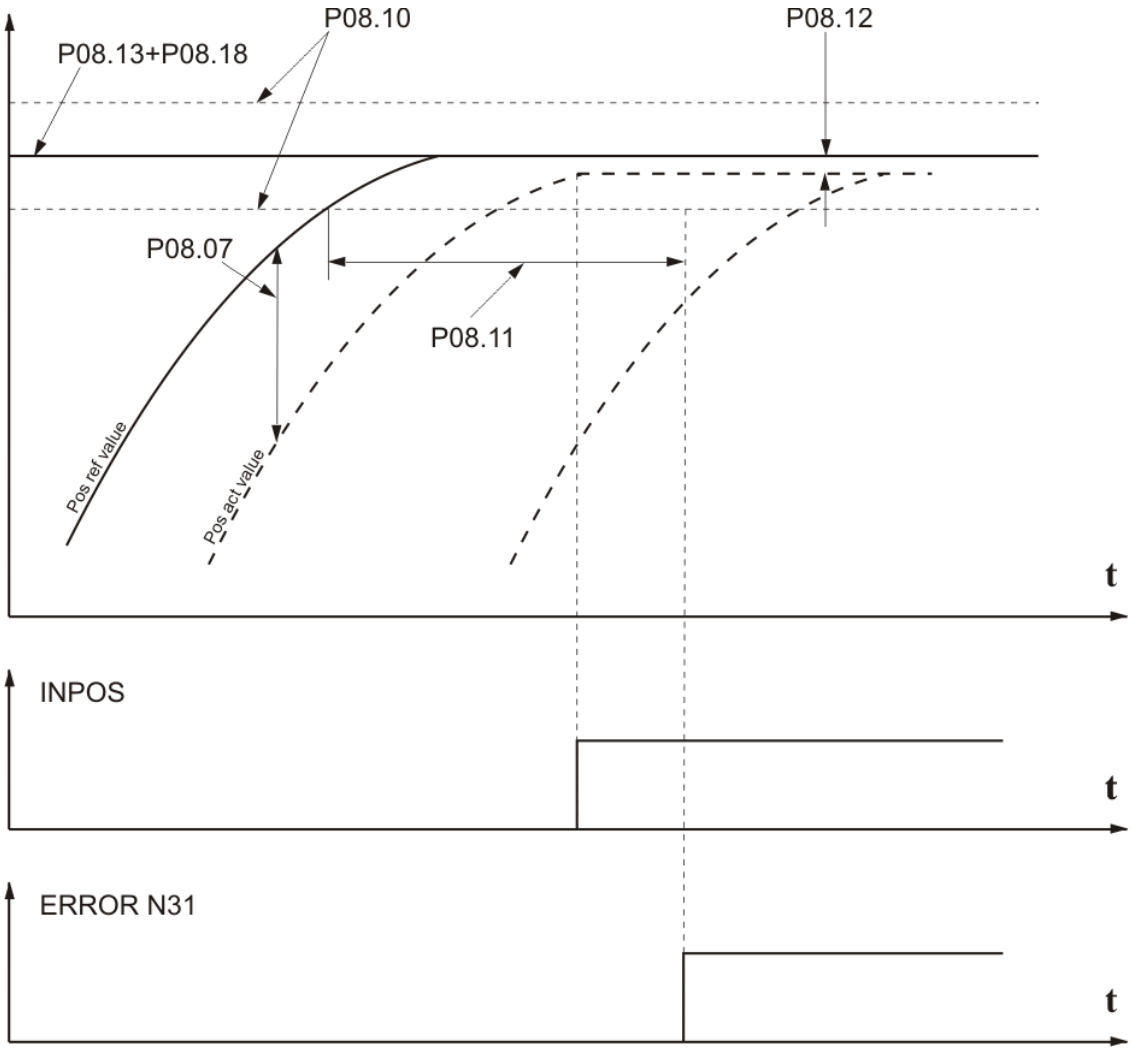


Рисунок 6-6 Выполнение фукции ориентированного торможение

6.3.9 Группа 09 – параметры аппаратных цифровых входов

♦ **функции аппаратных цифровых входов**

Каждый из цифровых входов можно запрограммировать выполнять данную функцию. Каждой функции присвоен данный номер, который вводится при ее програмировании. Выполнение данной функции может активировать команду, режим или процедуру.

Цифровые входы могут принимать следующие функции:

FIN	Функция	FIN	Функция	FIN	Функция
0	**DISABLED**	**18**	**OVERRIDE bit1**	**36**	**bit9**
1	команда **ON**	**19**	**OVERRIDE bit2**	**37**	**bit10**
2	команда **RE**	**20**	команда **MOT POT**	**38**	**bit11**
3	команда **ORCM**	**21**	команда **MOT POT UP**	**39**	**bit12**
4	достигнут репер	**22**	команда **MOT POT DOWN**	**40**	**bit13**
5	лимит минус	**23**	команда **MOT POT RE**	**41**	команда **FIXED VEL REF**
6	лимит плюс	**24**	**DISABLED**	**42**	**FIXED VEL REF bit0**
7	команда **GO POS**	**25**	**DISABLED**	**43**	**FIXED VEL REF bit1**
8	команда **GO REFP**	**26**	**DISABLED**	**44**	**FIXED VEL REF bit2**
9	команда **SF**	**27**	**bit0**	**45**	команда **STEP JOG MODE**
10	команда **SR**	**28**	**bit1**	**46**	**STEP JOG bit0**
11	команда **TLL**	**29**	**bit2**	**47**	**STEP JOG bit1**

12	команда **TLH**	**30**	**bit3**	**48**	**STEP JOG bit2**
13	команда **Nmax1**	**31**	**bit4**	**49**	**POS bit0**
14	команда **Nmax2**	**32**	**bit5**	**50**	**POS bit1**
15	команда **JOG MODE**	**33**	**bit6**	**51**	**POS bit2**
16	команда **RAPID VELOCITY**	**34**	**bit7**	**52**	**GO POS**
17	**OVERRIDE bit0**	**35**	**bit8**	**53**	команда **HOLD**

Таблица 6-6 Функции присваиваемые цифровым входам

Действие функций описанных в **таблице 6-6** следующее:

- **FIN0** – **DISABLED**. На данном входе нет запрограммированной функции;
- **FIN1** – команда **ON.** Команда для разрешения работы преобразователя. При получении команды **ON** разрешается работа регуляторов, активируется силовая часть и, если не сработала защита, выполняется задание. Если двигатель крутится, после получения команды **ON**, преобразователь автоматически выравнивает мгновенную значение заданной скорости с действительной скоростью с целью предотвращения удара в скорости и только потом устанавливается заданную скорость;
- **FIN2** – команда **RE /RESET/**. Команда для нулирования защит. При получении команды **RE** нулируются все защиты, независимо от команды **ON.** Для реализации команды **RE** рекомендуется одиночный импульс с продолжителностью не менее 100 ms;
- **FIN3** – команда **ORCM**. Команда для выполнения функции **ориентированного торможения**. При получении команды **ORCM** шпиндел позиционируется в позиции, заданной параметром **P08.19**;
- **FIN4** – сигнал достигнутый репер. Сигнал достигнутый репер пользуется при выполнении процедуры уход в референтную точку **GO REFP**;
- **FIN5** – сигнал достигнутый лимит минус. После получения сигнала от лимитного выключателя, запрещается перемещение в этом направлении;
- **FIN6** – сигнал достигнутый лимит плюс. После получения сигнала от лимитного выключателя, запрещается перемещение в этом направлении;
- **FIN7** – команда **POS MODE**. С командой **POS MODE** при **P02.06** = 3 начинает выполнение задания для позиции, заданное параметром **P14.18**;
- **FIN8** – команда **GO REFP.** С командой **GO REFP** при **P02.06** = 3 начинает процедура **уход в референтную точку**;
- **FIN9** – команда **SF / speed forward/**. Команда **вращение вперед**. Условно для вращения вперед двигателя принято вращение в направление часовой стрелки;
- **FIN10** – команда **SR / speed reverse/**. Команда **вращение назад.**

Команды **SF** и **SR** используются для указания направления вращения в следующих случаях:

- **P02.14 =** 0 **–** цифровое задание для скорости с параллельным кодом;
- **P02.14 =** 1 **–** аналоговое задание скорости по абсолютному значению управляващего сигнала **Ubr** в диапазоне от 0 до +10V или от 0 до -10V, при том знак не влияет на направление вращения. Направление вращения определяется только состоянием входов **SR** и **SF**. При одновременном действии команд **SR** и **SF** выполняется нулевое задание для скорости;
- **P02.06** = 2 – режим позиционирования и активированный вход **режим JOG**. Выполняется безразмерное перемещение с скоростью, заданной параметром **P14.44** и направление от входов **SR** и **SF**;
- **P02.06** = 3 – режим позиционирования и активированные входы с фукциями **режим JOG** и команда **RAPID VELOCITY**. Выполняется безразмерное перемещение с скоростью, заданной параметром **P14.45** и направление от входов **SR** и **SF**.

- **FIN11** – команда **TLL**. Команда для ограничения момента на низком уровне. При получении команды **TLL** момент двигателя ограничивается до значения параметра **P10.08** в диапазоне от 1.0% до 100.0% от номинального тока якоря $\mathbf{Ia_{NOM}}$ (параметр **P04.05**);
- **FIN12** – команда **TLH**. Команда для ограничения момента на высоком уровне. При получении команды **TLH** момент двигателя ограничивается до значения параметра **P10.07** в диапазоне от 10.0% до 100.0% от номинального тока якоря $\mathbf{Ia_{NOM}}$ (параметр **P04.05**);
- **FIN13**, **FIN14** – команды **Nmax1** и **Nmax2**. Команды для выбора максимальной скорости вращения шпинделя в случае применения коробки передачи с переменным коэффициентом передачи между шпинделем и двигателем для значений параметров **P02.16 =** 1 и **P02.26** = 1. Для датчика обратной связи по скорости используется энкодер, который установлен на шпинделе станка. С командами **Nmax1** и **Nmax2** выбираются до 4 разных коэффициентов передачи. Максимальные скорости вращения шпинделя для данных коэффициентов передачи вводятся в параметры **P02.22** до **P02.25**;
- **FIN15** – команда **JOG MODE**. Команда активирует режим безразмерного **ручного перемещения** в направление указанное с командами **SF** и **SR**. Скорость определяется от параметра **P14.44**;
- **FIN16** – команда **RAPID VELOCITY**. Команда для **быстрого ручного перемещения**. Действует только при активиранного режима **JOG**. Скорость определяется от параметра **P14.45**;
- **FIN17** – **OVERRIDE bit0**, **FIN18** – **OVERRIDE bit1** и **FIN19** – **OVERRIDE bit2** – биты параллельного цифрового кода для выбора корекции заданной скорости при выполнении функции **OVERRIDE**. Значения корекции введены в параметрах от **P13.04** до **P13.12**. Функция активна при значении параметра **P13.04** = 1;
- **FIN20** – команда **MOT POT**. С этой командой включается функция моторного потенциометра. Скорость определяется с активированием входов **FIN21** и **FIN22**;
- **FIN21** – команда **MOT POT UP**. С этой командой заданная скорость увеличивается с рампой, указанной параметром **P13.01**;
- **FIN22** – команда **MOT POT DOWN**. С этой командой заданная скорость уменьшается с рампой, указанной параметром **P13.01**;
- **FIN23** – команда **MOT POT RE**. С этой командой устанавливается скорость, заданная параметром **P13.02**;
- **FIN27** до **FIN40** – **bit0** до **bit13**. Биты паралельного цифрового кода для задания скорости или позиции при выполнении ориентированного торможения. Бит с самым большим номером является самым старшим. Цифровое задание для скорости или позиции можно программировать с разной разрядностей в зависимости от требования клиента - например 8, 10, 12 до 14 битов. Допускатся и непольные комбинации (с пропущенными битами), при том самый старший бит определяет общую разрядность. Применение параллельного цифрового кода разрешено при значении параметра **P02.14 =** 0;
- **FIN41** – команда **FIXED VEL REF**. Команда для перемещения с фиксированной скоростью. Скорость выбирается с параллельным цифровым кодом **FIXED VEL REF bit0**, **FIXED VEL REF bit1** и **FIXED VEL REF bit2**;
- **FIN42** – **FIXED VEL REF bit0**, **FIN43** – **FIXED VEL REF bit1** и **FIN44** – **FIXED VEL REF bit2**. Биты паралельного цифрового кода для задания скорости при работе в режиме фиксированной скорости. Фиксированная скорость определена в процентах от максимальной скорости и записана в параметры от **P13.13** до **P13.20**;
- **FIN45** – команда **STEP JOG MODE**. С командой активируется функция ручное шаговое перемещение;

- **FIN46 –STEP JOG bit0**, **FIN47 –STEP JOG bit1** и **FIN48 –STEP JOG bit2**. Биты параллельного цифрового кода для выбора фиксированного шага перемещения. Фиксированные шаги перемещения записаны в параметрах от **P13.21** до **P13.28**;
- **FIN49 – POS bit0**, **FIN50 – POS bit1** и **FIN51 – POS bit2**. Биты параллельного цифрового кода для выбора перемещения в фиксированные позиции. Фиксированные позиции и скорости перемещения записаны в параметрах от **P18.02** до **P18.17**;
- **FIN52** – команда **GO POS**. С командой активируется выполнение перемещения в выбранную фиксированную позицию. Команда **GO POS** действует только в режиме **POS MODE**;
- **FIN53** – команда **HOLD**. С командой останавливается выполнение команды **GO POS**. Перемещение оси останавливается с ускорением торможения. Посля снятия команды **HOLD** выполняется перемещение до заданной позиции. Команда **GO POS** действует только в режиме **POS MODE**.

Примечания:

1. Одну и ту же функцию можно присваиват несколько входам. При их активирование выполняется логическая функция **ИЛИ**;
2. Предусмотрена возможность инвертировать активный логический уровень каждого цифрового входа.

Функции запрограммированных цифровых входов по умолчанию указаны в **таблице 6-7**.

X1.	Обозна-чение	Функция по умолчанию	X1.	Обозна-чение	Функция по умолчанию	X1.	Обозна-чение	Функция по умолчанию
1	-	-	14	IN11	Nmax1	27	IN14	TLL
2	OUT5.1	INPOS1	15	IN9	bit8	28	-	-
3	OUT4.1	RD1	16	IN7	bit6	29	-	-
4	OUT3.1	SA1	17	IN5	bit4	30	-	-
5	OUT2.1	ZS1	18	IN3	bit2	31	-	-
6	OUT1.1	TL1	19	IN1	bit0	32	IN12	Nmax2
7	IN17	ORCM	20	OUT5.2	INPOS2	33	IN10	bit9
8	IN15	SF	21	OUT4.2	RD2	34	IN8	bit7
9	IN13	RE	22	OUT3.2	SA2	35	IN6	bit5
10	-	-	23	OUT2.2	ZS2	36	IN4	bit3
11	-	-	24	OUT1.2	TL2	37	IN2	bit1
12	-	-	25	IN18	ON			
13	-	-	26	IN16	SR			

Таблица 6-7 Параллельный интерфейс **X1** - функции по умолчанию

♦ **параметры аппаратных цифровых входов**

- параметр **P09.01** – тип цифрового входа **IN1**. Цифровый вход можно запрограммировать выполнять каждую из функций указанных в **таблице 3**, введя в параметр **P09.01** номер этой функции. По умолчанию цифровый вход **IN1** запрограммирован выполнят функцию **bit0** с номером 27. Функция **bit0** в случае самый младший бит параллельного кода для цифрового задания скорости или позиции при выполнении функции **ORCM**;
- параметр **P09.02** – инвертирование логического уровня цифрого входа **IN1**. Параметр **P09.02** принимает две значения:

- **P09.02 =** 0 – сохраняется активный логический уровень цифрового входа **IN1**. Цифровый вход задействуется применением сигнала с высоким уровнем ± 24 V (± 13÷30 V);
- **P09.02 =** 1 – инвертируется активный логический уровень цифрового входа **IN1**. Цифровый вход задействуется применением сигнал с низким уровнем 0 V (± 0÷7 V);

– параметры **P09.03**…**P09.36** – программирование типа и активного логического уровня цифровых входов от **IN2** до **IN18**.

6.3.10 Группа 10 – параметры аппаратных цифровых выходов

♦ **функции аппаратных цифровых выходов**

Каждый из цифровых выходов можно запрограммировать выполнять данную функцию, указывающую текущее состояние преобразователя. Цифровые выходы могут принимать следующие функции:

FON	Функция
0	неактивированная функция **DISABLED**
1	активировано ограничение момента **TL**
2	достигнута нулевая скорость **ZS**
3	достигнута заданная скорость **SA**
4	готовность преобразователя **RD**
5	достигнута заданная позиция **INPOS**
6	задействована защита **ALM**
7	достигнута референтная точка **INREFP**
8	достигнут лимит минус
9	достигнут лимит плюс
10	достигнут лимит

Таблица 6-8 Функции присваиваемые цифровым выходам

Действие функций описанных в **таблице 6-8** следующее:

– **FON0 – DISABLED**. На данном выходе нет запрограммированной функции;
– **FON1 –** функция **TL**. Активировано ограничение момента. Активируется, когда преобразователь работает в режиме ограничения момента с внешними командами **TLL** или **TLH**. Порог ограничения момента **TLL** определяется значением параметра **P10.08**, а для **TLH** значением параметра **P10.07**;
– **FON2 –** функция **ZS**. Достигнута нулевая скорость. Активируется при скорости вращения вала двигателя ниже порога, заданного параметром **P10.01** за время больше значения параметра **P10.02**;
– **FON3 –** функция **SA**. Достигнута заданная скорость. Активируется при скорости вращения вала двигателя, выше порога скорости N_{SA}, заданного параметром **P10.03** за время больше значения параметра **P10.04**. Функция достигнутой скорости **SA** разрешена для скоростей, выше значения параметра **P10.05**;
– **FON4 –** функция **RD**. Готовность преобразователя. Выход **RD** активируется 2 сек. после подключения преобразователя к напряжению питания;
– **FON5 –** функция **INPOS** Достигнута заданная позиция. Активируется в следующих режимах:
  - режим **ориентированное торможение** – если достигнута заданная позиция в пределе, заданном значением параметра **P08.10** за время больше значения параметра **P10.06**;
  - режим **позиционирование** при **P02.06 =** 3. Если достигнута заданная позиция в пределе, заданном как значение параметра **P14.23**.

- **FON6 –** функция **ALM** – включение защиты преобразователя. При возникновении аварийного режима и срабатывании соответствующей защиты, релейный выход **ALM** размыкается. Тип защиты и ее номер можно узнать из истории ошибок в группе **P12** параметров.
- **FON7 –** функция **INREFP**. Достигнута референтная точка **RP**. Активируется после выполнения процедуры **уход в референтную точку RP**;
- **FON8 –** достигнут лимит минус. Активируется после достижения минимального аппаратного или программного лимита, заданного параметром **P14.29**;
- **FON9 –** достигнут лимит плюс. Активируется после достижения максимального аппаратного или программного лимита, заданного параметром **P14.31**;
- **FON10 –** достигнут лимит. Активируется после достижения аппаратного или программного лимита.

Примечания:

1. Одну и та же функцию можно присваивать несколько выходам;
2. Предусмотрено выбирать активный логический уровень каждого цифрового выхода.

Соответствие между выходами и запрограммированными функциями по умолчанию указано в **таблице 6-7**.

♦ **параметры аппаратных цифровых выходов**

- параметр **P10.01** – порог скорости N_{ZS}, ниже которого срабатывает релейный выход **ZS.** Значение параметра **P10.01** определяется в процентах от максимальной скорости N_{MAX}. Изменение параметра **P10.01** в диапазоне 0.01 ÷ 15.0 % N_{MAX};
- параметр **P10.02** – время для потверждения перемены сигнала **ZS**. Время в котором выход не менял свое состояние. Если время больше значения параметра **P10.02** срабатывает релейный выход **ZS**, как это показано на **рисунке 6-7**;

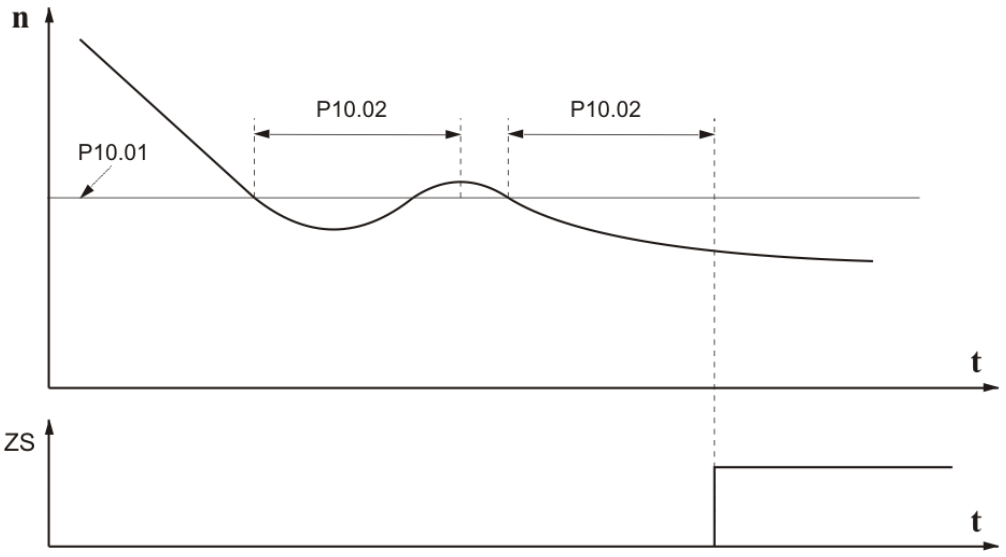


Рисунок 6-7 Временная диаграма формирования сигнала **ZS**

- параметр **P10.03** – порог N_{SA} окна скорости при выполнении функции **достигнутой скорости SA**. Окно скорости определено в диапазоне (N_{REF} - N_{SA}) ÷ (N_{REF} + N_{SA}). Когда при уменьшении или увеличении текущей скорости она входит в окно, то срабатывает цифровый выход **SA**. Значение параметра **P10.03** определено в процентах от задания для скорости N_{REF}. Изменение параметра **P10.03** в диапазоне 0.00 ÷ 30.00 % N_{REF};
- параметр **P10.04** – время для потверждения перемены сигнала **SA.** Время в котором выход не менял свое состояние;

- параметр **P10.05** – скорость от которой разрешена работа цифрового выхода **SA**. Параметр **P10.05** определяет скорость, ниже которой действие функции **достигнутой скорости** не разрешено. Параметр **P10.05** принимает значения от 0.00 до 15.00 % от максимальной скорости $\mathbf{N_{MAX}}$;
- параметр **P10.06** – время для потверждения перемены сигнала **INPOS.** Время в котором выход не менял свое состояние;
- параметр **P10.07** – ток $\mathbf{Ia_{TLH}}$, до которого ограничивается ток якоря при команде **TLH**, определенный в процентах по отношению к номинальному току якоря $\mathbf{Ia_{NOM}}$. Изменение параметра **P10.07** в диапазоне 10.0 ÷ 100.0 % $\mathbf{Ia_{NOM}}$;
- параметр **P10.08** – ток $\mathbf{Ia_{TLL}}$, до которого ограничивается ток якоря при команде **TLL**, определенный в процентах по отношению к номинальному току якоря $\mathbf{Ia_{NOM}}$. Изменение параметра **P10.08** в диапазоне 1.0 ÷ 100.0 % $\mathbf{Ia_{NOM}}$;
- параметр **P10.09** – тип цифрового выхода **OUT1**. Цифровый выход можно запрограммировать выполнять каждую из функций указанных в **таблице 6-8**, вводя в параметр **P10.09** номер этой функци. По умолчанию цифровой выход **OUT1** запрограммирован выполнят функцию **активированное ограничение момента TLL** с номером **1**;
- параметр **P10.10** – инвертирование логического уровня цифрового выхода **OUT1**. Параметр **P10.10** принимает две значения:
  - **P10.10 =** 0 – сохраняется активный логический уровень цифрового выхода **OUT1**. В этом режиме активное состояние цифрового выхода **OUT1** замкнутый релейный контакт;
  - **P10.10 =** 1 – инвертируется активный логический уровень цифрового выхода **OUT1**. В этом режиме активное состояние цифрового выхода **OUT1** разомкнутый релейный контакт.
- параметры **P10.11** … **P10.18** – программирование типа и активного логического уровня цифровых выходов от **OUT2** до **OUT5**;
- параметр **P10.19** – выбор переменной для аналогового выхода **AOUT1**(см. **таблица 6-9**);
- параметр **P10.20** – выбор переменной для аналогового выхода **AOUT2**(см. **таблица 6-9**);
- параметр **P10.21** – выбор диапазона аналогового выхода **AOUT1** – 2.0 до10.0V;
- параметр **P10.22** – выбор диапазона аналогового выхода **AOUT2 -** 2.0 до10.0V.

Параметры **P10.19** и **P10.20**	**Активная переменная на аналоговом выходе**
1	Абсолютное действительное значение тока якоря от 0 до $\mathbf{Ia_{MAX}}$.
2	Абсолютное действительное значение скорости вращения двигателя от 0 до $\mathbf{N_{MAX}}$
3	Действительное значение скорости вращения двигателя
4	Задание для скорости абсолютное значение от 0 до +100%.
5	Задание для скорости действителное значение –100% до +100%.
6	Абсолютное зададенное значение тока якоря от 0 до $\mathbf{Ia_{MAX}}$.
7	Абсолютное значение задания тока возбуждения от 0 до $\mathbf{I_{FMAX}}$.
8	Действительное значение тока возбуждения от 0 до $\mathbf{I_{FNOM}}$
9	Действителное абсолютное значение напрежяния якоря. Обхват аналогового выхода от 0V до +10V, соответствующий изменению напряжения якоря от -600V до +600V .
10	Действительное значение напряжение якоря соответствующее изменения напряжение от –600V до +600V.
11	Действительное значение электродвижещого напряжение, соответствующее изменения напряжения от -600 до +600V.
12	Действительное абсолютное значение электродвижещого напряжение якоря соответствующее изменения напряжения от 0 до +600V.

Таблица 6-9 Выбор переменных для аналоговых выходов **AOUT1** и **AOUT2**

6.3.11 Группа 11 – параметры терминала

- параметр **P11.01** – настройка языка терминала. Значение параметра **P11.01** не востанавливается по умолчанию. Принимает три значения:
  - **P11.01** = 0 – английский язык;
  - **P11.01** = 1 – болгарский язык;
  - **P11.01** = 2 – русский язык.
- параметр **P11.02** – время опреснения индикации терминала.

6.3.12 Группа 12 – история ошибок

- параметры от **P12.01** до **P12.16** – параметры в которых сохраняются сообщения о ошибках в порядке их появлении. Если в данном параметре нет сообщения о ошибке, в нем записано сообщение **EMPTY**. Сообщения о ошибках записаны с текстом, соответствующим **таблицу 6-32**. Последнее записаное сообщение о ошибке сохраняется в параметре с самым большим номером. Посля заполнения всех параметров, самые старые ошибки автоматично стираются;
- параметр **P12.17** – стирание всех сообщений о ошибках;
- параметр **P12.18** – выбор ошибки для наблюдения. Вводится номер наблюдаюмой ошибки согласно **таблицу 6-32**;
- параметър **P12.19** – число сообщений для наблюдаемой ошибки, выбранной параметром **P12.18**. Число и вид регистрированных сообщений для ошибок нельзя будет обнулить.

6.3.13 Группа 13 – параметры дополнительных функций

- параметр **P13.01** – рампа изменения скорости при выполнении функции **моторный потенциометр MOT POT**. Определяет скорость изменения задания для скорости при работы с функцией **моторный потенциометр** при **P02.14** = 4 и активирование входа с запрограммированной функцией **FIN21** для увеличения скорости или с функцией **FIN22** для уменьшения скорости. После деактивирования входа привод остается работать на достигнутой скорости;
- параметр **P13.02** – начальная скорость движения при выполнении функции **MOT POT**. С параметром вводится базовую скорость движении при выборе функции моторный потенциометр **P02.14** = 4 и подачи команды **ON**;
- параметр **P13.03** – режим работы функции **MOT POT**. Параметр **P13.03** принимает две значения:
  - **P13.03 =** 0 – двухполярное изменение скорости;
  - **P13.03 =** 1 – однополярное изменение скорости.
- параметр **P13.04** – разрешение для выполнения функции **OVERRIDE** для корекции заданной скорости. Параметр **P13.**03 принимает два значения:
  - **P13.04** = 0 – функция **OVERRIDE** выключена;
  - **P13.04** = 1 – функция **OVERRIDE** включена.
- параметры от **P13.05** до **P13.12** – значения коррекции заданной скорости при выполнении функции **OVERRIDE**. Вводится коррекцию задания для скорости при активировании входов с запрограммированными функциями **FIN17**, **FIN18** и **FIN19**. Выполняется при **P13.04** = 1. Конкретный параметр выбирается с параллельным двоичым кодом, а соответствие между кодом и параметрами показано в **таблице 6-10**.

	P13.05	P13.06	P13.07	P13.08	P13.09	P13.10	P13.11	P13.12
FIN17 bit0	0	1	0	1	0	1	0	1
FIN18 bit1	0	0	1	1	0	0	1	1
FIN19 bit2	0	0	0	0	1	1	1	1

Таблица 6-10 Параллельный код для выбора параметров для корекции скорости при выполнении функции **OVERRIDE**

Примечание: когда заданная и коригированную скорость превышают 100% выполняется скорость 100%.

– параметры от **P13.13** до **P13.20** – значения фиксированных заданных скоростей при выполнении функции **FIXED VEL REF**. Выполняется при активировании цифрового входа с запрограммированной функцией **FIN41**. Задание для скорости определяется от параметра, выбранного с параллельным двоичным кодом от входов с запрограммированными функциями **FIN41**, **FIN42** и **FIN43**. Фиксированные заданные скорости определяются в процентах от максимальной скорости. Соответствие между параллельным кодом и параметрами показано в **таблице 6-11**;

	P13.13	P13.14	P13.15	P13.16	P13.17	P13.18	P13.19	P13.20
FIN42 bit0	0	1	0	1	0	1	0	1
FIN43 bit1	0	0	1	1	0	0	1	1
FIN44 bit2	0	0	0	0	1	1	1	1

Таблица 6-11 Параллельный код для выбора параметров для фиксированных заданных скоростей функции **FIXED VEL REF**

– параметры от **P13.21** до **P13.28** – фиксированный шаг для перемещения **STEP JOG** в режиме **STEP JOG MODE**. Выполняется при активировании цифрового входа с запрограммированной функцией **FIN45**. Задание для позиции определяется от параметра, выбранного с параллельным двоичом кодом от входов с запрограммированными функциями **FIN46**, **FIN47** и **FIN48**. С командами **SF** и **SR** определяется направление перемещения. Соответствие между параллельным кодом и параметрами показано в **таблице 6-12**.

	P13.21	P13.22	P13.23	P13.24	P13.25	P13.26	P13.27	P13.28
FIN46 bit0	0	1	0	1	0	1	0	1
FIN47 bit1	0	0	1	1	0	0	1	1
FIN48 bit2	0	0	0	0	1	1	1	1

Таблица 6-12 Параллельный код для выбора параметров для перемещения с фиксированными шагами функции **STEP JOG**

6.3.14 Группа 14 – параметры в режиме позиционирования

В случае работы преобразователя в режиме позиционирования возможно выполнение следуюших функций / процедур/:

- **GO POS – уход в позицию**. Выполняется после задания позиции и активирования входа **GO POS**;
- **GO REFP – уход в референтную точку**. При выполнении этой процедуры инкрементальная система для отсчета перемещения синхронизируется с координатной

системой оси. Выполняется после указаний условий для поиска референтной точки и активирования входа **GO REFP**;

- **JOG MODE – ручное перемещение**. Применяется для ручной актуализации текущей позиции оси. Выполняется после определения скорости ручного перемещения и активирования команды **JOG** и команды для перемещения в требуемое направление **SF** или **SR**. Возможно также быстрое перемещение в ручном режиме после активировании команды **RAPID VELOCITY**;
- **Step JOG MODE – ручное шаговое перемещение**. Применяется для ручноой актуализации текущей позиции оси. Выполняется после определения шагов перемещения и активирования команд для направления перемещения **SF** и **SR**. Параметры определяющие работу в режиме **STEP JOG MODE** рассмотрены в **п. 6.4.13**.

В режиме позиционирования для параметров связанных с движением оси принята метрическая система. Для растера системы единиц принят 1 μm = 1 / 1000 mm. Применены следующие единицы:

- перемещение - mm;
- скорость - mm/min;
- ускорение - mm/s^2.

Работа преобразователя в режиме **позиционирования** определяется следующими параметрами:

- параметр **P14.01** – числитель **NOM** электрического шага **G**. Электрический шаг определяет весь задающих импульсов по отношению к этим из обратной связи по позиции. Параметр **P14.01** применяется вместе с **P14.02** для точного масштабирования задающего сигнала, учитывая принятую разрешающую способность инкрементальной системы и редукции между двигателем, енкодером и выполнительным механизмом. Электрический шаг G определяется выражением:

  $$\mathbf{G = NOM / DEN = f_2 / f_1}$$

  В режиме позиционирования импульсы задания $\mathbf{f_2}$ определяются внутренно.
  Значения электрическго шага должны быть в диапазоне:

  $$1 / 100 \leq \mathbf{G} \leq 1000$$

- параметр **P14.02** – знаменатель **DEN** электрического шага **G**;

Примечание: параметры для определения электрического шага взаимно связанные и не допускается отношение между ними быть больше 100. Для ввода больших значениях необходимо менять последовательно оба параметра.

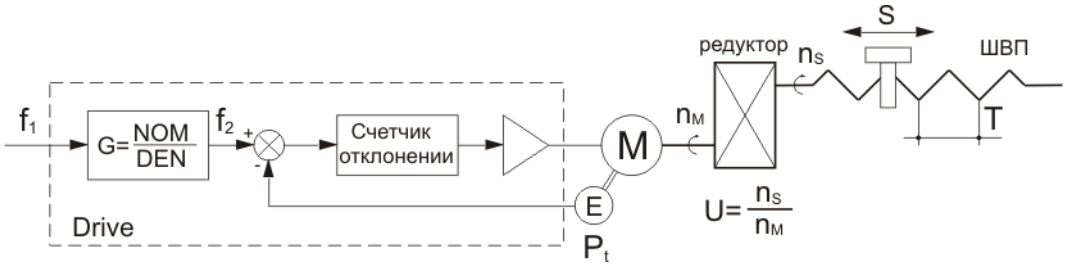


Рисунок 6-8 Функциональная схема электропривода для определения электрического шага **G**

– параметр **P14.03** – дискрет перемещения **Δt** оси в mm. Этим параметром инкрементальная система привязуется с реальными единицами отсчета. Параметр **P14.03** определяет минимальное перемещение оси для принятой инкрементальной системы.

Методика для определения электрического шага:

Пример 1

Рассматривается линейную ось с шарико-винтовой парой /ШВП/ и дополнительным редуктором между двигателям и винтом. Энкодер монтирован на двигателе. Функциональная схема привода показана на **рисунке 6-8**.

Исходные данные для определения электрического шага **G**:

– **Δt** [mm/pulse] – минимальное линейное перемещение/ разрешающая способность оси/. В инкрементальной системе это перемещение соответствует заданию 1 импульса управляющих импульсов на входе позиционирующего регулятора. При правильно масштабированной инкрементальной системе одному импульсу от профилгенератора соответствует один импульс энкодера.

Δt = 0.001 [mm/pulse]

– **T** [mm] – шаг винта ШВП:
T = 10 mm
– **P** [pulses/rev] – необходимое число импульсов для одного оборота винта:
P = T/ Δt = 10/0.001= 10000 [pulses/rev]
– **Pt** [pulses/rev] – разрешающая способность энкодера:
Pt = 2500 pulses/rev
– $\mathbf{N_M}$ [rev/min] – обороты двигателя:
$\mathbf{N_M}$ = 2
– $\mathbf{N_S}$ [rev/min] – обороты винта:
$\mathbf{N_S}$ = 1
– **U** – коэффициент передачи редуктора двигатель – винт ШВП:
U = $\mathbf{N_S / N_M}$ = 1 / 2 = 0.5
– **ΔT** [mm/rev] – перемещение для одного оборота двигателя:
ΔT = **U** x **T** = 0.5 x 10 = 5 mm

Рассматриваем электрический шаг **G** в случае перемещения одного шага ШВП.

G = NOM / DEN = $\mathbf{f_2 / f_1}$

$\mathbf{f_1}$ = **T** / **Δt** [pulse]

$\mathbf{f_2}$ = **Pt***4 / **U** [pulse]

G = (Pt*4 / **U)/ (T** / **Δt) =** (2500*4*2) / ($10/10^{-3}$) = 2/1

Параметры электрического шага: **P14.01** = 2 и **P14.02** = 1

Пример 2

Рассматривается линейную ось с шарико-винтовой парой и дополнительным редуктором между двигателям и винтом. Энкодер монтирован на двигателе.

Исходные данные для определения электрического шага **G**:

– **Δt** = 0.01mm;

- **T** = 5 mm;
- **P = T/ t** = 5/0.01= 500 [pulses/rev]
- **Pt** = 2500 [pulses/rev];
- $\mathbf{Z_1}$ – число зубов зубчатого колеса двигателя – 18;
- $\mathbf{Z_2}$ – число зубов зубчатого колеса винта – 35;
- **U** – коэффициент передачи редуктора двигатель – винт ШВП:

U = $\mathbf{Z_1}$ / $\mathbf{Z_2}$ = 18 / 35

ΔT = U x T = 18 * 5 / 35 = 18 / 7

G = (Pt*4 / **U)/ (T** / **Δt) =** (2500*4*35/18)/ ($5/10^{-2}$) = 350/9

Параметры электрического шага: **P14.01** = 350 и **P14.02** = 9

Пример 3

Рассматривается линейную ось с шарико-винтовой парой без редуктора между двигателям и винтом. Перемещение измеряется с измерительной линейкой на оси.

Исходные данные для определения электрического шага **G**:

- **Δt** = 0.005mm;
- **T** = 5.25 mm;
- **Pt** [pulses/mm] – разрешающая способность измерительной линейки с 50 импульсами для 1mm:

  Pt = 50 pulses/mm
- **P** [pulses/mm] – необходимое число импульсов для перемещения оси на 1mm:

  P = 1/ Δt = 1/0.005= 200 [pulses/mm]

Рассматриваем электрический шаг G в случае перемещения оси на 1 mm.

$\mathbf{f_1}$ = **P** [pulse]

$\mathbf{f_2}$ = **Pt***4 [pulse]

G = Pt*4 / **P =** 200 / 200 = 1/1

Параметры электрического шага: **P14.01** = 1 и **P14.02** = 1

Примечания:

1. Если энкодер монтирован на винте, принимается передаточное число 1:1 и в параметре **P02.22** вводится максимальная угловая скорость винта при максимальной скорости двигателя;

Внимание:

1. В случае, когда для одного оборота двигателя от энкодера получаются меньше 500 импульсов, рекомендуется применять обратную связь по скорости от тахогенератора при **P02.16** = 0;
2. При наличии люфта между двигателям и измерительной линейкой (например в зубчатой рейке) рекомендуется применять обратную связь по скорости от тахогенератора при **P02.16** = 0.

- параметр **P14.04** – электрический шаг: целая часть. Используется вместе с параметром **P14.05** для директного ввода электрического шага, когда неизвестен коэффициент

передачи между валом двигателя и линейным перемещением по оси. Формат электрического шага имеет вид **0000.000000000**. В параметре **P14.05** вводится целая часть электрического шага. Правильное значение электрического шага определяется опытно, чрез последовательный ввод значений в параметры **P14.04** и **P14.05** и последующй отсчет линейного перемещения оси с эталонным измерительным средством до выравнивания обе значения. Прямой ввод электрического шага разрешен при значении параметра **P14.08 =** 1;

- параметр **P14.05** – электрический шаг: дробная часть. Параметр **P14.05** используется вместе с параметром **P11.04** для директного ввода электрического шага;
- параметр **P14.06** – текущий электрический шаг: целая часть. С параметром **P14.06** показывается значение целой части действуюшего электрического шага;
- параметр **P14.07** – текущий электрический шаг: дробная часть;
- параметр **P14.08 –** способ определения электрического шага:
  - **P14.08** = 0 – определение электрического шага с номинатором и деноминатором, вводя значения параметров **P14.01** и **P14.02**;
  - **P14.08** = 1 – электрический шаг определяется с целой и дробной частями, вводя значения параметров **P14.04** и **P14.05**.
- параметр **P14.09** – ускорение наращивания. Вводится положительное ускорение профилгенератора для всех режимов позиционирования;
- параметр **P14.10** – ускорение торможения. Вводится отрицательное ускорение профилгенератора для всех режимов позиционирования;
- параметр **P14.11** – скорость позиционирования. Вводится скорость перемещения при позиционировании в милиметрах для минуты. Скорость позиционирования определяется от **P14.11** в случае, когда **P14.12** = 0;
- параметр **P14.12** – источник скорости в режимах **уход в позицию** и **ручное движение**:
  - **P14.12** = 0 – от параметра **P14.11**;
  - **P14.12** = 1 – в зависимости от параметра **P02.14**. При значениях параметра **P02.14** = [1, 2], задание для скорости позиционирования или для скорости в **JOG** режиме аналоговое и прикладывается на аналоговый вход **Uref** (**X2.3**, **X2.4**);
- параметр **P14.13** – максимальная линейная скорость движения во всех режимах позиционирования, определена в mm/min. Действительная максимальная скорость двигателя в процентах, указана в параметре **P04.08**, следует соответствовать максимальной линейной скорости движения, т.е. **P01.01**=100%. С параметром **P14.13** ограничиваются параметры: **P14.11**, **P14.35**, **P14.36**, **P14.37**, **P14.44** и **P14.45**.
  Примечание: в случае работы с обратной связи по скорости двигателя от тахогенератора, для ее более точного согласования с линейной скоростью подачи, масштабируется обратную связь по скорости, както это указано в **п.8.2.1** и **т.8.4**, пока достигнется **P01.01**=100%.

- параметр **P14.14** – задание для нулевой скорости двигателя. Минимальный порог задания для скорости, ниже которого ось стоит в позиции. Минимальный порог определяется в процентах от настроенной максимальной скорости двигателя. Действие этого параметра разрешено при **P14.12** = 1. Рекомендуется применение параметра **P14.14** в случаях аналогового задания для скорости при **P02.14** = [1, 2] с целью элиминирования действия внешних смущений;
- параметр **P14.15** – изменение направления координатной системы оси. Параметр **P14.15** принимает две значения:
  - **P14.15** = 0 – направление координатной системы не меняется;
  - **P14.15** = 1 – направление координатной системы меняется.

Примечания:

1. Актуальное направление координатной системы определяется легче всего в режиме

JOG. При выборе направления в положительном направлении с командой **SF** проверяется соответствует ли оно выбраному положительному направлению перемещения. Если направление перемещения не соответствует, с параметр **P14.15** меняется его направление;

2. После каждой смены направления координатной системы с параметром **P14.15**, следует снова выполнить процедуру **уход в референтную точку**.

– параметр **P14.16** – изменение знака обратной связи по позиции. Параметр **P14.16** принимает две значения:
  - **P14.16** = 0 – знак обратной связи по позиции не меняется;
  - **P14.16** = 1 – знак обратной связи по позиции меняется.
– параметр **P14.17** – режим позиционирования. Параметр **P14.17** принимает две значения:
  - **P14.17** = 0 – выполняется задание для позиции из параметра **P14.18**;
  - **P14.17** = 1 – выполнение фиксированных позиции **POS1** ÷ **POS8**.
– параметр **P14.18** – цель позиционирования. Вводится координата цели позиционирования в миллиметрах относительно начала выбранной координатной системы **0**, както это показано на **рисунке 6-9**;

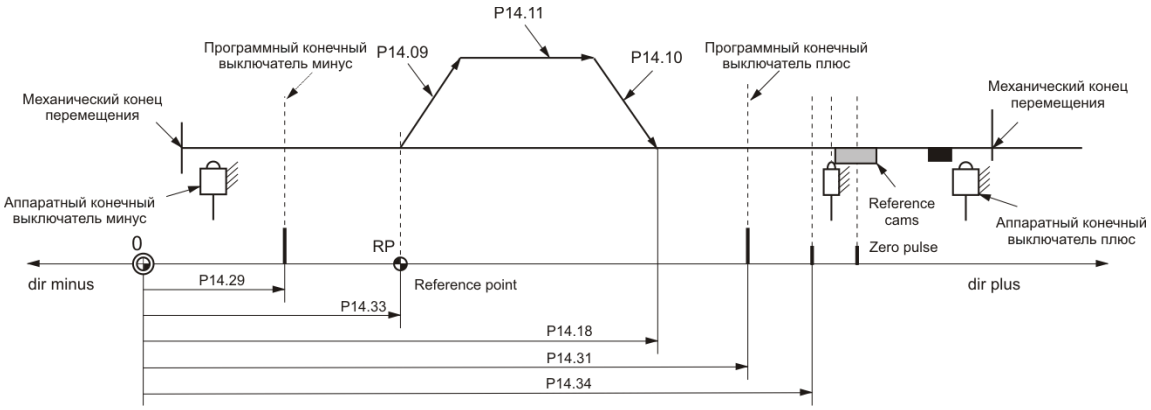


Рисунок 6-9 Координатная система оси в режиме позиционирования

– параметр **P14.19** – текущее значение заданной позиции. Показывает заданное значение позиции от профилгенератора;
– параметр **P14.20** – текущее значение действительной позиции. Показывает текущее значение действительной позиции;
– параметр **P14.21** – текущая ошибка позиционирования. Показывает отклонение действительной позиции от цели позиционирования в миллиметрах;
– параметр **P14.22** – текущая ошибка слежения. Показывает ошибку между текущим значением позиции, заданной от профилгенератора и текущим значением действительной позиции в милиметрах;
– параметр **P14.23** – регистрированная максимальная ошибка следования. Показывает регистрированную максимальную ошибку следования за время набюдения в милиметрах. С клавишей **UP** терминала, с записью произвольного значения в параметр или после выключения от сети, показание обнуляется и начинается новая регистрация максимальной ошибки следования;
– параметр **P14.24** – диапазон позиционирования. Допустимое окно в миллиметрах около цели позиционирования. При вьезде действительной позиции в нем регистрируется конец процесса позиционирования и сработывает выход **INPOS**, както это показано на **рисунке 6-9**. После старта новой процедуры **уход в позицию**, выход **INPOS** выключается и процесс поиска позиции повторяется;
– параметр **P14.25** – время для достижения цели позиционирования. Максимальное допустимое время для достижения цели позиционирования от момента достижения заданного значения позиции от профилгенератора до достижения текущего

действительного значения позиции до пределов окна, определенного от параметра **P14.24**. При превишении время для достижения цели включается защита **POE**;

– параметр **P14.26** – коэффициент усиления регулятора позиции **Кр**. Для больших значений коэффициента возможно перерегулирование в позиции (отходит и возвращается в позицию). Для малых значений коэффициента текущая позиция опаздывает от заданной от профилгенератора и при торможении наблюдается ошибку в позиции.

Примечание: если энкодер монтирован на винте рекомендуется чтобы значение коэффициента усиления регулятора позиция было равно коэффициенту передачи редуктора двигатель-винт.

– параметр **P14.27** – разрешение работы предрегулятора по скорости. Параметр **P14.27** принимает две значения:
- **P14.27** = 0 – предрегулятор скорости выключен;
- **P14.27** = 1 – предрегулятор скорости включен.

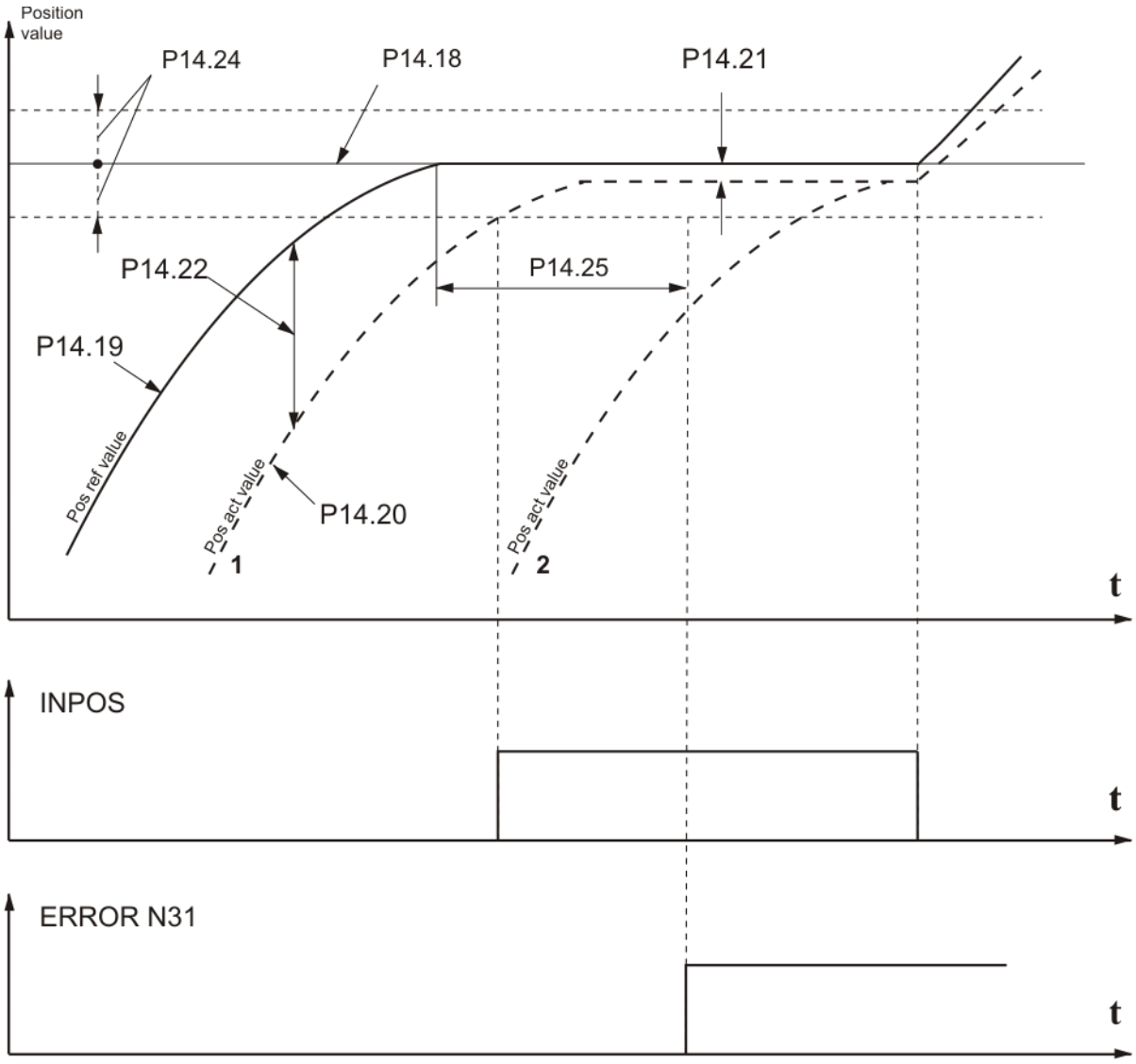


Рисунок 6-10 Выполнение функции **уход в позицию**

– параметр **P14.28** – коэффициент усиления предрегулятора по скорости. Непосредственно влияет текущей ошибке следования, при том для значений ниже 1.00

регистрируется опаздания екущей позиции от заданной от профилгенератора (знак ошибки положительный). Для больших значениях коэффициента регистрируется опережение текущей позиции (знак ошибки отрицательный), а для слышком больших значениях наблюдается перерегулирование и вибрации. Для оптимальной настройки предрегулятора по скорости следует ввести небольшое опаздание;

- параметр **P14.29** – минимальный программный лимит позиционирования. Вводится программное ограничение перемещения;
- параметр **P14.30** – разрешение работы минимального программного лимита. Параметр **P14.30** принимает две значения:
  - **P14.30 =** 0 – минимальный лимит не активный;
  - **P14.30 =** 1 – минимальный лимит активный.
- параметр **P14.31** – максимальный программный лимит позиционирования. Вводится программное ограничение перемещения;

Примечание: программные лимити активируются после выполнения процедуры **уход в референтную точку**.

- параметр **P14.32** – разрешение работы максимального программного лимита. Параметр **P14.32** приенимает две значения:
  - **P14.32** = 0 – максимальный программный лимит не активный;
  - **P14.32** = 1 – максимальный программный лимит активный.
- параметр **P14.33** – координата референтной точки **RP**. Вводится координату позиции в милиметрах по отношению к начале выбранной координатной системы, в которую установливается ось после выполнения процедуры **уход в референтную точку**;
- параметр **P14.34** – смещение координатной системы. Вводится координата позиции в милиметрах в момента достижения первого нулевого импульса энкодера при выполнении процедуры **ухода в референтную точку**, с чем определяется начало координатной системы оси **0**. С этим синхронизируется инкриментальную измерительную систему с координатной системой оси.

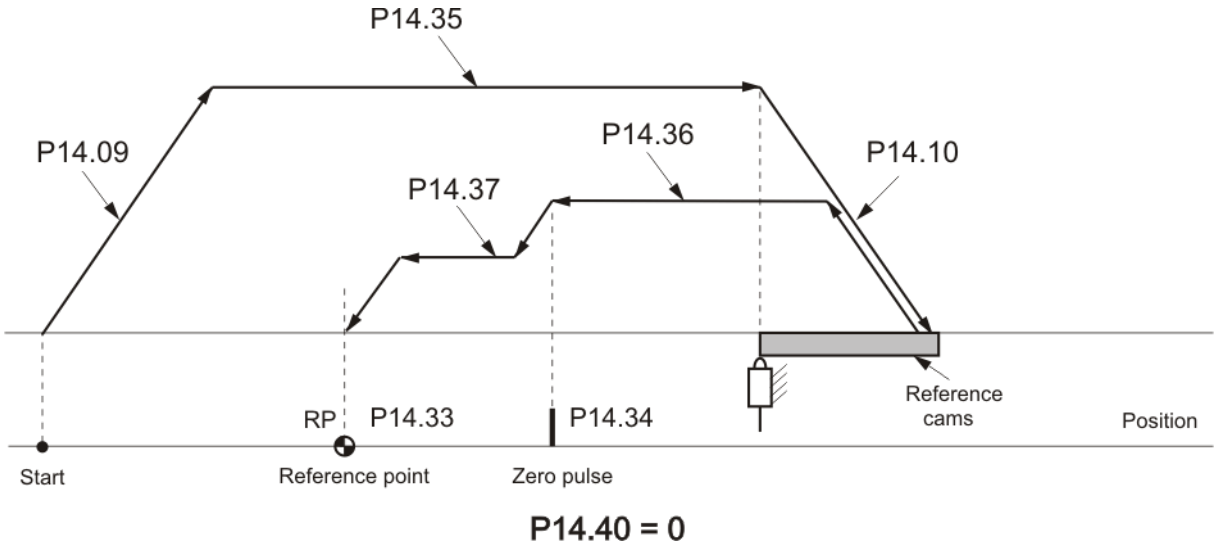
Примечание: для работы с еднополярной координатной системой рекомендуется в параметр **P14.34** вводит значение, соответствующее центру координатной системы вне рабочей зоны машины.

- параметр **P14.35** – скорость поиска репера. Вводится скорость перемещения при поиске репера;
- параметр **P14.36** – скорость поиска нулевого импульса. Вводится скоростта перемещения при поиске нулевого импульса;
- параметр **P14.37** – скорость установления в референтную точку **RP**. Вводится скорость перемещения при установлении в референтную точку **RP**, выбранную с параметром **P14.33**;
- параметр **P14.38** – направление поиска репера:
  - **P14.38** = 0 – положительное направление поиска;
  - **P14.38** = 1 – отрицательное направление поиска.
- параметр **P14.39** – направление поиска нулевого импульса:
  - **P14.39** = 0 – положительное направление;
  - **P14.39** = 1 – отрицательное направление.
- параметр **P14.40** – тип процедуры **ухода в референтную точку**:
  - **P14.40** = 0 – процедура с нулевым импульсом вне репера. При этой процедуре выполняется реверс на репере и выхода от него выполняется синхронизирование по первому нулевому импульсу энкодера и уход в референтную точку;

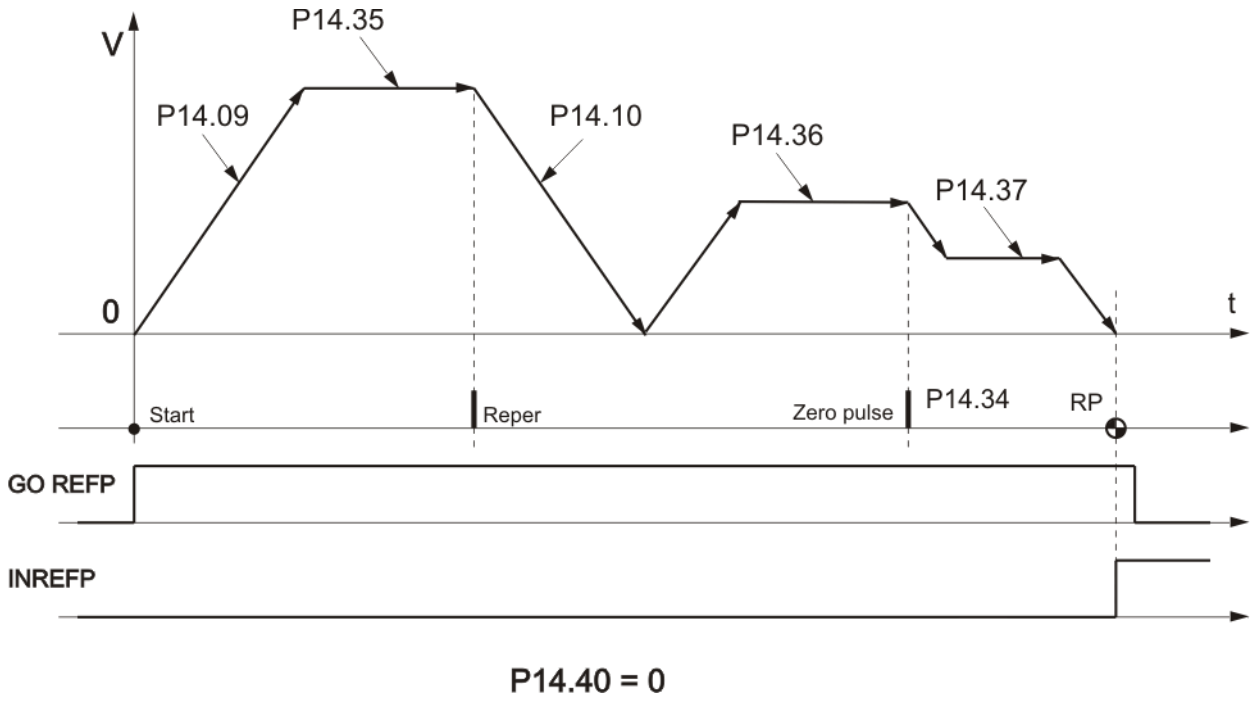
Примечания:

1. Процедура реферования показана на **рисунке 6-10** можно определить однозначно, если репер находится в конце диапазона перемещения. В этом случае существуют два состояния оси – перед и на репере и процедура **ухода в референтную точку** может начинать от каждой точки на оси;

2. Если репер не находится в конце диапазона перемещения существуют три выходные состояния оси – перед, на и зад репера. В этом случае следует поставить ось в подходящей позиции по отношению к реперу до процедуры **ухода в референтную точку**.



a

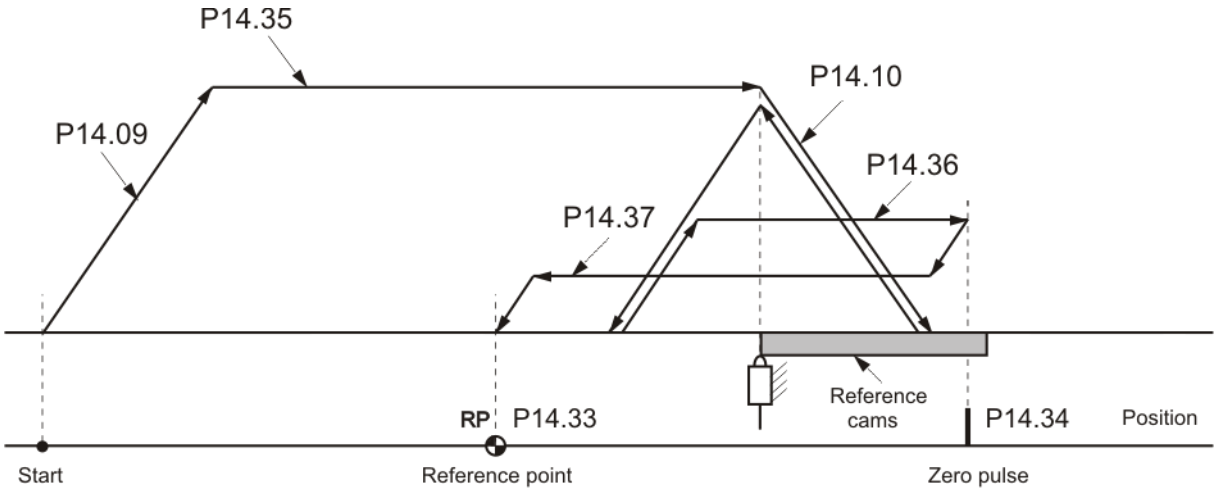


b

Рисунок 6-11 Ось с репером и уход в референтную точку от нулевого импульса вне репера

- **P14.40** = 1 – процедура с нулевым импульсом на репере. При этой процедуре выполняется реверс на репере и после выхода от него снова реверс и нулирование по первому нулевому импульсу энкодера в зоне репера и уход в референтную точку;

Примечания:
1. Нулевой импульс следует быть в зоне репера;
2. Если импульсы в зоне репера больше одного, нулирование выполняется по первому импульсу;
3. Выходная позиция может быть и в другом направлении.



P14.40 = 1

Рисунка 6-12 Ось с репером и уход в референтную точку от нулевого импульса на репере

- **P14.40** = 2 – работа без репера. При этой процедуры выполняется нулирование по нулевому импульсу линейки и уход в референтную точку;

Примечания:
1. Рекомендуется для линейных инкрементальных датчиков с едним нулевым импульсом;
2. Процедура ухода в референтную точку без репера не зависит от выбора параметра **P14.41**.

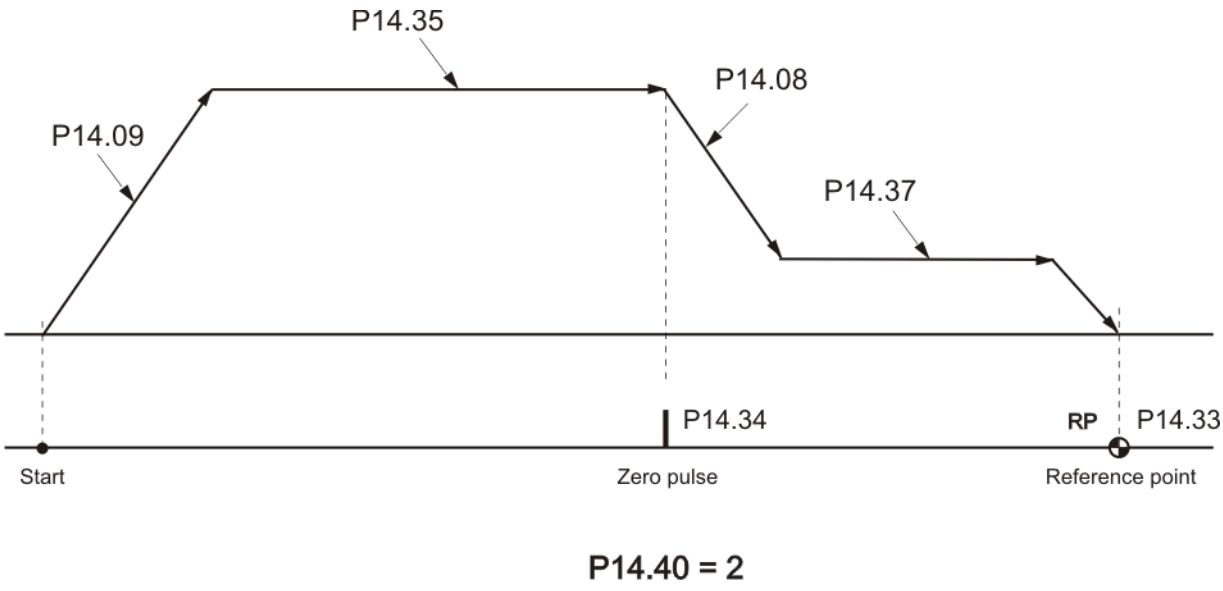


Рисунок 6-13 Линейная ось без репера с едним нулевым импульсом

– параметр **P14.41** – выбор репера при выполнении процедуры **уход в референтную точку**:
  - **P14.41** = 0 – от специального репера;
  - **P14.41** = 1 – от аппаратного лимита минус;
  - **P14.41** = 2 – от аппаратного лимита плюс.
– параметр **P14.42** – сохранение позиции референтной точки после выключения команды **ON**:
  - **P14.42** = 0 – позиция референтной точки не сохраняется и при повторном включении команды **ON** надо выполнит процедуру **уход в референтную точку**;
  - **P14.42** = 1 – позиция референтной точки и позиция оси сохраняются до выключения питания.
– параметр **P14.43** – выжидание процедуры **уход в референтную точку**. Параметр принимает две значения:
  - **P14.43** = 0 – команда **GO POS** выполняется без процедуры **ухода в референтную точку**;
  - **P14.43** = 1 – команда **GO POS** выполняется только после выполнения процедуры **ухода в референтную точку**.
– параметр **P14.44** – задание для скорости перемещения в ручном режиме. Выполняется при активиранной команде **JOG** и значение параметра **P14.12** = 0. Направление перемещения определяется с командами **SF** и **SR**. Если параметр **P14.12** = 1 скорость определяется от параметра **P02.14**. Направление движения по оси определяется от выбранного значения параметра **P14.16**;
  Внимание: скорость двигателя соответствующая параметру **P14.44**, должна не превышать максимальную скорость, указанную в параметре **P14.13**.
– параметр **P14.45** – скорость быстрого перемещения в режиме **JOG** при значении параметр **P14.12** = 0. Выполняется при активированных входах режим **JOG** и команда **RAPID VELOCITY**. Направление перемещения определяется с командами **SF** и **SR**. Если параметр **P14.12** = 1, скорость определяется параметром **P02.14**. Направление перемещения по оси определяется выбраным значением параметра **P14.16**;
  Внимание: скорость двигателя соответствующая параметру **P14.45**, не дольжна превышать максимальную скорость, указанную в параметре **P14.13**.

6.3.15 Группа 15 – параметры MODBUS

- **описание протокола MODBUS**

Для управления преобразувателей по последовательному интерфейсу применяется коммуникационный протокол MODBUS RTU.

MODBUS RTU протокол базированный на архитектуре ведущие - ведомые устройства /главное – подчиненное /, при которой только ведущее устройство /master/ может инициировать транзакции (передает запросы). Главное устройство может адресовать запрос индивидуально к любому подчиненому или адресовать общую предачу /глобальное адресование/ сообщения к всем подчиненным устройствам. Каждый запрос мастера требует ответ от подчиненого устройства. При глобально адресованных запросах ответ не формируется.

Кроме стандартного 16-разрядного формата регистров данных, поддерживается и 32-разрядное расширение.

Максимальное количество 16-битные регистры данны, которых можно читать или записывать при работе преобразователей это32 шт.

Размер буфера для данных ограничен 146 байтами.

Структура каждаого байта в протоколе MODBUS RTU следующая:

- 1 стартовый бит;
- 8 битов данных (первый передается младший значащий бит);
- 2 стоповых бита без бита паритета.

Синхронизация между устройствами на шине при работе с MODBUS RTU производится с помощью пауз между отдельными кадрами. Каждый кадр предшествуется паузой и заканчивается паузой в передаче, длительностью не менее времени для передачи 3.5 символа (14 битов). Устройства используют паузу в передачи для определения конца кадра и для начала его обработки. Если из-за ошибки во время передачи данного кадра появится пауза с длительностью больше 1,5 шестнатцатеричные символа (6 битов), принимающее устройство начинает обработку кадъра раньше. В этом случае регистрируется ошибка по CRC и кадр не принимается.

Появление нового кадра до окончания времени паузы тоже принимается ошибкой.

В преобразователях 4XXX предусмотрено паузу задавать параметром, при том заданная длительност равна или больше времени для передачи 3,5 шестнадесетеричных символов на выбранной скорость коммуникации.

Подчиненное устройство отвечает /начинает передачу ответа/ в пределе максимального времени для ответа подчиненного устройства. Максимальное время для ответа в коммуникации 10 mS после окончания паузы от предидущего кадра. Минимальное время для ответа всегда больше времени паузы. Если запрос мастера адресован глобално, мастер может отправить новый запрос только после окончания максимального времени для ответа подчиненного устройства.

Мастер следит для таймаута в сообщениях для определения ошибок в передаче. Если время для выжидания ответа от подчиненного устройства превысит максимальное время для ответа, мастер регистрирует таймаут в коммуникации.

В MODBUS RTU контрол для ошибок в сообщениях проводится проверкой каждого кадра в целом примененим контрольной суммы CRC.

Структура RTU кадра имеет следний формат:

Адрес подчиненного устройства	Код функции	Данные сообщения	Контрольная сумма	Пауза в передаче
8 bits	8 bits	n x 8 bits	CRC 16 bits	T pause

Рисунок 6-14 Структура RTU сообщения

Структура кадра:

Адрес подчиненного устройства

Первиий байт кадра определяет адрес подчинного устройства. Допустимы адресы подчиненных устройств от 1 до 247. В запросе мастера этот байт указывает адреса запрашиваемого подчиненного устройства, в ответе подчиненного устройства этот байт указывает адрес отговечающего подчиненного устройства.

Адрес 0 предназначен для глобальной адресации, т.е. для обращания к всем подчиненным устройствам в сети. Подчиненные устройства не отвечают этим общо адресованным запросам.

Тип функции

Поле функции содержит 8 битов. В MODBUS RTU диапазон кода функции от 1 до 255. В преобразователях серии 4XXX стандартно поддерживаются четыри функции для работы с регистрами, указанными в **таблице 6-13**. Код функции указан в десетичным формате. Функция определяет содержание и формат данных в сообщениях. Когда подчиненное устройство отвечает главному, оно исползует поле кода функции для указания на ошибку. В случае нормального ответа, подчиненное устройство повтаряет оригинальний код функции. Если есть ошибка возвращается код функции с установленным в 1 старшим 7 битом.

Бит 7 в коде функции исползуется в ответе подчиненного устройства для указания на изключительной ситуации.

Код	Описание функции
03 (0x03)	Чтение несколько 16-битных регистров
06 (0x03)	Запись одного регистра
16 (0x03)	Запись несколько 16-битных регистров
23 (0x03)	Чтение и запись несколько 16-битных регистров

Таблица 6-13 Коды функций **MODBUS**

Сообщения с указаными выше функции **FC03**, **FC06**, **FC16** и **FC23** относятся для регистров с адресами 4XXXX от регистрового пространства программируемых логических контроллеров /ПЛК/ MODBUS.

Регистры MODBUS

Спецификация протокола MODBUS определяет регистры как 16-битовые целые числа с знаком и данный параметр стандартно изображается в едном регистре MODBUS. Для поддержки 32-битных данных исползуются функции для многократного записа и чтения MODBUS, которые позволяют отправлят блоки из смежных 16-битных регистров.

Адресация регистров в регистровом пространстве MODBUS и на уровне протокола показаны в **таблице 6-14**. С X указан номер меню к которому принадлежит параметр, а с Y указан порядковый номер параметра в этом меню. Индексы „№ меню” и „№ параметра” определены в диапазоне от 1 до 99.

Параметр	Адрес регистра в преобразователе	Адрес регистра в контроллере MODBUS	Адрес регистра на уровне протокола
P X.Y	X*100+Y	40000+ X*100+Y	X*100+Y-1

Таблица 6-14 Адресация регистров **MODBUS**

MODBUS RTU использует правило для „обратного порядка” для передачи адресов и данных /с исключением CRC /. При передаче данни больше едного байта, первым передается старший значийщ байт.

Преобразователи 4XXX поддерживают как 16-битные, так и 32-битные регистры данных. Не поддерживаются 32- битные данные с плавающей запетаей. Мастер выбирает нужный тип доступа – 16- или 32-битный с помощью двух старших битов адресного регистра, которые указывают выбраный тип данны, как это показано на **рисунке 6-15.**

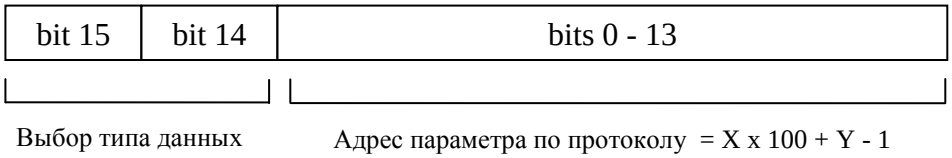


Рисунок 6-15 Структура адресного поля

Выбор типа данных проводится по 2-битному полю адресного регистра и указан в **таблице 6-15**:

Поле биты 14-15	Выбранный тип данных	Примечания
00	INT16	Поддерживается
01	INT32	Поддерживается
10	Float32	Не поддерживается
11	-	Забронированный

Таблица 6-15 Выбор типа данных

Если выбран 32-битный тип данных, ведомое устройство использует два смежних 16-битных регистра MODBUS (СЗБ первый).

Контрольная сумма CRC

В MODBUS RTU для проверки каждого сообщения для ошибки применяется контрольная сумма CRC16 - MODBUS.

CRC вычисляется от всех байтов сообщения, не учитывая стартовых и стоповых битов.

Сообщения для ошибок

В коммуникации главного устройства с подчиненными устройствами могут возникнуть следующие ситуации:

- если подчиненное устройство приняло запрос без ошибок в коммуникации и разпознает нормально запрос, оно возвращает нормальный ответ;
- если подчиненное устройство не приняло запрос, ответ не возвращается. Главное устройство ожидает ответ на запрос в продолжении определенного таймаута;
- если подчиненное устройство приняло запрос, но найдена ошибка в коммуникации (ошибка в контрольной сумме), то ответа не возвращается. Главное устройство ожидает ответа на запрос в продолжении определенного таймаута;
- если подчиненное устройство приняло запрос без ошибок в коммуникации, но не может выполнить указанной функции (например чтение несуществующих регистор). Подчиненное устройство возвращает сообщение для ошибки и причину для нее.

Формат сообщения для ошибки

Сообщение для ошибки подчиненнего устройства имеет следующий формат:

Байт	Значение	Описание
0		Адрес подчиненного устройства
1		Исходный код функции с установленным битом 7
2		Код на грешка
3		МЗБ контрольной суммы CRC
4		СЗБ контрольной суммы CRC

Таблица 6-16 Сообщение подчиненного устройства для ошибки

Коды ошибок

Поддерживаются следующие коды для ошибок:

Код	Наименование	Описание
01	ILLEGAL FUNCTION	Код функции не поддерживается
02	ILLEGAL DATA ADDRESS	Адрес регистра, указанного в запросе недоступен данному подчиненному устройству. Запрос для чтения содержит слышком большое количества регистров.
03	ILLEGAL DATA VALUE	Значение в поле данных в запросе имеет недопустимое значение для ведомого устройства.

Таблица 6-17 Коды ошибок

Описание функции MODBUS RTU

Функция FC03 (0x03) Многократное чтение /*Read Holding Registers*/

Чтение текущего значения неперерывного массива регистров в подчиненном устройстве. Максимальное число 16-битных регистров, которых можно прочитатз 32. Если этот предел превысится или адресуется несоществующий параметр, то ведомое устройство ввозвращает код ошибки 02.

Режим общей адресации для функцие **FC03** не допускается.

Сообщение для запроса специфицирует начальний регистр и число регистров для чтения. В **таблице 6-18** показана структура сообщения главного устройства для чтения данных от 16-битных регистров параметров **P05.08** - **P05.10** от подчиненного устройства 17. Регистры параметров определены в ПЛК с адресами 40508-40510.

Байт	Значение	Описание
0	11	Адрес ведомого устройства
1	03	Код функции 0x03
2	01	СЗБ адреса начального регистр 40508
3	FB	МЗБ адреса начального регистр 40508
4	00	СЗБ числа 16-битных регистров
5	03	МЗБ числа 16-битных регистров
6	77	МЗБ контрольной суммы CRC
7	56	СЗБ контрольной суммы CRC

Таблица 6-18 Функция **FC03** - запрос главного устройства

Данные от 16-битных регистров передаются в ответе подчиненного устройства как два байта регистра. За каждого регистра первый байт содержит старшие биты, а второй байт содержит младшие биты. В ответе ведомого устройства указаны значения параметров по умолчанию.

Байт	Значение	Описание
0	11	Адрес отвечаещего подчиненного устройства
1	03	Код функции 0x03
2	06	Длина чтенного блока данных от регистров в байтах
3	02	СЗБ данных от регистра 40508
4	58	МЗБ данных от регистра 40508
5	00	СЗБ данных от регистра 40509
6	48	МЗБ данных от регистра 40509
7	00	СЗБ данных от регистра 40510
8	E1	МЗБ данных от регистра 40510
9	8C	МЗБ контрольной суммы CRC
10	C4	СЗБ контрольной суммы CRC

Таблица 6-19 Функция **FC03** - ответ подчиненного устройства

Функция FC06 (0x06) Запись одного регистра /*Preset Single Register*/

Записывает значение в один 16-битный регистр. Адрес регистра может соответствовать 32-битному параметру, но могут отправляться только 16 битов данных.

Максимальное количество 16-битных регистров, которые можно записать в подчиненое устройство 32. Если этот предел превышен или адресуется несоществующий параметр, подчиненное устройство возвращает код ошибки 02.

Если в запросе указана глобальная адресация, все подчиненные устройства подключены на последовательной шине запишут указанное значение в указанном регистре.

Ниже показан пример для записа в параметр **P16.33** шестьнадесетбитного регистра 0000 0100 0000 0101 /0x0405/ в подчиненное устройство с номером 17. Это соответствует включению коммуникационных цифровых входов **INC1**, **INC3** и **INC11**. Параметре **P13.33** в ПЛК соответствует регистър с адресом 41633.

Байт	Значение	Описание
0	11	Адрес подчиненного устройства от 1 до 247
1	06	Код функции 0x06
2	06	СЗБ адреса регистра 41633
3	60	МЗБ адреса регистра 41633
4	04	СЗБ адреса регистра 41633
5	05	МЗБ адреса регистра 41633
6	49	МЗБ контрольной суммы CRC
7	0F	СЗБ контрольной суммы CRC

Таблица 6-20 Функция **FC06** - запрос главного устройство

В случае успешного выполнения функции, ответ подчиненного устройства идентичны запросу.

Байт	Значение	Описание
0	11	Адрес подчиненного устройства
1	06	Код функции 0x06

2	06	СЗБ адреса регистра 41633
3	60	МЗБ адреса регистра 41633
4	04	СЗБ адреса регистра 41633
5	05	МЗБ адреса регистра 41633
6	49	МЗБ контрольной суммы CRC
7	0F	СЗБ контрольной суммы CRC

Таблица 6-21 Функция **FC06** - ответ ведомого устройства

В случае опыта для записи в недоступный параметр или значение вне диапазона подчиненного устройства возвращается код ошибки 03.

Функция FC16 (0x10) Многократная запись /*Preset Multiple Regs*/

Запись неперерывного массива регистроов. Максимальное количество 16-битных регистров, которое можно записать в подчиненное устройство 32 шт.. Если этот предел превышен или адресуется несуществуващий параметр, подчиненное устройство возвращает код ошибки 02.

При глобальном адресации функция установливает подобные регистры во всех подчиненных устойствах.

Ниже указан пример для записи в параметр **P16.01** подчиненного устройства с номером 17 значения 15_{10} /0x000F/ и в параметр **P16.02** значения 0. С выполнением этого записа коммуникационным входу **INC1** присваивается функция 15 /режим **JOG**/ при активном логическом ниве 1.

Байт	Значение	Описание
0	11	Адрес подчиненного устройства от 1 до 247. При 0 выполняется глобалная адресация.
1	10	Код функции FC16
2	06	СЗБ адреса начального регистра
3	40	МЗБ адреса начального регистра
4	00	СЗБ числа 16-битных регистров
5	02	МЗБ числа 16-битных регистров
6	04	Число байтов в поле данных
7	00	СЗБ регистра 41601
8	0F	МЗБ регистра 41601
9	00	СЗБ регистра 41602
10	01	МЗБ регистра 41602
11	A3	МЗБ контрольной суммы CRC
12	11	СЗБ контрольной суммы CRC

Таблица 6-22 Функция **FC16** - запрос главного устройства

Подчиненное устройство обработывает блок для записа в порядке получения данных. Нормальное сообщение для ответа возвращает адрес подчиненного устройства, функция, адрес начального регистра и число записанных регистров, как это показано в **таблице 6-23**.

Байт	Значение	Описание
0	11	Адрес отвечающего подчиненного устройства
1	10	Код функции **FC16**
2	06	СЗБ адреса начального регистра
3	40	МЗБ адреса начального регистра

4	00	СЗБ числа записанных 16-битных регистров
5	02	МЗБ числа записанных 16-битных регистров
6	42	МЗБ контрольной суммы CRC
7	04	СЗБ контрольной суммы CRC

Таблица 6-23 Функция **FC16** - ответ подчиненного устройства

Если возникнет ошибка при записе из-за значения вне диапазона, то запись блока прекращается. Подчиненное устройство не сообщает для ошибки, а наличие ошибки сообщается мастеру с числом успешно записанных регистров, указанных в ответе к мастеру.

Функция FC23 (0x17) Многократные чтение/запись (Read / Write 4X Registers)

Выполняются операции запись и чтение для одной MODBUS транзакции. Функция может записать новое содержание регистров 4XXXX и возвращает содержание другой группы регистров 4XXXX.

Максимальное количество 16-битных регистров, которых можно записать в подчиненное устройство 32 шт. Если этот предел будет превышен или адресуется несоществующий параметр, подчиненное устройство возвращает код ошибки 02.

Запрос к мастеру специфицирует начальный адрес и число регистров из группы для чтения. Также специфицирует начальный адрес, число регистров и данных для записи в группа регистров. Счетчик байтов содержит число байтов, передаваемых в поле данных.

В примере ниже показано выполнение функции **FC23** подчиненным устройством 17. Выполняется чтение данных от 16-битных регистров параметров **P05.08** - **P05.10** и запись в параметры **P16.01** и **P16.02** значений 15_{10} /0x000F/ и 0 соответно. С выполнением этой записи коммуникационному входу **INC1** присваивается функция **15** /режим **JOG**/ при активном логическом уровне 1.

Байт	Значение	Описание
0	11	Адрес подчиненного устройства от 1 до 247
1	17	Код функции **FC23**
2	01	СЗБ адреса начального регистра для чтения
3	FB	МЗБ адреса начального регистра для чтения
4	00	СЗБ числа 16-битных регистров для чтения
5	03	МЗБ числа 16-битных регистров для чтения
6	06	СЗБ адреса начального регистра для записи
7	40	МЗБ адреса начального регистра для записи
8	00	СЗБ числа 16-битных регистров для записи
9	02	МЗБ числа 16-битных регистров для записи
10	04	Длина записываемых данных в байтах
11	00	СЗБ данных регистра 41601
12	0F	МЗБ данных регистра 41601
13	00	СЗБ данных регистра 41602
14	01	МЗБ данных регистра 41602
15	FC	МЗБ контрольной суммы CRC
16	81	СЗБ контрольной суммы CRC

Таблица 6-24 Функция **FC23** - запрос главного устройства

Нормальное сообщение для ответа возвращает кадр, описан ниже в **таблице 6-25**.

Байт	Значение	Описание
0	11	Адрес отговечающего подчиненного устройства
1	17	Код функции FC23
2	06	Длина блока для чтения регистровых данных в байтах
3	02	СЗБ данных регистра 40508
4	58	МЗБ данных регистра 40508
5	00	СЗБ данных регистра 40509
6	48	МЗБ данных регистра 40509
7	00	СЗБ данных регистра 40510
8	E1	МЗБ данных регистра 40510
9	8C	МЗБ контрольной суммы CRC
10	3B	СЗБ контрольной суммы CRC

Таблица 6-25 Функция **FC23** - ответ подчиненного устройства

Если возникнет ошибка при записи из-за значения вне диапазона или недоступного параметра, запись блока прекращается и подчиненное устройство возвращает код ошибки 03.

Операции с 32 – битными регистрами

Операции с 32 – битными регистрами расмотрены в примере с применением функция **FC03** для чтения регистров.

В примере ниже с помощью функции **FC03** с подчиненного устройства 8 читаются 32 - битные регистры параметров от **P13.04** до **P13.07**.

Адрес регистров первого параметра **P13.04** в адресном пространстве ПЛК MODBUS 41304. При передаче bit 14 адресного регистра устанавливается в 1 для указания работы с 32 – битными параметрами.

Байт	Значение	Описание
0	08	Адрес запрашиваемого подчиненного устройства
1	03	Функция FC03 – многократное чтение
2	45	Адрес начального регистра P13.04 (16384 + 1304 – 1) = 17687 = 0x 4517
3	17	
4	00	Число 16-битных регистров для чтения P13.04 до P13.07: 4 x 32- битные регистры = 8x16-битные регистры
5	08	
6	E1	МЗБ контрольной суммы CRC
7	9D	СЗБ контрольной суммы CRC

Таблица 6-26 Функция FC03 - запрос мастера для 32-битного чтения

Байт	Значение	Описание
0	08	Адрес запрашиваемого подчиненного устройства
1	03	Функция FC03 – многократное чтение
2	10	Длина данных (байты) = 4x32-битные регистра = 16 байтов
3	00	СЗБ старшего 16-битного регистра P13.04

4	00	МЗБ старшего 16-битного регистра P13.04
5	EA	СЗБ младшего 16-битного регистра P13.04
6	60	МЗБ младшего 16-битного регистра P13.04
7	00	СЗБ старшего 16-битного регистра P13.05
8	01	МЗБ старшего 16-битного регистра P13.05
9	38	СЗБ младшего 16-битного регистра P13.05
10	80	МЗБ младшего 16-битного регистра на P13.05
11	00	СЗБ старшего 16-битного регистра P13.06
12	01	МЗБ старшего 16-битного регистра P13.06
13	86	СЗБ младшего 16-битного регистра P13.06
14	AD	МЗБ младшего 16-битного регистра P13.06
15	00	СЗБ старшего 16-битного регистра P13.07
16	01	МЗБ старшего 16-битного регистра P13.07
17	D4	СЗБ младшего 16-битного регистра P13.07
18	C0	МЗБ младшего 16-битного регистра P13.07
19	19	МЗБ контрольной суммы CRC
20	4F	СЗБ контрольной суммы CRC

Таблица 6-27 Функция **FC03** - ответ подчиненного устройства при 32-битном чтении

Чтение, когда фактический тип параметра отличается от выбранного

Подчиненное устройство отправляет младшее значащее слово 32-битного параметра, если этот параметр читается при 16-битном доступе.

Подчиненное устройство разширяет младшее значащее слово 16-битного параметра до знака, если он читается как 32-битный параметр.

При 32-битном доступе, число 16-битных регистров должен быть четным.

Например, если **P01.28** является 32-битным параметром со значением 0x12345678, **P01.29** 16-битный параметр с знаком и со значением 0xABCD, а **P01.30** 16-битный параметр со знаком и со значением 0x0123 то возможны следующие варианты ответа подчиненного устройства:

Чтение параметра	Адрес первого регистра	Число 16-битных регистров в запросе	Ответ	Примечания
P01.28	127	1	0x5678	Стандартный 16-битный доступ до 32-битного регистра возвращает младшее 16-битное слово с обрезанными данными
P01.28	16511	2	0x12345678	Полний 32-битный доступп
P01.28	16511	1	Грешка 02	При 32-битном доступе число 16-битных регистров должно быть четным
P01.29	128	1	0xABCD	Стандартный 16-битный доступ до 32-битного регистра возвращает младшие 16 битов регистра
P01.29	16512	2	0xFFFFABCD	32-битный доступ до 16-битного регистра возвращает 32-битное слово данных с разширенным знаком
P01.30	16513	2	0x00000123	32-битный доступ до 16-битного

				регистра возвращает 32-битное слово данных с разширенным знаком
P01.28 - P01.29	127	2	0x5678, 0xABCD	Стандартный 16-битный доступ до 32-битного регистра возвращает младшее 16 битное слово с отрезанными данными
P01.28 - P01.29	16511	4	0x12345678, 0xFFFFABCD	Полный 32-битный доступ

Таблица 6-28 Чтение при разных форматах данных

Запись при которой фактический тип параметра отличается от выбранного

Подчиненное устройство разрешает записать 32-битное значение в 16-битный параметр, если это значение находится внутри допустимого диапазона 16-битного параметра.

Подчиненное устройство разрешает записать 16-битное значение в 32-битный параметр. Подчиненное устройство разширяет записываемое значение с учетом знака, а возможный диапазон этого типа записа ±32767.

Например, если **P01.28** имеет диапазон ±100000 и **P01.29** имеет диапазон ±10000.

Запись	Адрес первовго регистра	Число 16 bit регистров запросе	Данные	Примечания
P01.28	127	1	0x1234	Стандартная 16-битная запись в 32-битный регистр. Записанное значение = 0x00001234
P01.28	127	1	0xABCD	Стандартная 16-битная запись в 32-битны регистр. Записанное значение = 0xFFFFABCD
P01.28	16511	2	0x00001234	Стандартная 32-битная запись в 32-битный регистр. Записаное значение = 0x00001234
P01.29	128	1	0x0123	Стандартная 16-битная запись в 16-битный регистр. Записаное значение = 0x0123
P01.29	16512	2	0x00000123	Стандартная 32-битная запись в 16-битный регистр. Записаное значение = 0x0123

Таблица 6-29 Запись при разных форматах данных

♦ **параметры MODBUS**

– параметр **P15.01** – скорость коммуникации **/Baud rate/** последовательного интерфейса:

- **P15.01** = 0 – 115200 bps;
- **P15.01** = 1 – 57600 bps;
- **P15.01** = 2 – 38400 bps;
- **P15.01** = 3 – 19200 bps;
- **P15.01** = 4 – 14400 bps;
- **P15.01** = 5 – 9600 bps.

– параметр **P15.02** – Modbus адрес для идентификации подчиненного устройства. Допустимы адресы от 1 до 247. На данной последователной шине не допускается наличие двух устройствах с идентичными адресами. Адрес **0** предназначен для глобалной адресации;
– параметр **P15.03** – длительность паузы между кадрами в **MODBUS RTU** протоколе. Параметр **P15.03** принимает значения от 0.01 до 10.00 ms. Большие значения параметра **P15.03** относятся для небольших скоростей коммуникации. Согласно спецификации протокола **MODBUS RTU** рекомендуется пауза между кадрами иметь длительность 3.5 x Tc, где Tc - время для передачи одного шестнайсетиричного символа или 4 бита. Для паузы определяется общая длительность 14 битов. С параметром **P15.03** настрайвается самое близкое значение паузы.

Пример:
Если выбрана скорость коммуникации 19200 bps рекомендуется длительность паузы 0.73 ms. Вводится в параметр **P15.03** = 0.73.

– параметр **P15.04** – запись данных в энергонезависимая память. Параметр **P15.04** принимает две значения:
- **P15.04** = 0 – при выполнении функциий для записа **FC06**, **FC16** и **FC23** данные не записываются в энергонезависимая память. Этот режим рекомендуется при работы с протоколом MODBUS RTU;
- **P15.04** = 1 – при выполнении функциий для записа **FC06**, **FC16** и **FC23** данные записываются в энергонезависимая память. Следует имет в виду, что в этом случае, из-за многократных записей в энергонезависимая память, можно нарушить ее работоспособность.

6.3.16 Группа 16 – параметры коммуникационны входов

– параметр **P16.01** – тип входа **INC1** по коммуникацияю. Коммуникационный вход можно запрограммировать выполнят все функции указанные в **таблице 6-6**, вводя в параметр **P16.01** номер соответствующую функцию от 0 до 44. Функции по умолчанию коммуникационных входов указаны в **таблице 6-30**. По умолчанию цифровый вход **INC1** запрограммирован выпълнят функцию **ON** с номером 1. Подробно функции цифровых входов описаны в **п.6.4.9**;

Вход	Функция по умолчанию		Вход	Функция по умолчанию	
INC1	ON	1	INC9	DISABLED	0
INC2	RE	2	INC10	DISABLED	0
INC3	ORCM	3	INC11	DISABLED	0
INC4	SF	9	INC12	DISABLED	0
INC5	SR	10	INC13	DISABLED	0
INC6	TLL	11	INC14	DISABLED	0
INC7	Nmax1	13	INC15	DISABLED	0
INC8	Nmax2	14	INC16	DISABLED	0

Таблица 6-30 Коммуникационны входы - функции по умолчанию

– параметр **P16.02** – инвертирование логического уровня входа **INC1**. Параметр **P16.02** принимает две значения:
- **P16.02 =** 0 – активный логический уровень входа **INC1** сохраняется. Активный логический уровень бита 1, соответствующего входу **INC1**, высокий /**1**/;

- **P16.02 =** 1 – активный логический уровень входа **INC1** инвертируется. Активный логический уровень бита 1, соответствующего входу **INC1**, низкий /**0**/;

– параметры от **P16.03** до **P16.32** – запрограммирование типа и активного логического уровня входов по комуникацию от **INC2** до **INC16**;

– параметр **P16.33** – регистр коммуникационных цифровых входов. Состояние цифровы входов записывается в 16-битовый регистр с форматом 0000000000000000, где самый-старший разряд находится вправо. Запись в регистр коммуникационных цифровых входов выполняется только по **MODBUS**;

6.3.17 Група 17 – параметры комуникационных выходов

– параметр **P17.01** – тип коммуникационного выхода **OUTC1**. Коммуникационный выход можно запрограммироват выпълнять каждую из фукций указанных в **таблице 6-8**, вводя в параметр **P17.01** номер фукции. Функции по умолчанию коммуникационных выходов указаны в **таблице 6-31**. По умолчанию коммуникационный выход **OUTC1** запрограммирован выполнят функцию **ограничение момента TLL** с номером 1. Подробнее функции цифровы выходов описаны в **п.6.4.10**;

Выход	Функция по умолчанию		Выход	Функция по умолчанию	
OUTC1	TL	1	OUTC9	DISABLED	0
OUTC2	ZS	2	OUTC10	DISABLED	0
OUTC3	SA	3	OUTC11	DISABLED	0
OUTC4	RD	4	OUTC12	DISABLED	0
OUTC5	INPOS	5	OUTC13	DISABLED	0
OUTC6	DISABLED	0	OUTC14	DISABLED	0
OUTC7	DISABLED	0	OUTC15	DISABLED	0
OUTC8	DISABLED	0	OUTC16	DISABLED	0

Таблица 6-31 Коммуникационны выходы - функции по умолчанию

– параметр **P17.02** – инвертирование логического уровня коммуникационного выхода **OUTC1**. Параметр **P17.02** принимает две значения:

- **P17.02 =** 0 – активный логический уровень выхода **OUTC1** сохраняется. Активный логический уровень бита 1, соответствующего выходу **OUTC1**, высокий /**1**/;
- **P17.02 =** 1 – активный логический уровень выхода **OUTC1** инвертируется. Активный логический уровень бита 1, соответствующего выходу **OUTC1**, низкий /**0**/.

– параметры от **P17.03** до **P17.32** – запрограммирование типа и активного логического уровня выходов по комуникацию от от **OUTC2** до **OUTC16**;

– параметър **P17.33** – регистр состояния коммуникационных цифровых выходов. Состояние коммуникационны цифровы выходов записано в 16-битовом регистре с форматом 0000000000000000, где номер выхода соответствует номеру разряда.

6.3.18 Група 18 – параметры позиционирования в фиксированных позиций

– параметр **P18.01** – тип позиционирования:

- **P18.01 =** 0 – абсолютное позиционирование;
- **P18.01 =** 1 – относительное позиционирование.

– параметр **P18.02** – первая фиксированая позиция **POS1**. Фиксированные позиции выбираются параллельным кодом из цифровых входов со запрограммированными функциями **FIN49**, **FIN50** и **FIN51**. Перемещение выполняется после команды **FIN52** – **GO POS** в режиме позиционирования **POS MODE**;

– параметр **P18.03** – скорость перемещения для выполнения первой фиксированой позиции **POS1**;
– параметры **P18.04-P18.17** – фиксированные позиции **POS2 - POS8** и скорости перемещения.

6.3.19 Группа 19 – параметры режима компенсации люфта

Параметры этой группы доступны только если модуль **MOD_ENC_01** встроен. Параметры определют работу преобразователя с компенсацией люфта механики и с вторым энкодером.

– параметр **P19.01** – режим компенсации люфта. Функциональная схема алгоритма компенсации люфта показана на **рисунке 6-16**. В режиме компенсации люфта энкодер 2 монтирован на вал двигателя, а энкодер 1 на выходной вал коробки передачи;

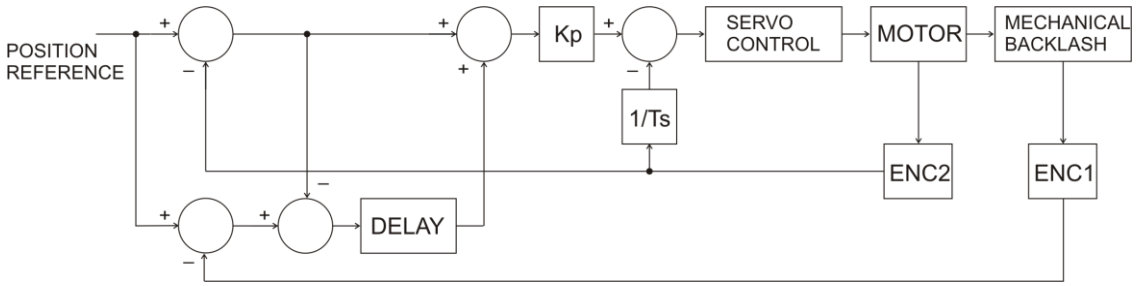


Рисунок 6-16 Функциональная схема алгоритма для компенсации люфта.

Параметр **P19.01** принимает две значения:
- **P19.01** = 0 – компенсация люфта исключена;
- **P18.21** = 1 – компенсация люфта включена.

– параметр **P19.02** – обьем буфера схемы компенсации люфта;
– параметр **P19.03** – коэффициент Kp компенсации люфта;
– параметр **P19.04** – текущее значение действительной позиции в импульсах энкодера 2;
– параметр **P19.05** – изменение знака обратной связи по скорости с энкодером 2;
– параметр **P19.06** – разрешающая способность энкодера 2 в импульсах для одного оборота;
– параметр **P19.07** – изменение знака обратной связи по позиции с энкодером 2.

6.4 Ошибки в аварийном режиме

Появление сообщения **Error NXX** на дисплее терминала означает ошибка. Сообщение о ошибке получается при ее регистрировании, независимо от того в каком режиме находится преобразователь. Регистрированные сообщения для ошибок сохраняются в параметрах группы **P12** в последовательности их возникновения. При нажатии клавиши **ESC**, восстанавливается состояние, предшествующее появлении ошибки. Список сообщений для ошибок указан в **таблице 6-32**, а в **таблице 6-33** указано состояние индикаций при возникновении аварийного режима.

Ошибка №	Текст	Описание ошибок
Error N01	**S**oft **P**hase **F**ault	Обрыв или несфазированные силовые и синхроннизирующие напряжения. Плохое зануление преобразователя.
Error N02	**H**ard **P**hase **F**ault	Прерывание силового питания или напряжения отдельной фазы.
Error N03	**FR**equency **F**ault	Частота сети питания вне допустимого диапазона или отсуствие синхронизации.
Error N04	**O**ver**L**oad **F**ault	Перегрузка двигателя.
Error N05	**O**ver**H**eat **F**ault	Перегрев силового блока преобразователя при **P03.09** = 1**.**
Error N07	**S**oft **O**ver**C**urrent	Превышение заданного параметром **P03.11** предельного тока **Idrv$_{LIM}$** силового блока преобразователя..

Error N08	**H**ard **O**ver**C**urrent	Превышение максимального предельного тока **Idrv$_{MLIM}$** силового блока преобразователя.
Error N10	**S**oft **TG** Fault	Неправильное подключение, короткое замыкание или обрыв цепи тахогенератора.Неправильно выбранный параметр **P02.16.**
Error N11	**EN**coder **F**ault	Неправильное подключение, короткое замыкание или обрыв цепи энкодера.
Error N12	**P**os **S**peed**B**ack	Положительная обратная связь по скорости.
Error N13	**S**oft **O**ver **F**ield	Ток возбуждения выше максимального допустимого значения
Error N14	**H**ard **F**ield **L**oss	Отсуствует ток возбуждения
Error N15	**S**oft **F**ield **L**oss	Ток возбуждения ниже минимального допустимого значения
Error N16	**S**oft **O**ver**S**peed	Превишение предельной скорости **N$_{LIM}$** заданной **P03.10.**
Error N17	**H**ard **O**ver**S**peed	Превишение максимальной предельной скорости **N$_{MLIM}$**
Error N18	**O**ver**V**oltage **M**ot	Превишение максималного допустимого напряжения якоря
Error N19	**ADC** fault	Повреждение в аналогово-цифровом преобразователе.
Error N20	**EE**prom **F**ault	Ошибка в работе энергонезависимой памяти.
Error N29	**C**omm **M**st **F**ault	Ошибка в коммуникации главного устройства
Error N30	**P**osition **EX**cess	Переполнение позиции
Error N31	**PO**sition **E**rror	Ошибка при позиционировании
Error N32	**O**ver**T**rack **E**rror	Ошибка следовании.
Error N35	**F**ield **W**ait **F**ault	Ошибка установливании тока возбуждения
Error N38	**RA F**ault	Ошибка в автоматическом определении сопротивления цепи якоря **Ra**.
Error N41	**MAch F**ault	Несоответствие между программным обеспечением и программируемой матрицой

Таблица 6-32 Перечень ошибок

Замечание – буквы шрифтом болд отвечают обозначениям защит, указанных в **п.6.4.3**.

Индикация	**Защита**	**Описание аварийного режима**
Постоянно светящиеся светодиоды		
PF	**SPF**	Обрыв или несфазированные силовые и синхроннизирующие напряжения. Плохое зануление преобразователя
OL	**OLF**	Перегрузка двигателя
OS	**SOS**	Превишение предельной скорости **N$_{LIM}$** заданной **P03.14**
OC	**SOC**	Превышение заданного параметром **P03.11** предельного тока **Idrv$_{LIM}$** силового блока преобразователя
TG	**STG**	Неправильное подключение, короткое замыкание или обрыв цепи тахогенератора.Неправильно выбранный параметр **P02.16**
TG	**CMF**	Переполнение позиции
FL	**SOF**	Ток возбуждения выше максимального допустимого значения
FL,TG,OC, OS,OL,PF	**ADC**	Повреждение в аналогово-цифровом преобразователе
Мигающие светодиоды с периодом 1 секунд		
PF	**HPF**	Прерывание силового питания или напряжения отдельной фазы
OL	**OHF**	Перегрев силового блока преобразователя при **P03.09** = 1
OS	**HOS**	Превишение максимальной предельной скорости **N$_{MLIM}$**
OC	**HOC**	Превышение максимального предельного тока **Idrv$_{MLIM}$** силового блока преобразователя
TG	**ENF**	Неправильное подключение, короткое замыкание или обрыв цепи энкодера
TG	**POE**	Ошибка при позиционировании
FL	**HFL**	Отсуствует ток возбуждения
FL,TG,OC,OS,OL,PF	**EEF**	Ошибка в работе энергонезависимой памяти
Мигающие светодиоды с периодом 0.3 секунд		
PF	**FRF**	Частота сети питания вне допустимого диапазона или отсуствие синхронизации
TG	**PSB**	Положительная обратная связь по скорости
TG	**OTE**	Ошибка в следовании
FL	**SFL**	Ток возбуждения ниже минимального допустимого значения

FL	**FWF**	Ошибка установливании тока возбуждения
OC	**CMF**	Ошибка в коммуникации главного устройства
OS	**OVM**	Превишение максималного допустимого напряжения якоря
OS	**RAF**	Ошибка в автоматическом определении сопротивления **Ra**.
FL,TG,OC,OS,OL,PF	**MAF**	Несоответствие между программным обеспечением и программируемой матрицой

Таблица 6-33 Состояние светодиодной индикации преобразователя при возникновении аварийного режима

7. Монтаж и подключение преобразователя

7.1 Общие технические требования к монтажу

Преобразователи и принадлежащие к комплекту электропривода коммутационные и защитные элементы монтируются в шкаф. При подключении необходимо соблюдать следующие правила:

- преобразователь монтируется в вертикальном положении. Его крепление должно осуществляться только при помощи предвиденных для этой цели отверстий, находящихся в нижней и верхней части корпуса;
- над и под преобразователя необходимо предусмотреть свободное пространство не менее 100 мм, которое должно обеспечить вертикальную циркуляцию воздуха через радиатор силового блока;
- использовать наиболее короткие проводы;
- сигнальных проводов нельзя монтировать вблизи силовых;
- соединение аналоговых сигналов осуществлять при помощи экранированного кабеля, а его экран соединяется только в одном конце. Нельзя использовать экрана как токоведущий провод. Экран надо соединить к X2.9, X2.10 и X2.11;
- соблюдать типы защитных элементов, указанных в **таблице 7-1**;
- электрические связи при подключении преобразователей выполнять в соответствии со электрическими схемами в п. 7.2 и 7.3;
- минимальные сечения соединительных проводов при подключении преобразователей указаны в **таблице 7-1**.

	4003	**4004/4005**	**4006/4007**	**4009/4011**	**4013/4016**	**4020**
TC1	4 mm^2	6 mm^2	10 mm^2	16 mm^2	25 mm^2	35 mm^2
TC2	4 mm^2	4 mm^2	6 mm^2	10 mm^2	16mm^2	25 mm^2
TC3	4 mm^2	6 mm^2	10 mm^2	16 mm^2	16 mm^2	16 mm^2
TC4	4 mm^2	4 mm^2	6 mm^2	10 mm^2	10 mm^2	10 mm^2
TC5	2.5 mm2					
TC6	3x1.00 mm2					
TC7	Экран + 3x3 + 2x0.35 mm2					
TC8	Экран + 2x0.35 mm2					
TC9	1.0 mm2					
QF1 (авт. выкл.) Shneider Elektric, Кат №	C60ND 24602-16A / 24604-25A	C60ND 24620-32A / 24621-40A	C60ND 24623-50A / 24624-63A	C120ND 18387-80A / 18388-100A	Compact NB 31604-125A/ 31603-150A	Compact NB 31602-175A
Дроссель	PK0525	PK0548	PK02612	PK02715	PK021632	PK022550
Предохранители **FUS** и **FUT**	10 / 16 / 25 A					
Предохранители **FU**, **FV** и **FW**	0.315A					

Таблица 7-1 Минимальные сечения соединительных проводов, типы и значения защитных элементов

Замечания:

1. Разрешается использование аппаратов других производителей с такими же характеристиками;
2. Разрешается использование других дросселей с индуктивностью, не меньше 0.2 mH и обеспечивающие номинальный и максимальный ток двигателя.

7.2 Соединение силовых цепей преобразователя

Соединение силовой части преобразователя зависит от его типа и от схемы питания обмотки возбуждения двигателя.

7.2.1 Подключение возбуждения с трансформатором развязки

На **рисунке 7-1** показано подключение преобразователей 4002 – 4005 с питанием возбуждения двигателя от трансформатора **TF1**. Этот тип подключение рекомендуется для двигателей с номинальным напряжением возбуждения до 220В. Вторичное напряжение трансформатора **TF1** следует быть от 125 до 150% от номинального напряжения возбуждения двигателя и ток не меньше номинального.

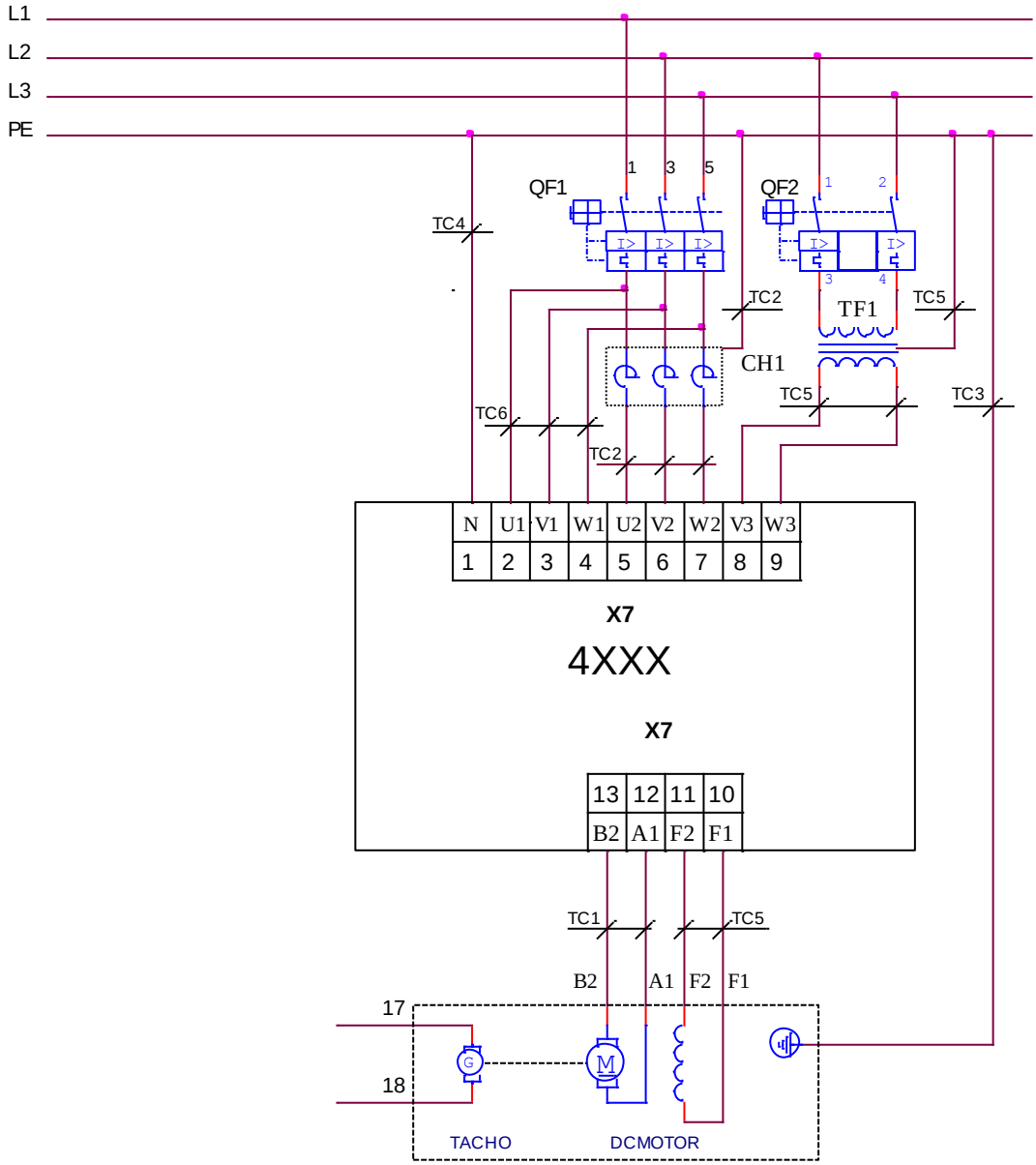


Рисунок 7-1 Схема подключения с трансформатором возбуждения

7.2.2 Подключение возбуждения с дросселем

На **рисунке 7-2** показано подключение преобразователей 4013 – 4020 с питанием возбуждения двигателя дросселем **CH2** директно от сети. Этот тип подключения рекомендуется для двигателей с напряжением возбуждения 310 В. Дроссель следует иметь индуктивность в диапазоне от 0.2 до 0.5 мГ и ток не меньше номинального тока возбуждения.

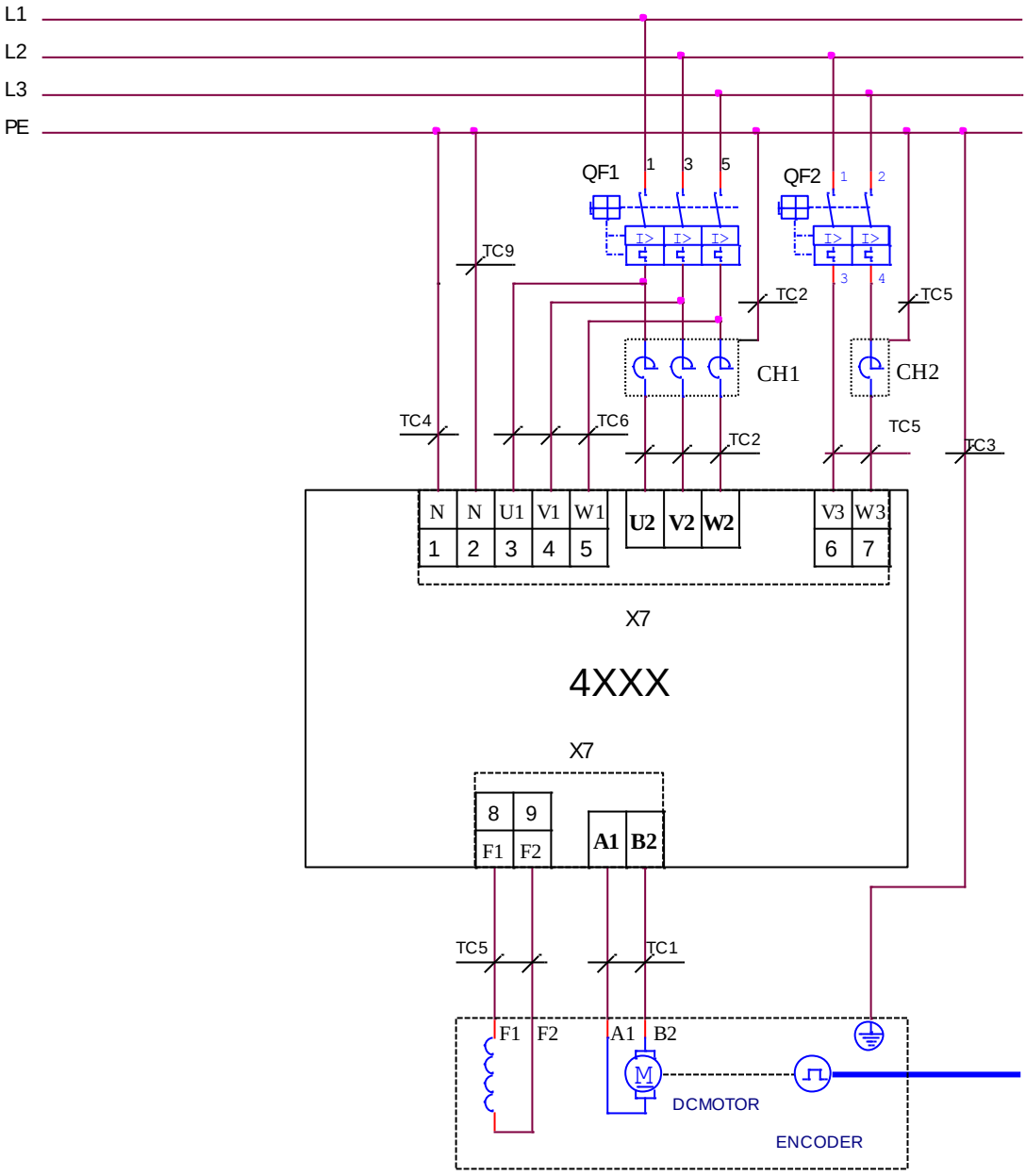


Рисунок 7-2 Схема подключения возбуждения с дросселем

7.2.3 Подключение двигателей с пониженным напряжением якоря

На **рисунке 7-3** показано подключение преобразователей 4006 – 4011 от понижающего трансформатора **T1**. Это подключение рекомендуется для двигателей с напряжением якоря 110 – 220 В. Первычная и вторичная обмотки трансформатора должны иметь одинаковые схемы включения. Возможно также применение автотрансформатора.

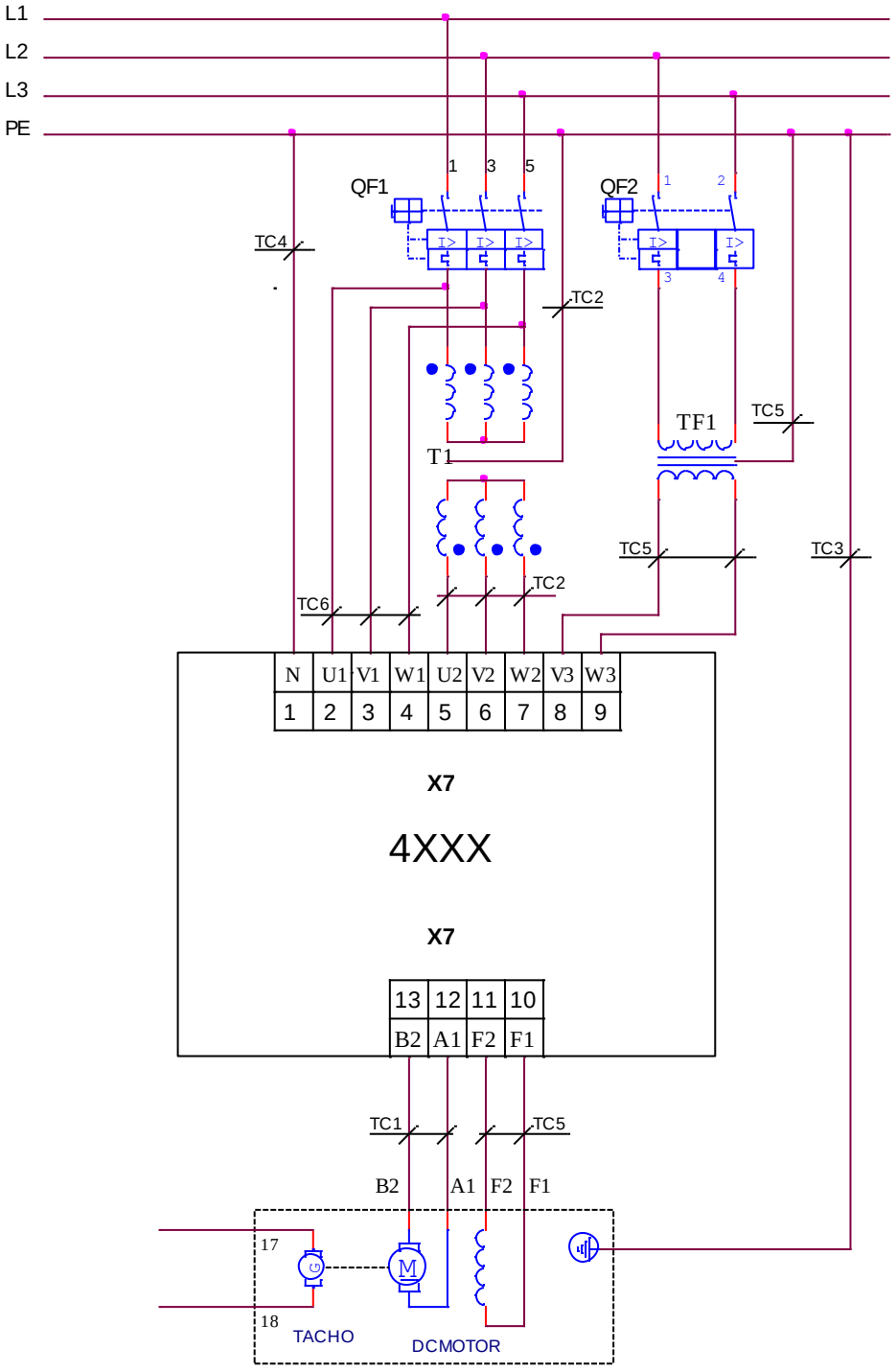


Рисунок 7-3 Схема подключения двигателя с пониженным напряжением якоря

ВНИМАНИЕ!

Нумерация выводов тахогенератора на рисунке 7-1, рисунке 7-2 и рисунке 7-3 соответствует двигателям, изготовляемым "ДИНАМО СЛ" АД – г.Сливен, Болгарии.

F1 и F2 – обозначения начала и конца обмотки возбуждения.

A1 – обозначает начало обмотки якоря, B2 – конец компенсационной обмотки.

7.3 Соединение оперативных цепей преобразователя

Соединение оперативных цепей одинаково для всех типов преобразователей.

7.3.1 Подключение при аналоговом задании и обратной связи с тахогенератором

Схема подключения оперативных цепей преобразователя при аналоговом задании для скорости из ЧПУ и аналоговая обратная связи с тахогенератором показана на **рисунке 7-4**. Все параметры преобразователя по умолчанию. Цифровые входы работают с внутренным питанием (джемперы **JP7** = 1 и **JP8** = 1), при том можно их задействовать и релейными контактами. Рекомендуется вход **RE** (RESET ERRORS) подключать вместе с том ЧПУ.

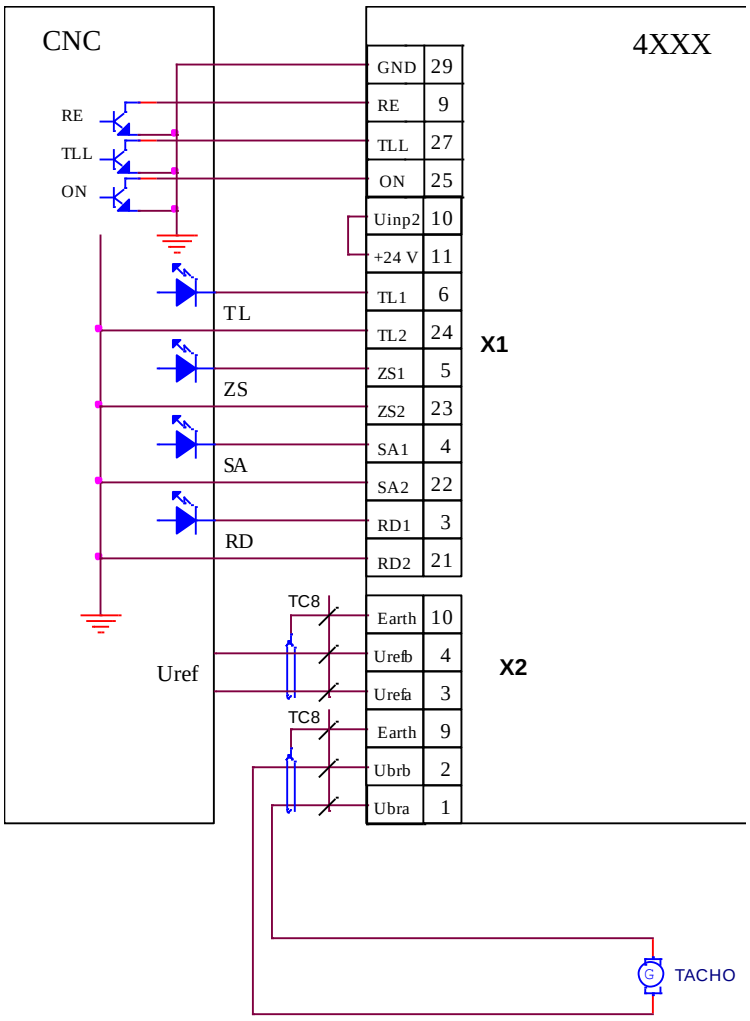


Рисунок 7-4 Схема подключения при аналогового задания для скорости и обратной связи с тахогенератором

7.3.2 Подключение при аналоговом задании и компенсации люфта

Применяется при управлении от контроллера с встроенным регулятором позиции с аналоговым заданием скорости.

Для компенсировании люфта в механических передачах станков необходимо работать с двумя энкодерами.

Первый энкодер **ENC1** применяется для директного измерения перемещения оси и в общем случае это линейный энкодер.

Второй энкодер **ENC2** монтирован на вал двигателя для компенсации люфта в передаче.

Преобразователь настрайвается работать в режиме позиционирования при **P03.06** = 3.

В общем случае на двигателе смонтирован энкодер, который применяется для обратной связи по скорости и по позиции и вводятся значения следующих параметров:

– **P02.16** = 1 – энкодер для обратной свзи по скорости и позиции;
– **P19.06** = 1 – разрешающая способность энкодера;
– **P02.22** = 1 – максимальная скорость двигателя, соответствующая максимальной линейной скорости в зависимости от коэффициента передачи.

Примечание: Если коэффициент передачи неивестен сравниваются процентно максимальную линейную и угловую, показанную на параметре **P01.02** и коригируется максимальную угловую скорость (**P02.22**) до их выравнивания.

Вводятся также:

– **P14.03** – разрешающая способность линейного энкодера в mm/imp;
– **P14.12** = 1 – аналоговое задание скорости позиционирования;
– **P14.14** – минимальная аналоговая скорость позиционирования в процентах от максимальной, но не меньше напрежения смещения задания, зарегистрировано в параметре **P01.01**;
– **P19.01** = 1 – активируется режим компенсации люфта.

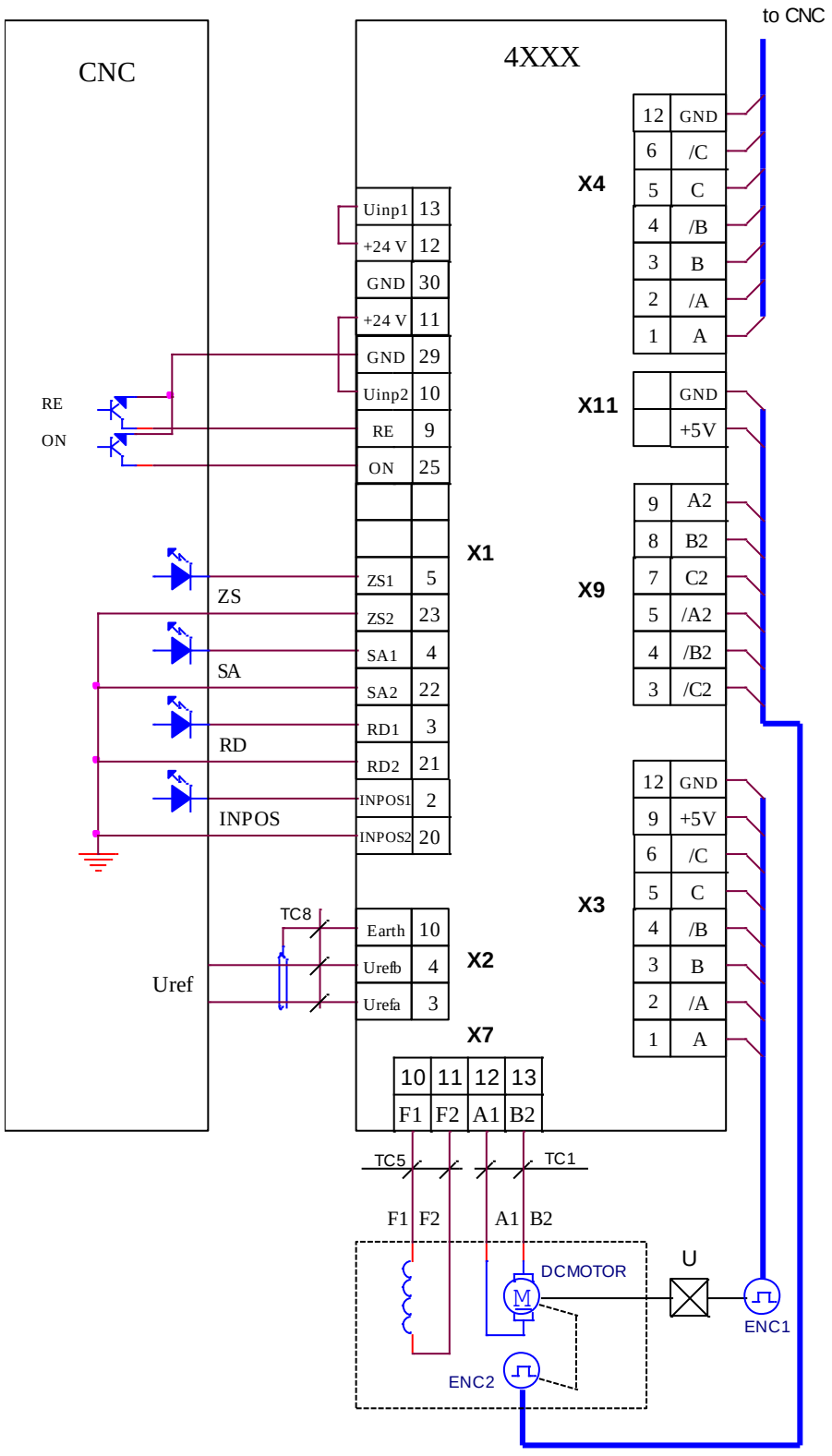


Рисунок 7-5 Схема подключения при аналоговом задании для скорости и подключении второго энкодера для компенсации люфта

7.3.3 Подключение при цифровом задании и обратной связи с энкодером

Схема подключения оперативных цепей преобразователей при цифровом задании для скорости из ЧПУ и обратной связи по скорости с энкодером показана на **рисунке 7-6**.

Все параметры преобразователя по умолчанию. Дополнительно настраиваются только следующие параметры:

- **P02.14** = 0 – задание для скорости от цифровых входов;
- **P09.21** = 37 – **bit10** при необходимости;
- **P09.23** = 38 – **bit11** при необходимости;
- **P02.16 =** 1 – обратная связь по скорости с энкодером;
- **P02.21** – разрешающая способность энкодера.

Внимание
Если энкодер смонтирован на шпинделе, вводится максимальная скорость шпинделя, а не скорость двигателя.

Цифровые входы работают с внутренним питанием (джемперы **JP7** = 1 и **JP8** = 1), при том можно их задействовать и релейными контактами. Рекомендуется вход **RE** (**RESET ERRORS**) подключить вместе с том ЧПУ.

Направление вращения выбирается входами **SF** и **SR**, а при их одновременном активировании выполняется задание для нулевой скорости.

Это подключение преобразователя позволяет выполнение функции **ориентированного торможения**.

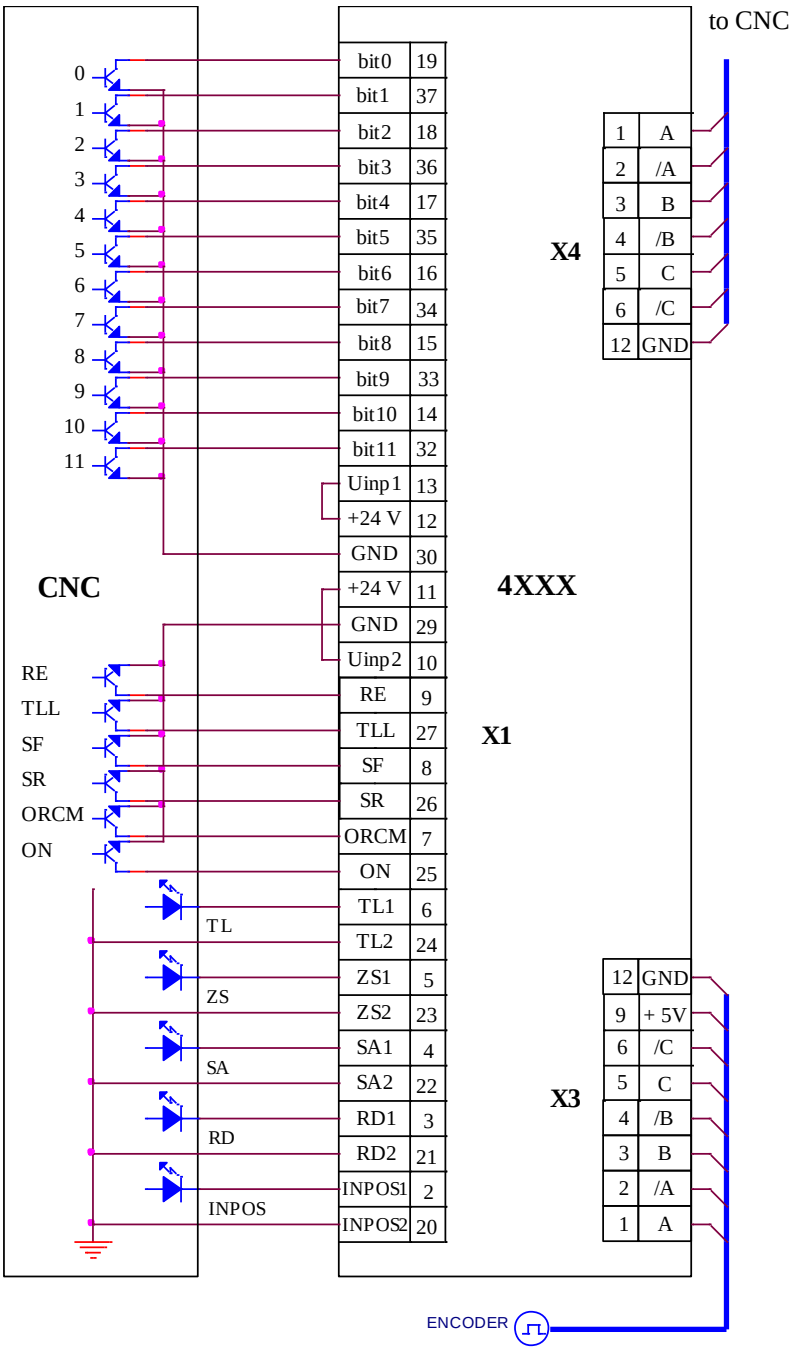


Рисунок 7-6 Схема подключения при цифровом задании скорости и обратной связи по скорости с энкодером

8. Настройка преобразователя

Для запуска преобразователя необходимы следующие приборы:

- вольтметр с диапазоном до 500 $V_{AC/DC}$, погрешность 1.5;
- цифровый тахометр;
- осциллограф;
- амперметр с диапазоном до ± 15 A_{DC} ;
- потенциометр 10 К;
- тумблер для включения команды **ON**;
- тумблер для переключения направления вращения **SF/SR**;
- тумблер для переключения **RUN/STOP**;
- терминал для настройки параметров.

8.1 Проверка напряжений питания

К преобразователю подключаются напряжение оперативного питания **U1**(X7.2), **V1**(X7.3) и **W1**(X7.4) и напряжение силового питания **U2**(X7.5), **V2**(X7.6) и **W2**(X7.7) в соответствии со схемой, показанной на **рисунке 8-1**. Во время этой проверки двигатель не подключен к преобразователю.

К разъему **X6** подключается специализированный терминал для настройки параметров.

Преобразователь включается в сеть и зажигается светодиод **RD**.

Измеряется напряжение между клеммами **U1**(X7.2) и **U2**(X7.5). При правильном соединении, напряжение между ними равно 0 V. В случае, когда напряжение между ними 380 V, допущена ошибка при подключении. Выключается напряжение и устраняется ошибку. Тоже самое повторяется для **V1**(X7.3) и **V2**(X7.6) и для **W1**(X7.4) и **W2**(X7.7). Последовательность фаз не имеет значение и автоматически определяется преобразователем.

Трансформатор **TF1** гальванически изолирует обмотку возбуждения от сети питания. С его помощью снимается напряжение между обмоткой возбуждения и компенсационной обмоткой в двигателе и отстраняется возможность электрического пробоя между ними. Применение трансформатора рекомендуется для двигателей, которых наработали большую часть своего рессурса. При выборе трансформатора **TF1** необходимо учесть возможность обеспечения номинального напряжения и тока обмотки возбуждения.

ВНИМАНИЕ

Первичная обмотка трансформатора TF1 обязательно соединяется к фазам L2 и L3, а вторичная обмотка соединяется к клеммам V3(X7.8) и W3(X7.9), как это показано на рисунке 7-1 и рисунке 8-1.

После окончания проверки напряжений питание преобразователя выключается.

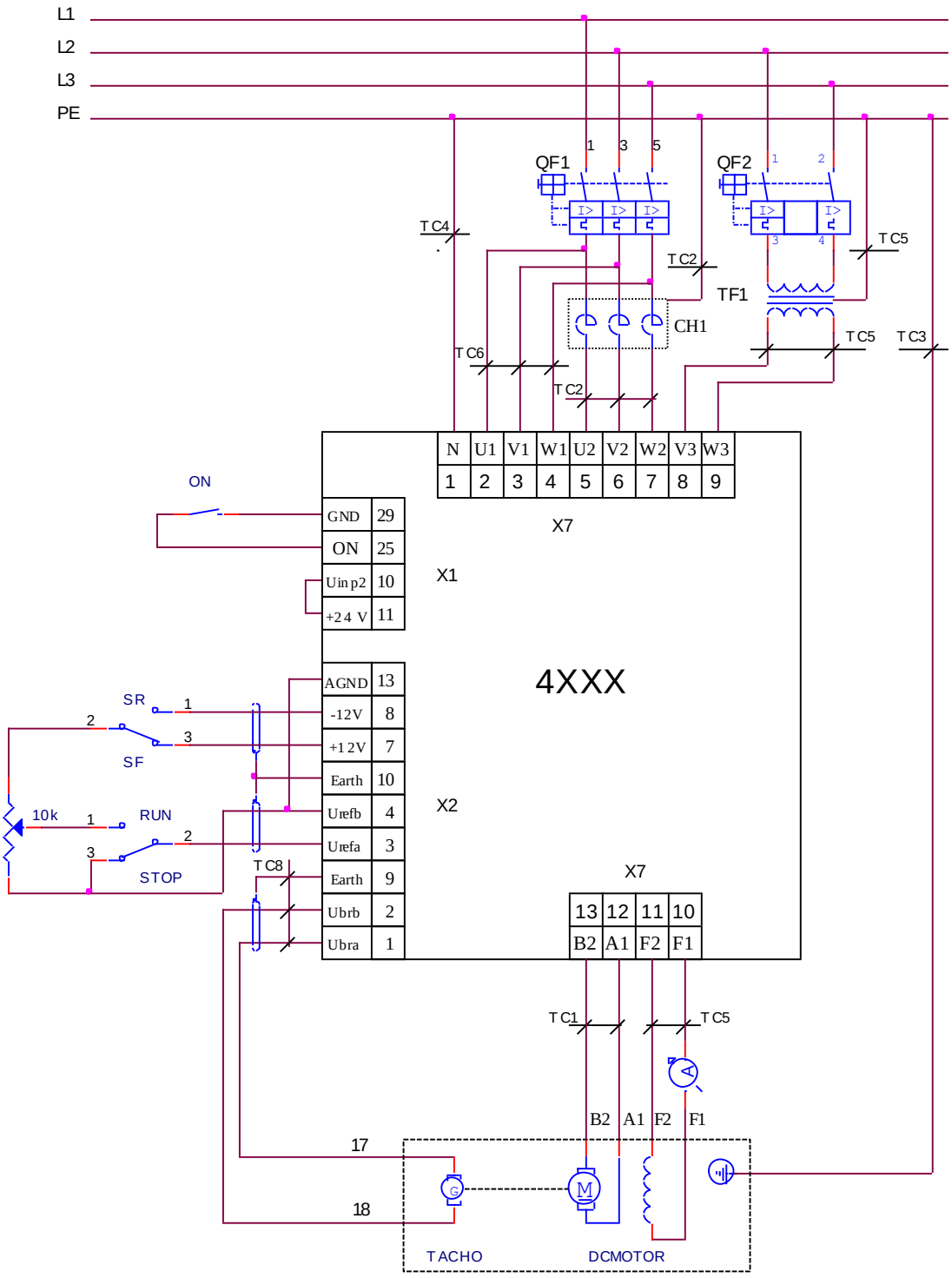


Рисунок 8-1 Схема подключения преобразователя при настройке

8.2 Первоначальная настройка преобразователя

8.2.1 Предварительная настройка обратной связи по скорости

- **обратная связь по скорости с тахогенератором**

По умолчанию преобразователь настроен для работы с тахогенератором при значении параметра **P02.16** = 0.

Напряжение тахогенератора $\mathbf{Ubr_{MAX}}$ при максимальной скорости вращения вычисляется по формуле:

$$\mathbf{Ubr_{MAX}} = (\mathbf{N_{MAX}} / 1000) * \mathbf{Ubr_{1000}},$$

где:

$\mathbf{N_{MAX}}$ – максимальная скорость вращения двигателя;

$\mathbf{Ubr_{1000}}$ – напряжение тахогенератора при 1000 min^{-1}.

Для полученного значения $\mathbf{Ubr_{MAX}}$ выбирается обхват напряжения из **таблицы 5-3**. Открывается лицевая панель преобразователя и снимается защитная крыша процессорной платы. Джемперы **A1**, **A2**, **A3**, **J5** и **J6** ставятся в положение, соответствующее указанной комбинации для выбранного диапазона из **таблицы 5-3**.

- **обратная связь по скорости с энкодером при постоянном коэффициенте передачи**

Преобразователь включается в сеть и вводится пароль **P02.02** = 11. В зависимости от типа энкодера вводятся значения следующих параметров:

- параметр **P02.16** = 1 – выбирается энкодер как датчик обратной связи по скорости;
- параметр **P02.21** – вводится число импульсов для одного оборота энкодера;
- параметр **P02.22** – вводится скорость вращения энкодера при максимальной скорости вращения двигателя;
- параметр **P02.26** = 0 – запрещение переключения максимальной скорости. По умолчанию значение параметра **P02.26** = 0.

- **обратная связь по скорости с энкодером при переменном коэффициенте передачи**

Преобразователь включается в сеть и вводится пароль **P02.02** = 11. В зависимости от типа энкодера вводятся значения следующих параметров:

- параметр **P02.16** = 1 – выбирается энкодер как датчик обратной связи по скорости;
- параметр **P02.21** – вводится число импульсов для одного оборота энкодера;
- параметр **P02.26** = 1 – вводится значение **P02.26** = 1 для разрешения работы с коробкой передачи с переключаемыми скоростями. По подразумеванию значение параметра **P02.26** = 0;
- параметр **P02.22** – вводится максимальная скорость энкодера для **первой** максимальной скорости. Выполняется при неактивированных командах **Nmax1** и **Nmax2**;
- параметр **P02.23** – вводится максимальная скорость энкодера для **второй** максимальной скорости. Выполняется при активировании команды **Nmax1**;
- параметр **P02.24** – вводится максимальная скорость энкодера для **третей** максимальной скорости. Выполняется при активировании команды **Nmax2**;
- параметр **P02.25** – вводится максимальная скорость энкодера для **четвертой** максимальной скорости. Выполняется при одновременном активировании команд **Nmax1** и **Nmax2**;

- **обратная связь по скорости с ЭДС двигателя**

Преобразователь включается в сеть, вводится пароль **P02.02** = 11 и значения следующих параметров:

- параметр **P02.16** = 2 – выбирается ЭДС двигателя для обратной связи по скорости;
- параметр **P02.07** = 0 – выбирается работа без отслабенного поля двигателя.

Примечание: в этом случае максимальная скорость двигателя отвечает номинальной скоростью и достигается при напряжении $\mathbf{Ua_{MAX}}$, значение котором записано в параметре

P04.01. Если требуется более низкая максимальная скорость, в параметре **P04.01** следует записать соответствующее более низкое значение напряжения якоря.

8.2.2 Настройка параметров связанных с двигателем

Вводятся значения параметров, которых определяют рабочие и предельные характеристики двигателя:

- параметр **P04.01** – максимальное напряжение якоря $\mathbf{Ua_{MAX}}$ в вольтах;
- параметр **P04.02** – номинальный ток возбуждения $\mathbf{I_{FNOM}}$. Вводится значение номинального тока возбуждения из табличке двигателя в амперах;
- параметр **P02.07** – режим работы преобразователя с ослабленным полем двигателя. Из таблички двигателя определяется в каких зонах будет работать двигатель и вводится соответствующее значение в параметр **P02.07**;
- параметр **P04.03** – минимальный рабочий ток возбуждения $\mathbf{I_{FMIN2}}$ в амперах, соответствующий максимальной скорости двигателя во второй зоне. Значение параметра **P04.03** вводится при **P02.07** = [1, 2];
- параметр **P04.04** – минимальный рабочий ток возбуждения $\mathbf{I_{FMIN3}}$ в амперах, соответствующий максимальной скорости двигателя в третей зоне, если предвидено работать в ней. Если двигатель не работает в третьей зоне, в параметре вводится значение параметра **P04.03**. Значение параметра **P04.04** вводится при **P02.07** = 2;
- параметр **P04.05** – ток возбуждения двигателя $\mathbf{I_{FON}}$ в амперах при выключенной команде **ON**. Для первоначального запуска преобразователя значение параметра **P04.05** устанавливается равно значению параметра **P04.02**. Точное определение значения параметра **P04.05** рассмотрено в **п. 8.3**;
- параметр **P03.17** – порог срабатывания защиты **OVM** от повышенного напряжения якоря;
- параметр **P03.13** – максимально допустимый ток возбуждения $\mathbf{I_{FLMAX}}$ в амперах, выше которого срабатывает защита **SOF**. При первоначальном запуске преобразователя сохраняется значение параметра **P03.13** по умолчанию. Точное определение значения параметра **P03.13** рассмотрено в **п. 8.3**;
- параметр **P03.14** – минимально допустимый ток возбуждения $\mathbf{I_{FLMIN}}$ в амперах, ниже которого срабатывает защита **SFL**. При первоначальном запуске преобразователя сохраняется значение параметра **P03.14** по умолчанию. Точное определение значения параметра **P03.14** рассмотрено в **п. 8.3**;

Примерная настройка параметров, используя данные из таблички двигателя показана в следующих примерах.

Пример 1 - двухзонный двигатель

Табличка двигателя:

Мощность двигателя	kW	0.265	12.0	12.0
Скорость	min^{-1}	50	2300	6000
Напряжение якоря	V	46	380	380
Ток якоря	A	36.0	37.0	38.5
Напряжение возбуждения	V	310	310	54
Ток возбуждения	A	1.45	1.45	0.32

Для этого двигателя вводятся следующие значения параметров:

P02.07 = 1; **P02.08** =38.5; **P04.01** = 380; **P04.02** = 1.45; **P04.03** = 0.32; **P04.04** = 0.32; **P04.05** = 1.00; **P04.06** = 2300; **P04.07** = 6000

Если действительная максимальная скорость двигателя ниже его максимальной скорости, указанной в параметре **P04.07**, то ее значение записывается в параметре **P04.08**.

Эквивалентное сопротивление резисторов **R65, R66, R67** должно соответствоват значению параметра **P02.08**.

Пример 2 - трехзонный двигатель

Табличка двигателя:

Мощность двигателя	kW	0.88	26.0	26.0	19.0
Скорость	min^{-1}	50	1490	3400	4500
Напряжение якоря	V	46	400	400	400
Ток якоря	A	78.0	78.5	80.0	58.0
Напряжение возбуждения	V	310	310	77	51
Ток возбуждения	A	2.85	2.85	0.87	0.60

Для этого двигателя вводим следующие значения параметров:

P02.07 = 2 **P02.08** = 80.0 **P04.01** = 400
P04.02 = 2.85 **P04.03** = 0.87 **P04.04** = 0.60 **P04.05** = 2.00
P04.06 = 1490 **P04.07** = 4500 **P04.11** = 72

Действительная максимальная скорость двигателя вводится в параметр **P04.08**.

Эквивалентное сопротивление резисторов **R65, R66, R67** должно соответствоват значению параметра **P02.08**.

8.3 Настройка тока возбуждения

Выключается питание и соединяется двигатель к преобразователю. Последовательно в цепи обмотки возбуждения подключается амперметр.

Проверяется тип датчика, монтированного на плате, диапазон датчика тока возбуждения и соответствует ли он номинальному току возбуждения двигателя. Проверяется также соответствуют ли значения параметров **P02.10** и **P02.11** данному двигателю.

Стандартно в преобразователе ставится датчик тока с диапазоном 25A **— P02.11** = 25A.

Проводы с маркировкой **F1** и **K13** ставятся в разъемы на силовой плате соответно:

- **SW5** и **SW3** для диапазона 6.5 [A];
- **SW4** и **SW3** для диапазона 10 [A];
- **SW5** и **SW4** для диапазона 20 [A].

Расположение разъемов **SW3**, **SW4** и **SW5** на силовой плате показано на **рисунке 5-10**.

Внимание: провод с маркировкой F1 всегда ставится в разъемы SW4 или SW5.

8.3.1 Настройка для двигателя с известными данными для возбуждения

Преобразователь включается в сеть. Команда **ON** выключена и амперметром измеряется ток возбуждения $\mathbf{I_{FON}}$.

При несоответствии в показаниях амперметра и заданного значения тока следует проверить соответствие параметров **P02.10** и **P02.11** с монтировованным датчиком и с выбранным диапазоном.

Параметром **P04.02** регулируется ток возбуждения двигателя до достижения его номинального значения $\mathbf{I_{FNOM}}$. При каждой перемене значения параметра **P04.02**, автоматически за времени 8–10 s, ток возбуждения определяется параметром **P04.02** и можно его измерить амперметром. После истечения этого интервала времени, устанавливается ток возбуждения $\mathbf{I_{FON}}$, определенный параметром **P04.05**.

После настройки номинального тока возбуждения $\mathbf{I_{FNOM}}$, параметром **P04.05** определяется ток возбуждения $\mathbf{I_{FON}}$ при выключенной команде **ON**. Рекомендуются значения в диапазоне 50 - 100% от значения параметра **P04.02**.

В параметр **P04.03** вводится значение минимального рабочего тока возбуждения из таблички двигателя $\mathbf{I_{FMIN2}}$ во второй зоне. Если на табличке этого тока не указан, то значение параметра **P04.03** выбирается 20% или больше от значения параметра **P04.02**.

При настройке, чтобы не срабатывала защита **SFL** и **SOF**, необходимо соблюдат

следующее:

- минимальный допустимый ток возбуждения $\mathbf{I_{FLMIN}}$ защиты **SFL**, определенный параметром **P03.14**, следует иметь значения около 50 ÷ 80 % от минимального рабочего тока возбуждения $\mathbf{I_{FMIN2}}$, определенного параметром **P04.03** для двигателя, работающего в двух зонах;
- максимальный допустимый ток возбуждения $\mathbf{I_{FLMAX}}$ защиты **SOF**, определенный параметром **P03.13**, следует иметь значения между 115% и 130% от номинального тока возбуждения $\mathbf{I_{FNOM}}$, определенного параметром **P04.02.**

8.3.2 Настройка для двигателя с неизвестными данными возбуждения

Если значение номинального тока возбуждения $\mathbf{I_{FNOM}}$ неизвестно, а известно только номинальное напряжение обмотки возбуждения $\mathbf{U_{FNOM}}$, ток возбуждения определяется следующим способом:

- измеряется активное сопротивление обмотки возбуждения при комнатной температуре;
- измеренное сопротивление умножается коэффициентом **1.2** и получается сопротивление $\mathbf{R_F}$ обмотки возбуждения нагретого двигателя, см. примечание 5;
- вычисляется ток возбуждения $\mathbf{I_{FNOM}}$ по формуле:

$$\mathbf{I_{FNOM} = U_{FNOM} / R_F;}$$

Включается питание преобразователя и вводится вычисленное значение номинального тока возбуждения $\mathbf{I_{FNOM}}$ в параметры **P04.02** и **P04.05**. Измеряется напряжение возбуждения на клеммах **F1** и **F2**, которое должно быть ориентировочно 80% от номинального напряжения для холодного двигателя.

Настройка минимального тока возбуждения во второй зоне определяется как процент от номинального тока, определяемого из диапазона регулирования во второй зоне (отношение номинальной к максимальной скоростью). Для компенсирования нелинейности изменения тока возбуждения во второй зоне вводится в параметр **P04.03** значение, ниже вычисленного.

Остальные параметры определяются как в **п.8.3.1.**

Рекомендуется после запуска привода в интегральном режиме провести еще одну проверку для правильной настройки тока возбуждения. Плавно увеличивается скорость вращения двигателя и в моменте установки роста напряжения якоря отсчитывается скорость двигателя.

Если значение тока возбуждения введено правильно, скорость при которой привод переходит во вторую зону соответствует номинальной скорости, указанной в табличке двигателя, плюс 10% при работе на холостом ходу.

Если ток возбуждения ниже требуемого значения, привод переходит во вторую зону при скорости выше номинальной. В этом случае следует увеличить значение тока.

Для тока возбуждения выше требуемого, привод переходит во вторую зону при скорости ниже номинальной и следует его уменьшить. Следует иметь в виду, что снижение скорости при повышенном токе возбуждения возможно быть не очень большое за счет насыщения стали, выражающейся в слабом увеличении магнитного потока по сравнением с током возбуждения.

Внимание:
Высокий ток возбуждения приводит к перегреву обмотки возбуждения.

Примечания:

1. Если настроенный номинальный ток возбуждения выше номинального тока двигателя из таблички в переходных процессах (резкое изменение скорости) возможно срабатывание защиты **OVM** от превышения напряжения якоря при

скоростях, близких к номинальным из за насыщения регулятора тока возбуждения;

2. Если настроенный номинальный ток возбуждения ниже номинального тока двигателя, наблюдается увеличение тока якоря из за уменьшения крутящего момента и перегрузка (перегрев) двигателя;
3. При высоком минимальном токе возбуждения возможно срабатывание защиты **OVM** от превышения напряжения якоря при скоростях, близких до максимальных;
4. При слышком низком минимальном токе возбуждения возможно двигатель остатся практически без возбуждения на высоких скоростях и появится или круговой огонь или наступят механические повреждения в двигателе;
5. Для двигателей с высоким классом нагревостойкости изоляциии, сопротивление обмотки возбуждения в горячем состоянии может надвишать на 130% и больше сопротивление в холодном состоянии.

8.4 Пуск преобразователя в пропорциональном режиме

Первоначальный запуск преобразователя необходимо сделать в пропорциональном режиме. В пропорциональном режиме регуляторы тока и скорости работают только с пропорциональной составляющей с обратной связи по скорости по ЭДС. Двигатель может работать на низкой скорости, без включенного датчика скорости или с несфазированным датчиком (тахогенератор или энкодер). Защита от размыкания обратной связи по скорости в этом режиме тоже выключена. В пропорциональном режиме совершается проверка тахогенератора, настройка контура обратной связи по скорости и проверка работы всех тиристоров.

Для запуска преобразователя в пропорциональном режиме вводится значение в параметр **P02.06** = 1. Перемена параметра **P02.06** не записывается в энергонезависимой памяти и при каждом включении значение параметра **P02.06** = 0, т.е. преобразователь работает в режиме управления скоростью.

Включается команда **ON** и задается положительное задание для скорости (параметр **P01.01** должен иметь положительные значения), при этом двигатель начинает крутится в направление часовой стрелки.

Для проверки правильности подключения обратной связи по скорости сравниваются значения параметров **P01.02** и **P01.05**. При правильном подключении обратной связи по скорости, оба параметра имеют одинаковые положительные знаки при вращении двигателя в направлении часовой стрелки.

Возможны следующие несоответствия:

- если параметр **P01.02** с отрицательным знаком, а **P01.05** с положительным и направление вращения двигателя соответствует приложенному заданию. В этом случае следует сменить знак обратной связи по скорости. В случае обратной связи по скорости с тахогенератором меняется соединение тахогенератора или вводится значение параметра **P02.19** = 1. При применени энкодера как датчик для обратной связи, вводится значение **P02.20** = 1 или менятся подключение энкодера, например места фаз **A** и **A**;
- если параметр **P01.02** с отрицательным знаком, а **P01.05** с положительным и направление вращения двигателя не соответствует приложенному заданию. В этом случае следует сменить знак напряжения якоря. Независимо от вида обратной связи меняется соединение якоря двигателя;
- если знаки значениях параметров **P01.02** и **P01.05** имеют одинаковую полярност, но направление вращения двигателя не отвечает приложенному заданию. В этом случае следует сменить знак задания для скорости. Независимо от вида обратной связи по скорости меняется знак задания для скорости, вводя значение параметра **P02.17** = 1.

Параметром **P01.12** можно наблюдать пульсации напряжения тахогенератора. Для исправного тахогенератора, в установленном режиме, значение параметра **P01.12** не должно

превышать 2 %. При значениях, больше 2.0 % необходимо сделать профилактику или ремонт тахогенератора.

В пропорциональном режиме настраивается и контур обратной связи по скорости. Заданием для угла отпирания тиристоров устанавливается определенную скорость вращения – например 10% от максимальной скорости $\mathbf{N_{MAX}}$, измеренная цифровым тахометром. С помощью триммера **RP5**, показанный на **рисунке 5-7**, выравниваются значение параметра **P01.02** (приведенное от % в скорость) и показание тахометра.

Для проверки работы тиристоров силового выпрямителя выбирается параметр **P01.17**. Включается команда **ON** и задается небольшую скорость вращения – например 5% от максимальной скорости $\mathbf{N_{MAX}}$. При нормальной работе тиристоров на индикации появляются две группы от шести нулей 000000 000000, первая из них для одну сторону движения, а другая для другого направления. Появление **1** в данном разряде означает, что соответствующий тиристор не работает. Номер разряда с **1** соответствует номеру тиристора из принципиальной схемы от **T12** до **T1** с слева направо.

Динамическое определение сопротивление цепи якоря рекомендуется когда информация о двигателе непольная.

Процедура выполняется при значении параметров **P02.06** = -1 и **P02.27** = 1.

После подачи команды **ON** автоматически выполняются 5 коротких токовых импульсов в цепи якоря и при выключенном тока возбуждения за времени 10 сек., после этого вычисляется и записывается сопротивление цепи якоря.

Если установлена большая разница между вычисленном и определенном из введенных номинальных данных значениями, активируется защита **RAF**. В этом случае следует проверить достоверность введенных данных для двигателя или его исправность – например для шунта в цепи якоря.

8.5 Проверка работы преобразователя в режиме управления скоростью

После окончания настройки в пропорциональном режиме выключается команда **ON**. Вводится значение параметра **P02.06** = 0 для перехода в режим управления скоростью. Выбирается значение параметра **P05.01** (время рампгенератора) в зависимости от требуемой динамики привода и инерционной массы. При болших значениях **P05.01**, двигатель работает с меньшим ускорением.

Включается команда **ON** и плавно увеличивается скорость вращения, при этом одновременно наблюдается за напряжением якоря параметром **P01.05** и за током возбуждения параметром **P01.06** и регистрируется напряжение, при котором ток возбуждения начинает уменьшаться, когда привод входит во вторую зону. Если привод не входит во вторую зону, то следует проверить соответствует ли подключение обмотки возбуждения электрическим схемам, показанным на **рисунке 7-1**, **рисунке 7-2** и **рисунке 7-3** (**не надо использовать фазы L1**).

Для точной калибровки обратной связи по скорости прикладывается задание для скорости 50% от максимальной скорости $\mathbf{N_{MAX}}$. Тахометром измеряется скорость вращения двигателя и вычисляется отношение действительной скорости к максимальной скорости двигателя $\mathbf{N_{MAX}}$ в процентах. Сравнивается вычисленное отношение с значением параметра **P01.02**. В случае необходимости, триммером **RP5** устанавливается точное значение параметра **P01.02.**

После окончания регулировок и при наличии управляющего устройства более высокого уровня (ЧПУ), к преобразователю присоединяется управляющий интерфейс. Преобразователь проверяется во всех режимах работы станка. Если все требования выполняются, станок готов для работы. Выключается напряжение питания и преобразователь закрывается.

8.6 Настройка ориентированного торможения

8.6.1 Торможение только в одном угле

Рекомендуется для обработывающих центров с манипулятором для смены инструмента.

В этом режиме применяется энкодер для обратной связи по позицию.

Параметром **P01.18** проверяется состояние энкодера в режиме управления по скорости. В параметре показывается число импульсов для одного оборота, которое должно соответствовать значению, указанному в табличке. Если регистрировано несоответствие нужно отремонтировать энкодер.

Вводится количество импульсов для одного оборота энкодера в параметр **P02.21**.

Все параметры группы ориентированного торможения по умолчанию.

Предусмотрена автоматическая адаптация позиционного регулятора для разных коэффициентов передачи между двигателем и шпинделем.

Для настройки позиции торможения нужно вручную задат команду **ORCM**, после которой преобразователь выполняет следующую процедуру:

- скорость двигателя меняется от текущей **nact** на скорость **ndet** (параметр **P08.09**) для определения масштаба скорости шпинделя по отношению скорости двигателя с ускорением (параметр **P08.02**) или от нулевой скорости с ускорением (параметр **P08.01**). Времедиаграма процеса показана на **рисунке 6-5**. Цель этой процедуре настроить позиционный регулятор;
- после окончания настройки позиционного регулятора устанавливается скорость поиска нулевого импульса (параметр **P08.17**) с ускорением 1 (параметр **P08.02**). Если до 10 s не найден нулевого импульса, срабатывает защита **ENF** (**Error 11**);
- после нахождения нулевого импульса стартируется позиционный регулятор с ускорением 2 (параметр **P08.03**) до достижения скорости поиска (параметр **P08.14**) и заходит в цель позиционировании (параметр **P08.13**) с ускорением 2 введено в параметре **P08.04**;
- после входа заданной профилгенератором позиции в окно, определенное параметром **P08.10**, включается таймер времени определенный параметром **P08.11** и если за указанное время действительная позиция не вошла в окно, задействуется защита **POE** (**Error N31**);
- после захода действительной позиции в окно срабатывает цифровой выход **INPOS**.

После окончания процедуры ориентированного торможения проверяется соответствует ли действительная позиция требуюмую для нормальной работы манипулятора. Если установится отклонение в позиции, не снимая команду **ORCM**, параметром **P08.13** меняется цель позиционирования, которая сразу выполняется. Если новая позиция находится вне окна, до ее достижения выключается выход **INPOS**.

Если понадобится заменять энкодер необходимо следует снова настроить цель позиционирования.

8.6.2 Торможение в разных углах с энкодером с 1024 импульсами

Рекомендуется для токарных центров с револьверными головками для фрезовых и сверлильных операции.

В этом режиме применяется стандартный энкодер (1024 импульсов) для обратной связи по позиции и минимальный шаг для позиционирования например 5 или 7.5 deg. После окончания процедуры ориентированного торможения с механическим делительным аппаратом фиксируется конечный уголь.

До начало этого режима необходимо настроит начало координатной системы параметром **P08.13** согласно **п. 8.6.1** до фиксации шпинделя без видимого смещения.

Выбирается значение параметра **P08.19** = 1 если уголь позиционирования задается в двоичном коде или **P08.19** = 2 если уголь задается в градусах цифровыми входами.

После каждой команды **ORCM** шпиндел останавливается в позицию, заданной цифровыми входами.

8.6.3 Торможение в разные угла определяемых в градусах

Рекомендуется для токарных центров с револьверными головками для фрезовых и сверлильных операции.

В этом режиме применяются энкодеры с 360, 1800, 3600, 9000 и т.д. импульсами. После окончания процедуры ориентированного торможения с безлюфтовым тормозом фиксируется конечный уголь.

До начала этого режима необходимо настроит начало координатной системы параметром **P08.13** согласно **п. 8.6.1**.

Выбирается значение параметра **P08.19** = 2 для задания угла в градусах цифровыми входами. При необходимости можно увеличить разрядов задания до 14 bit.

После каждой команды **ORCM** шпиндел останавливается в позицию, заданной цифровыми входами.

Внимание
При настройки рабочих скоростей следует иметь ввиду максимальную рабочую скорость данного энкодера.

8.7 Настройка привода с нестандартным (незнакомым) двигателем

Когда заводские настройки преобразователя не удовлетворяют требования к качеству регулирования, рекомендуется сделать после ввода параметров для двигателя и проверки в пропорциональном режиме настройку регуляторов тока якоря, скорости и ЭДС. Для качества настройки можно судить по переходным процессам кривых тока якоря и скорости двигателя.

Выключается питание. Обеспечивается холостой ход двигателя, включая и демонтажом от станка.

- **настройка регулятора тока возбуждения**

Осциллограф включается в контрольную точку **KT51** и наблюдается форму кривой тока возбуждения. Задается нулевую скорость вращения, включается команда **ON** и наблюдается наращивание тока возбуждения. После выключения команды **ON**, выжидая 10 сек., ток возбуждения уменьшается до значения параметра **P04.04**. Оптимальная форма кривой тока возбуждения показана на **рисунке 8-2**.

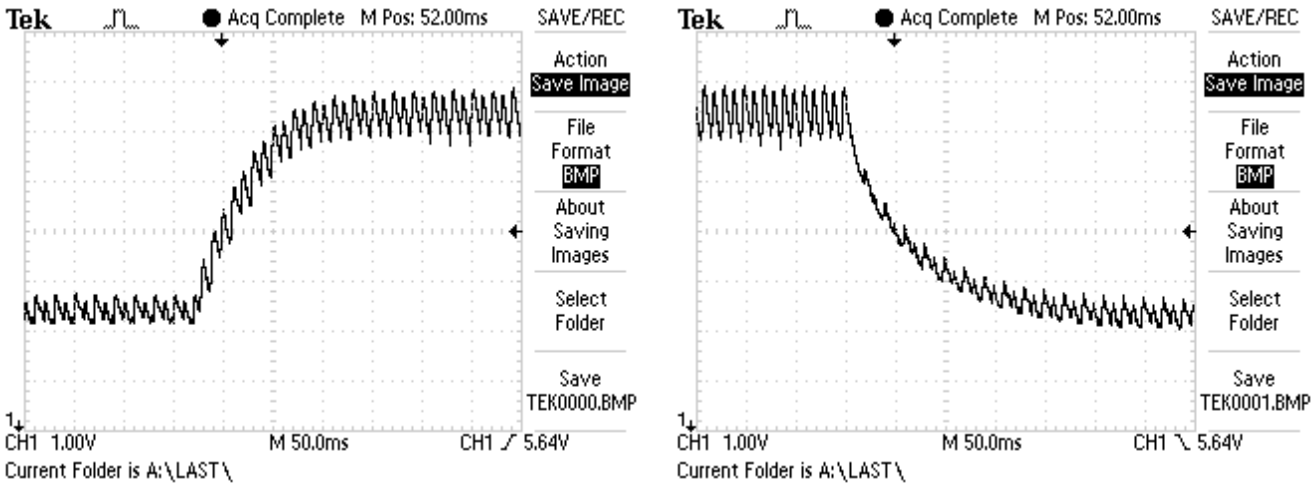


Рисунок 8-2 Форма кривой тока при оптимальной настройке регулятора тока возбуждения

Для настройки регулятора тока возбуждения пользуются параметры **P07.01** и **P07.02**. Параметры **P07.01** и **P07.02** имеют следующее воздействие на работу регулятора тока:

– параметр **P07.01** – коеффициент усиления регулятора тока возбуждения. Типичные значения параметра **P07.01** от 0.40 до 2.00. При больших значениях параметра **P07.01** увеличивается склонность к перерегулированию. При меньших значениях параметра **P07.01** увеличивается время для достижения заданного тока возбуждения;
– параметр **P07.02** – постоянная времени регулятора тока возбуждения. Типичные значения параметра **P07.02** от 80 до 200 ms. При меньших значениях параметра **P07.02** увеличивается скорость реакции регулятора тока возбуждения, но одновременно увеличивается и склонность к раскачиванию. При больших значениях параметра **P07.02** увеличивается время для достижения заданного тока возбуждения.

При больших значениях параметра **P07.01** и малых значениях параметра **P07.02** наблюдается перегулирование и склонность к раскачиванию тока возбуждения во время переходных процессов. Форма кривой тока возбуждения показана на **рисунке 8-3**.

При малых значениях **P07.01** и больших значениях параметра **P07.02** наблюдается длительный переходный процесс для достижения заданного тока возбуждения. Форма кривой тока возбуждения с длительным переходным процессом показана на **рисунке 8-4**.

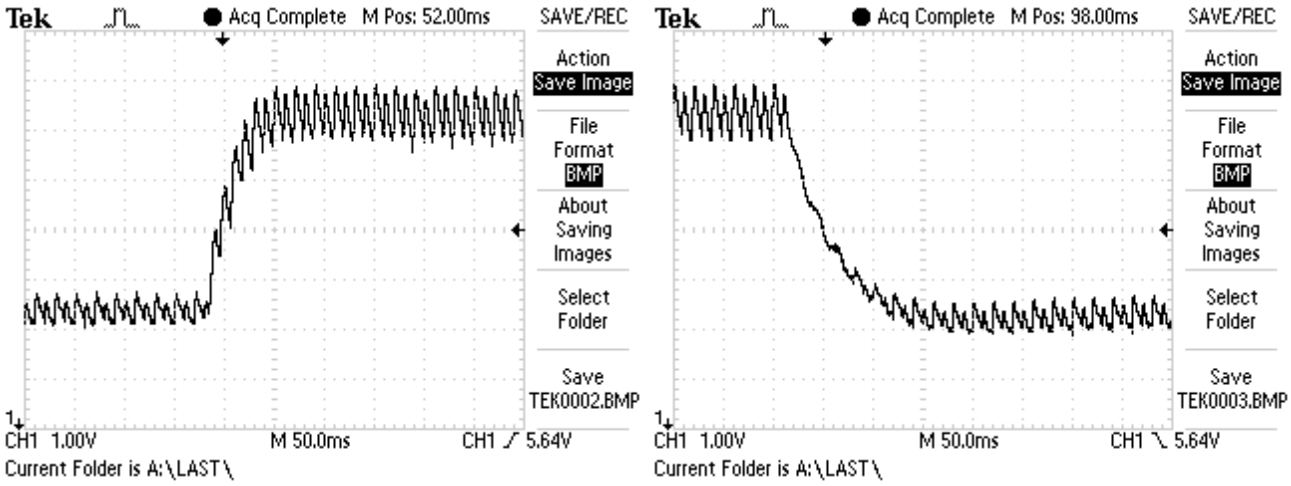


Рисунок 8-3 Форма кривой тока возбуждения с перерегулированием и склонностью к раскачиванию

- **настройка регулятора тока якоря**

Преобразователь включается в сеть. Вводится пароль параметром **P02.02** = 11. Для выключения рампгенератора записывается значение параметра **P05.01** = 0. Включается команда **ON**.

Прикладывается скачкообразное задание для скорости от нулевого значения до 80 % от номинальной скорости. Осциллографом наблюдается форму тока якоря в контрольной точке **КТ20**. Ток якоря должен достигать свое максимальное значение до четвертого импульса без видимого перерегулирования - амплитуды четвертого и пятого импульсов должны не надвышать установившееся максимальное значение. Скачкообразно прикладывается нулевое задание для скорости и снова наблюдается форма тока якоря.

Оптимальная форма кривой тока якоря для разгона и для торможения двигателя показаны на **рисунке 8-5**. Следует иметь в виду, что ток якоря в абсолютных единицах без знака.

Для настройки регулятора тока пользуются параметры **P06.01** и **P06.02**. Параметры **P06.01** и **P06.02** имеют следующее воздействие на работу регулятора тока:

– параметр **P06.01** – коеффициент усиления регулятора тока. Типичные значения параметра **P06.01** от 0.10 до 0.50. При больших значениях параметра **P06.01** увеличивается “жесткость” привода, но одновременно увеличивается и склонность к самовозбуждением. При меньших значениях параметра **P06.01** увеличивается время для достижения установленного тока;

– параметр **P06.02** – постоянная времени регулятора тока. Типичные значения параметра **P06.02** от 12.0 до 40.0 ms. При меньших значениях параметра **P06.02** увеличивается скорость реакции регулятора тока, но одновременно увеличивается и склонность к самовозбуждением. При больших значениях параметра **P06.02** увеличивается время для достижения установленного тока.

–

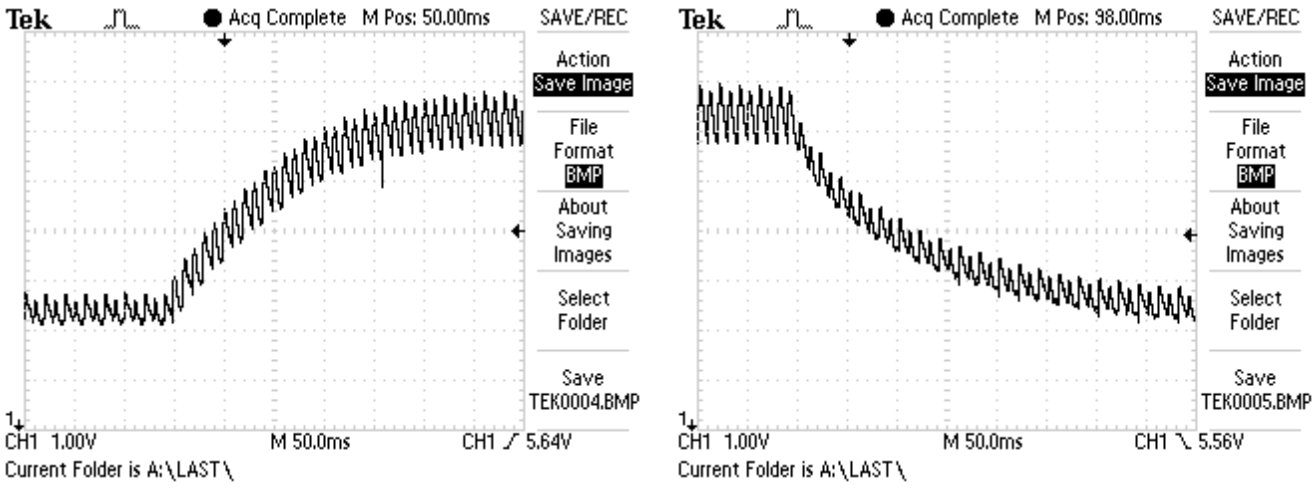
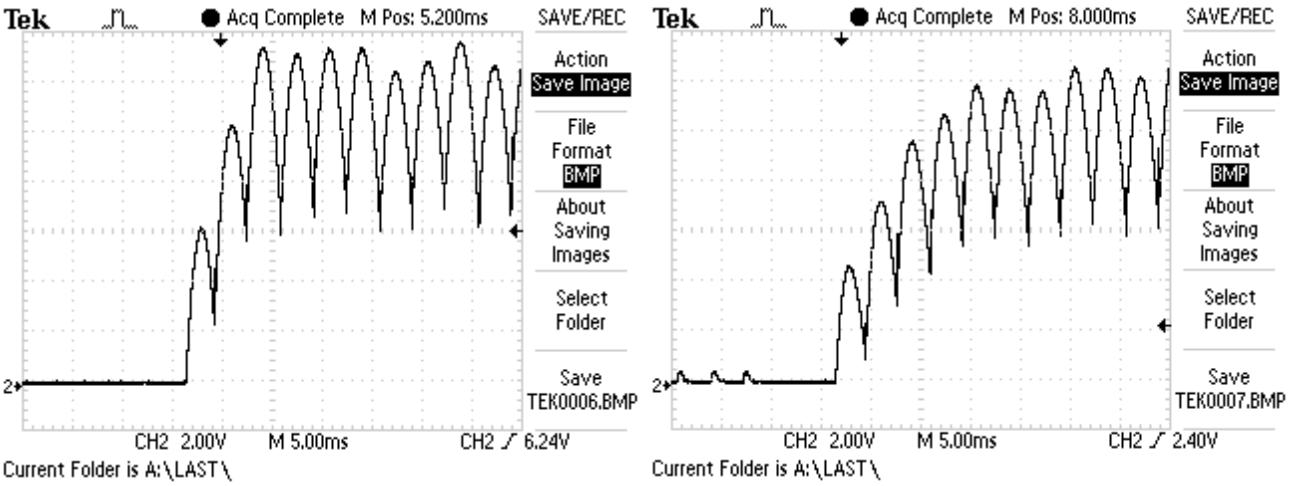


Рисунок 8-4 Форма кривой тока возбуждения с длительным переходным процессом

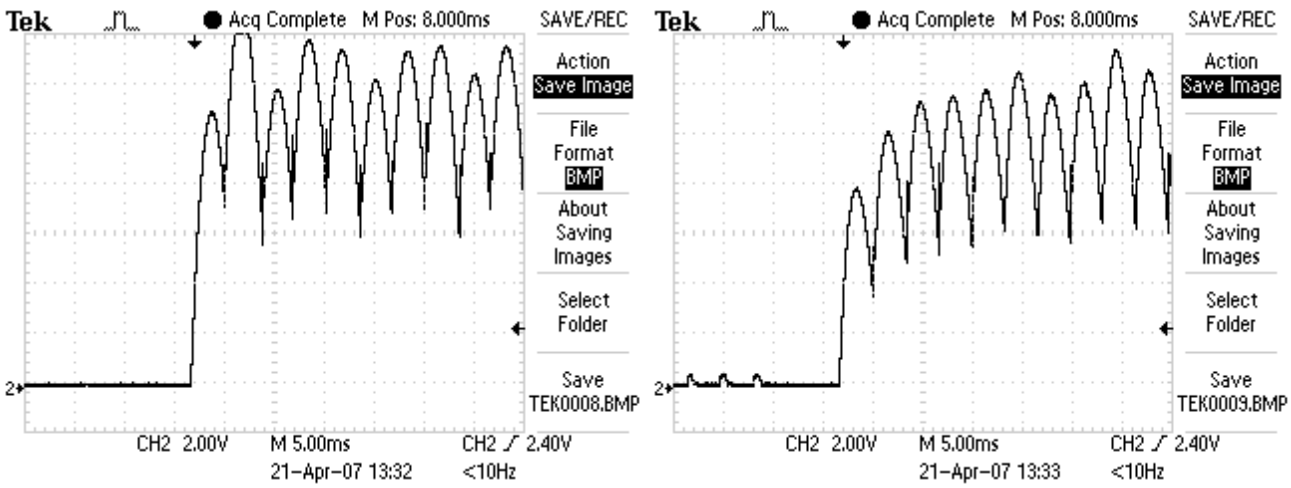


разгон торможение

Рисунок 8-5 Форма кривой тока якоря для разгона и для торможения двигателя при оптимальной настройке регулятора тока якоря

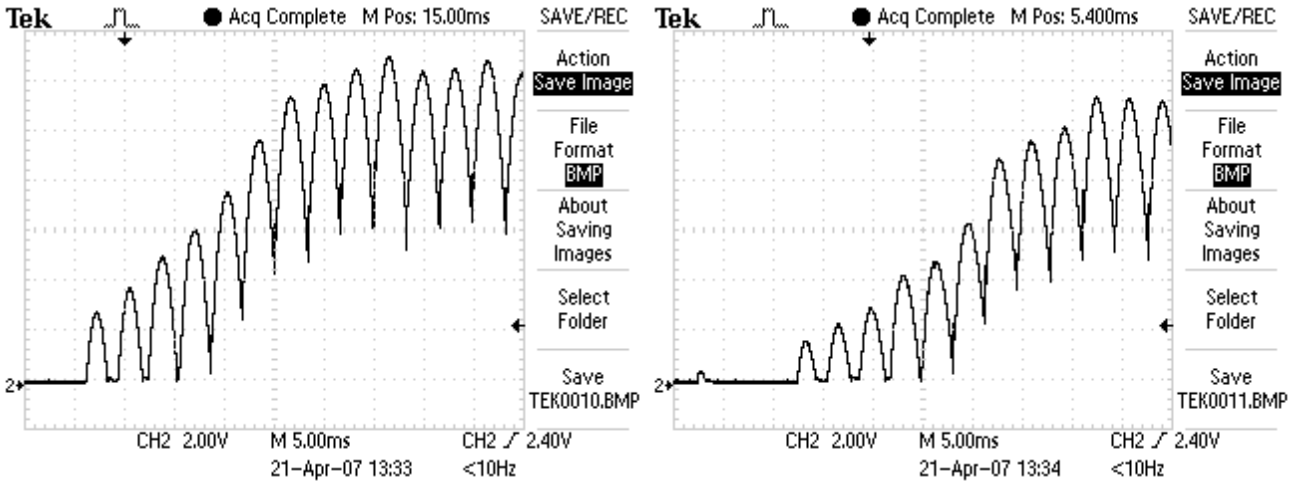
При больших значениях параметра **P06.01** и малых значениях параметра **P06.02** наблюдается большое перерегулирование тока во время переходного процесса. Кривые тока якоря с перерегулированием при разгоне и при торможении показаны на **рисунке 8-6**. В этом случае возможно срабатывание защиты **SOC**.

При малых значениях **P06.01** и больших значениях параметра **P06.02** наблюдается длительный переходный процесс для достижения установленного тока. Кривые тока якоря при разгоне и при торможении с длительным переходным процессом показаны на **рисунке 8-7**.



разгон торможение

Рисунок 8-6 Кривые тока якоря с перерегулированием



разгон торможение

Рисунок 8-7 Кривые тока якоря с длительным переходным процессом

- **настройка регулятора скорости**

После настройки регулятора тока проверяется регулятор скорости.

Регулятор скорости с адаптивной настройки параметров в функции от действительной скорости при **P05.11** = 0 или в функции от ошибки скорости при **P05.11** = 1. По умолчанию адаптивная настройка регулятора скорости в функции от действительной скорости.

Адаптивный регулятор скорости позволяет расширить диапазон регулирования не меньше 1:10000, что позволяет лучшую работу в режиме позиционирования.

Настройка регулятора скорости совершается в двух этапах – при низких скоростях вращения в первой зоне и при высоких скоростях во второй зоне.

Прикладывается скачкообразное задание от нулевого значения до 90 % от номинальной скорости. Осциллографом наблюдается форму кривой скорости в контрольной точке **KT26.** Допускается однократное перерегулирование скорости, которое должно не превышать установившееся значение больше 5 %. При наличии колебаний в кривой скорости или большого перерегулирования, параметрами от **P05.03** до **P05.10** настраивается регулятор скорости. Параметры оказывают следующее воздействие на работу регулятора скорости:

По умолчанию регулятор скорости настроен с большой динамикой для низких скоростей, требуюмая для режима позиционирования (напр. для ориентированного торможения) и определяется следующими параметрами:

– параметры **P05.03** – коэффициент усиления регулятора скорости. Типичные значения параметра **P05.03** от 5.0 до 30.0. При больших значениях параметра **P05.03** увеличивается “жесткость” привода, но одновременно увеличивается и склонность к

самовозбуждению (качание) в точки останавливания. При меньших значениях параметра **P05.03** увеличивается ошибка заданной позиции;

– параметры **P05.07** – постоянная времени регулятора скорости. Типичные значения параметра **P05.07** от 100 до 600 ms. При меньших значениях параметра **P05.07** увеличивается скорость реакции регулятора скорости, но одновременно увеличивается и склонность к самовозбуждению. При больших значениях параметра **P05.07** увеличивается время для достижения заданной позиции.

В диапазоне высоких скоростей регулятор скорости настрайвается параметрами **P05.04** и **P05.08**.

При больших значениях параметра **P05.04** и малых значениях параметра **P05.08** существует большое перерегулирование скорости во время переходного процеса. При малых значениях параметра **P05.04** и больших значениях параметра **P05.08** наблюдается длительный переходный процес и медленно достигается заданную скорость.

Скачкообразно прикладывается задание для нулевой скорости и наблюдается форму переходного процесса скорости.

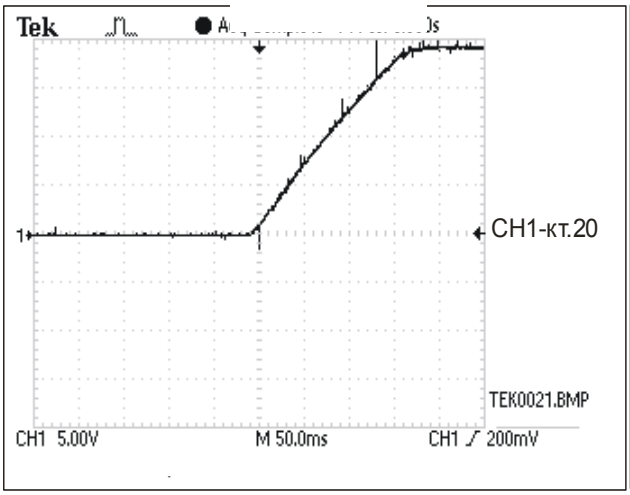
Переходные процессы при скорости 90% от номинальный (работа только в первой зоне) для оптимально настроенного регулятора при разгоне, торможении и реверсе показнаы на **рисунке 8-8**.

Проверяются переходные процесы при скачкообразном задании для максимальной скорости, для проверки работы привода в зонах работы с ослабленным полем.

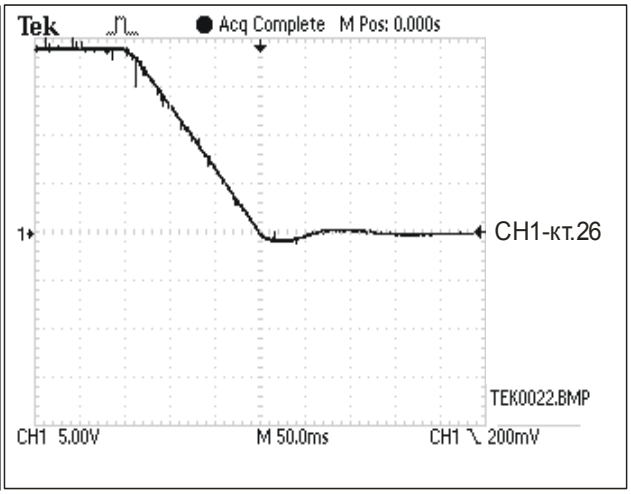
Переходные процессы при максимальной скорости для оптимально настроенного регулятора скорости при разгоне, торможении и реверсе двигателя показаны на **рисунке 8-9**.

Осцилограмма при реверсе имеет **S**-образна форма вследствие динамического токоограничения тока якоря, которое доводит до снижения ускорения при увеличении скоросто.

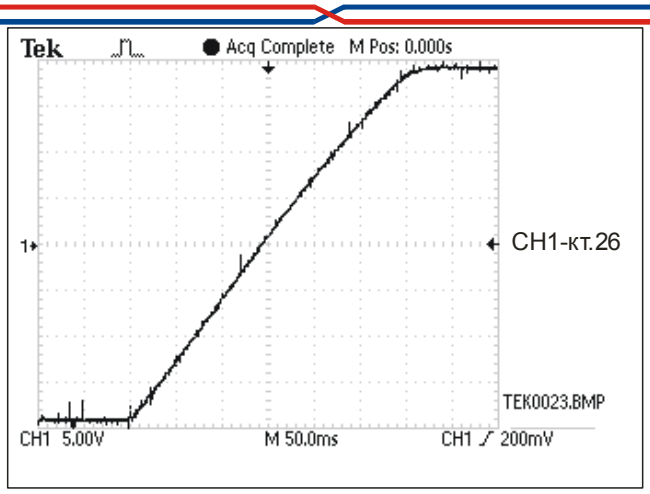
После окончания настройки регуляторов тока и скорости, вводится значение параметра **P05.01** (время рампгенератора) в зависимости от требуемой динамики привода и инерционной массы.



разгон

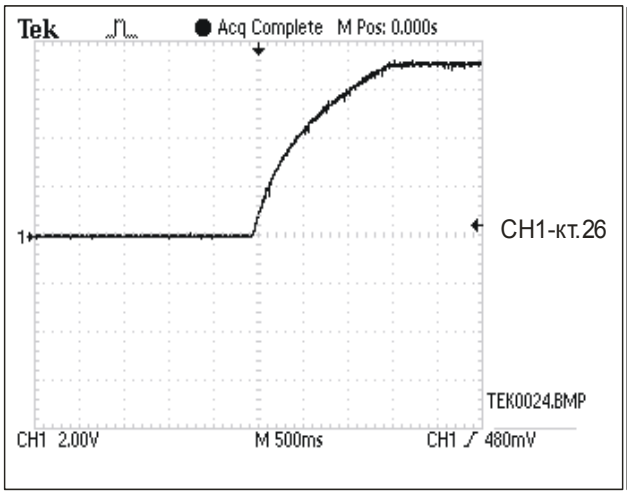


торможение

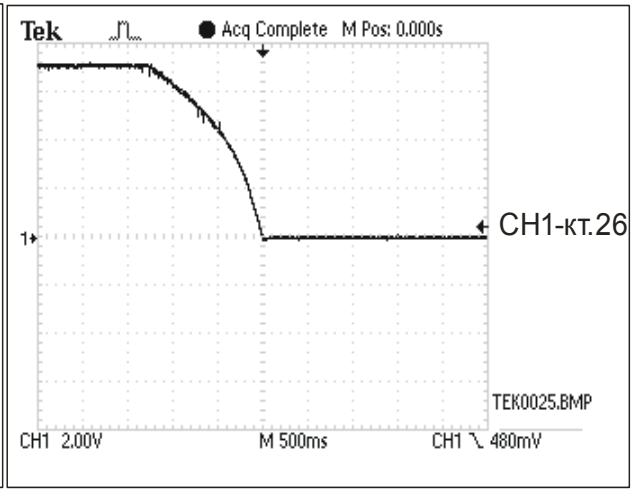


реверс

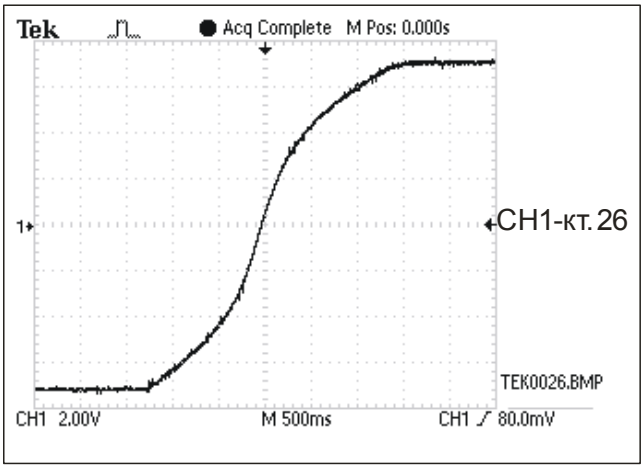
Рисунок 8-8 Кривые скорости при разгоне, торможении и реверсе для оптимальной настройки регулятора скорости при работе в первой зоне.



разгон



торможение



реверс

Рисунок 8-9 Кривые скорости при разгоне, торможении и реверсе для оптимальной настройки регулятора скорости при максимальной скорости

- **настройка регулятора ЭДС**

Для настройки регулятора ЭДС задается скорость вращения 90 % от максимальной скорости двигателя и совершается реверс вращения. Осциллографом наблюдается ток возбуждения в контрольной точке **КТ51** и напряжение якоря в контрольной точке **КТ48**. Оптимальные диаграммы кривых напряжения якоря и тока возбуждения показаны на **рисунке 8-10**.

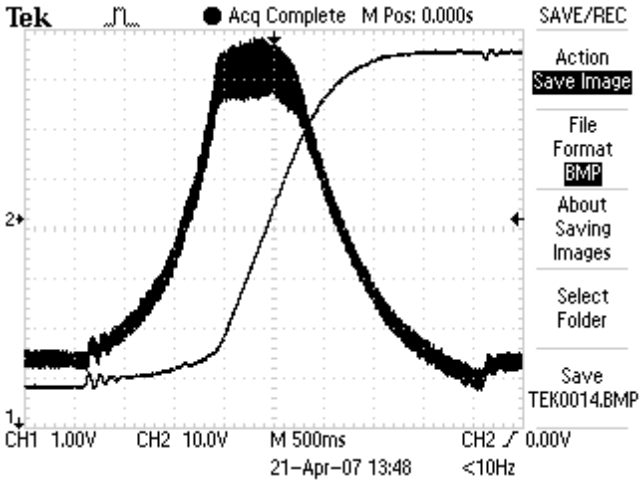


Рисунок 8-10 Формы кривых напряжения якоря и тока возбуждения при оптимальной настройке регулятора ЭДС во время реверса

Для настройки регулятора ЭДС пользуются параметры **P07.03** и **P07.04**. Параметры **P07.03** и **P07.04** имеют следующее воздействие на работу регулятора **ЭДС**:

- параметр **P07.03** – коеффициент усиления регулятора **ЭДС**. Типичные значения параметра **P07.03** от 1.00 до 5.00. При больших значениях параметра **P07.03** увеличивается склонность регулятора ЭДС к самовозбуждению. При меньших значениях параметра **P07.03** увеличивается перерегулирование напряжения якоря;
- параметр **P07.04** – постоянная времени регулятора **ЭДС**. Типичные значения параметра **P07.04** от 50 до 500 ms. При меньших значениях параметра **P07.04** увеличивается скорость реакции регулятора ЭДС, но одновременно увеличивается и склонность к самовозбуждению. При больших значениях параметра **P07.04** увеличивается время для достижения установленного напряжения якоря;
- параметр **P07.05 -** дифференциальная постоянная времени регулятора **ЭДС**. Типичные значения параметра **P07.05** от 20% до 100% от значения параметра **P07.03**.

При больших значениях параметра **P07.03** и малых значениях параметра **P07.04** наблюдается самовозбуждение напряжения якоря во время переходного процесса. Кривые напряжения якоря и тока возбуждения с самовозбуждением при реверсе показаны на **рисунке 8-11**.

При малых значениях **P07.03** и больших значениях параметра **P07.04** наблюдается перерегулиривание напряжения якоря. Кривые напряжения якоря и тока возбуждения с перерегулированием показаны на **рисунке 8-12**.

При неправильно настроенных регуляторях ЭДС и тока возбуждения срабатывает защита **OVM** от превышения напряжения якоря и светодиодная индикация **OS** мигает с периодом 0.3 сек. В этом случае рекомендуется начать настройку на более низкой скорости вращения и постепенно ее увеличивать.

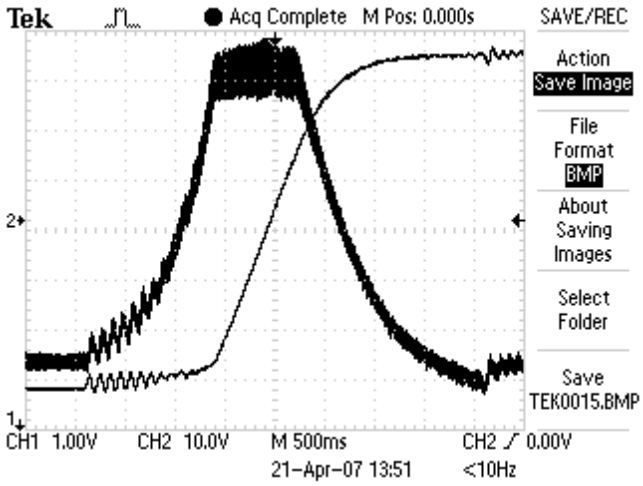


Рисунок 8-11 Кривые напряжения якоря и тока возбуждения с самовозбуждением

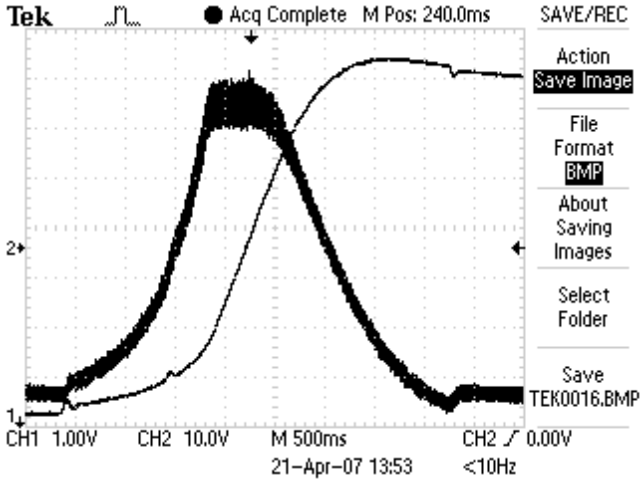


Рисунок 8-12 Кривые напряжения якоря и тока возбуждения с перерегулированием

Этим заканчивает настройка преобразователя.

ВНИМАНИЕ
Измерения всех сигналов проводятся по отношению к общей массе КТ16.

8.8 Работа преобразователя в режиме управления по крутящему моменту

В этом режиме привод работает только при наличии другого ведущего двигателя в системе и может работать как в режиме добавление крутящего момента, так и в режим вычитания крутящего момента (режим торможения) в зависимости от знака заданного крутящего момента.

До запуска преобразователя в режиме управления по крутящему моменту необходимо запустит и настроит его в режиме управления по скорости на холостом ходу, согласно процедурам в **п.8.2** – **п.8.5**. После настройки привода в режиме управления по скорости, двигатель соединяется к нагрузке и вводятся следующие параметры:

- параметр **P02.06** = 2 – режим управление по крутящему моменту;
- параметр **P02.04** = 1 – максимально напряжение якоря двигателя **Uamax**, соответствующее допустимой максимальной скорости раскручивания, выше которой срабатывает защита **SOS** от превышения максимальнай скорости. Посколько скорость

двигателя и его напряжение якоря изменяются по линейному закону, то с напряжением якоря можно ограничить скорость до требуемого значения.

Внимание
В этом режиме двигатель оставлен без нагрузки начинает раскручиватся и следует принять все меры для его надежного соединения к нагрузке.

8.9 Запуск преобразователя в режиме позиционирования

В режиме позиционирования приступается после запуска в режиме управления скоростью.

8.9.1 Предварительная настройка

Необходимо сначало ввести следующие параметры:

- параметр **P02.06** = 3 – режим позиционирования;
- параметр **P02.16** = [0, 1] – тип обратной связи по скорости.

В режиме позиционирования следует иметь энкодер для обратной связи по позиции, а обратная связь по скорости может быть от тахогенератора или энкодера.

- параметр **P02.15**– число импульсов энкодера для одного оборота;
- параметр **P02.21** – скорость вращения энкодера при максимальной скорости двигателя;
- параметр **P14.01 –** числител электрического шага;
- параметр **P14.02** – знаменатель электрического шага;
- параметр **P14.03 –** шаг винта;

Примечание: если энкодер монтирован на винте рекомендуется коэффициент усиления регулятора позиции быть равен коэффициенту передачи между двигателям и винтом.

- параметр **P14.13** – максимальная линейная скорость позиционирования;
- параметр **P14.43** – задание для скорости перемещения в режиме **JOG**. Первоначально задается небольшая скорость движения, например 10% от **P14.13**;

Для обеспечения безопасности перемящений подключаются конечные выключатели к выбранным аппаратным цифровым входам. Соответствующим входам запрограммируются следующие функции:

- **FIN5** – лимит минус;
- **FIN6** – лимит плюс.

Проверяется соответствие между введенными максимальными угловой и линейной скоростями следующим образом.

Выбирается режим **JOG** и направление движения вперед (**SF)** или назад (**SR)** с аппаратными входами.

При положительной обратной связи по позиции срабатывает защита **OTE**. Проблема отстраняется с помощью параметр **P14.16** = 1.

При несоответствии направления движения с направлением координатной системы вводится **P14.15 = 1**.

8.9.2 Процедура уход в референтную точку

В зависимости от данного применения и тип выбранной обратной связи по перемещения, необходимо выбрат самую подходящую процедуру для нулирования, вводя следующие параметры:

- параметр **P14.39** – тип процедуры **уход в референтную точку**;
- параметр **P14.34** – скорость поиска репера;
- параметр **P14.35** – скорость поиска нулевого импульса;

- параметр **P14.36** – скорость установления в референтной точке;
- параметр **P14.37** – направление поиска репера;
- параметр **P14.38** – направление поиска нулевого импульса;
- параметр **P14.33** – смещение координатной системы. С этим параметром определется начало координатной системы;
- параметр **P14.32** – координата референтной точки. Определяется позицию в которую установливается ось после окончания процедуры **уход в референтную точку**.

Процедура начинает выполняться с помощью цифрового входа с запрограммированой функцией **GO REFP**.

После окончания процедуры активируется цифровый выход **INREFP**.

8.9.3 Настройка в режиме позиционирования

Рекомендуется до окончания настройки выключить защиту **OTE** с параметром **P03.16** = 0 - предельная ошибка следования.

Вводятся следующие параметры:

- параметр **P14.17** – цель позиционирования. Рекомендуется первоначально ввести достаточный размер для настройки следования;
- параметр **P14.11 –** скорость позиционирования. Рекомендуется например 10% от максимальной скорости позиционирования, указанной с параметром **P14.12**.

Позиционирование стартует с помощью цифрового входа с запрограммированной функцией **GO POS**, при чем проверяется соответствие максимальной скорости позиционирования с максимальной скорости двигателя. При правильно настроенных скоростях показание параметра **P01.01** должно быть равно 10.00. Если разница больше 1% делается корекцию максимальной скорости двигателя.

При применении тахогенератора для обратной связи по скорости, корекция максимальной скорости двигателя выполняется со смяной масштаба с джемперами **A1, A2,A3,J5, J6** и точно с потенциометром **RP5**.

При применении энкодера для обратной связи по скорости, корекция выполняется со сменой значения параметра **P02.22.**

После выравнивания скоростей включается предрегулятор скорости с **P14.26** = 1 для оптимизирования ошибки следования.

Снова стартуется позиционирование, наблюдая с параметром **P14.20** текущую ошибку следования, а с помощью параметр **P14.27** минимизируется ошибка. При небольших значений **P14.27** регистрируется опаздание текущей позиции (знак ошибки положительный), при больших значений регистрируется опережение текущей позиции (знак ошибки отрицательный) и при торможении переходит позицию, что недопустимо при позиционировании. При очень больших значениях **P14.27** получается перерегулирование и вибрации. При положительной ошибке необходимо увеличит **P14.27,** а при отрицательной уменьшит. Оптимальная настройка получается при небольшом опоздании.

После настройки с вводом **P03.16 =** 1 включается защита **OTE** от превышения ошибки следования.

8.9.4 Режим безразмерного движения JOG

Режимт активируется от цифрового входа с присвоенной функцией **FIN15 - JOG**. Вводятся скорости движения в ручном режиме **P14.43** и быстрого движения в ручном режиме **P14.44**.

Выбирается режим ручного безразмерного движения и с входами **SF** и **SR** выбирается направление перемещения со скоростью, введеной в параметр **P14.43**, пока активирован вход, после чего тормозит с ускорением, введенным в параметр **P14.10**. При одновременном активировании входа для направления и входа с присвоенной функцией **FIN15 - RAPID VELOCITY** выполняется скорость, введенная в **P14.44**.

При достижения конечного лимита блокируется движение в этом направлении и разрешается движение только в обратном направлении.

Примечание: независимо в каком режиме движения достигнут лимит, одинственно в ручном режиме можно выйти от него.

8.9.5 Режим ручного шагового перемещения

Режим активируется входом с присвоенной функцией **FIN45 - Step JOG**.

Выбранным цифровым входам присваиваются функции:

– **FIN46** – **FIXED STEP JOG bit0**;
– **FIN47** – **FIXED STEP JOG bit1**;
– **FIN48** – **FIXED STEP JOG bit2**.

В этом режиме возможны следующие варианты работы:

- **микрошаговое перемещение**

Вводятся следующие параметры:

– **P13.22** = 0.001;
– **P13.23** = 0.01;
– **P13.25** = 0.1.

Предварительно выбирается шаг перемещения с одним из входов с функциями **FIN46**, **FIN47** и **FIN48**.

С командами **SF** и **SR** выбирается направление перемещения с шагом, указанном в соответном параметре. При каждом активирования выполняется только один шаг.

- **относительное позиционирование**

Параметрами от **P13.20** до **P13.27** предварительно можно ввести требуемое число относительных позиций.

Предварительно выбирается относительную позицию перемещения с двоичным кодом из входов с функциями **FIN46**, **FIN47** и **FIN48**, как это показано в **таблице 6-12**.

С командами **SF** и **SR** выбирается направлени перемещения с относительной позицией, выбранной со соответствующим параметром, при том при каждом активировании выполняется только одна относительная позиция.

8.10 Запуск преобразователя в режиме управления по MODBUS

8.10.1 Режим управления по скорости

Вводятся следующие параметры:

– параметр **P02.06 =** 0 – режим управления по скорости;
– параметр **P02.14 =** 3 – задание для скорости от **P02.15**;
– параметр **P15.01** – выбор скорости коммуникации в зависимости от конкретного применения;
– параметр **P15.02** – адрес подчиненного устройства;
– параметр **P15.03** – длительность паузы между кадрами. Выбирается в зависимости от выбранной скорости коммуникации;
– проверяются присвоенные функции аппаратных и коммуникационных цифровых входов и выходов соответствуют ли конкретному приложению и коригируются при необходимости.

8.10.2 Режим управления по позиции

Вводятся следующие параметры:

– параметр **P02.06 =** 3 – режим управление по позиции;
– параметр **P14.17** – вводится координата цели позиционирования в миллиметрах относительно начала выбранной координатной системы **0**;
– параметр **P15.01** – выбор скорости для коммуникации в зависимости от конкретного приложения;
– параметр **P15.02** – адрес подчиненного устройства;

– параметр **P15.03** – длительность паузы между кадрами. Выбирается в зависимости от выбранной скорости коммуникации;

– проверяются присвоенные функции аппаратных и коммуникационных цифровых входов и выходов соответствуют ли конкретному приложению и коригируются при необходимости;

9. Возможные неисправности и методы их устранения

Наименование, признаки и проявления	Вероятная причина	Методы проверки и устранение
1. При подключении преобразователя в сеть срабатывает защита **SPF**. Светодиод **PF** светит постоянно	Отсутствие фазы или несфазированные силовые и оперативные напряжения.	Проверить силовое и оперативное питания для наличия, сфазирования и качества соединений. Проверить зануление.
2. При включении привода и подаче команды **ON**, срабатывает защита **HPF**. Светодиод **PF** мигает с периодом 1s.	Отсутствие фазы силового питания.	Проверит состояние силового питание и качество связей.
3.При включении питания срабатывает защита **FRF**. Светодиод **PF** мигает с периодом 0.3s.	Частота сети питания вне пределов от 42 до 68Hz. Отсуствует синхронизация.	Проверит наличие напряжения для синхронизации. Проверит частота сети питания. Проверит наличие оперативных напряжений ± 12V.
4. При включении привода и подаче команды **ON**, срабатывает выключатель тока	Пробой тиристора или короткое замыкание в силовом блоке.	Размыкаются связи силового питания и якоря двигателя. Омметром проверяется сопротивление между клеммами **U2**, **V2**, **W2** по отношению к **A1**, и затем по отношению к **B2**, с целью определения дефектного тиристора.
5. При включении привода и подаче команды **ON** сработывает защита **SOC** или **HOC**. Светодиод **OC** светит постоянно или мигает с периодом 1s.	Пробой тиристора, короткое замыкание в цепи якоря двигателя. Несфазированные синхронизирующие и силовые напряжения при выключой защите **HPF** (**P03.07**=0).	Размыкаются связи силового питания и якоря двигателя. Омметром, проверяется сопротивление между клеммами **U2**, **V2**, **W2** по отношению **A1**, и затем по отношению **B2** с целью определения дефектного тиристора. Проверяется соответствие между синхронизирующими и силовыми напряжениями.
6. Во время работы привода при определенных скоростях срабатывает защита **SOC** или **HOC**. Светодиод **OC** светит постянно или мигает с периодом 1s.	Большие пульсации в цепи обратной связи по скорости.	1. Проверяется качество обратной связи по скорости с **P01.12** при установившиеся скорости работы и при значениях выше 2% ремонтируется или заменяется датчик скорости. 2.При невъзможности для ремонта вводится в **P06.07** от 150 до 200 ms.
7. При включении привода, сгорают предохранители **FUT** или **FUS**.	Пробой тиристора, короткое замыкание в блоке возбуждения или в обмотке возбуждения.	Замена дефектного тиристорного модуля. Диагностика и ремонт двигателя.
8. После включения привода, подачи команды **ON** и плавного увеличения задания сгорают предохранители **FUT** или **FUS**.	Короткое замыкание между возбуждением и якорем двигателя. Проявляется при безтрансформаторном питании возбуждения.	С помощью мегаомметра проверяется сопротивление изоляции между обмоткой возбуждения и обмоткой якоря и при значении под 2MΩ следует отремонтировать двигатель.
9. При команде **ON** и задании для скорости, в одном из направлении вращения, в переходном режиме слышится характерное “гудение” двигателя	Отсутствие импульсов в токе якоря.	Преобразователь запускается в пропорциональном режиме при **P02.06**=1 и с параметром **P01.17** определяется неработающий тиристор. Проверяется цепь управлявляющих импульсов и самого тиристора.
10. При команде **ON** и задании для скорости, двигатель загружен и скорость “качается”.	Шунт в якоре двигателя или в тахогенераторе.	Привод запускается в пропорциональном режиме и двигатель вращается как “шаговый”. Выключается команда **ON** и при наличии тока возбуждения, вручную крутится вал двигателя. Если в каких то зонах вращения вал застопоряется, то шунт в якоре двигателя. Если вал не застопоряется, то шунт в тахогенераторе.

Наименование, признаки и проявления	Вероятная причина	Методы проверки и устранение
11. При задании для скорости вращения выше номинальной, привод его не выполняет и срабатывает защита **OVM**. Светодиод **OS** мигает с периодом 0.3s.	Привод не входит во вторую зону.	Проверить значения параметров **P02.07**, **P04.03** и **P04.04**. Проверить значение параметра **P01.05** соответствует ли значению **P04.01**. Проверить питание возбуждения (не надо исползовать фазы **L1**).
12. После ремонта двигателя, при пуске на низкой скорости, раскачивается ток возбуждения и срабатывает защита **SFL**. Светодиод **FL** светит постоянно.	Некачественный ремонт двигателя.	Проверить подключение дополнительных полюсов и компенсационной обмотки двигателя.
13. После запуска двигателя, еще на низкой скорости, срабатывает защита **STG**. Светодиод **TG** светит постоянно.	Отсутствует обратная связь по скорости. Неправильно настроенная защита **STG**.	Проверить подключение тахогенератора и его исправность. Завишит значение параметра **P03.12**.
14. После запуска двигателя, еще на низкой скорости, срабатывает защита **ENF**. Светодиод **TG** мигает с периодом 1s.	Отсуствует обратная связь по скорости/позиции – энкодер.	Проверит подключение энкодера и его исправность.
15. После запуска двигателя, еще на низкой скорости, срабатывает защита **PSB**. Светодиод **TG** мигает с периодом 0.3s.	Положительная обратная связь по скорости.	Променит знак обратной связи по скорости: - для тахогенератора параметром **P02.19**; - для энкодера параметром **P02.20**.
16. После подачи команды **ON**, срабатывает защита **SFL**. Светодиод **FL** свети постоянно.	Ошибочно выбранные параметры **P04.02** и **P03.13** или раскачивание регулятора тока возбуждения.	Проверить значения параметров **P04.02** и **P03.13**. В случае необходимости, значение параметра **P03.13** установит в диапазоне 115 ÷ 130% от **P04.02**. Настроит регулятор тока возбуждения параметрами **P07.01** и **P07.02**.
17. После подачи команды **ON** и задания для скорости, близкой к максимальной, срабатывает защита **SFL**. Светодиод **FL** светит постоянно.	Ошибочно выбранные параметры **P04.03**, **P04.04** и **P03.14**.	Проверит значения параметров **P04.03**, **P04.04** и **P03.14** и при необходимости установит значение параметра **P03.14** в диапазоне 50 ÷ 80% от значения параметра **P04.03**.
18. После подачи команды **ON** и задания для скорости, близкой к максимальной, срабатывает защита **SOS**. Светодиод **OS** свети постоянно.	Превышение максимальной скорости.	Проверить значения параметра **P03.10**.
19. Во время работы срабатывает защита **OLF(I^2t)**. Светодиод **OL** светит постоянно.	Перегрузка двигателя.	Проверить режимы работы станка. В случае необходимости заменить более мощным приводом. Проверить значение параметра **P03.08**.
20. Во время работы срабатывает защита **OHF**. Светодиод **OL** мигает периодом 1 s.	Перегрев силового блока.	Выключить и охладить преобразователь. Обеспечить лучшую вентиляцию силового блока.
21. После подачи команды **ORCM** (ориентированное тормо-жение) срабатывает защита **ENF**. Светодиод **TG** мигает периодом 1 s.	Отсутствие обратной связи по позиции.	Проверить цепи подкючения энкодера для наличия и соответствия. Проверить энкодер.