

**ТИРИСТОРНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ
СЕРИИ 12XXX/400
ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЯМИ
ПОСТОЯННОГО ТОКА С ПОСТОЯННЫМИ
МАГНИТАМИ**

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

**ELL, Болгария
ell@ell-bg.com**

<http://www.ell-bg.com>

Содержание

1	Общие сведения	3
2	Условия эксплуатации, хранение и транспорт	4
3	Технические характеристики	5
4	Конструкция и установочные размеры	6
5	Интерфейс и индикации состояния преобразователя	7
5.1	Цифровой интерфейс X1	7
5.1.1	Цифровые входы	8
5.1.2	Цифровые выходы	9
5.2	Аналоговый интерфейс X2	10
5.2.1	Дифференциальный аналоговый вход	10
5.2.2	Аналоговый вход для тахогенератора	10
5.2.3	Прочие	11
5.3	Интерфейсы X3 и X4 для энкодера	11
5.4	Последовательный интерфейс X6	12
5.5	Силовой интерфейс преобразователя X7	13
5.5.1	Питание блока управления преобразователя	13
5.5.2	Питание силовой части преобразователя	13
5.6	Индикации для состояния преобразователя	18
6	Настройка преобразователя	21
6.1	Работа с портативным терминалом или компьютером	21
6.2	Функциональная схема преобразователя	22
6.3	Параметры преобразователя	22
6.4	Описание параметров	26
6.4.1	Группа 01 – параметры для измерения переменных	26
6.4.2	Группа 02 – параметры преобразователя	27
6.4.3	Группа 03 – параметры защит	30
6.4.4	Группа 04 – параметры двигателя	34
6.4.5	Группа 05 – параметры регулятора скорости	35
6.4.6	Группа 06 – параметры регулятора тока	36
6.4.7	Группа 07 – параметры терминала	36
6.4.8	Группа 08 – история ошибок	37
6.5	Ошибки в аварийном режиме	37
7	Монтаж и подключение преобразователя	38
7.1	Общие технические требования к монтажу	38
7.2	Соединение силовых цепей преобразователя	40
7.3	Соединение оперативных цепей преобразователя	41
7.3.1	Подключение к ЧПУ с встроенным выходом PRDY	41
7.3.2	Подключение к ЧПУ без выхода PRDY	42
7.4	Подключение преобразователя при автономном управлении	43
8	Настройка преобразователя	44
8.1	Проверка напряжений питания	44
8.2	Первоначальная настройка преобразователя	44
8.2.1	Выбор максимальной скорости двигателя для данного применения	44
8.2.2	Предварительная настройка обратной связи по скорости	45
8.2.3	Настройка номинального тока преобразователя	46
8.2.4	Настройка параметров двигателя	46

8.3	Запуск преобразователя в пропорциональном режиме.	46
8.4	Настройка защит преобразователя	47
8.5	Проверка работы привода в интегральном режиме	48
8.6	Запуск преобразователя в режиме управления по крутящему моменту	52

1 Общие сведения

Преобразователи серии 12XXX/400 являются новым поколением интеллигентных тиристорных преобразователей, разработанных на базе современных цифровых технологий (DSP/FPGA), питаются прямо из сети и обеспечивают четырехквadrантное двузонаное управление скорости двигателя. Кроме режима управления по скорости преобразователи могут работать в режиме управления по крутящему моменту. Инерционная синхронизация не зависит от дефазации силового согласующего трансформатора и позволяет надежную работу при питании преобразователя от сети с сильными помехами. Настройка всех режимов работы преобразователя осуществляется при помощи системы параметров.

По своему назначению тиристорные преобразователи серии 12XXX/400 универсальные и могут встраиваться в каждый станок с более высокими требованиями к электроприводу, в котором применены двигатели постоянного тока с постоянными магнитами с повышенным напряжением якоря, вплоть до 440V.

2 Условия эксплуатации, хранение и транспорт

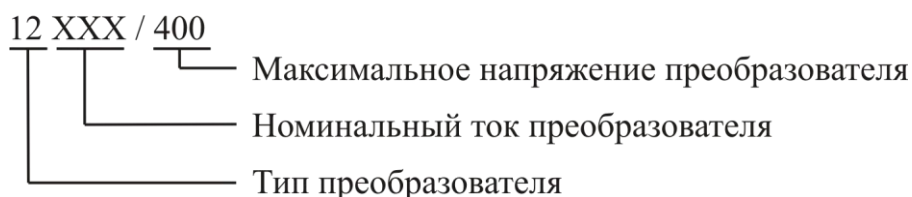
Тиристорные преобразователи серии 12XXX/400 могут работать, сохраняться и транспортироваться при следующих условиях:

- температура окружающей среды – от 5° до 50° С;
- максимальная относительная влажность воздуха 80% при температуре 30° 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/s².

3 Технические характеристики

Серия тиристорных преобразователей 12XXX/400 упорядочена в соответствии с номинальными токами на выходе преобразователей.

Технические характеристики преобразователей приведены в **таблица 1**.



Структура условного обозначения

Преобразователь, тип:	12020/400	12030/400	12040/400	12050/400
Номинальный ток якоря, А	20	30	40	50
Максимальный ток якоря, А	100	150	200	250
Напряжение силового питания, V	3x380,+10 / -15%			
Частота силового напряжение питания, Hz	45 ÷ 65			
Максимальное напряжение якоря, V	440			
Синхронизация преобразователя с сетью	инерционная			
Динамическое торможение	внешнее			
Динамическое токоограничение якоря	программируемое			
Диапазон регулирования скорости	1:10000			
Датчик обратной связи по скорости	тахогенератор или энкодер			
Максимальное напряжение тахогенератора, V	± 193 при N _{max}			
Аналоговый вход	± 10V, 10ком			
Цифровые входы	2 входа, ± 24V, 10mA			
Цифровые выходы	2 выхода релейного типа, 100V _{AC} / 0.3A, 24V _{DC} / 0.3A			
Серийные интерфейсы ¹	RS 232C до 9600 bps RS 485 до 115 200 bps			
Режим работы	Продолжительный S1			
Степень защиты	IP 20			
Габариты ВxШxГ, мм	405x200x170			

Таблица 1 Технические характеристики преобразователей

Примечание:

¹ – последовательный интерфейс **RS485** является опцией, которой монтируется по заказу клиента.

4 Конструкция и установочные размеры

Компоненты преобразователей серии 12XXX/400 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 индикацией монтирована на лицевой панели. Монтажно-габаритные размеры и расположение интерфейсных разъемов и силовых клемм показаны на рисунке 1.

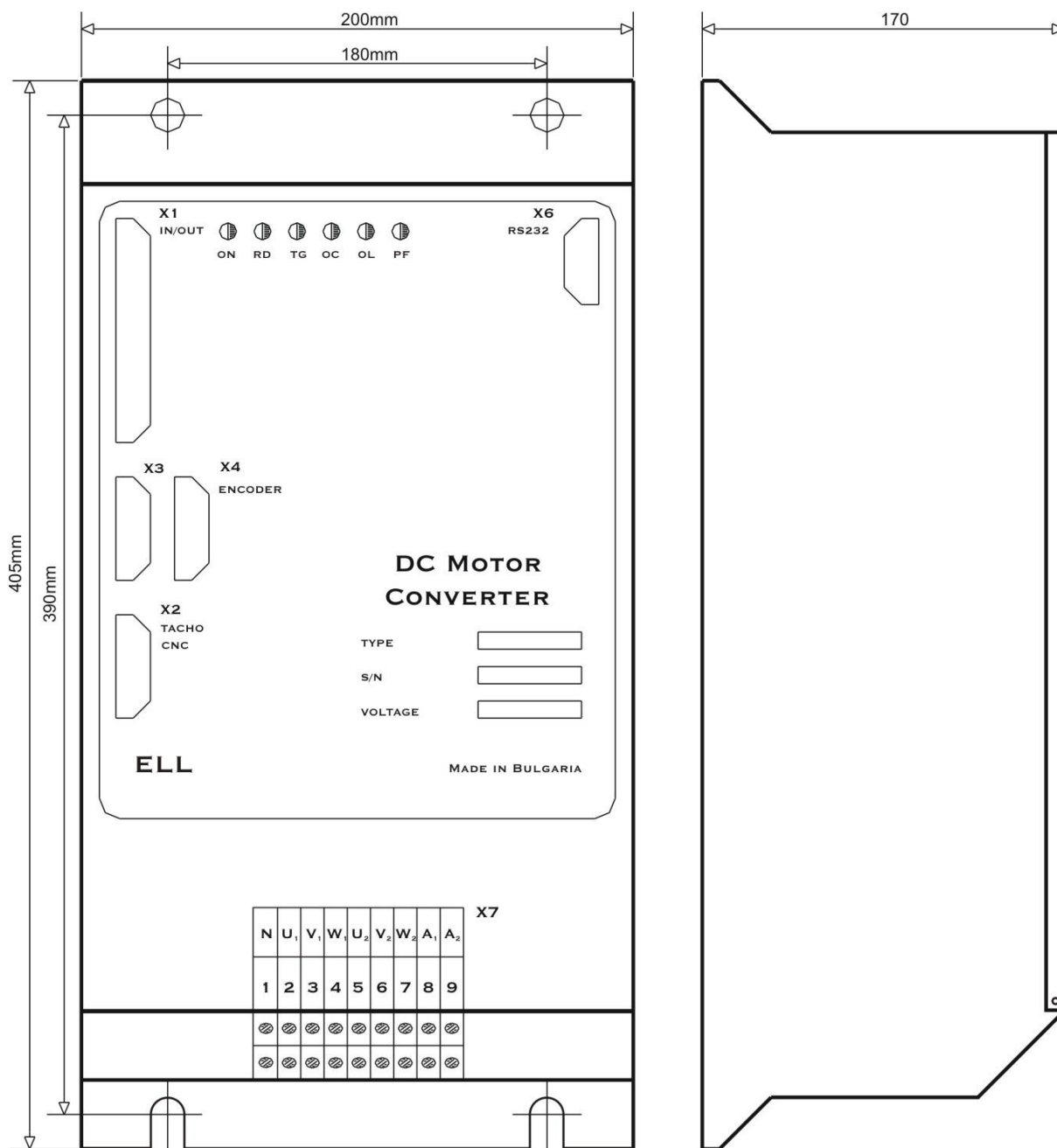


Рисунок 1 Присоединительные и габаритные размеры преобразователей типов 12XXX/400

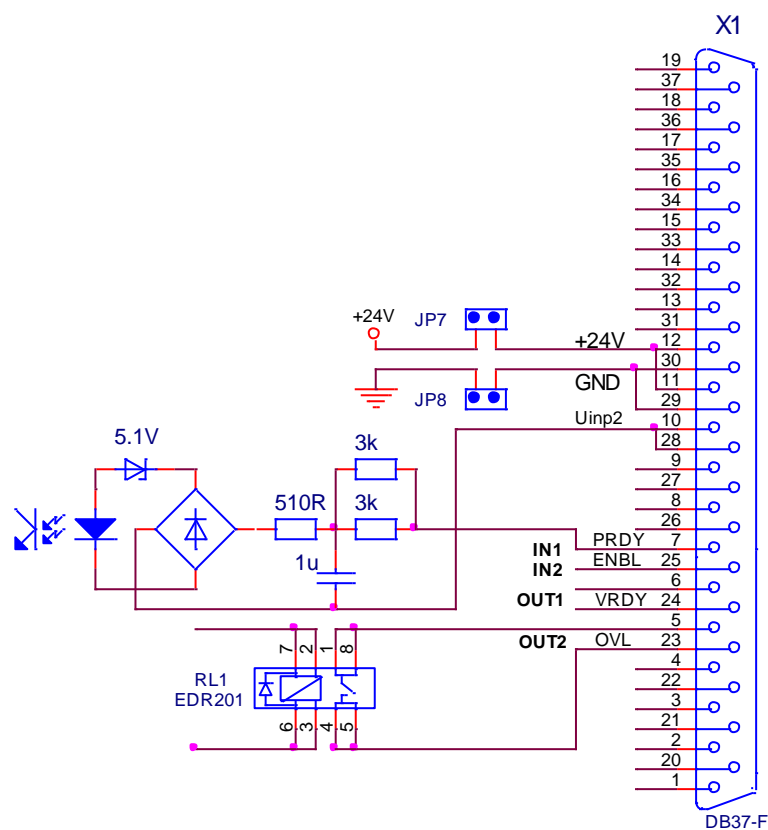
5 Интерфейс и индикации состояния преобразователя

5.1 Цифровой интерфейс X1

Цифровой интерфейс X1 состоит из:

- 2 цифровых входов гальванически изолированные, для напряжения $\pm 24 V_{DC}$, с входным током до 10 mA. Низкий уровень входного сигнала от 0 до 7 V и высокий уровень от 13 до 30 V. Используются для управления работой преобразователя;
- 2 цифровых выходов релейного типа с максимальной нагрузкой 0.3 A при 100 V_{AC} и 0.3 A при 24 V_{DC}. Указывают внешнему управляющему устройству о моментном состоянии преобразователя;
- внутреннего оперативного напряжения преобразователя + 24 V.

Интерфейс X1 выведен на 37 выводной разъем в верхней левой части лицевой панели. На рисунке 2 показано расположение выводов и структура входов.



Рисунка 2 Соответствие между сигналами и выводами разъема интерфейса X1 и принципиальные схемы цифровых входов и выходов

Interface X1: Connector DB37-F								
X1.	Обозначение	Функция	X1.	Обозначение	Функция	X1.	Обозначение	Функция
1	-	-	14	-	-	27	-	-
2	-	-	15	-	-	28	Uinp2	-
3	-	-	16	-	-	29	GND	-
4	-	-	17	-	-	30	GND	-
5	OUT2.1	OVL	18	-	-	31	-	-
6	OUT1.1	VRDY	19	-	-	32	-	-
7	IN1	PRDY	20	-	-	33	-	-

8	-	-	21	-	-	34	-	-
9	-	-	22	-	-	35	-	-
10	Uinp2	-	23	OUT2.2	OVL	36	-	-
11	+24V	-	24	OUT1.2	VRDY	37	-	-
12	+24V	-	25	IN2	ENBL			
13	-	-	26	-	-			

Таблица 2 Соответствие между сигналами и выводами разъема интерфейса **X1**

5.1.1 Цифровые входы

– **PRDY** (X1.7) – после получения команды **PRDY** совершается проверка на наличие силовых напряжений и напряжение для синхронизации. Если проверка прошла успешно, преобразователь входит в состояние готовности, включается светодиодная индикация **RD** в режиме постоянного свечения и замыкается контакт релейного выхода **VRDY**. Если во время проверки обнаружена ошибка, преобразователь входит в состояние аварийного режима. В этом случае преобразователь входит в состояние готовности после устранения причины ошибки и повторной команды **PRDY**;

Первоначально, после включения питания, до получения команды **PRDY**, совершается проверка для наличия напряжения синхронизации и для частоты сети питания. Если эта проверка прошла, то включается индикация **RD** в режиме мигания.

Внимание: рекомендуется включить команду **PRDY** в функции от аварийной системы станка и при ее включении команда **PRDY** должна выключиться. После восстановления аварийной системы станка, восстанавливается и команда **PRDY** и преобразователь входит в состояние готовности.

– **ENBL** (X1.25) – разрешение для работы преобразователя. После получения команды **ENBL** разрешается работа регуляторов, активизируется силовая часть преобразователя, включается светодиод **ON** и, если не сработала защита, выполняется задание для скорости. Команда **ENBL** выполняется только при достигнутое состояние готовности и активный **VRDY**;

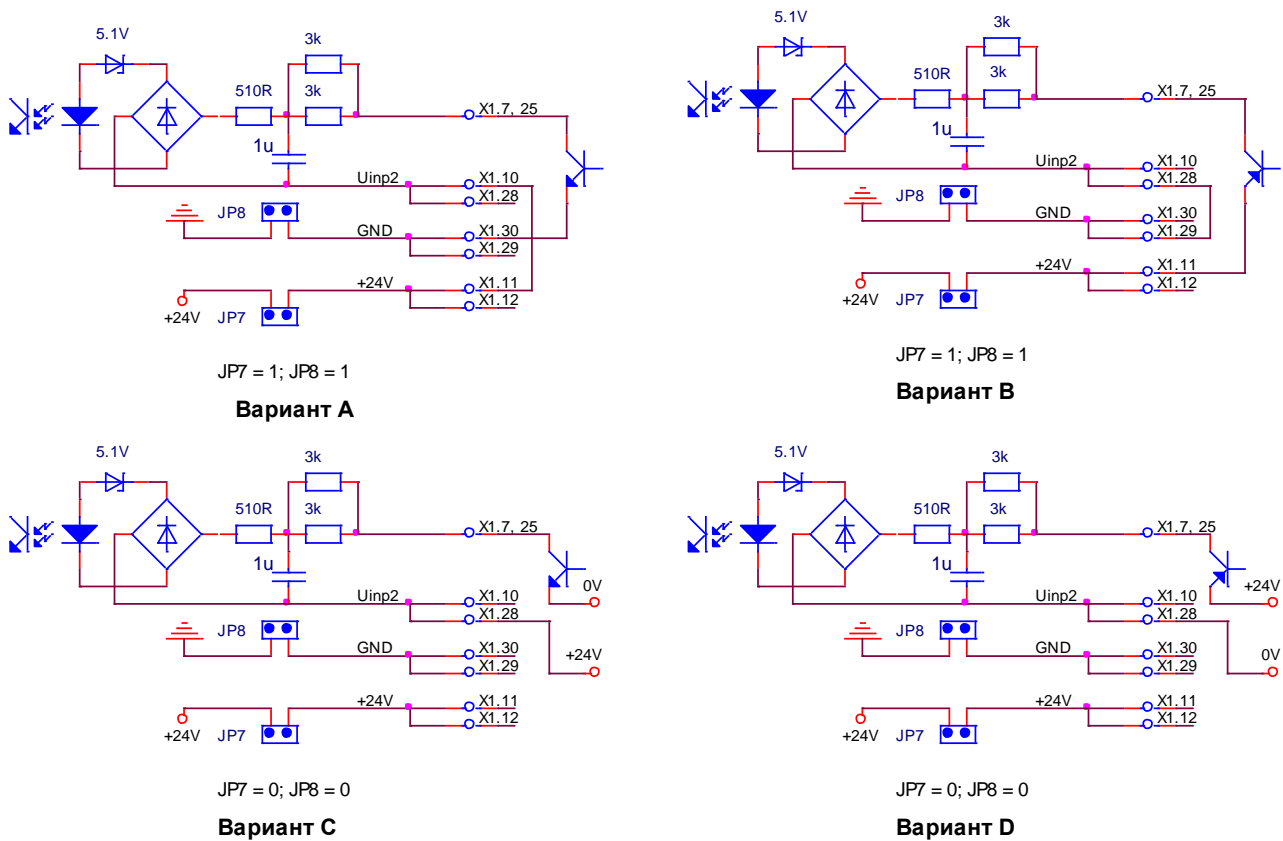


Рисунок 3 Структура цифровых входов

Питание цифровых входов можно организовать из:

– внутреннего оперативного напряжения **24VDC** преобразователя при положении джемперов **J7 = J8 = 1**, как это показано на **рисунке 3**. В этом случае цифровые входы могут быть селектированы системными выходами типа **N** - **вариант А** или системными выходами типа **P** - **вариант В**;

– внешнего оперативного напряжения **Uext = 24VDC**, при положении джемперов **J7 = J8 = 0**, как это показано на **рисунке 3**, варианты **В** и **С**. В этом случае цифровые входы могут быть селектированы системными выходами типа **N** - **вариант С** или системными выходами типа **P** - **вариант D**.

Расположение джемпера **J7** и **J8**, с которыми выбирается источник питания цифровых выходов, показано на **рисунке 7**.

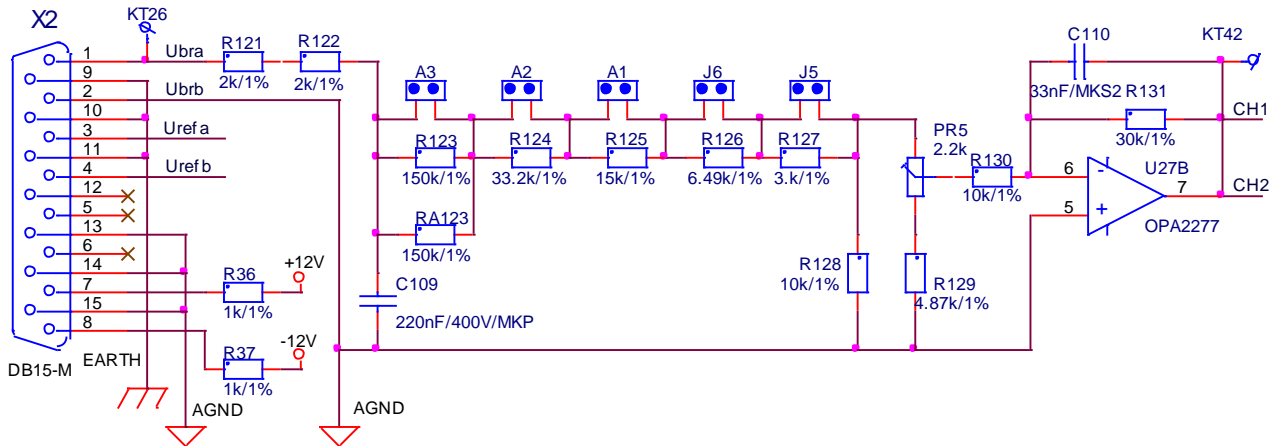
5.1.2 Цифровые выходы

- **VRDY** (X1.6, X1.24) – готовность преобразователя. После получения команды **PRDY** и если не сработала защита, преобразователь достигает состояние готовности после времени, определенного параметром **P02.17**, и включается индикация **RD** в режиме постоянного свечения. При активном выходе **VRDY**, релейный контакт замыкается. При срабатывании какой нибудь защиты, состояние готовности преобразователя отпадает и релейный выход **VRDY** размыкается;
- **OVL** (X1.5, X1.23) – перегрузка привода. Релейный выход **OVL** нормально замкнутый при состоянии готовности преобразователя. При перегрузке и срабатывании защиты **OLV(I²t)** или защиты **OHF**, релейный выход **OVL** размыкается, состояние готовности пропадает и релейный выход **VRDY** тоже размыкается.

5.2 Аналоговый интерфейс X2

Аналоговый интерфейс X2 показан на рисунке 8 и состоит из:

- дифференциального аналогового входа **Uref**;
- аналогового входа **Ubr** обратной связи по скорости при использовании тахогенератора;



Рисунка 4 Соответствие между сигналами и выводами разъема аналогового интерфейса X2 и принципиальная схема аналогового канала тахогенератора

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	-	8	-12V	11	EARTH	14	AGND
3	Urefa	6	-	9	EARTH	12	-	15	AGND

Таблица 3 Соответствие между сигналами и выводами разъема аналогового интерфейса X2

5.2.1 Дифференциальный аналоговый вход

Дифференциальный аналоговый вход **Uref** (X2. 3, X2.4) используется для задания скорости вращения двигателя аналоговым управляющим сигналом.

Диапазон изменения входного напряжения ± 10 V , а входное сопротивление не меньше 10 Ком.

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. Для работы с тахогенератором, вводится значение параметра **P02.11** = 0.

Принципиальная схема аналогового входа для тахогенератора **Ubr** показана на рисунке 4. Изменение диапазона максимального напряжения на входе **Ubr** осуществляется при помощи джемперов **J5**, **J6**, **A1**, **A2** и **A3**. В таблице 4 приведено положение джемперов для разных диапазонов на входе обратной связи. Точная настройка обратной связи по скорости, в диапазоне $\pm 10\%$, осуществляется триммером **RP5**.

Расположение джемперов **J5**, **J6**, **A1**, **A2** и **A3**, а также и триммера **RP5**, с которыми выбирается диапазон максимального напряжения аналогового входа для тахогенератора, показано на рисунке 7.

№	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 4 Напряжение тахогенератора при максимальной скорости вращения

Примечание: Темные поля обозначают наличие моста.

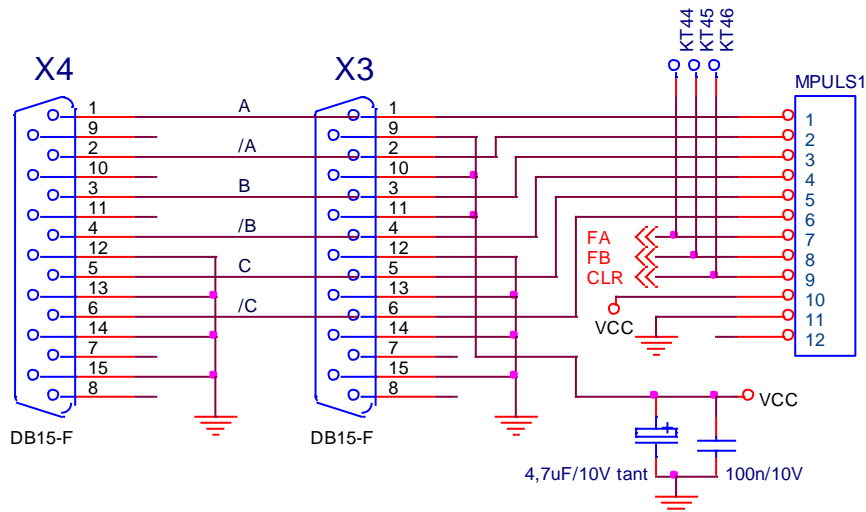
5.2.3 Прочие

- **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) – внутренние оперативные напряжения преобразователя. Применяются для формирования двуполярного аналогового задания для скорости внешним потенциометром, как это показано на **рисунке 16**. При сопротивлении потенциометра 10 К, диапазон изменения задания для скорости ± 10 В;
- **EARTH** (X2.9, 10, 11) – корпус преобразователя.

5.3 Интерфейсы X3 и X4 для энкодера

Интерфейс для энкодера **X3** выведен на 15-ти выводном разъеме в нижней левой части лицевой панели. Принципиальная схема входной части канала энкодера и расположение выводов показаны на **рисунке 5**. Соответствие сигналов с выводами разъема приведено в **таблице 5**. Для работы с энкодером как датчиком обратной связи по скорости, вводится значение параметра **P02.11** = 1.

Интерфейс **X4** является расширением интерфейса **X3** для доступа другого прибора к сигналам энкодера. Соответствие между сигналами и выводами разъема интерфейса **X4** показано на **рисунке 5** и в **таблице 6**.



Рисунка 5 Принципиальная схема и расположение выводов интерфейса **X3** для энкодера и его расширение **X4**

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

Таблица 5 Соответствие между сигналами и выводами интерфейса энкодера **X3**

Interface X4: Connector DB15 - F					
№	Сигнал	№	Сигнал	№	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 6 Соответствие между сигналами и выводами интерфейса энкодера **X4**

5.4 Последовательный интерфейс X6

Физическая реализация последовательного интерфейса **X6** стандартный **RS232C** со скоростью коммуникации 9600bps. Последовательный интерфейс **RS232C** предназначен для обслуживания специализированного терминала для настройки параметров. Для питания терминала, на X6.9 выведено системное напряжение **V_{cc} = + 5V**.

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

Последовательный интерфейс **X6** выведен на 9-ти выводном штифтовом разъеме. Соответствие сигналов с выводами разъема показано на **рисунке 10** и в **таблице 7**.

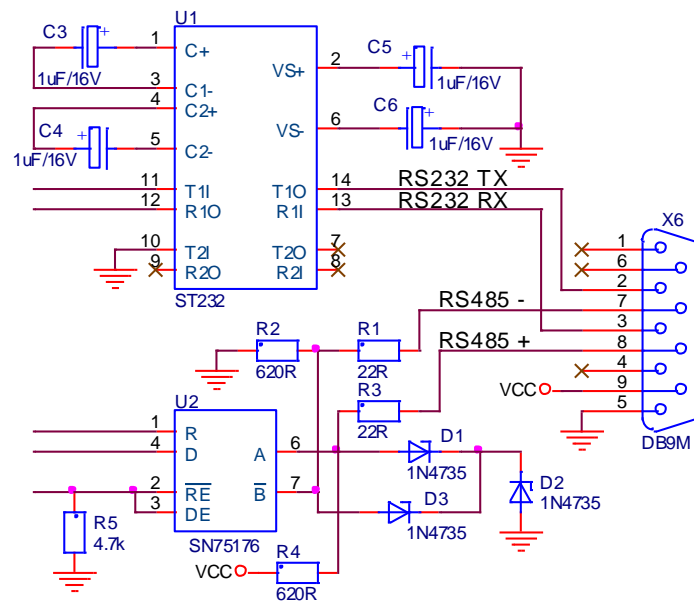


Рисунок 6 Принципиальная схема и расположение выводов разъема серийного интерфейса **X6**

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 7 Соответствие между сигналами и выводами интерфейса энкодера **X6**

5.5 Силовой интерфейс преобразователя **X7**

Силовой интерфейс **X7**, выведенный на колодке клемм, связывает преобразователь к сети питания, к якорю двигателя и к внешним защитным и коммутационным аппаратам. Силовой интерфейс **X7** составлен из:

- питания **U1**, **V1** и **W1** блока управления преобразователя;
- питания **U2**, **V2** и **W2** силовой части преобразователя;
- питания **A1** и **A2** якоря двигателя.

Электрическая схема силового блока в комплекте с синхронизирующими трансформаторами показана на **рисунке 11**. Электрическая схема силовой платы с импульсными трансформаторами и датчиками якорного напряжения показана на **рисунке 12**. На **рисунке 13** показано расположение элементов и разъемов на силовой плате.

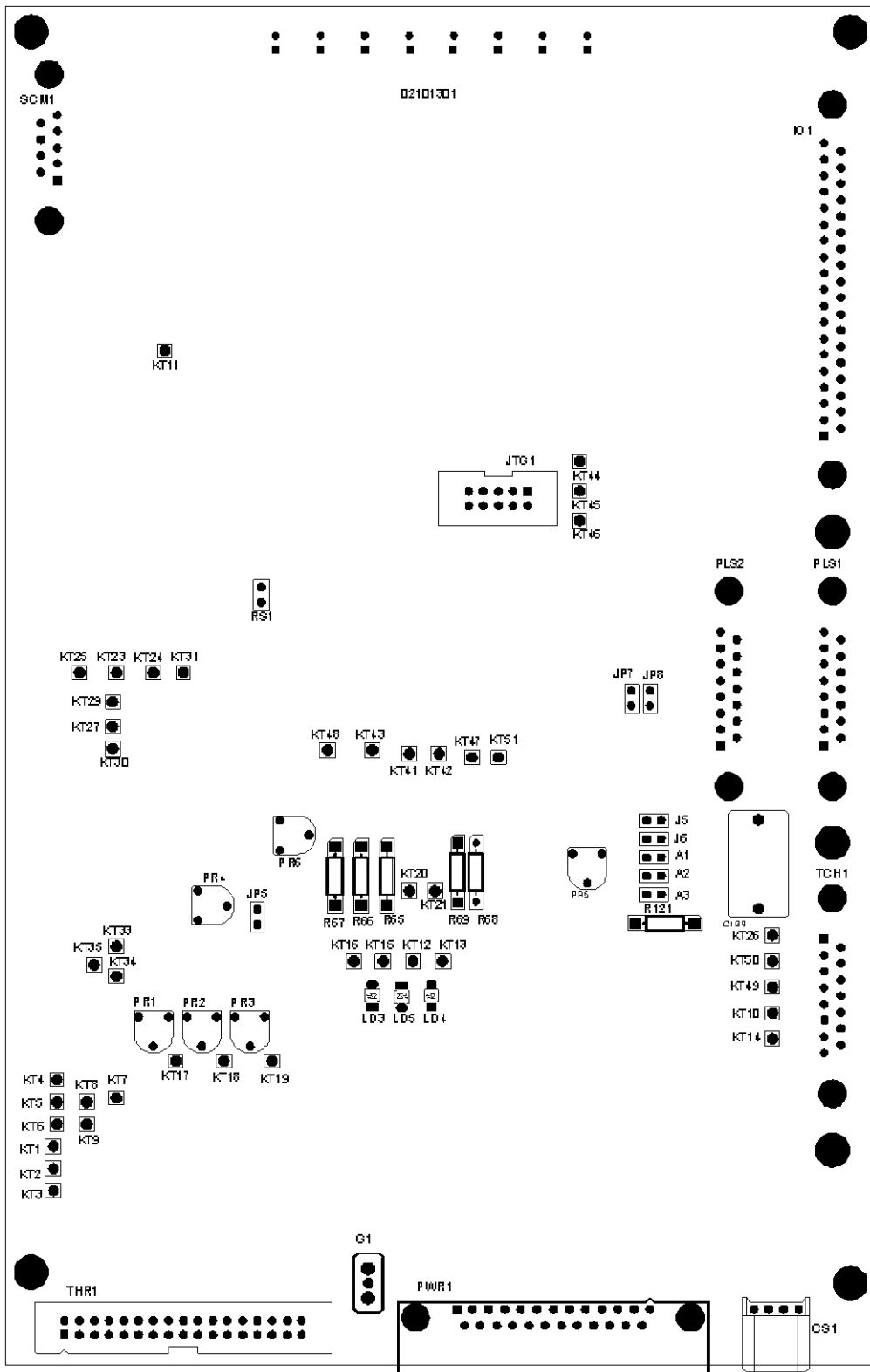
5.5.1 Питание блока управления преобразователя

Трехфазное напряжение сети, на входе коммутационного дросселя **СН1**, подключается к клеммам **U1**(X7.2), **V1**(X7.3) и **W1**(X7.4) для питания и синхронизации блока управления преобразователя.

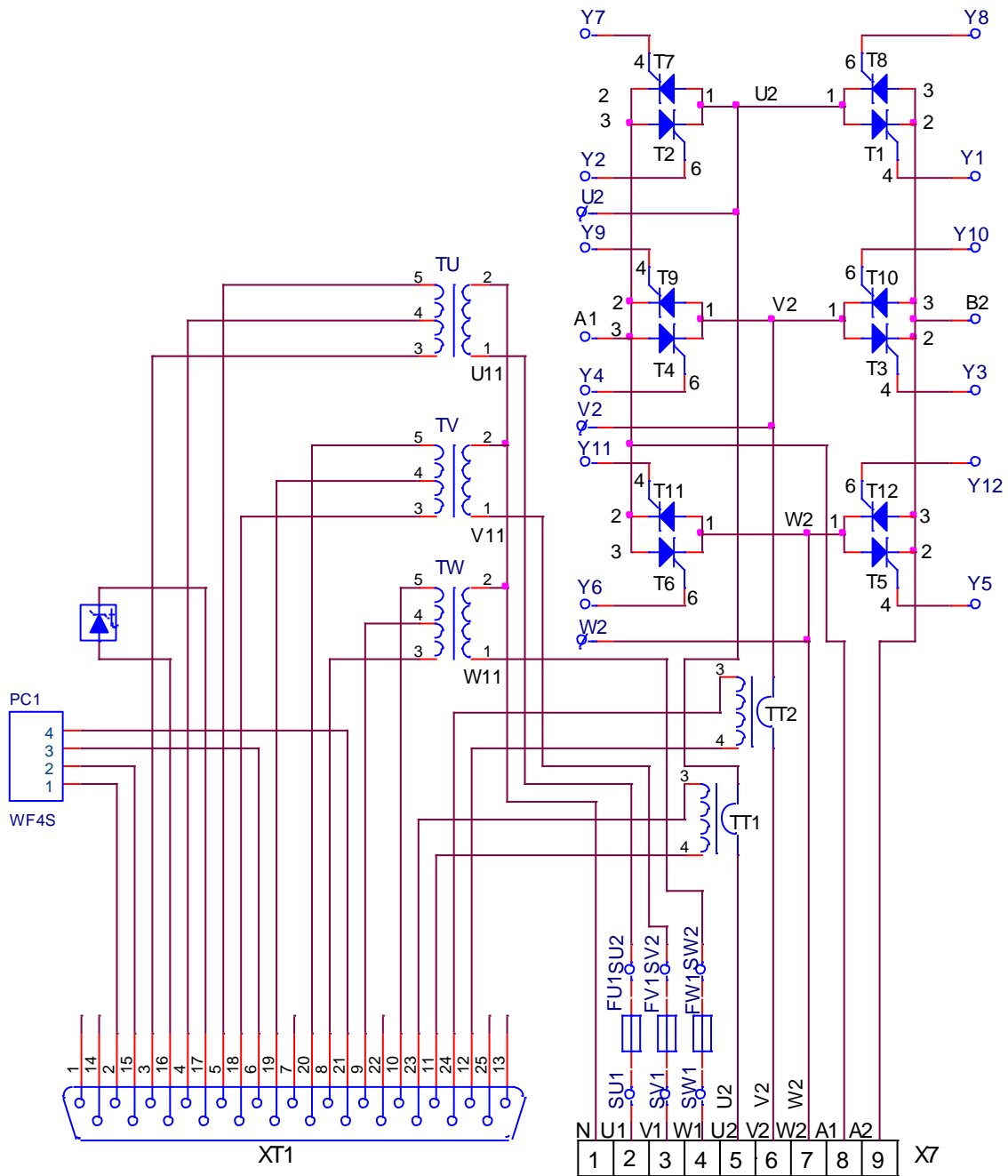
5.5.2 Питание силовой части преобразователя

Трехфазное напряжение с выхода коммутационного дросселя **СН1** подключается к клеммам **U2**(X7.5), **V2**(X7.6) и **W2**(X7.7) для питания силового выпрямителя преобразователя.

Масса подключена к клемму **N**(X7.1).



Рисунка 7 Расположение элементов настройки на процессорной плате



Рисунка 8 Электрическая схема силового блока преобразователя

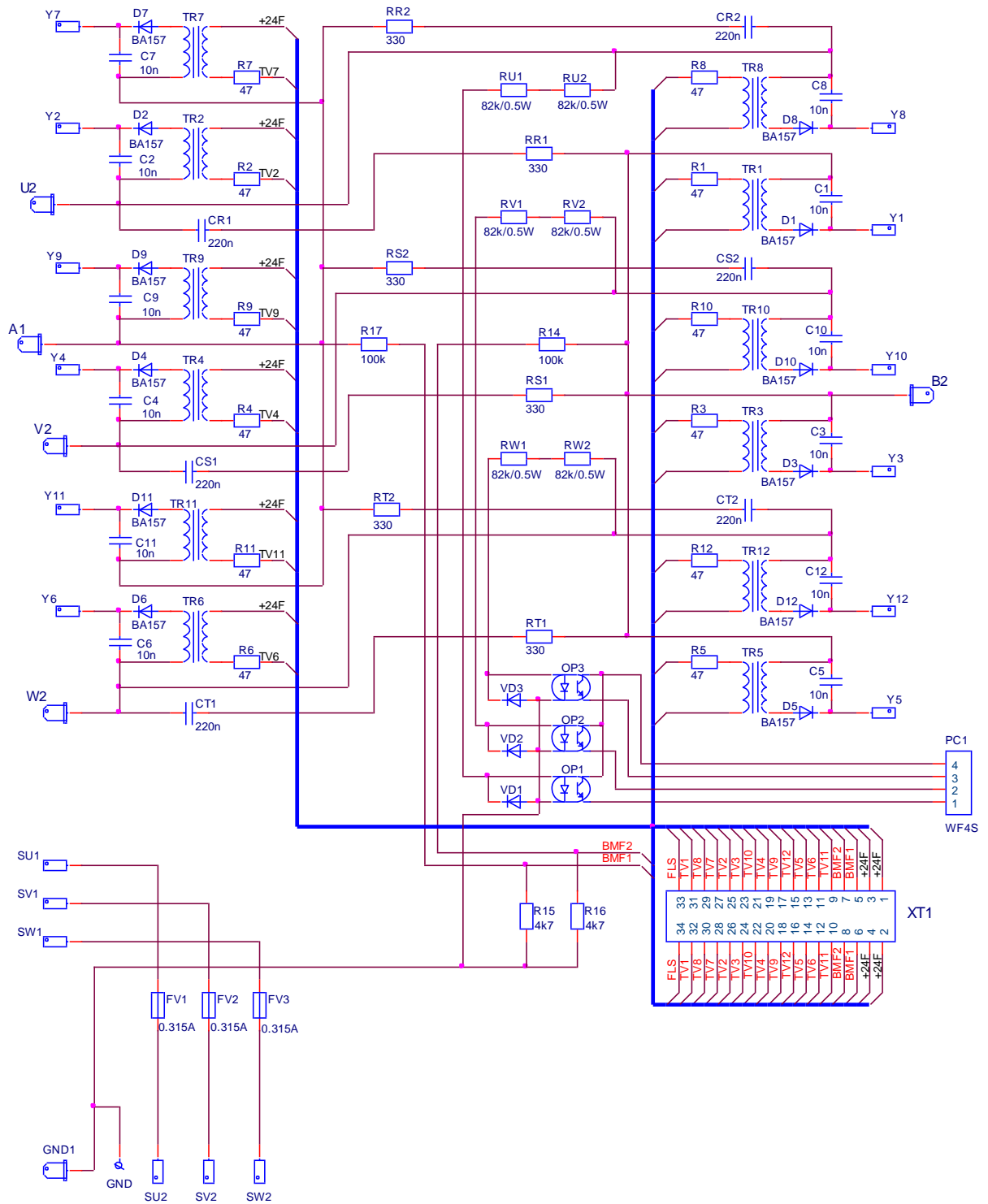
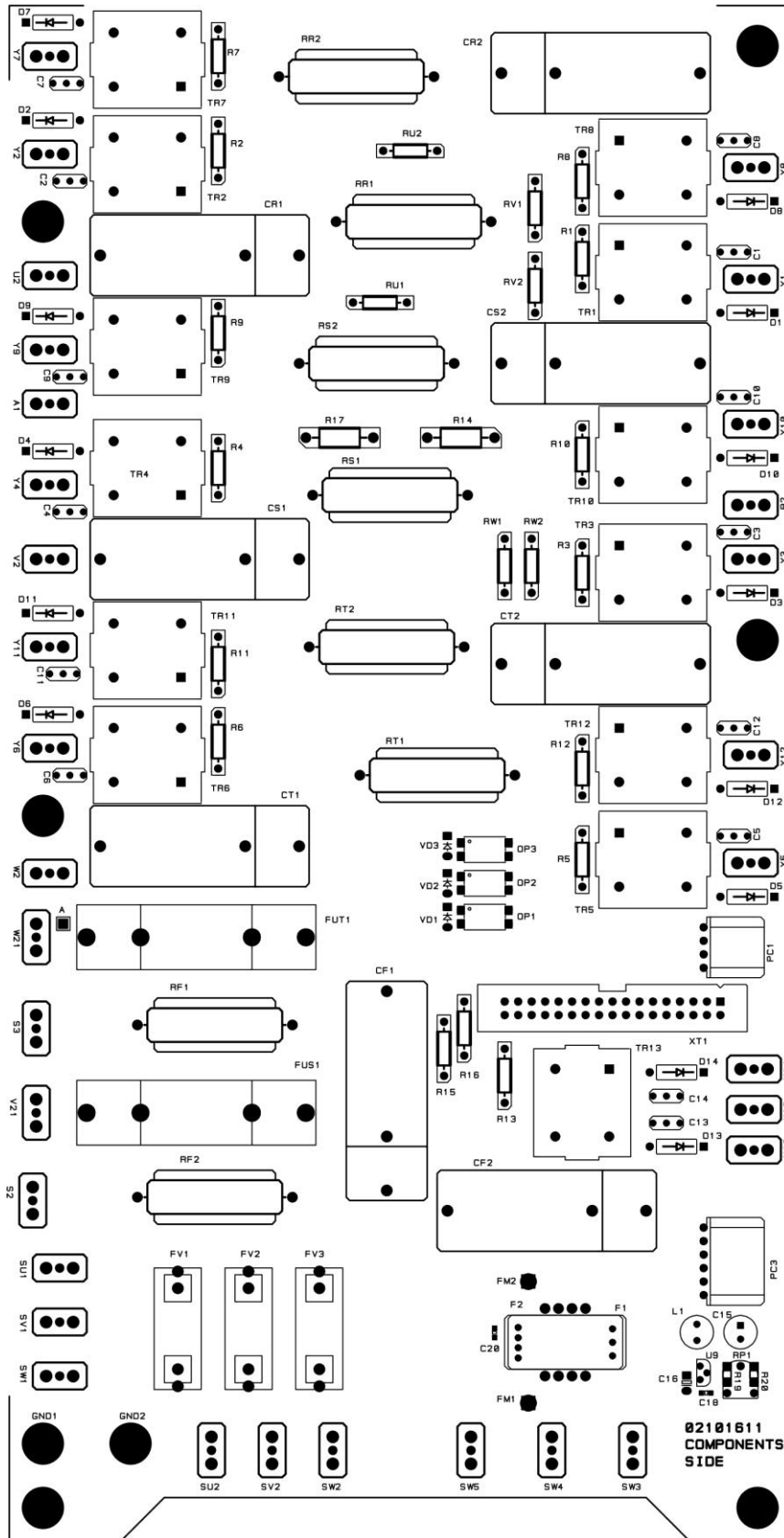


Рисунок 9 Электрическая схема силовой платы преобразователя



Рисунка 10 Расположение элементов и разъемов на силовой плате

5.6 Индикации для состояния преобразователя

В верхней части лицевой панели расположены 8 светодиодных индикаций, которых показывают мгновенное состояние преобразователя. Зажигание каждой из них показывает нормальную работу или возникновение аварийного режима.

Светодиодные индикации о состоянии преобразователя указаны ниже:

- **в нормальном режиме работы**

RD мигающая с периодом 1 с – готовность преобразователя после включения питания;

RD светит постоянно – готовность преобразователя после получения команды **PRDY**;

ON светит постоянно – работа преобразователя разрешена после получения команды

ENBL;

- **в аварийном режиме работы**

PF светит постоянно – защита **SPF**. Нарушения в работе синхронизации;

PF мигающая с периодом 1 сек. – защита **PPF**. Прерывание в питании преобразователя;

PF мигающая с периодом 0.3 сек. – защита **FRF**. Частота сети питания вне допустимых пределах или отсутствие синхронизации;

OL светит постоянно – защита **OLF**. Срабатывание защиты **I²t** от перегрузки двигателя;

OL мигающая с периодом 1 сек. – защита **OHF**. Срабатывание защиты **OHF** от перегрева силового блока преобразователя;

OL мигающая с периодом 0.3 сек. – защита **SOS**. Срабатывание защиты **SOS** от превышения допустимой скорости вращения;

OL мигающая с периодом 0.3 сек. – защита **OVM**. Срабатывание защиты **OVM** от превышения максимального напряжения якоря;

OC светит постоянно – защита **SOC**. Ток в силовом выпрямителе превысил заданное предельное значение **Idrv_{MLIM}**;

OC мигающая с периодом 1 сек. – защита **HOC**. Ток в силовом выпрямителе превысил заданное максимальное предельное значение **Idrv_{MLIM}** или возникло короткое замыкание в силовом выпрямителе преобразователя;

TG светит постоянно – защита **STG**. Размыкание обратной связи по скорости в случае работы с тахогенератором. Неправильное подключение, короткое замыкание или обрыв в цепи тахогенератора;

TG мигающая с периодом 1 сек. – защита **ENF**. Размыкание обратной связи по скорости в случае работы с энкодером. Неправильное подключение, короткое замыкание или обрыв в цепи энкодера;

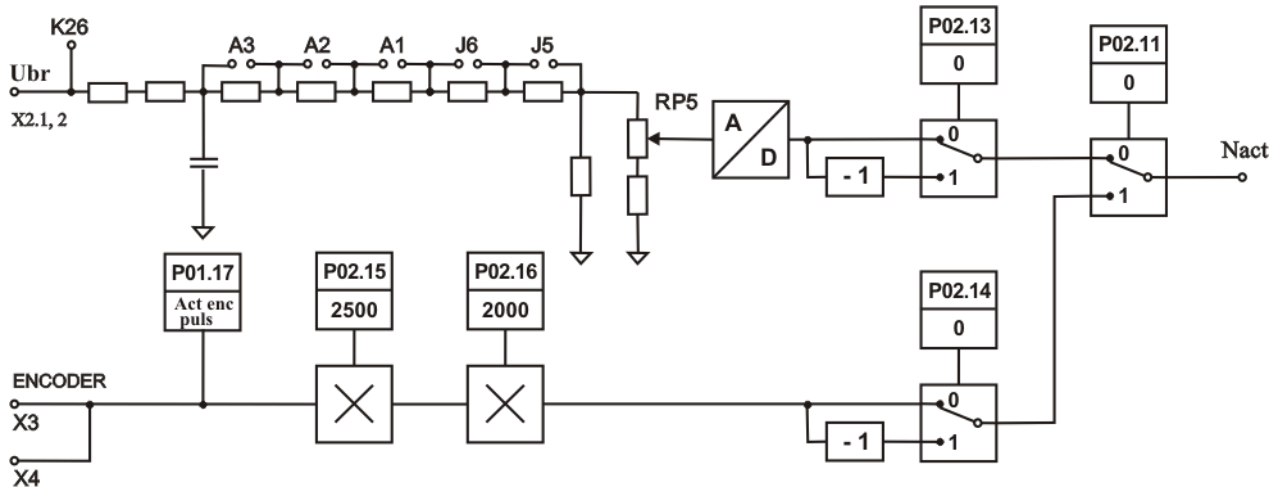
TG мигающая с периодом 0.3 сек. – защита **ENF**. Положительная обратная связь по скорости;

TG, OC, OL, PF светят постоянно – защита **ADC**. Повреждение в аналого-цифровом преобразователе;

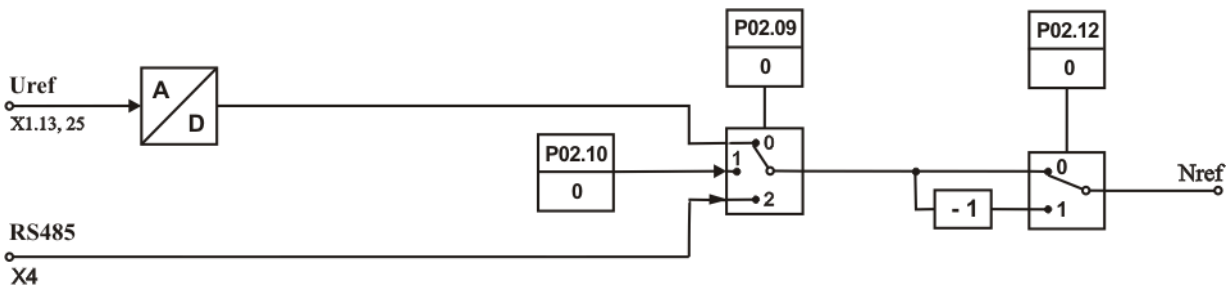
TG, OC, OL, PF мигающие с периодом 1 сек. – защита **EEF**. Ошибка в работе энергонезависимой памяти;

TG, OC, OL, PF мигающие с периодом 0.3 сек. – защита **MAF**. Программа не соответствует аппаратной части.

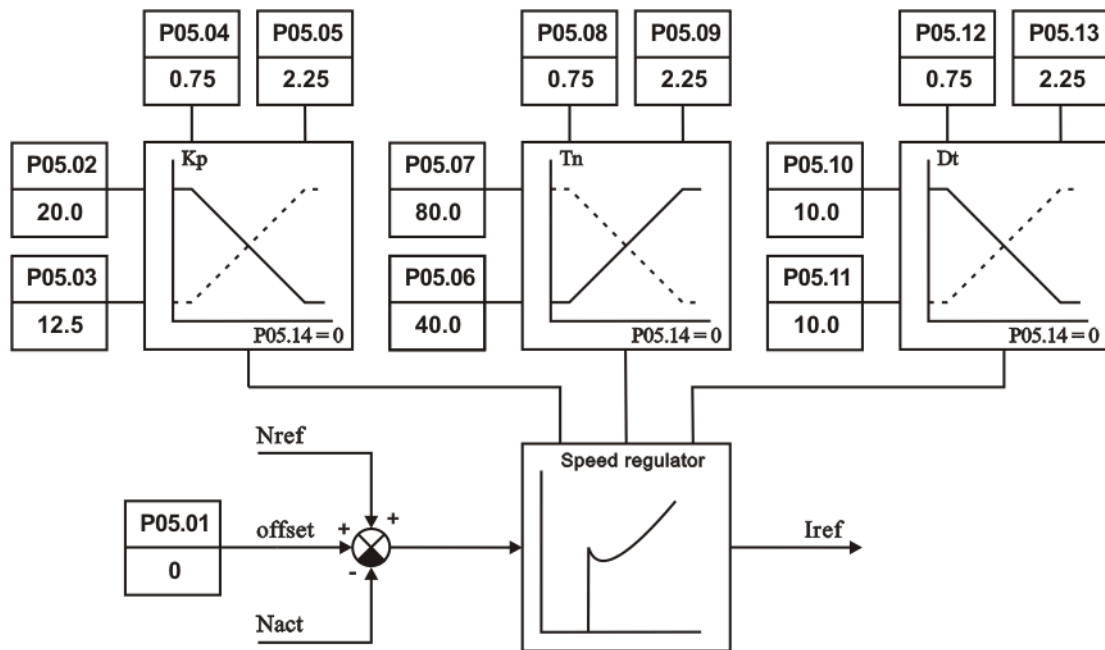
Замечания: подробное описание защит рассмотрено в п. **6.4.3** и **6.5**;



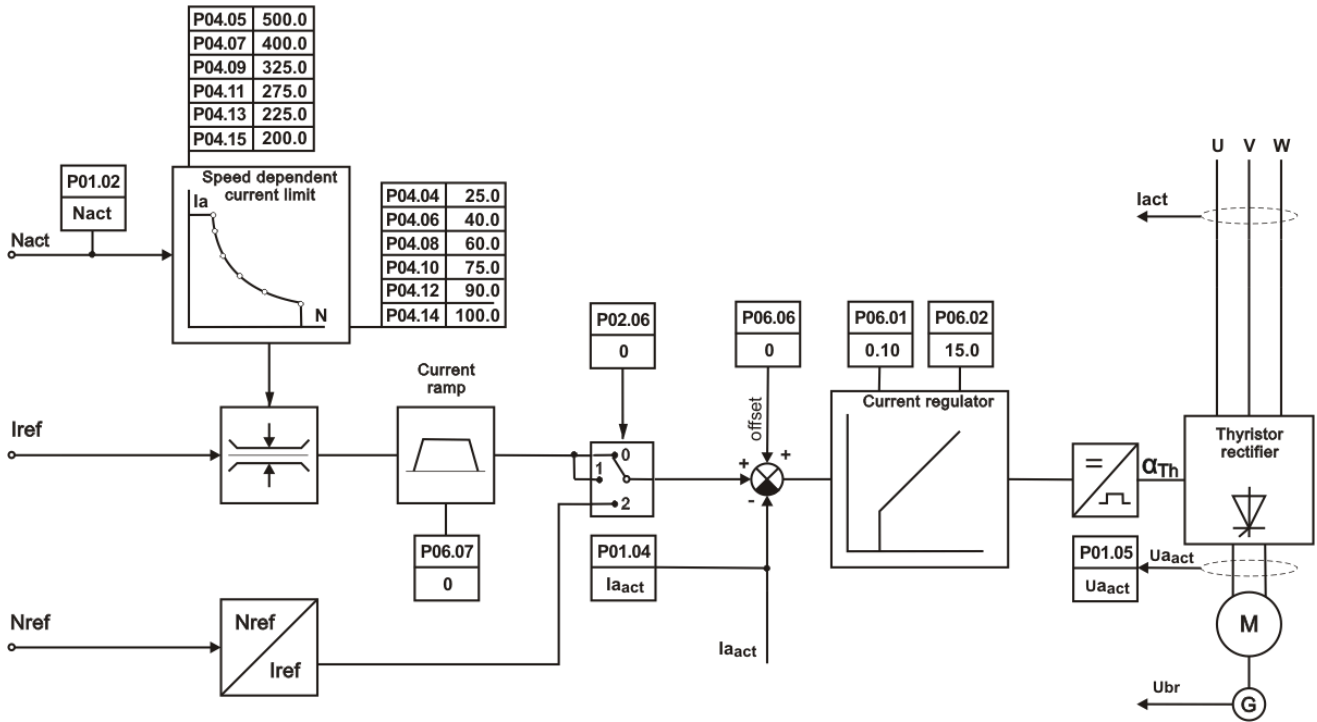
A Контур обратной связи по скорости



B Контур задания для скорости



C Регулятор скорости с адаптацией в функции от действительной скорости



D Регулятор тока

Рисунка 11 Функциональная схема преобразователя

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.

Если индикация терминала не светит после включения питания, это означает, что существует повреждение в управлении преобразователя. Выключить напряжение питания и уведомить фирму, обеспечивающую сервис.

6.1 Работа с портативным терминалом или компьютером

С помощью терминала, в энергонезависимой памяти преобразователя вводятся параметры определяющие работу отдельных функциональных блоков, параметры для основных характеристик двигателя и параметры задающие пределы, в которых срабатывают защиты. Во время работы преобразователя, индикацией терминала могут быть показаны значения всех величин, характеризующие работу двигателя и преобразователя и, вместе со светодиодной индикацией, расположенной в верхней части лицевой панели, дают полную картину их состояния.

При подключении напряжения питания, если нет ошибки, на индикации терминала появляется сообщение **P01 Monitoring**, показывающее выбранную группу параметров. Выбор данного параметра или группы параметров, как и изменение их значения, осуществляется при помощи клавишей с надписями:

ESC UP DOWN ENTER или обозначения **ESC** ↑ ↓ ↵

Клавишами **UP** и **DOWN** увеличивается или уменьшается номер параметра или группы параметров. При нажатии клавиши **ENTER** на дисплее терминала показывается значение выбранного параметра, а изменение осуществляется тем же способом, как и его номер. Выбранная величина параметра записывается в память после нажатия клавиши **ENTER**. 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 двадцати дискретов данного десятичного разряда, начинается изменение следующего разряда по старшинству. Освобождение клавиши отменяет этот режим.

С клавишами **UP** и **DOWN** увеличивается или уменьшается номер параметра или группы параметров. С однократным нажатием клавиши **ENTER** вводится в выбранной группе параметров и с клавишами **UP** и **DOWN** увеличивается или уменьшается номер параметра. С повторным нажатием клавиши **ENTER** вводится режим „редактирования параметра” и на индикации высвечивается значение выбранного параметра. Изменение значения выбранного параметра осуществляется тем же способом, как и его номер. Значение выбранного параметра записывается в память после нажатия клавиши **ENTER**.

Возвращение в режим „выбора номера параметра” осуществляется нажатием клавиши **ESC**, а с повторным нажатием клавиша **ESC** входим в режим выбора группы параметров. В случае, когда изменилось значение данного параметра, но не нажата клавиша **ENTER**, а **ESC**, изменение не записывается. При изменении значения выбранного параметра, задержка клавишей **UP** или **DOWN** на время, в котором изменяются более

двадцати дискретов данного десятичного разряда, начинается изменение следующего по старшинству. Освобождение клавиши отменяет этот режим.

Поддерживается работа также с терминальной программой для персонального компьютера (напр. TERM95.exe пакета NORTON COMMANDER). Последовательный интерфейс (COM1 или COM2 компьютера) настраивается на 9600bps, 8N1, терминальная эмуляция - ANSI. Используются 4 клавиша, чья функция идентична с функцией портативного терминала:

“o” - ESCAPE, “u” - UP, “d” - DOWN, “e” - ENTER

При выборе данного параметра, в первой строчке появляется, кроме его номер, и текст, указанный в третьей колонке **таблицы 8**, а в второй строчке его значение. Перемены выбранного параметра делаются, как указано выше.

При работе с терминальной программой для персонального компьютера надо обязательно работать со **строчными** буквами (выключен Caps Lock). В случае работы заглавными буквами, включается протокол для ручного терминала (числа в hex-формате и string не выходят). Обратный переход к работе с персональным компьютером осуществляется путем нажатия любой из вышеуказанных **строчных** букв.

Замечания:

1. Если, после нажатия клавиша **ENTER**, новое значение параметра не воспринимается, следует проверить доступен ли параметр в этом режиме;
2. Если параметр не продолжает менять свое значение, следует проверить, связан ли он с другим параметром или достигнут предел его изменение;
3. В случае взаимосвязанных параметров, следует изменять сначала те, от которых зависят остальные.

6.2 Функциональная схема преобразователя

На **рисунке 11** показана функциональная схема преобразователя с положением воздействия отдельных параметров. Каждому параметру указано его значение по умолчанию.

6.3 Параметры преобразователя

Параметры условно разделены в одиннадцать 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 контролируемых сигналов, вне которых защиты срабатывают.

Группа 04 – параметры двигателя

С параметрами этой группы вводятся основные характеристики двигателя. В эту группу входят параметры для номинального и максимального тока якоря, номинального напряжения якоря и динамического токоограничения тока якоря.

Группа 05 – параметры регулятора скорости

С параметрами этой группы определяются коэффициенты усиления, постоянные времени регулятора скорости и пороги адаптации регулятора скорости.

Группа 06 – параметры регулятора тока якоря

С параметрами этой группы определяются коэффициент усиления, постоянная времени регулятора тока.

Группа 07 – параметры терминала.

С параметрами этой группы определяются рабочий язык терминала и время обновления индикации.

Группа 08 – история ошибок.

С параметрами этой группы регистрируются защиты по порядку их появления. После заполнения регистров, сообщения для ошибок автоматически стираются по порядку их появления.

В **таблице 8** приведен перечень всех параметров, их обозначение и пределов их изменения.

Кроме параметров, на индикации терминала появляется и информация о возникших ошибках во время работы преобразователя. Появление сообщения **Error N XX** означает ошибку, чей номер дан в последних двух разрядах. Сообщение об ошибке показывается при ее регистрации, независимо от того, в каком режиме находится преобразователь и без необходимости дополнительного вмешательства со стороны потребителя. Зарегистрированные сообщения об ошибках сохраняются в группе параметров **P08** в последовательности их возникновения. После нажатия клавиши **ESC**, восстанавливается состояние, предшествующее появлению ошибки. В **таблице 12** и **таблице 13** указаны подробные сообщения для аварийных режимов и причины их возникновения.

№	Наименование параметра	Текст	Пределы	Измерение
Группа 01 – параметры для наблюдения				
P01.01	Текущее значение задания для скорости	Speed reference	-100.0 ÷ 100.0	% N _{MAX}
P01.02	Текущее значение действительной скорости	Speed actual	-110.0 ÷ 110.0	% N _{MAX}
P01.03	Текущее значение задания для тока якоря	Curr arm ref	-600÷600 % P02.07	A
P01.04	Текущее значение действительного тока якоря	Curr arm act	-600 ÷ 600 % P02.07	A
P01.05	Текущее значение напряжения якоря	Arm voltage act	-	V
P01.06	Состояние цифровых входов	Board digit inp	-	bin
P01.07	Забронированный	RESERVED	-	-
P01.08	Состояние цифровых выходов	Board digit out	-	bin
P01.09	Забронированный	RESERVED	-	-
P01.10	Тест обратной связи по скорости	Test tachо fluct	-	% Ubr
P01.11	Текущее значение частоты сети питания	Line frequency	42.00 ÷ 68.00	Hz
P01.12	Забронированный	RESERVED	-	-
P01.13	Максимальное число зарегистрированных прерываний синхронизации	Max synchr break	0 ÷ 50	-
P01.14	Максимальное число зарегистрированных прерываний силовых фаз	Max power break	0 ÷ 50	-
P01.15	Состояние силовых тиристорov	Status thyr	-	bin
P01.16	Текущее значение напряжения силового питания	Power voltage	-	V
P01.17	Текущее значение числа импульсов энкодера	Act enc puls num	-	imp
Группа 02 – параметры преобразователя				
P02.01	Версия программы преобразователя	Software version	-	-
P02.02	Пароль для доступа	User password	11	-
P02.03	Восстанавливание значений параметров по	Default load	0, 1	-

	умолчанию			
P01.04	Копие клиентских параметров	Make param image	0, 1	-
P01.05	Чтение клиентских параметров	Read param image	0, 1	-
P02.06	Режим работы преобразователя	Mode control	0, 1, 2	-
P02.07	Номинальный ток преобразователя $I_{drv_{NOM}}$	Curr arm nominal	1.0 ÷ 300.0	A
P02.08	Вычисленное значение эквивалентного сопротивления резисторов R65, R66 и R65	R65,66,67 calc	-	Ω
P02.09	Выбор источника задания скорости	User source ref	0, 1, 2	-
P02.10	Задание для скорости при P02.09 = 1	Source of ref	-100.000 ÷ 100.000	% N_{MAX}
P02.11	Тип обратной связи по скорости	User feedback	0, 1	-
P02.12	Смена знака задания для скорости	Sign vel ref	0, 1	-
P02.13	Смена знака обратной связи скорости - тахогенератор	Sigh taho fdbck	0, 1	-
P02.14	Смена знака обратной связи скорости - энкодер	Sigh enc fdbck	0, 1	-
P02.15	Разрешающая способность энкодера	Encoder puls num	100 ÷ 20000	imp
P02.16	Скорость вращения энкодера при максимальной скорости двигателя	Enc speed max	100 ÷ 20 000	min ⁻¹
P02.17	Время выжидания релейного выхода VRDY	Wait VRDY	0 ÷ 30000	ms
P02.18	Конфигурация тиристорных выпрямителей	Thyr config	0, 1, 2	-
Группа 03 – параметры защит				
P03.01	Допустимое число прерываний в синхронизации - защита SPF	Thr synchr break	5 ÷ 100	-
P03.02	Максимальное число зарегистрированных прерываний синхронизации - защита SPF	Max synchr break	0 ÷ 200	-
P03.03	Максимальное допустимое рассогласование синхронизации - защита SPF	Thr synchro dev	1.00 ÷ 4.00	%
P03.04	Забронированный	RESERVED	-	-
P03.05	Допустимое число прерываний напряжений силовых фаз – защита HPF	Thr power break	5 ÷ 50	-
P03.06	Максимальное число зарегистрированных прерываний силовых фаз - защиты HPF	Max power break	0 ÷ 50	-
P03.07	Режим работы защиты HPF	Enable HPF prot	0, 1	-
P03.08	Время срабатывания защиты OLF (I^2t) от перегрузки двигателя	Threshold OLF	0.10 ÷ 5.00	s
P03.09	Режим работы защиты OHF	Enable OHF	0, 1	-
P03.10	Предельно допустимая скорость N_{LIM} - защита SOS	Threshold SOS	100.0 ÷ 110.0	% N_{MAX}
P03.11	Предельный ток $I_{drv_{LIM}}$ преобразователя - защита SOC	Threshold SOC	105.0 ÷ 125.0	% $I_{a_{MAX}}$
P03.12	Напряжение якоря для срабатывания защиты STG	Thresh Ua TGF	40.0 ÷ 80.0	% U_{amax}
P03.13	Забронированный	RESERVED	-	-
P03.14	Забронированный	RESERVED	-	-
P03.15	Забронированный	RESERVED	-	-
P03.16	Режим работы защиты OLF	Enable OLF	0,1	-
P03.17	Напряжение якоря для срабатывания защиты OVM	Threshold OVM	110.0 ÷ 130.0	% U_{amax}
Группа 04 – параметры двигателя				
P04.01	Максимальное напряжение якоря $U_{a_{MAX}}$	Ua max motor	100 ÷ 440	V
P04.02	Максимальная скорость двигателя от шильдика	N max motor	100 ÷ 20000	min-1
P04.03	Максимальная рабочая скорость двигателя	N max motor real	100 ÷ 20000	min-1
P04.04	Максимальная скорость N_{m_1} в т.1	Speed of p.1	25.0 ÷ P04.06	% N_{MAX}
P04.05	Максимальное значение тока якоря $I_{a_{MAX}}$ в т.1	Ia max of p.1	P04.07 ÷ 500	% $I_{a_{NOM}}$
P04.06	Максимальная скорость N_{m_2} в т.2	Speed of p.2	P04.04 ÷ P04.08	% N_{MAX}

P04.07	Максимальное значение тока якоря I_{am2} в т.2	Ia max of p. 2	P04.09÷P04.05	% I_{aNOM}
P04.08	Максимальная скорость Nm_3 в т.3	Speed of p. 3	P04.06÷P04.10	% N_{MAX}
P04.09	Максимальное значение тока якоря I_{am3} в т.3	Ia max of p. 3	P04.11÷P04.07	% I_{aNOM}
P04.10	Максимальная скорость Nm_4 в т.4	Speed of p. 4	P04.08÷P04.12	% N_{MAX}
P04.11	Максимальное значение тока якоря I_{am4} в т.4	Ia max of p. 4	P04.13÷P04.09	% I_{aNOM}
P04.12	Максимальная скорость Nm_5 в т.5	Speed of p. 5	P04.10÷P04.14	% N_{MAX}
P04.13	Максимальное значение тока якоря I_{am5} в т.5	Ia max of p. 5	P04.15÷P04.11	% I_{aNOM}
P04.14	Максимальная скорость двигателя N_{MAX} в т.6	Speed of p.6	P04.12÷100.0	% N_{MAX}
P04.15	Максимальное значение тока якоря I_{am6} в т.6	Ia max of p.6	100.0 ÷ P4.13	% I_{aNOM}
Группа 05 – параметры регулятора скорости				
P05.01	Смещение скорости	Speed offset	-1024 ÷ 1024	дискреты
P05.02	Коэффициент усиления регулятора скорости $Kp1$	Pgain sp reg Kp1	0.1 ÷ 100.0	-
P05.03	Коэффициент усиления регулятора скорости $Kp2$	Pgain sp reg Kp2	0.1 ÷ 100.0	-
P05.04	Порог работы коэффициента усиления $Kp1$	Threshold Kp1	0.00 ÷ P05.05	%
P05.05	Порог работы коэффициента усиления $Kp2$	Threshold Kp2	P05.04 ÷ 100.00	%
P05.06	Интегральная постоянная времени регулятора скорости $Tn1$	Icomp sp reg Tn1	1.0 ÷ 1000.0	ms
P05.07	Интегральная постоянная времени регулятора скорости $Tn2$	Icomp sp reg Tn2	1.0 ÷ 1000.0	ms
P05.08	Порог работы интегральной постоянной времени $Tn1$	Threshold Tn1	0.00 ÷ P05.09	%
P05.09	Порог работы интегральной постоянной времени $Tn2$	Threshold Tn2	P05.08 ÷ 100.00	%
P05.10	Дифференциальная постоянная времени регулятора скорости $Dt1$	Dcomp sp reg Dt1	0.1 ÷ 100.0	
P05.11	Дифференциальная постоянная времени регулятора скорости $Dt2$	Dcomp sp reg Dt2	0.1 ÷ 100.0	
P05.12	Порог работы дифференциальной постоянной времени $Dt1$	Threshold Dt1	0.00 ÷ P05.13	%
P05.13	Порог работы дифференциальной постоянной времени $Dt2$	Threshold Dt2	P05.12 ÷ 100.00	%
Группа 06 – параметры регулятора тока якоря				
P06.01	Коэффициент усиления регулятора тока якоря	P gain curr reg	0.01 ÷ 2.00	-
P06.02	Постоянная времени регулятора тока якоря	Icomp curr reg	10.0 ÷ 200.0	ms
P06.03	Забронированный	RESERVED	-	-
P06.04	Забронированный	RESERVED	-	-
P06.05	Забронированный	RESERVED	-	-
P06.06	Смещение тока	Offset curr	-50.0 ÷ 50.0 % P02.05	A
P06.07	Время рампгенератора регулятора тока якоря	Ramp time curr	0 ÷ 500	ms
Группа 07 – параметры для терминала				
P07.01	Настройка языка терминала	Language	0, 1, 2	-
P07.02	Время обновления индикации	Refresh rate	1 ÷ 1000	ms
Группа 08 – история ошибок				
P08.01	Ошибка 1	Error 1	-	-
P08.02	Ошибка 2	Error 2	-	-
P08.03	Ошибка 3	Error 3	-	-
P08.04	Ошибка 4	Error 4	-	-
P08.05	Ошибка 5	Error 5	-	-
P08.06	Ошибка 6	Error 6	-	-
P08.07	Ошибка 7	Error 7	-	-
P08.08	Ошибка 8	Error 8	-	-

P08.09	Ошибка 9	Error 9	-	-
P08.10	Ошибка 10	Error 10	-	-
P08.11	Ошибка 11	Error 11	-	-
P08.12	Ошибка 12	Error 12	-	-
P08.13	Ошибка 13	Error 13	-	-
P08.14	Ошибка 14	Error 14	-	-
P08.15	Ошибка 15	Error 15	-	-
P08.16	Ошибка 16	Error 16	-	-
P08.17	Нулирование ошибок	Reset errors	0, 1	-
P08.18	Выбор номера ошибки для наблюдения	Errors counter	1 ÷ 41	-
P08.19	Число сообщений для ошибки, выбранной параметром P08.18	Curr err history	-	-

Таблица 8 Перечень параметров

Примечания:

1. Параметры в темных полях могут быть изменены, только после введения пароли и выключенной команды **ENBL**. Параметры в белых полях могут быть изменены во всех режимах только после введения пароли;
2. Значения параметров группы **P01** можно рассматривать без введения пароли;
3. Для удобства, параметры показывающие накопленные ошибки защит группы **P03**, входят и в группу **P01** параметров для наблюдения.

6.4 Описание параметров

6.4.1 Группа 01 – параметры для измерения переменных

Параметры от **P01.01** до **P01.17** позволяют измерять значения переменных, характеризующих работу двигателя и преобразователя. Эти параметры доступны во всех режимах.

- параметр **P01.01** – текущее значение задания для скорости. Определяется в процентах от максимальной скорости N_{MAX} ;
- параметр **P01.02** – текущее значение действительной скорости. Определяется в процентах от максимальной скорости N_{MAX} ;
- параметр **P01.03** – текущее значение задания для тока якоря. Измеряется в амперах без знака;
- параметр **P01.04** – текущее значение действительного тока якоря. Измеряется в амперах без знака;
- параметр **P01.05** – текущее значение напряжения якоря. Определяется в вольтах со знаком;
- параметр **P01.06** – текущее состояние цифровых входов. Состояние цифровых входов показывается в бинарном коде. Соответствие между активированным цифровым входом и соответствующим разрядом показано в **таблице 9**.

Вход	LCD
ENBL	1000000000
PRDY	0100000000

Таблица 9 Соответствие между состоянием цифровых входов и разрядами индикации

- параметр **P01.07** – забронированный;

- параметр **P01.08** – текущее состояние цифровых выходов. Состояние цифровых выходов показывается в бинарном коде. Соответствие между активированным цифровым выходом и соответствующим разрядом индикации показано в **таблице 10**.

Выход	LCD
VRDY	00001
OVL	00010

Таблица 10 Соответствие между состоянием цифровых выходов и разрядами индикации

- параметр **P01.09** – забронированный;
- параметр **P01.10** – 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 **P01.10** должно быть не больше 2 %;
- параметр **P01.11** – текущее значение частоты сети питания в герцах;
- параметр **P01.12** – забронированный;
- параметр **P01.13(P03.02)** – максимальное число зарегистрированных последовательных прерываний в синхронизации до ее восстановления. Контроль за прерываниями в синхронизации начинается с момента включения преобразователя. С клавишей **UP** показание параметра **P01.13** обнуляется и начинается новая регистрация прерываний. Значение параметра **P01.13** не записывается в энергонезависимой памяти. Если число зарегистрированных прерываний в синхронизации больше значения параметра **P03.01**, срабатывает защита **SPF**;
- параметр **P01.14(P03.06)** – максимальное число зарегистрированных последовательных прерываний в сети питания до ее восстановления. Контроль за прерыванием в сети питания начинается с момента включения преобразователя. С клавишей **UP** показания обнуляются и начинается новая регистрация прерываний. Значение параметра **P01.14** не записывается в энергонезависимой памяти. Если число зарегистрированных прерываний в сети питания больше значения параметра **P03.05**, срабатывает защита **HPF**;
- параметр **P01.15** – рабочее состояние силовых тиристоров. При выборе этого параметра, на дисплее терминала показаны две группы чисел, каждая из шести разрядов нулей. Место каждого разряда соответствует номеру тиристоров из групп от **T1** до **T12** 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 установить причину;
- параметр **P01.16** – забронированный;
- параметр **P01.17** - текущее значение числа импульсов энкодера. Показывает число импульсов энкодера от нулевого до нулевого импульса. Число измеренных импульсов должно соответствовать числу импульсов в таблице энкодера. Если число измеренных импульсов меньше, то имеется больше одного нулевого импульса. Во время наблюдения не надо менять направление движения поскольку измерение будет некорректно.

6.4.2 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 принятого пароля;
- параметр **P02.03** – при записи значения **1** в параметре **P02.03**, восстанавливаются значения по умолчанию всех параметров. Параметр **P02.03** доступен для изменения при выбранном пароле и выключенной команде **ON**;
- параметр **P02.04** – съемка параметров потребителя. При записи значения **1** в параметре **P02.04**, в энергонезависимой памяти записывается копия параметров потребителя;
- параметр **P02.05** – восстановление параметров потребителя. При записи значения **1** в параметре **P02.05**, восстанавливаются значения параметров потребителя;
- параметр **P02.06** – режим работы преобразователя. Перемена значения параметра **P02.06** не записывается в энергонезависимой памяти. Параметр **P02.06** принимает три значения:
 - **P02.06 = 0** – интегральный режим. В интегральном режиме работы включены все регуляторы и преобразователь работает в режиме управления по скорости с заданием для скорости, определенным параметром **P02.09**. После включения напряжения питания преобразователя, всегда устанавливается значение параметра **P02.06 = 0**;
 - **P02.06 = 1** – пропорциональный режим. В пропорциональном режиме регуляторы тока и скорости выключены и преобразователь работает как обычный выпрямитель. Пропорциональный режим используется для первоначального запуска и настройки преобразователя. Задание для угла отпирания тиристоров внутренне ограничено до безопасного значения. Источник задания для угла отпирания тиристоров определяется значением параметра **P02.09**;
 - **P02.06 = 2** – режим управления по крутящему моменту. В этом режиме регулятор скорости выключен и напрямую задается крутящий момент (ток якоря) двигателя из выбранного с параметром **P02.09** источника задания. Максимальное значение задания отвечает максимальному крутящему моменту двигателя.**Внимание:** в этом режиме двигатель оставленный без нагрузки развивает сверхскорость
- параметр **P02.07** – масштабирование канала измерения тока якоря. С параметром **P02.07** масштабируется канал измерения тока якоря, что позволяет показывать все переменные тока якоря в амперах. Значение параметра **P02.07** должно соответствовать номинальному току преобразователя **Idrv_{НОМ}**, выбранному с измерительными резисторами **R26** и **R27** датчика якорного тока. Установленное значение параметра **P02.07** не изменяется при восстанавливании значений по умолчанию с параметром **P02.03**. Соответствие между номинальным током преобразователя и значением эквивалентного сопротивления измерительных резисторов **R26** и **R27** указано в параметре **P02.08**;

Примечания:

1. Перемена значения параметра **P02.07** не изменяет ток якоря;
 2. Параметр **P02.07** не может принимать значения больше значения **P03.11**.
- параметр **P02.08** – значение эквивалентного сопротивления измерительных резисторов **R65**, **R66** и **R67**. Номинальный ток преобразователя **Idrv_{НОМ}** определяется значением эквивалентного сопротивления измерительных резисторов **R65**, **R66** и **R67**. Оба резистора соединены параллельно. Расположение резисторов показано на **рисунке 11**. В случае, когда необходимо использовать двигатель с номинальным током якоря, меньше

номинального тока фабрично настроенного преобразователя, необходимо его настроить. С этим рабочие характеристики преобразователя, указанные в **таблице 1**, сохраняются.

Для выбранного номинального тока $I_{drv_{NOM}}$ эквивалентное сопротивление измерительных резисторов **R65**, **R66** и **R67** определяется зависимостью:

$$R_e = 400 / I_{drv_{NOM}}$$

где:

Re – эквивалентное сопротивление в омах [Ω];

Idrv_{NOM} - номинальный ток преобразователя в амперах[A].

По данной формуле вычисляется значение параметра **P02.08**.

Каждый резистор должен быть с мощностью, не меньше 250mW.

Для значений **Re**, меньше 20 Ω , надо использовать три резистора.

Для значений **Re**, больше 20 Ω , можно использовать два резистора.

Пример:

Для $I_{drv_{NOM}} = 32A$, $R_e = 400 / 32 = 12.5\Omega$.

Выбирается самое близкое значение **R65 = R66 = 24 Ω** .

ВНИМАНИЕ:

1. Для правильного вычисления значения эквивалентного сопротивления в параметре **P02.08** следует сначала правильно задать значение номинального тока преобразователя в параметре **P02.07**;
 2. При настройке номинального тока преобразователя, он должен не превышать значение номинального тока данного преобразователя, указанное в **таблице 1**;
 3. Не рекомендуется номинальный ток преобразователя отличаться больше 5-10% от номинального тока двигателя. Если номинальный ток преобразователя больше номинального тока двигателя, возможно перегрузить двигатель или выход его из строя. Если номинальный ток преобразователя меньше, двигатель не может достичь свои номинальный и максимальный моменты.
- **параметр P02.09** – выбор источника задания для скорости. Принимает три значения:
 - **P02.09 = 0** – аналоговое двуполярное задание для скорости из аналогового входа U_{REF} в диапазоне $\pm 10V$;
 - **P02.09 = 1** – цифровое задание для скорости со знаком. Задание определяется значением параметра **P02.10**;
 - **P02.09 = 2** – цифровое задание для скорости по серийному интерфейсу RS485;
 - **параметр P02.10** – внутреннее цифровое задание для скорости в пропорциональном режиме при значении параметра **P02.09 = 1**. Определяется в процентах от максимальной скорости со знаком. Значение параметра **P02.10** не записывается в энергонезависимой памяти и при включении преобразователя всегда **P02.10 = 0**;
 - **параметр P02.11** – выбор типа датчика обратной связи по скорости. Параметр **P02.11** принимает два значения:
 - **P02.11 = 0** – обратная связь по скорости реализуется тахогенератором;
 - **P02.11 = 1** – обратная связь по скорости реализуется энкодером;
 - **параметр P02.12** – смена знака задания для скорости. Принимает два значения:
 - **P02.12 = 0** – знак задания сохраняется;
 - **P02.12 = 1** – знак задания инвертируется;

- параметр **P02.13** – смена знака обратной связи по скорости. Принимает две значения:
 - **P02.13** = 0 – знак сохраняется;
 - **P02.13** = 1 – знак инвертируется;
- параметр **P02.14** – смена знака обратной связи по скорости от энкодера:
 - **P02.14** = 0 – знак сохраняется;
 - **P02.14** = 1 – знак инвертируется.
- параметр **P02.15** – разрешающая способность энкодера. Определяется числом импульсов энкодера для одного оборота;
- параметр **P02.16** – скорость вращения энкодера при максимальной скорости двигателя и значении параметра **P02.11** = 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;
Примечание – следует учитывать и максимальную выходную частоту энкодера. Например, для энкодера с максимальной частотой 100 кГц и 2500 имп./об., максимальная скорость вращения 2400 мин⁻¹.
- параметр **P02.17** – время выжидания релейного выхода для готовности **VRDY**. Вводится время, определенное в мсек., для выжидания готовности (выход **VRDY**) после команды **PRDY** (команда для включения силового питания преобразователя).
Примечание: для установления защит рекомендуется время 500 ms. Для старых систем FANUC и другие похожие рекомендуется время 0 ms, так как требуется быстрого ответа и если сработает защита, **VRDY** сразу выключается. В этом случае команда **ENBL** для разрешения работы воспринимается 400 ms после команды **PRDY**, чтобы обеспечит время для окончания проверки защит.
- параметр **P02.18** – конфигурация на тиристорните токоизправители. Приема следните стойности:
 - **P02.18** = 0 – първият токоизправител (тиристоры с номера от 1 до 6) е активен за посока на двигателя надясно, а вторият (тиристоры с номера от 7 до 12) за посока на двигателя наляво – при четириквadrантно управление;
 - **P02.18** = 1 – активен е само първият токоизправител при двуквadrантно управление;
 - **P02.18** = 2 – активен е само вторият токоизправител при двуквadrантно управление.

6.4.3 Группа 03 – параметры защит

В преобразователях встроенные защиты в случаях, когда значения основных контролируемых переменных выдут из допустимых пределов, в которых гарантируется безаварийная работа преобразователя.

Защиты обеспечивающие безаварийную работу преобразователя настроенные при их производстве и не могут меняться.

Защиты относящихся к работе двигателя и к интерфейсу преобразователя могут настраиваться с помощью параметров.

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

Преобразователь готов к работе после устранения причины для срабатывания защиты и повторного включения команды **PRDY** или сети питания.

- защита **SPF / Soft Phase Fault /**
Защита **SPF** от нарушения в синхронизации преобразователя.
- параметр **P03.01** – допустимое число зарегистрированных прерываний в синхронизации до срабатывания защиты **SPF**. Если число зарегистрированных прерываний в

синхронизации превышает значение параметра **P03.01**, защита **SPF** срабатывает и преобразователь останавливает работу и включается светодиодная индикация **PF** в режиме постоянного свечения. Готовность преобразователя после срабатывания защиты **SPF** восстанавливается повторной командой **PRDY**;

- параметр **P03.02(P01.13)** – максимальное число зарегистрированных последовательных прерываний в синхронизации до ее восстановления. Контроль за прерываниями в синхронизации начинает с момента включения преобразователя. С клавишей **UP** терминала показание параметра **P03.02** обнуляется и начинается новая регистрация прерываний. Значение параметра **P03.02** не записывается в энергонезависимой памяти. Если, число зарегистрированных прерываний в синхронизации больше значения параметра **P03.01**, срабатывает защита **SPF**. Параметр **P03.02** позволяет следить за качеством сети питания;
- параметр **P03.03** – допустимое рассогласования синхронизации. Допустимое отклонение синхронизации, определено в процентах от периода T_n напряжения питания. Синхронизирующие импульсы вне этого интервала регистрируются как ошибка /прерывание синхронизации/. Число ошибок суммируется в счетчике защиты **SPF**;
- параметр **P03.04(P01.11)** – забронированный;

- защита **HPF / Hard Phase Fault /**

- параметр **P03.05** – допустимое число последовательных прерываний в сети питания до срабатывания защиты **HPF**. Защита **HPF** регистрирует пропадание напряжений одной или больше фаз сети питания. Прерывания в сети питания регистрируются аппаратно и поступают в счетчик защиты **HPF**. Если число зарегистрированных прерываний превысит значение параметра **P03.05**, защита **HPF** срабатывает и включается светодиодная индикация **PF**, мигающая с периодом 1 сек.;
- параметр **P03.06 (P01.13)** – максимальное число зарегистрированных последовательных прерываний в сети питания до ее восстановления. Слежение за прерываниями в сети питания начинает с момента включения преобразователя. С клавишей терминала **UP** или с выключением питания преобразователя показание нулируется и начинает новое регистрирование прерываниями. Значение параметра **P03.06** не записывается в энергонезависимой памяти. Если число зарегистрированных прерываний в сети питания больше значением параметра **P03.05**, срабатывает защита **HPF**. Параметры **P03.02**, **P03.04** и **P03.06** позволяют наблюдать за качества сети питания;
- параметр **P03.07** – режим работы аппаратной защиты **HPF**. Принимает две значения:
 - **P03.07 = 0** – в этом режиме защита **HPF** 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 **HPF** включена. Если число зарегистрированных прерываний в силовом питании больше значения параметра **P03.06**, защита **HPF** срабатывает. Преобразователь выключается и светодиодная индикация **PF** мигает с периодом 1 сек.

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

Защита **FRF** срабатывает при частоте вне диапазона $42 \div 68$ Гц или при отсутствии синхронизации. При отпадании одного из внутренних напряжений $\pm 12V$ блока управления синхронизация тоже не работает. При срабатывании защиты **FRF** включается светодиодная индикация **PF**, мигающая с периодом 0.3 сек.;

- **защита OLF / Over Load Fault /**
Защита **OLF(I²t)** от продолжительной перегрузки двигателя.
 - параметр **P03.08** – время срабатывания защиты **OLF(I²t)** от продолжительной перегрузки двигателя. Защита **OLF(I²t)** отсчитывает перегрузку для значений тока якоря, выше номинального тока двигателя **I_{аНОМ}**. При срабатывании защиты **OLF(I²t)**, преобразователь останавливает свою работу и светодиодная индикация **OL** светит постоянно. После срабатывания защиты **OLF(I²t)**, преобразователь восстанавливает свою готовность для работы повторной командой **PRDY**. Рекомендуются значения для параметра **P03.08** от 0.2 до 0.4 s;
 - параметр **P03.16** – разрешение действия защиты **OLF(I²t)** от продолжительной перегрузки двигателя. Принимает два значения:
 - **P03.16 = 0** – действие защиты **OLF** выключено;
 - **P03.16 = 1** – действие защиты **OLF** разрешено.

- **защита OHF / Over Heat Fault /**
Защита **OHF** от перегрева силового блока преобразователя.
 - 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 температурного датчика силового блока, защита **OHF** включается и светодиодная индикация **OL** мигает с периодом 1 сек.;

- **защита SOS / Soft Over Speed /**
 - параметр **P03.10** – предельно допустимая скорость вращения **N_{ЛИМ}**. При скорости вращения выше **N_{ЛИМ}** защита **OS** срабатывает и светодиодная индикация **OS** светит постоянно. При срабатывании защиты **SOS**, преобразователь останавливает свою работу и светодиодная индикация **OL** мигает с периодом 0.3 сек. После срабатывания защиты **SOS**, преобразователь восстанавливает свою готовность для работы повторной командой **PRDY**;

- **защита HOS / Hard Over Speed /**
Для обратной связи по скорости с тахогенератором и для скорости выше 110.0 % **N_{МАХ}** срабатывает аппаратная защита **HOS** и светодиодная индикация **OS** мигает с периодом 1сек. Защита **HOS** настраивается фабрично;

- **защита SOC / Soft Over Current /**
Защита **SOC** от мгновенного превышения предельного тока силового выпрямителя.
 - параметр **P03.11** – предельный мгновенный ток **I_{drvЛИМ}** в силовом выпрямителе преобразователя, определенный в процентах от максимального тока двигателя **I_{аМАХ}**, значения которого записано в параметре **P04.05**. Если ток силового выпрямителя превысит **I_{drvЛИМ}**, срабатывает программируемая защита от перегрузки по току **SOC**, преобразователь останавливает свою работу и светодиодная индикация **OC** светит постоянно. После срабатывания защиты **SOC**, преобразователь восстанавливает свою готовность для работы повторной командой **PRDY**.
Примечание: параметр **P03.11** не может принимать значения ниже значения **P02.07**.

- **защита HOC / Hard Over Current /**
Защита **HOC** от превышения максимального допустимого тока силового выпрямителя.

Защита **НОС** от перегрузки по току обеспечивает защиту преобразователя при токе в силовом выпрямителе, больше максимального допустимого тока преобразователя **Idrv_{МЛМ}**. Максимальный допустимый ток преобразователя **Idrv_{МЛМ}** определяется предельным током силовых приборов преобразователя. Защита **НОС** настраивается производителем. При срабатывании защиты **НОС**, включается светодиодная индикация **ОС** в режиме мигания с периодом 1сек. После срабатывания защиты **НОС**, преобразователь восстанавливает свою готовность для работы повторной командой **PRDY**;

- **защита STG / Soft TachoGenerator fault /**

Защита **STG** от размыкания обратной связи по скорости при работе с тахогенератором.

- **параметр P03.12** – допустимое напряжения якоря для срабатывания защиты **STG** от размыкания обратной связи по скорости. В алгоритме защиты **STG** заложено сравнение между напряжением тахогенератора и напряжением якоря. Если напряжение тахогенератора ниже 5 % от напряжения при максимальной скорости **N_{МАХ}**, а напряжение якоря выше значения параметра **P03.12** за время, больше чем 20 ms, то защита **STG** срабатывает, преобразователь останавливает свою работу и светодиодная индикация **TG** светит постоянно. После срабатывания защиты **STG**, преобразователь восстанавливает свою готовность для работы повторной командой **PRDY**;

- **защита ENF / ENcoder Fault /**

Защита **ENF** от размыкания обратной связи по скорости при работе с энкодером.

При неправильном подключении или обрыве цепей энкодера срабатывает защита **ENF** и светодиодная индикация **TG** мигает с периодом 1 сек. Защита **ENF** активна только в случае применения энкодера, при значении параметра **P02.11 = 1**.

Защита **ENF** работает только в интегральном режиме.

- **защита PSB / Positive Speed Back /**

Защита **PSB** от положительной обратной связи по скорости.

При положительной обратной связи по скорости из-за неправильного подключения тахогенератора или энкодера защита **PSB** срабатывает и светодиодная индикация **TG** включается в режиме мигания с периодом 0.3 сек.

Защита **PSB** работает только в интегральном режиме.

- **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 **Ua_{МАХ}** (параметр **P04.01**). Если превышение напряжения якоря выше значения параметра **P03.17**, защита **OVM** срабатывает и включается светодиодная индикация **ОS**, мигающая с периодом 0.3 сек. Защита **OVM** обеспечивает безопасную работу преобразователя при неправильно настроенной обратной связи по скорости;

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

Защита **ADC** нарушения работы аналогово-цифрового преобразователя. При срабатывании защиты **ADC** включаются светодиодные индикации **TG**, **ОС**, **ОL** и **PF** в режиме постоянного свечения.

- **защита EEF / EEprom Fault /**

Защита **EEF** от повреждения энергонезависимой памяти.

При нарушении работы энергонезависимой памяти срабатывает защита **EEF**. Защита **EEF** срабатывает и при первоначальном запуске преобразователя с новой программой. При срабатывании защиты **EEF** включаются светодиодные индикации **TG**, **OC**, **OL** и **PF** в мигающем режиме с периодом 1 сек. Для устранения проблемы следует установить параметры по умолчанию. Если защита **EEF** снова срабатывает, следует заменить энергонезависимую память в сервисе.

- защита **MAF / MACH Fault /**

Защита **MAF** срабатывает в случаях, когда программа не соответствует аппаратной части преобразователя.

6.4.4 Группа 04 – параметры двигателя

- параметр **P04.01** – максимальное напряжение якоря U_{aMAX} в вольтах;
- параметр **P04.02** – максимальная скорость двигателя от шильдика;
- параметр **P04.03** – максимальная рабочая скорость двигателя. Эта реальная максимальная скорость на которой будет работать двигатель в конкретном приложении;
- параметр **P04.04** – предельная скорость N_{m1} работы с максимальным током I_{aMAX} , определенным параметром **P4.05** (т. 1, таблица 11). Определяется в процентах по отношению к максимальной скорости N_{MAX} ;
- параметр **P04.05** – максимальное значение тока якоря I_{aMAX} для скорости N_{m1} определенной параметром **P04.04** (т. 1, таблица 11). Определяется в процентах по отношению к номинальному току якоря $I_{aНОМ}$;
- параметры **P04.06 ... P04.15** – точки кривой динамического токоограничения. Параметры **P04.04 ... P04.15** доступны только при выбранной пароли и выключенной команде **ENBL**.

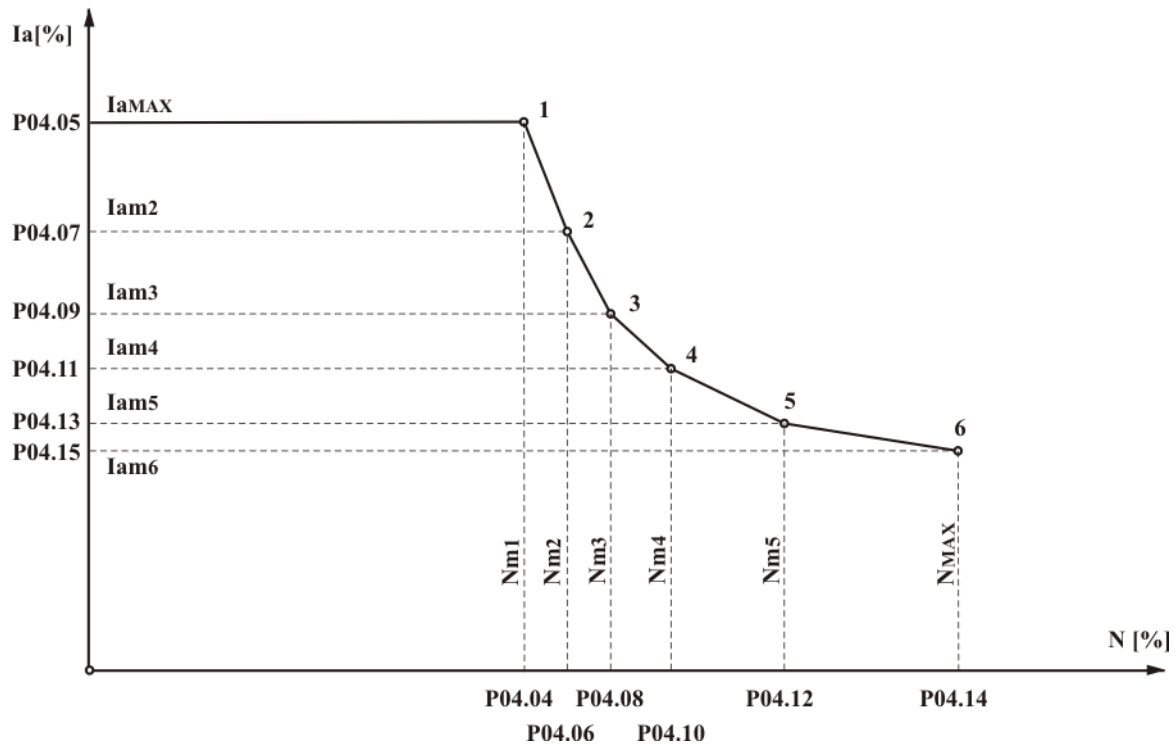
При введении параметров, определяющих кривую динамического токоограничения, необходимо соблюдать следующие правила:

- точки кривой динамического токоограничения расположены в диапазоне скорости вращения от 25% N_{MAX} до 100% N_{MAX} и в диапазоне тока якоря от 100% $I_{aНОМ}$ до 500% $I_{aНОМ}$;
- точка 1 кривой динамического токоограничения указывает предельную скорость вращения N_{m1} при I_{aMAX} и определяется параметрами **P04.04** и **P04.05**;
- каждая следующая точка должна быть при скорости не менее предыдущей и при токе, ниже тока предыдущей.

Примерное определение параметров кривой динамического токоограничения показано в таблица 11 и на рисунке 12.

Точка	1	2	3	4	5	6
Параметр	P04.05	P04.07	P04.09	P04.11	P04.13	P04.15
$I_{aНОМ}$ %	500	400	325	275	225	200
Параметр	P04.04	P04.06	P04.08	P04.10	P04.12	P04.14
N_{MAX} %	25	40	60	75	90	100

Таблица 11 Примерное табличное определение параметров кривой динамического токоограничения



Рисунка 12 Графическое изображение параметров кривой динамического токоограничения

6.4.5 Группа 05 – параметры регулятора скорости

- параметр **P05.01** – смещение скорости в дискретах;
- параметр **P05.02** – коэффициент усиления регулятора скорости **Kp1**. Диапазон действия коэффициента усиления **Kp1** определяется порогом, заданным значением параметра **P05.04**. При изменении переменной для адаптации от значения параметра **P05.04** до значения параметра **P05.05**, коэффициент усиления регулятора скорости изменяется по линейному закону до значения **Kp2**;
- параметр **P05.03** – коэффициент усиления регулятора скорости **Kp2**. Диапазон действия коэффициента усиления **Kp2** определяется порогом, заданным значением параметра **P05.05**;
- параметр **P05.04** – порог переменной для работы коэффициента усиления **Kp1**. До значения выбранной переменной для адаптации, определяемого параметром **P05.04**, регулятор скорости работает с коэффициентом усиления **Kp1**. Для значений выше значения параметра **P05.04** и меньше значения параметра **P05.05** коэффициент усиления регулятора меняется по линейному закону от **Kp1** до **Kp2**;
- параметр **P05.05** – порог переменной для работы коэффициента усиления **Kp2**. Для значения выбранной переменной для адаптации, выше значения параметра **P05.05**, регулятор скорости работает с коэффициентом усиления **Kp2**;
- параметр **P05.06** – интегральная постоянная времени регулятора скорости **Tn1**. Диапазон действия интегральной постоянной времени **Tn1** определяется порогом, заданным значением параметра **P05.08**. При изменении переменной для адаптации от значения параметра **P05.08** до значения параметра **P05.09**, интегральная постоянная времени регулятора скорости изменяется по линейному закону от значения **Tn1** до значения **Tn2**;
- параметр **P05.07** – интегральная постоянная времени регулятора скорости **Tn2**. Диапазон действия интегральной постоянной времени **Tn2** определяется порогом, заданным значением параметра **P05.09**;

- параметр **P05.08** – порог переменной для работы интегральной постоянной времени **Tn1**. До значения выбранной переменной для адаптации, определяемого параметром **P05.08**, регулятор скорости работает с постоянной времени **Tn1**. Для значений выше значения параметра **P05.08** и меньше значения параметра **P05.09** интегральная постоянная времени регулятора меняется по линейному закону от **Tn1** до **Tn2**;
- параметр **P05.09** – порог переменной для работы интегральной постоянной времени **Tn2**. Для значения выбранной переменной для адаптации, выше значения параметра **P05.09**, регулятор скорости работает с постоянной времени **Tn2**;
- параметр **P05.10** – дифференциальная постоянная времени регулятора скорости **Dt1**. Диапазон действия дифференциальной постоянной времени **Dt1** определяется порогом, заданным значением параметра **P05.12**. При изменении переменной для адаптации от значения параметра **P05.12** до значения параметра **P05.13**, дифференциальная постоянная времени регулятора скорости изменяется по линейному закону от **Dt1** до значения **Dt2**;
- параметр **P05.11** – дифференциальная постоянная времени регулятора скорости **Dt2**. Диапазон действия дифференциальной постоянной времени **Dt2** определяется порогом, заданным значением параметра **P05.13**;
- параметр **P05.12** – порог переменной для работы дифференциальной постоянной времени **Dt1**. До значения выбранной переменной для адаптации, определяемого параметром **P05.12**, регулятор скорости работает с постоянной времени **Dt1**. Для значений выше значения параметра **P05.12** и меньше значения параметра **P05.13** дифференциальная постоянная времени регулятора меняется по линейному закону от **Dt1** до **Dt2**;
- параметр **P05.13** – порог переменной для работы дифференциальной постоянной времени **Dt2**. Для значения выбранной переменной для адаптации, выше значения параметра **P05.13**, регулятор скорости работает с постоянной времени **Dt2**;

6.4.6 Группа 06 – параметры регулятора тока

- параметр **P06.01** – коэффициент усиления регулятора тока якоря;
- параметр **P06.02** – интегральная постоянная времени регулятора тока якоря;
- параметр **P06.03** – забронированный;
- параметр **P06.04** – забронированный;
- параметр **P06.05** – забронированный;
- параметр **P06.06** – смещение тока якоря. Определяет начальный ток якоря при нулевой скорости вращения. Можно использовать для некомпенсированной статичной нагрузки вертикальных осей. Для включенной вертикальной оси в режиме покоя (ось стоит в позиции) измеряется значение заданного тока якоря параметром **P01.03**. Задается смещение тока якоря со знаком и значением, соответствующее заданному току якоря. Перемещается вертикальную ось в другую позицию и проверяется значение заданного тока, которое должно быть близко к нулю.
- параметр **P06.07** – время рампгенератора регулятора тока якоря. Рекомендуется применять только в случаях наличия люфтов в механической передаче между двигателем и нагрузкой.

6.4.7 Группа 07 – параметры терминала

- параметр **P07.01** – настройка языка терминала. Значение параметра **P07.01** не восстанавливается по умолчанию. Принимает три значения:
 - **P07.01** = 0 – английский язык;
 - **P07.01** = 1 – болгарский язык;
 - **P07.01** = 2 – русский язык.

- параметр **P07.02** – время обновления индикации терминала.

6.4.8 Группа 08 – история ошибок

- параметры **P08.01 ... P08.16** – 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 **таблице 12**. Последнее записаное сообщение об ошибке сохраняется в параметре с самым большим номером. После заполнения всех параметров, самые старые ошибки автоматически стираются;
- параметр **P08.17** – стирание всех сообщения о ошибках.

6.5 Ошибки в аварийном режиме

Сообщение **Error N XX** на дисплее терминала указывает на возникновение ошибки, чей номер показан в последних двух разрядах. Сообщение об ошибке получается при ее регистрации, независимо от того, в каком режиме находится преобразователь. При нажатии клавиши **ESC**, восстанавливается состояние терминала, предшествующее появлению ошибки. Перечень сообщений возможных ошибок указан в **таблице 12**, а в **таблице 13** указано состояние светодиодных индикаций при возникновении аварийного режима.

№ ошибки	Текст	Описание ошибок
Error N01	Soft Phase Fault	Нарушение в работе синхронизации.
Error N02	Hard Phase Fault	Прерывание силового питания или напряжения отдельной фазы.
Error N03	FR equency Fault	Частота сети питания вне допустимого диапазона или отсутствие синхронизации.
Error N04	OverLoad Fault	Перегрузка двигателя.
Error N05	OverHeat Fault	Перегрев силового блока преобразователя при P03.09 = 1 .
Error N07	Soft OverCurrent	Превышение заданного параметром P03.11 предельного тока Idrv_{LIM} силового блока преобразователя.
Error N08	HardOverCurrent	Превышение максимального предельного тока Idrv_{MLIM} силового блока преобразователя.
Error N10	Soft TG fault	Неправильное подключение, короткое замыкание или обрыв цепи тахогенератора. Неправильно выбранный параметр P03.12 .
Error N11	EN coder Fault	Неправильное подключение, короткое замыкание или обрыв цепи энкодера.
Error N12	Positive SpeedBack	Положительная обратная связь по скорости.
Error N19	ADC fault	Повреждение в аналогово-цифровом преобразователе.
Error N20	EE prom Fault	Ошибка в работе энергонезависимой памяти.
Error N26	OverVoltage Mot	Превышение максимального допустимого напряжения якоря
Error N 41	MA ch Fault	Программа не соответствует аппаратной части.

Таблица 12 Перечень сообщений о ошибок

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

Соответствие между состоянием преобразователя и светодиодные индикации при возникновения аварийного режима показано в **таблице 13**.

Индикация	Защита	Описание аварийного режима
Постоянно светящиеся светодиоды		
PF	SPF	Обрыв или несфазированные силовые и синхронизирующие напряжения. Плохое зануление преобразователя.
OL	OLF	Перегрузка двигателя и включение защиты I_t .

OC	SOC	Превышение заданного параметром P03.11 предельного тока $I_{drv_{LM}}$ силового блока преобразователя.
TG	STG	Неправильное подключение, короткое замыкание или обрыв цепи тахогенератора. Неправильно выбранный параметр P03.12 .
TG, OC, 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.
OC	HOС	Превышение максимального предельного тока $I_{drv_{MLM}}$ силового блока преобразователя.
TG	ENF	Неправильное подключение, короткое замыкание или обрыв цепи энкодера.
TG, OC, OL, PF	EEF	Ошибка в работе энергонезависимой памяти.
Мигающие светодиоды с периодом 0.3 секунд		
PF	FRF	Частота сети питания вне допустимого диапазона или отсутствие синхронизации.
OL	SOS	Превышение предельной скорости N_{LM} заданной P03.10 .
OL	OVM	Защита от превышения максимального допустимого напряжения якоря
TG	PSB	Положительная обратная связь по скорости.
TG, OC, OL, PF	MAF	Программа не соответствует аппаратной части.

Таблица 13 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;
- электрические связи выполнять в соответствии со схемами в **п.7.2**;
- минимальные сечения соединительных проводов должны соответствовать указанным в **таблице 14**;
- использовать наиболее короткие провода;
- сигнальных проводов нельзя монтировать близко до силовых;
- соединение тахогенератора к аналоговому входу **Ubr** и источника задания для скорости к дифференциальному входу **Uref** 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 тип и рекомендуемые значения защитных элементов, указанные в **таблице 14**;

	12020/400	12030/400	12040/400	12050/400
TC1	4 mm ²	6 mm ²	10 mm ²	16 mm ²
TC2	4 mm ²	4 mm ²	6 mm ²	10 mm ²
TC3	4 mm ²	6 mm ²	10 mm ²	16 mm ²
TC4	4 mm ²	4 mm ²	6 mm ²	10 mm ²

ТС5	2.5 mm ²			
ТС6	3x1.00 mm ²			
ТС7	Экран + 3x3 + 2x0.35 mm ²			
ТС8	Экран + 2x0.35 mm ²			
QF1 (авт. выкл.) Shneider Elektric, Кат №	C60ND 24604-25A	C60ND 24621-40A	C60ND 24623-50A	C60ND 24624-63A
Дроссель	PK05310	PK05415	PK02620	PK02735
Предохранител и FU, FV и FW	0.315A			

Таблица 14 Минимальные сечения соединительных проводов, типы и значения защитных элементов

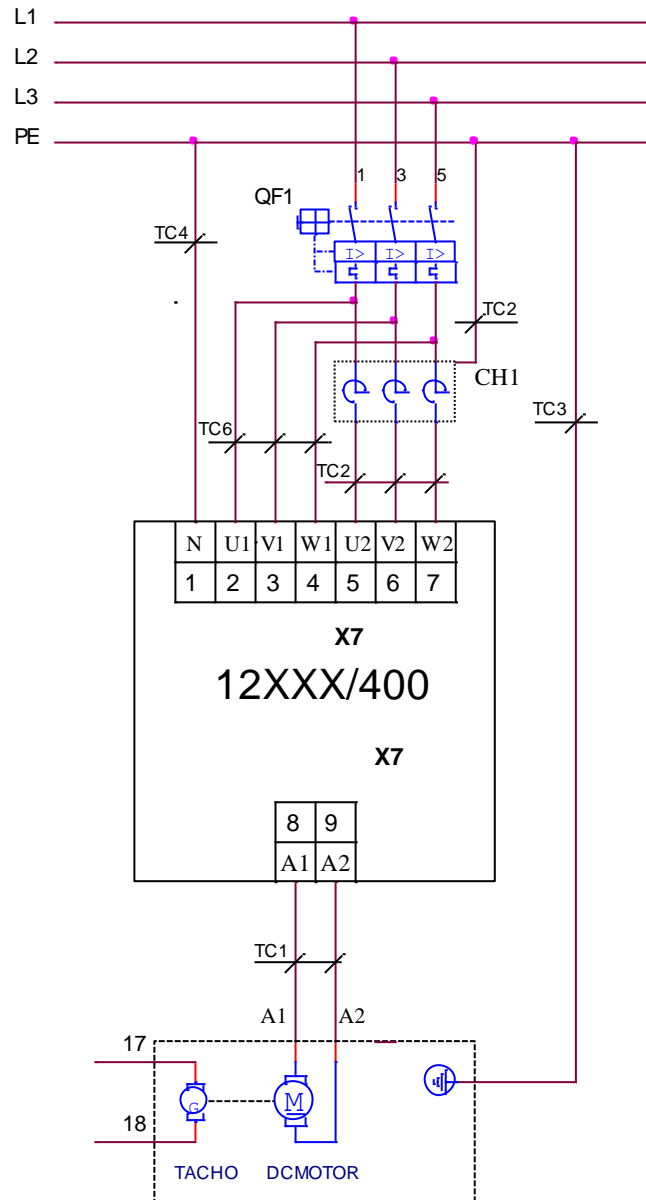
Замечания:

Допустимо использовать аппараты других производителей с такими же характеристиками;

Разрешается применение других дросселей с индуктивностью, не меньше 0,2 мН и обеспечивающие номинальный и максимальный ток двигателя.

7.2 Соединение силовых цепей преобразователя

Подключение силовой части преобразователей 12XXX/400 показано на **рисунке 13**:



Рисунка 13 Схема подключения преобразователя

7.3 Соединение оперативных цепей преобразователя

7.3.1 Подключение к ЧПУ с встроенным выходом PRDY

Этот вариант подключения относится для ЧПУ с встроенным выходом **PRDY**, например FANUC 6, ETA 17 и другие.

На **рисунке 14** показана электрическая схема подключения преобразователей к ЧПУ, а также и присоединение датчиков обратной связи по скорости.

Для питания цифровых входов преобразователя используется внешнее оперативное напряжение **24VDC** при положении джемперов **J7 = J8 = 0**, а системные выходы ЧПУ типа **N**.

По умолчанию преобразователь настроен для работы с тахогенератором с параметром **P02.11 = 0**.

Если обратная связь по скорости реализована с помощью встроенного в двигателе энкодера, следует ввести **P02.11 = 1**. Энкодер подключается к интерфейсу **X3** и питается от него. Для контроля позиции системой используется интерфейс **X4**, который является расширением интерфейса **X3**.

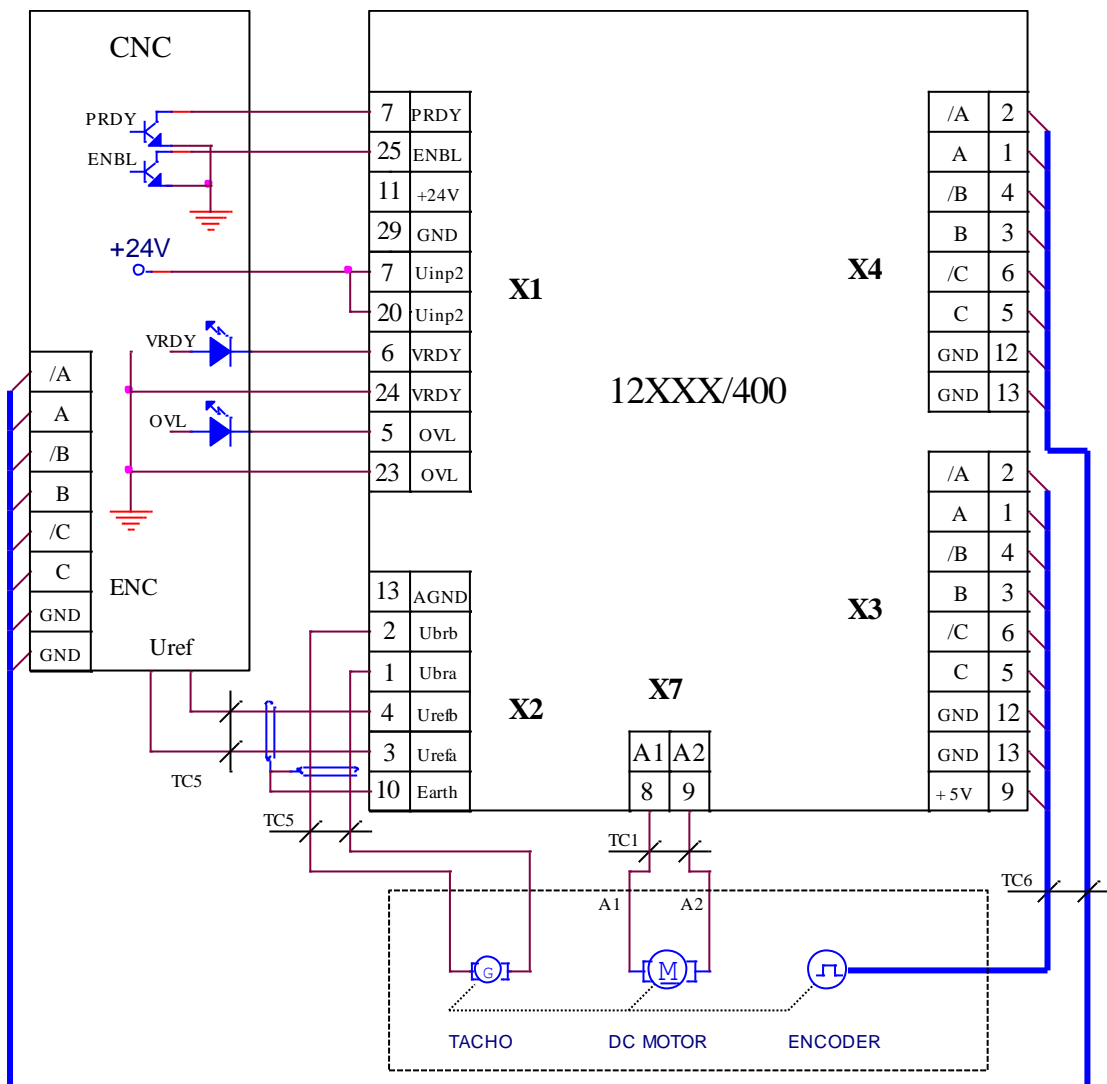


Рисунок 14 Подключение преобразователя 12XXX/400 к ЧПУ с сигналом **PRDY**

7.3.2 Подключение к ЧПУ без выхода PRDY

На рисунке 15 показана электрическая схема подключения преобразователей к ЧПУ, а также и присоединение датчиков обратной связи по скорости.

Для питания цифровых входов преобразователя используется внутреннее оперативное напряжение 24VDC при положении джемпера $J7 = J8 = 1$, а системные выходы ЧПУ типа N.

По умолчанию преобразователь настроен для работы с тахогенератором с параметром $P02.11 = 0$.

Если обратная связь по скорости реализована с помощью встроенного в двигателе энкодера, следует ввести $P02.11 = 1$. Энкодер подключается к интерфейсу X3 и питается от него. Для контроля позиции системой используется интерфейс X4, который является расширением интерфейса X3.

Рекомендуется подключить вход PRDY к аварийному стопу станка, что обеспечить динамическое торможение привода в аварийной ситуации. После восстановления аварийного стопа и RESET системы управления, восстанавливается команда PRDY, что приводит к восстановлению готовности преобразователя и к активированию выхода VRDY.

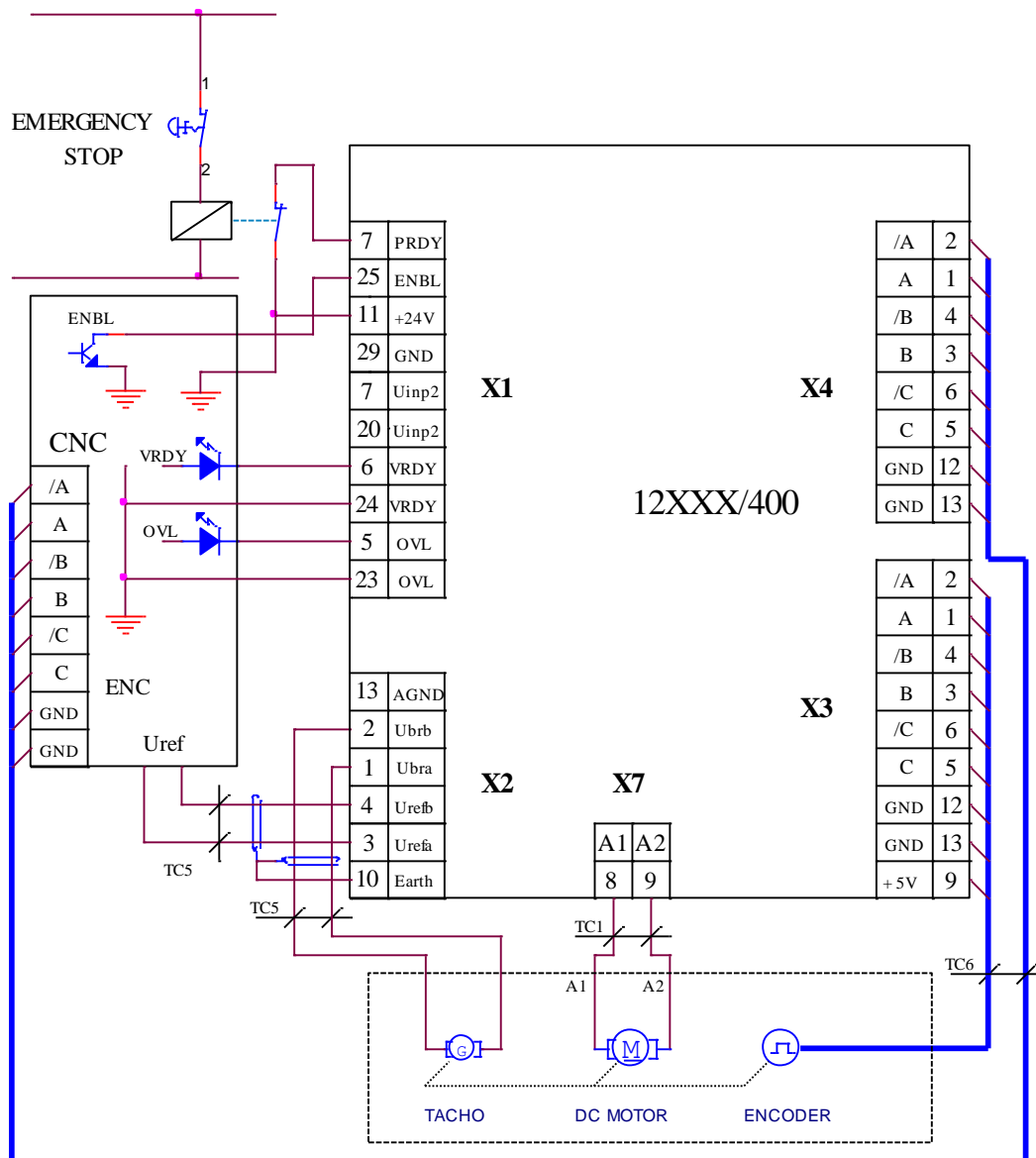


Рисунок 15 Подключение преобразователя 12XXX/400 к ЧПУ без выхода PRDY

7.4 Подключение преобразователя при автономном управлении

На **рисунке 16** показана электрическая схема подключения преобразователя при автономном управлении, а также и присоединение датчиков обратной связи по скорости. По умолчанию преобразователь настроен для работы с тахогенератором.

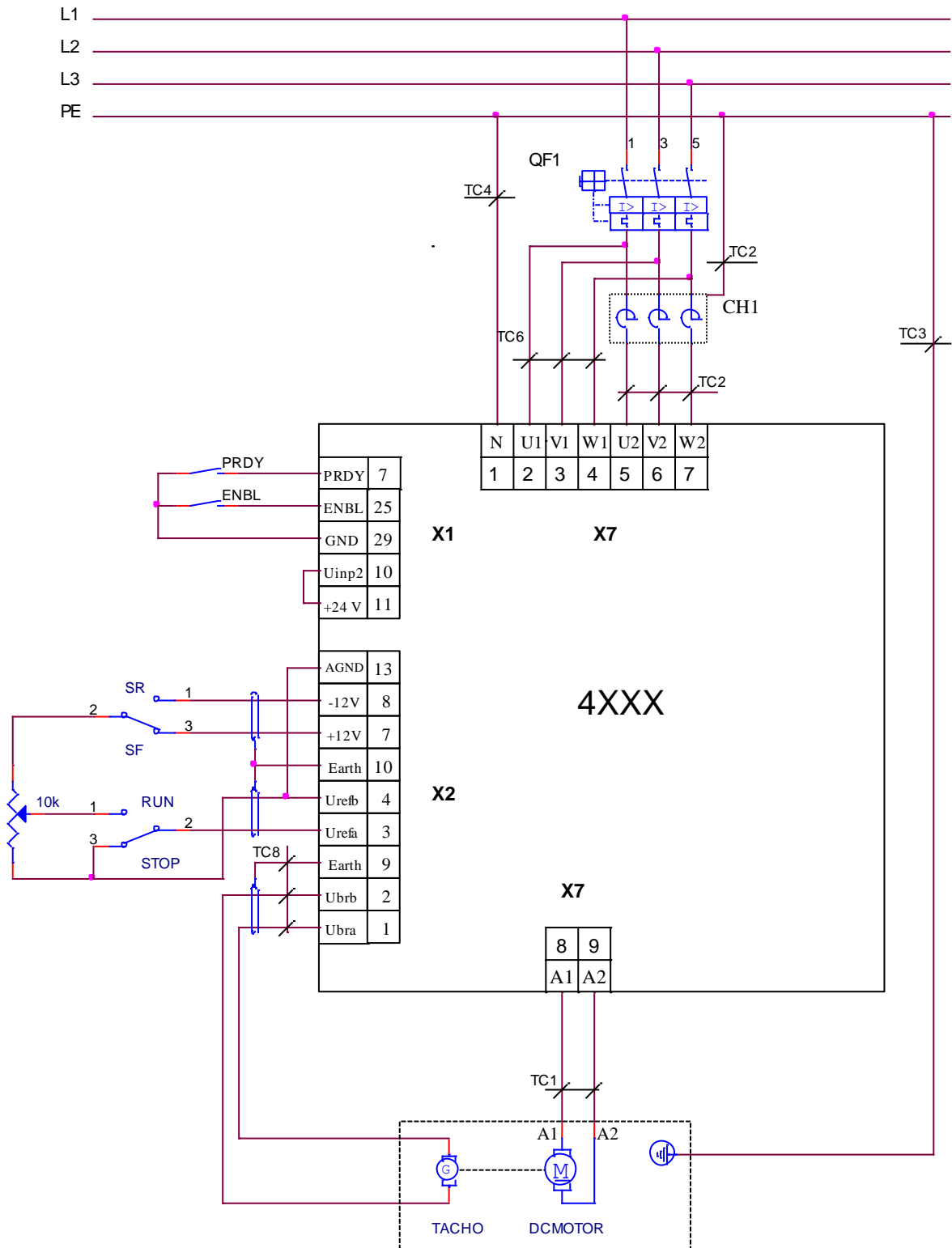


Рисунок 16 Подключение преобразователя 12XXX/400 в автономном управлении

8 Настройка преобразователя

Для запуска преобразователя необходимы следующие приборы:

- вольтметр с диапазоном до 500 V_{AC/DC}, погрешность 1.5;
- цифровой тахометр;
- осциллограф;
- тумблер для включения команды **PRDY**;
- тумблер для включения команды **ENBL**;
- тумблер для переключения направления вращения **SF/SR**;
- тумблер для переключения **RUN/STOP**;
- терминал для настройки параметров;
- потенциометр 10 К.

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 13**.

Во время этой проверки двигатель не соединяется.

К серийному интерфейсу **X6** подключается специализированный терминал для настройки параметров.

Преобразователь включается в сеть. Загорается светодиод **PF**, который в первые 2 секунд мигает. В этом интервале времени определяются частота сети питания и синфазность оперативных и силовых напряжений. После этого светодиод **PF** гаснет и загорается светодиод **RD**.

Если светодиод **PF** продолжает светить, проверяется синфазность между напряжениями оперативного питания и напряжениями силового питания. 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. То же 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.

После окончания проверки напряжений, питание преобразователя выключается

8.2 Первоначальная настройка преобразователя

8.2.1 Выбор максимальной скорости двигателя для данного применения

При максимальной скорости привода в составе данной машины, более низкой максимальной скорости двигателя, следует настроить максимальную скорость двигателя так, чтобы она соответствовала той машины. Не допускается с целью достижения высоких скоростей движения машины, настраивать максимальную скорость привода, превышающую максимальную скорость, указанную в табличке двигателя.

Пример:

На данном станке монтирован двигатель с максимальной скоростью вращения 1500 мин⁻¹ и связан директно к шариковинтовой паре с шагом 10 мм. В этом случае максимальная скорость перемещения будет 15 м/мин.

Если допустимая скорость перемещения должна быть 5 м/мин, что соответствует максимальной скоростью вращения двигателя 500 мин⁻¹. Если скорость вращения двигателя

настроена неправильно, примерно оставлена 1500 мин^{-1} , при задании для перемещения из ЧПУ 0.5 м/мин , отвечающее скоростью вращения двигателя 50 мин^{-1} , реальная скорость вращения будет 150 мин^{-1} , т.е. действительная скорость в три раза больше заданной и ожидаемой ЧПУ. Это приводит до переулирования скорости, включая и до возбуждения замкнутой системы, выражающееся в колебании скорости /движение толчками/.

Для ЧПУ фирмы FANUC и других аналогичных, задание для максимальной скорости перемещения $\pm 7 \text{ В}$. В преобразователях 12XXX с целью универсальности принято задание для максимальной скорости $\pm 10 \text{ В}$. Следовательно, для работы преобразователей 13XXX с ЧПУ данного типа, необходимо настроить привод на такой скорости, что бы при задании $\pm 7 \text{ В}$ достигнуть требующую для машины максимальную скорость перемещения.

Пример: если при задании 7 В следует достигнуть максимальную скорость вращения 500 мин^{-1} , то привод следует настроить на максимальную скорость $500 * 10 / 7 = 714 \text{ мин}^{-1}$.

Примечания:

1. Напряжение выхода ЧПУ при аналоговом задании для максимальной скорости двигателя всегда равно 10 В (для систем FANUC оно 7 В), независимо от выбранной максимальной скорости перемещения станка;
2. Максимальная скорость двигателя должна соответствовать максимальной рабочей скорости станка;
3. После каждой перемены максимальной скорости перемещения станка, следует променит соответственно и максимальную скорость двигателя.

8.2.2 Предварительная настройка обратной связи по скорости

- **обратная связь по скорости с тахогенератором**

По подразумеванию преобразователь настроен для работы с тахогенератором при значении параметра **P02.11** = 0.

Напряжение тахогенератора U_{brMAX} при максимальной скорости вращения вычисляется по формуле:

$$U_{brMAX} = (N_{MAX} / 1000) * U_{br1000},$$

где:

N_{MAX} – максимальная скорость вращения двигателя;

U_{br1000} – напряжение тахогенератора при 1000 мин^{-1} .

Для полученного значения U_{brMAX} выбирается обхват напряжения из **таблицы 4**. Открывается лицевая панель преобразователя и снимается защитная крыша процессорной платы. Джемперы **J5**, **J6**, **A1**, **A2** и **A3** ставятся в положение, соответствующее указанной комбинации для выбранного диапазона из **таблицы 4**.

- **обратная связь по скорости с энкодером**

Преобразователь включается в сеть и на индикации терминала появляется сообщение **P01 Monitoring**. Вводится пароль **P02.02** = 11.

Для работы с энкодером вводится значение параметра **P02.11** = 1.

В зависимости от разрешающей способности энкодера в параметре **P02.15** вводится число импульсов для одного оборота.

Определяется скорость вращения энкодера при максимальной скорости двигателя N_{MAX} . Возможны два случая:

- для энкодера, монтированного непосредственно к двигателю, т.е. с коэффициентом передачи **1**, в параметре **P02.16** вводится значение максимальной скорости N_{MAX} ;

– для энкодера, монтированного к двигателю с редукцией и с коэффициентом передачи отличным от **1**, в параметре **P02.16** вводится значение скорости энкодера, отвечающего максимальной скорости двигателя N_{MAX} .

Для проверки правильности значения параметра **P02.16** задаются 50% от быстрого хода машины и с параметром **P01.02** отсчитывается действительная скорость двигателя. Если заданная и действительная скорость отличаются, с коррекцией параметра **P02.16** эти две скорости выравниваются.

8.2.3 Настройка номинального тока преобразователя

При выборе преобразователя для данного типа двигателя, следует иметь в виду, что номинальный ток $I_{drv_{NOM}}$ преобразователя должен быть равен номинальному току двигателя $I_{a_{NOM}}$.

Номинальный ток преобразователя настраивается с помощью измерительных резисторов **R65**, **R66** и **R67**. После ввода значения номинального тока двигателя в параметр **P02.07**, на параметре **P02.08** появляется значение эквивалентного сопротивления резисторов **R65**, **R66** и **R67** в омах.

Примечание – не допускается настройка номинального тока данного типа преобразователя на значениях, выше указанных в **Таблице 1**.

8.2.4 Настройка параметров двигателя

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

– параметр **P04.01** – максимальное напряжение якоря $U_{a_{MAX}}$ в вольтах;

Примечание: для выбранной максимальной скорости, ниже указанной в табличке двигателя, следует вводить в параметр **P04.01** значение максимального напряжения якоря, соответствующее этой максимальной скорости.

– параметр **P04.02** – максимальная скорость от шильдика двигателя;

– параметр **P04.03** – максимальная рабочая скорость двигателя в данном приложении;

– параметр **P04.05** – максимальный ток якоря $I_{a_{MAX}}$;

– параметры **P04.06** ... **P04.15** – точки **2 ÷ 6** кривой динамического токоограничения двигателя;

8.3 Запуск преобразователя в пропорциональном режиме.

Первоначальный запуск преобразователя необходимо сделать в пропорциональном режиме. В этом режиме регуляторы скорости и тока якоря выключены и не оказывают влияния на работу преобразователя. 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 совершаются следующие проверки:

– проверка состояния тахогенератора;

– настройка и сфазирование обратной связи по скорости;

– проверка работы силового выпрямителя;

– проверка работы тиристорov.

Подключается якорь двигателя к преобразователю и преобразователь включается в сеть.

Вводится пароль. Для запуска преобразователя в пропорциональном режиме вводится значение в параметр **P02.06** = 1.

Выбирается источник задания для угла открывания тиристорov с параметром **P02.09**:

- **P02.09** = 0 – задание для угла открывания тиристорov аналоговое и определяется значением и знаком аналогового задания **Uref**;
- **P02.09** = 1 – задание для угла открывания тиристорov цифровое и определяется значением параметра **P02.10** в процентах от максимальной скорости N_{MAX} со знаком для направления вращения.

В пропорциональном режиме задание для скорости внутренне ограничено до безопасного значения скорости двигателя, поскольку в этом режиме обратной связи по скорости действует.

При подаче команды **PRDY** и при исправном силовом питании включается светодиодная индикация **RD** в режиме постоянного свечения.

После подачи команды **ENBL** включается светодиодная индикация **ON**.

Задается угол для открывания тиристорov и двигатель начинает вращаться.

С параметром **P01.10** можно наблюдать пульсации напряжения тахогенератора. Для исправного тахогенератора, в установленном режиме, значение параметра **P01.10** не должно превышать 2 %. При значениях, больше 2 % необходимо сделать профилактику или ремонт тахогенератора.

Для проверки сфазирования обратной связи по скорости сравниваются значения параметров **P01.02** и **P01.05**. При правильном соединении, значения двух параметров должны быть с одинаковыми знаками. Если эти параметры с разными по знаку значениями, возможны следующие два случая:

- **для обратной связи по скорости с тахогенератором**
 - направление вращения двигателя отвечает приложенному заданию, а не отвечает знак обратной связи по скорости. Меняется соединение тахогенератора или инвертируется знак обратной связи с параметром **P02.13**;
 - направление вращения двигателя не отвечает приложенному заданию. Меняется соединение якоря двигателя или инвертируется знак задания и знак обратной связи с параметрами **P02.12** и **P02.13**.
- **для обратной связи по скорости с энкодером**
 - направление вращения двигателя отвечает приложенному заданию, а не отвечает знак обратной связи по скорости. Меняется соединение энкодера (например две фазы – А и /А) или инвертируется знак обратной связи с параметром **P02.14**;
 - направление вращения двигателя не отвечает приложенному заданию. Меняется соединение якоря двигателя или инвертируется знак задания и знак обратной связи с параметрами **P02.12** и **P02.14**.

Проверка работы силового выпрямителя преобразователя следует провести при скорости вращения выше 5% от максимальной скорости N_{MAX} и напряжении якоря выше 5% от максимального U_{aMAX} . Параметром **P01.15** позволяет наблюдать состояние тиристорov и следует показывать только нули в обоих направлениях вращения. В случае неработающего тиристора регистрируется единица, а номер разряда соответствует номеру тиристора, как они указаны на **рисунке 12** и **рисунке 13**. После определения неработающего тиристора, выключается преобразователь и проверяются тиристор и его цепи управления.

8.4 Настройка защит преобразователя

- **настройка защиты STG от размыкания обратной связи по скорости**

Защита **STG** от размыкания обратной связи по скорости работает на принципе сравнения напряжения якоря и действительной скорости. В параметре **P03.12** вводится значение напряжения якоря в процентах от максимального, записанного в **P04.01**, при котором срабатывает защита **STG**. Для нормального действия защиты **STG** необходимо корректно вводить максимальное напряжения якоря U_{aMAX} в параметре **P04.01**. Если привод настроен на максимальную скорость, ниже указанной в табличке двигателя, то в параметре **P04.01** следует вводить соответствующее этой скорости максимальное значение напряжения якоря.

При записи в параметре **P04.01** значения, на много выше действительного, защита **STG** будет срабатывать при высоких скоростях, т.е. двигатель раскручивается. В этом случае возможно срабатывание защиты **SOS** до защиты **STG**.

При записи в параметре **P04.01** значения, на много ниже действительного, возможно срабатывание защиты **STG** без причин в нормальных рабочих условиях.

- **настройка защиты SOC от превышения максимального тока якоря**

Если ограничивается максимальный ток якоря, заданный значением параметра **P04.05**, то рекомендуется задать новое значение параметра **P03.11**, равно 125% от нового максимального тока якоря.

- **настройка защиты OLF от перегрузки двигателя**

Если привод работает с ограниченным максимальным током ниже 500% и с нагрузкой с повышенным инерционным моментом, допускается увеличить значение параметра **P03.08** выше значения по умолчанию, но одновременно с этим не надо допускать перегрева двигателя.

- **включение защиты ONF от перегрева силового блока**

Защита **ONF** активируется с вводом значения параметра **P03.09** = 1.

- **настройка защиты SOS от превышения максимальной скорости**

Рекомендуется перерегулирование скорости вращения не превышать значения параметра **P03.10** = 110.

- **настройка защиты OVM от превышения максимального напряжения якоря**

Защита **OVM** срабатывает когда действительное напряжение якоря превысит значение параметра **P03.17**. Если значение параметра **P04.01** неправильно введено, то защита срабатывает при скорости ниже максимальной.

8.5 Проверка работы привода в интегральном режиме

После окончания настройки в пропорциональном режиме выключается команда **ENBL**.

Вводится значение параметра **P02.06** = 0 для перехода в режим управления по скорости (интегральный режим) преобразователя.

При подаче команды **ENBL** двигатель начинает вращаться со скоростью, определенной аналоговым заданием **Uref**.

Для точной калибровки обратной связи по скорости прикладывается задание для скорости 50% от максимальной скорости N_{MAX} и с помощью триммера **RP5** устанавливается заданная скорость, измеряя ее тахометром.

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

При неудовлетворительной работе следует настроить регуляторы тока и скорости.

Необходимо обеспечить работу двигателя на холостом ходу, включая и демонтаж со станка.

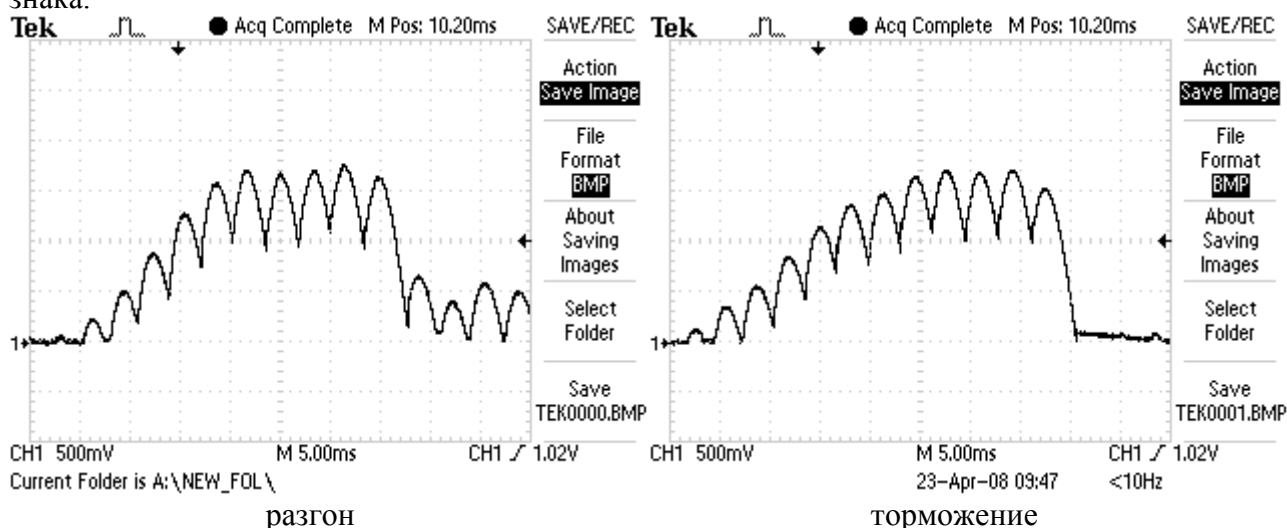
Для проверки качества настройки можно судить по переходным процессам в кривых тока и скорости двигателя.

- **настройка регулятора тока якоря**

Преобразователь включается в сеть. Включается команда **ENBL**.

Прикладывается скачкообразное задание для скорости от нулевого значения до 40 % от максимальной скорости N_{MAX} . 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 надвигаться установившееся максимальное значение. После этого прикладывается нулевая скорость и наблюдается форма тока.

Оптимальная форма кривой тока якоря для разгона и для торможения двигателя показаны на **рисунке 17**. Следует иметь в виду, что ток якоря в абсолютных единицах без знака.



Рисунка 17 Форма кривой тока якоря для разгона и для торможения двигателя при оптимальной настройке регулятора тока якоря

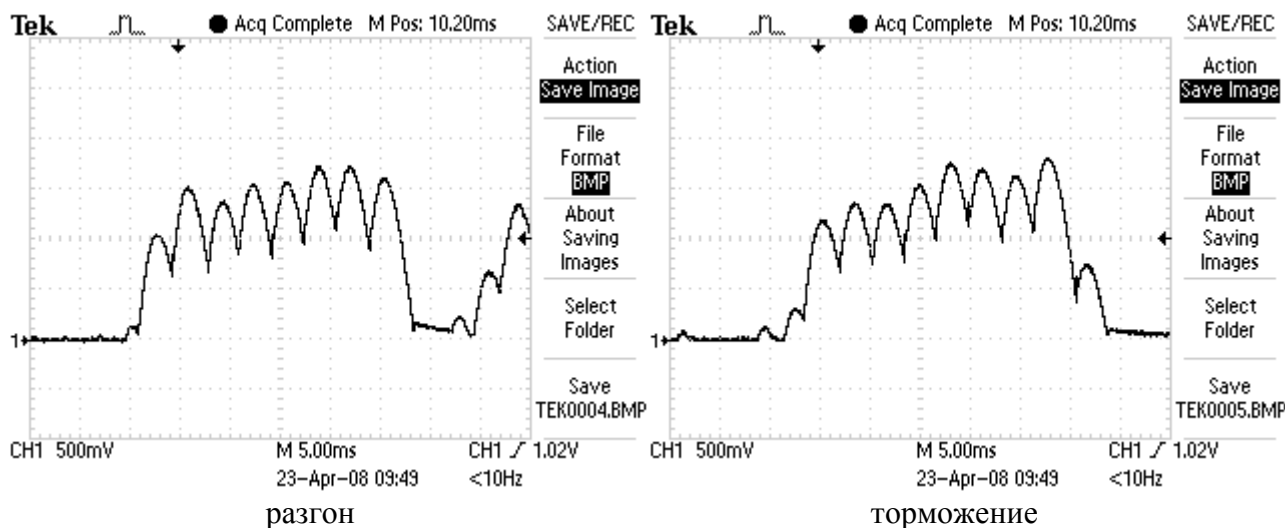
Для настройки регулятора тока используются параметры **P06.01** и **P06.02**. Параметры **P06.01** и **P06.02** имеют следующее воздействие на работу регулятора тока:

- параметр **P06.01** – коэффициент усиления регулятора тока. Типичные значения параметра **P06.01** от 0.10 до 0.50, при этом при больших значениях увеличивается “жесткость” привода, но одновременно увеличивается и склонность к самовозбуждению. При малых 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 ms до 40.0ms, при этом при малых значениях **P06.02** увеличивается скорость реакции регулятора тока, но одновременно увеличивается и склонность к самовозбуждению. При больших значениях параметра **P06.02** увеличивается время для достижения установленного тока.

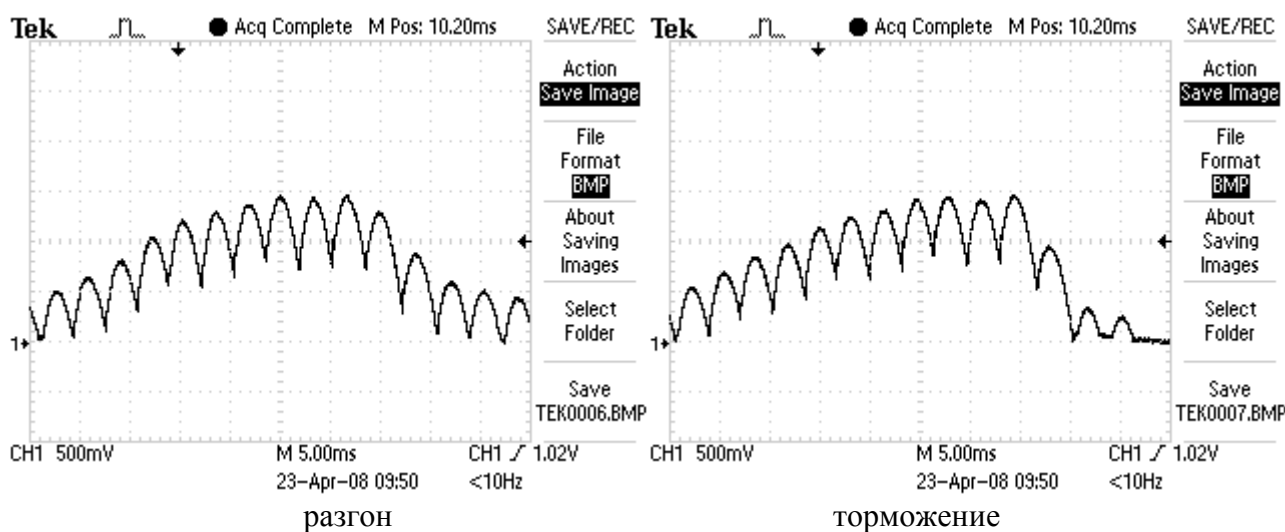
При больших значениях параметра **P06.01** и малых значениях параметра **P06.02** наблюдается большое перерегулирование тока во время переходного процесса. Кривые тока

якоря с перерегулированием при разгоне и при торможении показаны на **рисунке 18**. 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 19**.



Рисунка 18 Кривые тока якоря с перерегулированием при больших значениях параметра **P06.01** и малых значениях **P06.02**

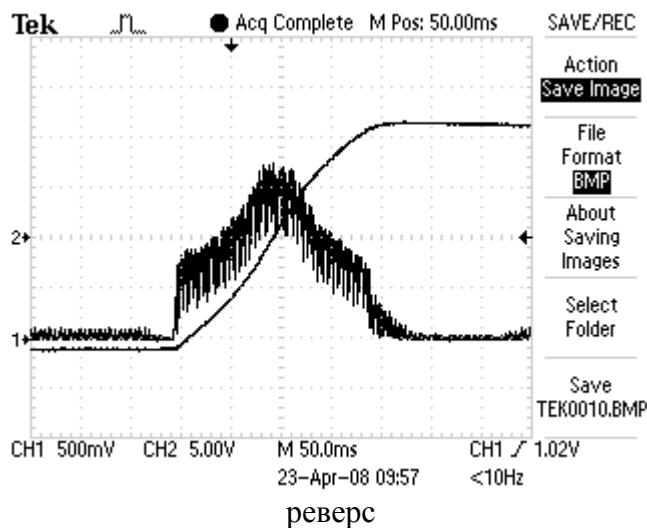
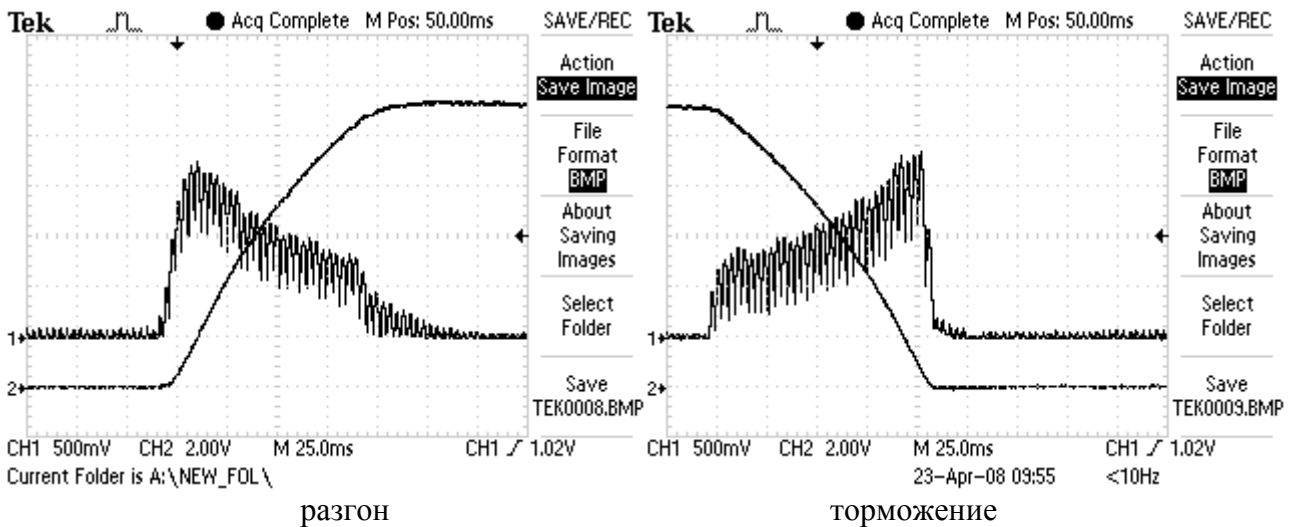


Рисунка 19 Кривые тока якоря с длительным переходным процессом при малых значениях параметра **P06.01** и больших значениях параметра **P06.02**

- **настройка регулятора скорости**

После настройки регулятора тока проверяется регулятор скорости.

Для этой цели прикладывается скачкообразное задание от нулевого значения до 100 % от максимальной скорости, а также и задание для реверса. Осциллографом наблюдается форма кривой скорости в контрольной точке **КР26**. Форма кривых скорости и тока для оптимально настроенного регулятора скорости показана на **рисунке 20**. Допускается однократное перерегулирование скорости, которое должно не превышать установившееся значение больше 5%.



Рисунка 20 Кривые скорости и тока якоря для оптимально настроенного регулятора скорости

Для оптимально настроенного регулятора скорости, переходные процессы скорости идут без видимого перерегулирования. Переходный процесс скорости при реверсе имеет S – образную форму из-за динамического токоограничения в функции от скорости.

Для оптимальной работы регулятора скорости во всех режимах предусмотрена адаптивная настройка его параметров.

Параметры имеют следующее воздействие на работу преобразователя:

- параметры **P05.02** и **P05.03** – коэффициенты усиления регулятора скорости. Для больших значений параметров увеличивается ускорение двигателя и уменьшается время для установки заданной скорости. Увеличивается перерегулирование скорости двигателя, но одновременно с этим увеличивается и склонность к самовозбуждению. При малых значениях параметров увеличивается время для достижения заданной скорости;

- параметры **P05.06** и **P05.07** – интегральные постоянные времени регулятора скорости. Для малых значений параметров увеличивается скорость реакции регулятора скорости, что приводит до сильного уменьшения ошибки скорости, но одновременно с этим увеличивается и склонность к самовозбуждению. При больших значениях параметров увеличивается время для достижения заданной скорости;

– параметры **P05.10** и **P05.11** – дифференциальные постоянные времени регулятора скорости. Увеличение значения параметров приводит к уменьшению перерегулирования скорости и увеличивает скорость затухания. Для больших значений параметров увеличивается склонность к самовозбуждению.

При запуске привода с незнакомым двигателям установленным на станке, возможно, что не только один из параметров подобран неправильно. В этом случае рекомендуется сначала настроить регулятор скорости для низких скоростей работы, оптимизируя параметры **P05.02**, **P05.06** и **P05.10** до равномерной подачи с требуемой точностью позиционирования. После этого, увеличивая скорость работы настраиваются параметры **P05.03**, **P05.07** и **P05.11** до достижения удовлетворительной работы во всем диапазоне скорости для всех режимов работы.

Для настройки регулятора скорости рекомендуются следующие правила:

1. При увеличении коэффициентов усиления **Kp1(P05.02)** и **Kp2(P05.03)**, интегральные постоянные времени **Tn1(P05.06)** и **Tn2(P05.07)** уменьшить в той же пропорции;

2. При уменьшении коэффициентов усиления **Kp1(P05.02)** и **Kp2(P05.03)**, интегральные постоянные времени **Tn1(P05.06)** и **Tn2(P05.07)** увеличить в той же пропорции;

3. Дифференциальные постоянные времени **Dt1(P05.10)** и **Dt2(P05.11)** рекомендуется быть 50% от абсолютных значений коэффициентов усиления **Kp1(P05.02)** и **Kp2(P05.03)**.

8.6 Запуск преобразователя в режиме управления по крутящему моменту

В этом режиме привод работает только при наличие ведущего двигателя в системе и может работать в режиме добавления крутящего момента, так и в режиме вычитания (тормозной режим) в зависимости от знака задания.

Перед запуска преобразователя в режиме управления по крутящему моменту, следует его запустить и настроить в режиме управления по скорости на холостом ходу по п.8.5. После настройки в режиме управления по скорости, двигатель следует соединить к нагрузке и ввести значениях следующих параметров:

– параметр **P02.06** = 2 – режим управление по крутящему моменту;
– параметр **P04.01** – максимальное напряжение якоря **Uamax**, соответствующее допустимой максимальной скорости разкручивания, выше которой срабатывает защита **SOS** от превышения максимальной скорости. Поскольку скорость двигателя и напряжение его якоря меняются по линейному закону, то с напряжением якоря можно ограничить скорость до требуемого значения.

Внимание: в этом режиме двигатель без нагрузки разкручивается и поэтому следует принять все меры для его надежного соединения к нагрузке.