

# Тиристорный регулятор скорости двигателя постоянного тока ТРС-460-220

(Напряжение питания обмотки якоря 0..460 В, напряжение питания обмотки возбуждения 220 В, без вводного автомата, нереверсивный)

Руководство  
по эксплуатации



## Содержание

Введение.....	3
1. Назначение.....	3
2. Технические характеристики и условия эксплуатации.....	4
3. Устройство и принцип действия.....	5
4. Требования безопасности.....	14
5. Монтаж на объекте.....	14
6. Первое включение.....	15
7. Программирование.....	16
8. Возможные неисправности и способы их устранения.....	19
9. Индикация данных на дисплее.....	20
10. Техническое обслуживание.....	22
11. Маркировка преобразователя.....	22
12. Упаковка преобразователя.....	22
13. Транспортирование и хранение.....	23
14. Комплектность.....	23
15. Гарантийные обязательства.....	23
Приложение А Схемы подключения.....	24
Приложение Б Габаритные и присоединительные размеры.....	25

## Введение

Настоящее «Руководство по эксплуатации» предназначено для ознакомления обслуживающего персонала с устройством, принципом действия, конструкцией, порядком технической эксплуатации и обслуживания трехфазного тиристорного регулятора скорости двигателя постоянного тока, именуемого далее по тексту "ТРС-460-220", "преобразователь" или "устройство".

### 1. Назначение

1.1 Преобразователь предназначен для регулирования частоты вращения вала двигателя постоянного тока путем выпрямления трехфазного переменного напряжения и регулирования его действующего значения на обмотке якоря. Регулирование осуществляется за счет изменения угла задержки отпирания силовых тириستоров.

1.2 Преобразователь может работать в режиме стабилизации скорости при подключенном сигнале обратной связи от тахогенератора. При этом преобразователь обеспечивает стабилизацию частоты вращения в диапазоне  $0,05..1,0 N_n$ , где  $N_n$  – номинальные обороты электродвигателя.

При неподключенном сигнале обратной связи от тахогенератора устройство не стабилизирует частоту вращения вала двигателя. В этом случае нецелесообразно использовать преобразователь для регулирования частоты вращения в диапазоне от 0 до 20% от номинальных оборотов двигателя, так как в этом диапазоне скорость вращения будет сильно зависеть от колебаний нагрузки и напряжения сети.

Преобразователь нельзя использовать для электропитания емкостной нагрузки (преобразователи частоты, аккумуляторная батарея и т.п.) и приборов, содержащих электронные схемы (компьютеры, принтеры, телевизоры, телекоммуникационное оборудование и т.д.). Это может привести к выходу из строя как преобразователя, так и питаемых приборов. В этом случае ответственность за поломку оборудования несет потребитель, а гарантийные обязательства изготовителя не действуют.

1.3 Регулирование напряжения на нагрузке осуществляется одновременно по всем трем фазам в соответствии с одним сигналом задания (совместное управление фазами).

1.4 Преобразователь может применяться как для ручного регулирования напряжения на нагрузке, для чего предназначены кнопки и переменный резистор на передней панели шкафа, так и дистанционного управления в составе системы автоматизации. В качестве управляющих сигналов могут применяться:

- А) стандартный сигнал 0...10 В;
- Б) стандартный сигнал 0...20 мА;
- В) стандартный сигнал 4...20 мА;
- Г) внешний переменный резистор 1..10 кОм.

Команду разрешения для работы устройства можно подать как вручную с помощью тумблера на лицевой панели, так и дистанционно, замкнув соответствующие клеммы.

Выбор сигнала управления и команды разрешения осуществляется путем программирования.

1.5 Преобразователь является микропроцессорным программируемым устройством. Все запрограммированные пользователем уставки хранятся в энергонезависимой памяти микропроцессора.

1.6 Устройство отображает на дисплее текущие данные о величине задающего сигнала, токе нагрузки, выходном напряжении, режимах работы, значения программируемых уставок и коды ошибок.

1.7 Преобразователь имеет широкий комплекс защит и автодиагностики, обеспечивающих надежное функционирование устройства и своевременное информирование потребителя о возникающих неисправностях и их предупреждение.

## 2 Технические характеристики и условия эксплуатации

2.1 Основные технические характеристики устройства приведены в таблице 2.1

Таблица 2.1 – Технические характеристики ТРС-460-220

Количество фаз	3
Сеть	3x380 В, 50 Гц
Выходное напряжение цепи якоря	0..460 В, регулируемое
Выходное напряжение цепи возбуждения	220 В, нерегулируемое
Тип тиристорных модулей	IXYS, Semikron, Протон-Электротекс
Наличие кнопки аварийного отключения	Да
Наличие вводного автоматического выключателя	Нет
Способы регулирования напряжения	Фазовый
Вспомогательное питание для системы управления	198-242 В 50 Гц
Номинальный ток преобразователя для питания обмотки якоря	40, 80, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250, 1600 А
Номинальный ток преобразователя для питания обмотки возбуждения	13, 22, 35, 50 А
Регулирующий элемент	Тиристор
Коэффициент обратной связи по скорости	1..50 регулируемый
Диапазон стабилизируемой скорости	0,05..1,0 Нн, где Нн – номинальные обороты
Нестабильность скорости при изменении нагрузки на валу электродвигателя от 10% до 90% от номинальной	0,5-5% в зависимости от коэффициента обратной связи
Время стабилизации скорости при скачке напряжения сети на 10%	0,5 сек
Тип системы управления	Микропроцессорная
Сигнал управления	0..10 В, 0..20 мА, 4..20 мА, встроенный переменный резистор, внешний переменный резистор, кнопки панели управления
Вход управления / входное сопротивление	0-10 В / 20 кОм 0-20 мА / 91 Ом 4-20 мА / 91 Ом
Плавный пуск и останов	0..25 сек
Индикация	жидко-кристаллический индикатор 32-символьный, 2 светодиода
Дополнительные контакты	2 программируемых реле 220 В 5 А. Выходной сигнал: "Работа", "Авария",

	"Готовность"
Защита: короткое замыкание на выходе	Электронная защита
Защита: перегрузка длительным током	Электронная защита
Защита: перегрев тиристорov	Датчик температуры 80 С
Защита: потеря фазы или "слипание" фаз	Электронная
Перегрузочная способность( действующее среднеквадратичное значение)	$I=1,5 I_n - 20 \text{ сек}, I=1,25 I_n - 60 \text{ сек}, I=1,1 I_n - 2 \text{ мин}$
Порог срабатывания защиты от короткого замыкания( амплитудное значение)	$I \geq 3 I_n$
Точность поддержания выходного напряжения в режиме стабилизации напряжения	2% $U_n$
Время стабилизации выходного напряжения при скачке напряжения сети на 10% в режиме стабилизации напряжения	2..3 сек
Степень защищенности	IP41
Охлаждение	Принудительное встроенными вентиляторами
Ресурс вентилятора	50000 часов
Температура окружающей среды	0..40 С
Относительная влажность воздуха	0..90% без конденсата ( сухое помещение)
Изоляция	2,5 кВ между шасси, силовой цепью и управляющими цепями
Режим работы	Длительный, ПВ = 100%
Срок эксплуатации	Не менее 10 лет
Гарантия	12 месяцев

Для работы преобразователя необходимо два напряжения. Одно напряжение через тиристоры коммутируется на нагрузку – оно называется силовым напряжением; другое напряжение используется для питания системы управления – оно называется вспомогательным.

2.2 Преобразователь предназначен для эксплуатации в следующих условиях:

- А) закрытые взрывобезопасные помещения без агрессивных паров и газов;
- Б) температура окружающего воздуха от 0 до +40 С;
- В) верхний предел относительной влажности воздуха не более 90 % без конденсации влаги;
- Г) атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа;
- Д) место расположения до 1000 м над уровнем моря;
- Е) отсутствие воздействия прямых солнечных лучей и других источников нагрева;
- Ж) отсутствие вибрации и ударов.

### 3. Устройство и принцип действия

#### 3.1 Внутреннее устройство.

Внешний вид преобразователя представлен на рисунке 3.1:



Рисунок 3.1 Внешний вид преобразователя

На лицевой панели размещаются элементы индикации и управления:

- А) светодиод "Работа";
- Б) светодиод "Авария"
- В) тумблер "Работа";
- Г) жидко-кристаллический индикатор;
- Д) кнопки "Пр.", "Ф", ">", "<" для программирования и управления;
- Е) ручка встроенного переменного резистора;
- Ж) кнопка аварийного останова.

Внутри шкафа размещаются:

- А) клеммная колодка ХТ1 для подключения силовой сети;
- Б) клеммная колодка ХТ2 для подключения обмотки якоря;
- В) клеммная колодка ХТ3 для подключения цепи возбуждения;
- Г) тиристорные модули ( 3 штуки);
- Д) радиатор охлаждения;
- Е) платы системы управления;
- Ж) автоматический выключатель QF1;
- З) вентиляторы охлаждения

На боковой панели шкафа находится клемма заземления.

В качестве регулирующего элемента в устройстве используются три тиристорных модуля, каждый из которых содержит по два тиристора. Силовое напряжение подключается к клеммной колодке ХТ1. На лицевой панели размещены элементы индикации и управления. Внешние провода и кабели для подключения напряжения сети, нагрузки и цепей управления вводятся в шкаф с нижней стороны. Цепи управления и сигнализации подключаются к клеммникам Х1 и Х4 соответственно на плате управления.

Режимы работы.

Преобразователь в любой момент находится в одном из режимов работы. Эти режимы перечислены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 Режимы работы преобразователя

Название режима	Пояснение
"Готовность"	В этом режиме импульсы управления на силовые тиристоры не подаются, выходное напряжение на нагрузке отсутствует. Устройство непрерывно ожидает команды "Работа" или "Программирование", при поступлении которых переходит в соответствующий режим. На индикаторе в первой строке отображается надпись "Готовность", а во второй строке текущее значение сигнала задания
"Работа"	В этот режим преобразователь переходит при наличии команды "Работа". При этом на все тиристоры подаются управляющие импульсы, на нагрузке присутствует напряжение. На индикаторе отображается текущее значение сигнала задания, выходной ток и напряжение. В случае появления команды "Стоп" устройство переходит в режим "Готовность".
"Авария"	В этот режим преобразователь переходит при регистрации какой-либо аварийной ситуации. Импульсы управления на силовые тиристоры не подаются. Устройство не реагирует на команду "Работа" до ликвидации аварийной ситуации. После регистрации отсутствия аварийной ситуации преобразователь может автоматически перейти в режим "Работа" или "Готовность" в зависимости от вида аварийной ситуации и запрограммированных настроек. На индикаторе отображается код ошибки и поясняющая надпись
"Программирование"	Режим предназначен для задания значений программируемых параметров и сохранения их в памяти микропроцессора. Чтобы перейти в этот режим, надо в режиме "Готовность" нажать кнопку "Прогр." с передней панели. Также в режим "Программирование" можно войти нажав кнопку "Прогр." в первые 10 секунд после подачи питания для системы управления (когда на дисплее отображается название текущей модели преобразователя). В этом режиме устройство не реагирует на подачу команды "Работа". Переход в режим программирования невозможен из режимов "Работа" и "Авария". В первой строке индикатора отображается номер и название текущей функции, во второй строке – значение функции и (или) пояснение

3.3 Конструктивное исполнение.

Конструктивно преобразователь выполнен в виде металлического навесного или напольного шкафа. На передней панели имеются органы управления и индикации, перечисленные в таблице 3.2

Таблица 3.2 элементы управления и индикации преобразователя

Орган управления или индикации	Назначение
Автоматический выключатель QF1	Защита цепей управления
Светодиод "Работа"	Горит в режиме "Работа"
Светодиод "Авария"	Горит в режиме "Авария"
Жидкокристаллический индикатор	Отображает текущие данные, режим работы, значения программируемых уставок
Переменный резистор "Управление"	Управление выходным напряжением в ручном режиме
Тумблер "Работа"	Для подачи команды "Работа" в ручном режиме
Кнопка "Прогр"	Для входа/выхода в режим программирования
Кнопка "Ф"	Для выбора программируемой функции, ввода в память ее значения.
Кнопка ">"	Для увеличения значения программируемой величины
Кнопка "<"	Для уменьшения значения программируемой величины
Кнопка "Аварийное отключение"	Для немедленного снятия выходного напряжения при возникновении аварийной ситуации.

3.4 Назначение клемм клеммных колодок ХТ1-ХТ3, Х1 и Х4 приведено в таблице 3.3. Клеммные колодки Х1 и Х4 размещаются на плате управления

Таблица 3.3 Назначение клемм клеммных колодок

Клеммник	№ клеммы	Цепь	Назначение
ХТ1	1	А	Для соединения с фазой А питающего напряжения
ХТ1	2	В	Для соединения с фазой В питающего напряжения
ХТ1	3	С	Для соединения с фазой С питающего напряжения
ХТ2	1	+Уя	Для соединения с обмоткой якоря (Выход "плюс")
ХТ2	2	- Уя	Для соединения с обмоткой якоря (Выход "минус")
ХТ3	1	+Ув	Для соединения с обмоткой возбуждения (Выход "плюс")
ХТ3	2	- Ув	Для соединения с обмоткой возбуждения (Выход "минус")
ХТ4	1	ТГ+	Для подключения тахогенератора
ХТ4	2	ТГ-	Для подключения тахогенератора
Х1	1	3 В	Напряжение 3 В для подключения внешнего переменного резистора
Х1	2	Uупр	Для подачи аналогового сигнала 0..10 В
Х1	3	Iупр	Для подачи аналогового сигнала 0(4)..20 мА
Х1	4	Rупр	Для подключения среднего вывода внешнего переменного резистора
Х1	5	AGND	Общий для аналогового сигнала управления
Х1	6	ДУ	Для подачи сигнала дистанционного управления
Х1	7	GND	Общий
Х4	1	НР Р1	Нормально-разомкнутый контакт 1-го программируемого реле
Х4	2	Общий Р1	Общий контакт 1-го программируемого реле



X4	3	НЗ Р1	Нормально-замкнутый контакт 1-го программируемого реле
X4	4	НР Р2	Нормально-разомкнутый контакт 2-го программируемого реле
X4	5	Общий Р2	Общий контакт 2-го программируемого реле
X4	6	НЗ Р2	Нормально-замкнутый контакт 2-го программируемого реле

### 3.5 Выбор способа подачи команд

Команду "Работа" можно подать местно – переводом рукоятки тумблера "Работа" в положение "Вкл", или дистанционно – путем замыкания клемм 6 и 7 клеммной колодки X1 на плате управления.

Соответственно, нахождение рукоятки тумблера в положении "Откл" или разомкнутые клеммы 6 и 7 клеммной колодки X1, означают команду "Стоп".

Выбор между местным или дистанционным способом управления осуществляется программированием функции F1( см. пункт 7).

### 3.6 Выбор задающего сигнала

Управлять уровнем выходного напряжения преобразователя можно местно или дистанционно. Местно можно управлять:

А) кнопками ">" и "<". Нажатие и удержание кнопки ">" увеличивает значение задающего сигнала, а нажатие и удержание кнопки "<" – уменьшает;

Б) встроенным переменным резистором. Нахождение риски ручки переменного резистора в положении "Мин" и "Макс" соответствует минимальному и максимальному значениям задающего сигнала.

Для дистанционного управления в качестве управляющих сигналов могут применяться:

А) стандартный аналоговый сигнал 0...10 В;

Б) стандартный аналоговый сигнал 0...20 мА;

В) стандартный сигнал аналоговый 4...20 мА.

Г) внешний переменный резистор сопротивлением 1..10 кОм.

Цепи управления подключаются в соответствии со схемами подключения( приложение А) и таблицей 3.3. Выбор используемого сигнала осуществляется программированием функции F2( см. пункт 7). Величина сигнала задания отображается на дисплее в процентах, вольтах или амперах, например,  $U_z=25\%$ ,  $U_z=50$  В,  $I_z=30$  А.

### 3.7 Использование функции автоматического повторного включения

Поведение преобразователя после провала силового или вспомогательного напряжения определяется значением функции повторного включения F3, устанавливаемого программно( см. пункт 7).

Если F3=0, то разрешается автоматическое повторное включение. Если провал напряжения длился менее двух секунд, то выходное напряжение скачком возвращается на прежний уровень, если больше двух секунд – то при наличии команды "Работа" преобразователь переходит в режим "Работа".

Если F3=1, то автоматическое повторное включение запрещено. Если провал напряжения длился менее двух секунд, то выходное напряжение скачком возвращается на прежний уровень, если больше двух секунд – то при наличии команды "Работа" на дисплее индицируется сообщение об ошибке. В таком положении преобразователь заблокирован и

на нагрузке нет напряжения. Чтобы его разблокировать, нужно подать команду "Стоп", после чего преобразователь перейдет в режим "Готовность".

Применение функции F3 проиллюстрировано на рисунке 3.2:



Рисунок 3.2 Применение функции F3

### 3.8 Выбор функции программируемых реле

На клеммную колодку X4 платы управления выведены контакты двух программируемых реле. В зависимости от значения функции F4-F5 (см. пункт 7) реле могут быть неактивными или выполнять функцию сигнализатора следующих событий:

- А) Преобразователь находится в режиме "Готовность";
- Б) Преобразователь находится в режиме "Работа";
- В) Преобразователь находится в режиме "Авария".

Контакты программируемого реле может коммутировать напряжение 220 В 50 Гц и ток 5 А.

### 3.10 Нижний и верхний пределы регулирования

Нижний и верхний пределы регулирования соответствуют минимальному и максимальному значению управляющего сигнала. Установка этих значений позволяет установить границы диапазона, в котором будет вестись регулирование выходного напряжения в процентах от номинального. Если установить значение для нижнего предела равным 0%, а для верхнего – 100%, то регулирование будет реализовано во всем диапазоне – от нуля до максимального.

Дискретность регулирования составляет 0,1%.

Задание значений нижнего и верхнего пределов регулирования для фазового метода осуществляется программированием функций F15 и F16; (см. пункт 7).

### 3.11 Режим ограничения тока

Преобразователь может работать в режиме ограничения тока, в котором система управления автоматически изменяет управляющее воздействие на тиристоры таким образом, чтобы ток нагрузки не превысил заданное значение. Данная функция позволяет точно ограничивать пусковые токи на уровне не больше номинального, тем самым избегать срабатывания защит от короткого замыкания и перегрузки. Функция

включается и отключается программированием уставки F17, а величина максимального тока задается уставкой F22( см. пункт 7).

### 3.12 Режим стабилизации тока

Преобразователь может работать в режиме стабилизации тока, в котором система управления автоматически изменяет управляющее воздействие на тиристоры таким образом, чтобы поддерживать ток нагрузки на заданном уровне. Точность стабилизации тока – 2% от номинального тока регулятора, время стабилизации тока при скачке сетевого напряжения на 10 % - 2..3 сек. Сигнал задания отображается в амперах, например  $I_z = 27$  А. Функция включается и отключается программированием уставки F17, а величина минимального и максимального тока задается уставками F21 и F22( см. пункт 7).

### 3.13 Режим ограничения напряжения

Преобразователь может работать в режиме ограничения напряжения, в котором система управления автоматически изменяет управляющее воздействие на тиристоры таким образом, чтобы выходное напряжение на нагрузке не превысило заданное значение. Функция включается и отключается программированием уставки F17, а величина максимального напряжения задается уставкой F20( см. пункт 7).

### 3.14 Режим стабилизации напряжения

Преобразователь может работать в режиме стабилизации напряжения, в котором система управления автоматически изменяет управляющее воздействие на тиристоры таким образом, чтобы поддерживать напряжение на нагрузке на заданном уровне. Точность стабилизации напряжения – 2% от номинального напряжения сети, время стабилизации при скачке сетевого напряжения на 10 % - 2..3 сек. Сигнал задания отображается в вольтах, например  $U_z = 150$  В. Функция включается и отключается программированием уставки F17, а величина минимального и максимального напряжений задается уставками F19 и F20( см. пункт 7).

### 3.15 Режим стабилизации скорости

Преобразователь может работать в режиме стабилизации частоты вращения в функции обратной связи от тахогенератора, установленного на вал двигателя. Для активации этого режима необходимо установить значение функции F17 равное 5 (см. пункт 7), подключить тахогенератор и сконфигурировать плату стабилизации скорости( см. ниже).

### 3.16 Запись в память заводских настроек.

Преобразователь имеет специальную функцию F98( см. пункт 7), при сохранении в памяти которой значения равного 1, все пользовательские установки стираются, а на их место записываются заводские значения функций.

### 3.17 Защиты

В устройстве реализованы следующие виды защит:

А) защита от короткого замыкания – электронная. Электронная защита реализуется путем быстрой обработки микропроцессором сигналов, поступающих от датчиков тока. При превышении мгновенного тока значения  $3 \cdot I_{ном}$  происходит снятие управляющих импульсов с тиристоров, а на дисплее отображается соответствующее сообщение.

Б) защита от перегрузки электродвигателя предназначена для сохранения работоспособности обмотки якоря и тиристоров в случае превышения тока номинального значения. Защита устанавливается программированием функции F28, с помощью которой

выставляется номинальное значение тока электродвигателя. По умолчанию значение F28 равно номинальному току преобразователя( см. пункт. 7) Микропроцессор непрерывно измеряет ток нагрузки и накапливает значение время-токового интеграла и сравнивает его с уставкой, при превышении которой снимает импульсы управления с тиристоров и отображает на дисплее сообщение. Работа преобразователя блокируется на 3 минуты, после чего он переходит режим "Готовность" если подана команда "Стоп".

Перегрузочная способность преобразователя:  $I = 1,5$  Iном – 20 сек,  $I = 1,25$  Iном – 60 сек,  $I = 1,1$  Iном – 120 сек.

В) защита от перегрева радиатора обеспечивается встроенным температурным датчиком, который непрерывно опрашивается микропроцессором. Предельная температура радиатора – 80 С. После срабатывания защиты работа преобразователя блокируется до охлаждения радиатора до температуры 60 С, после чего выключаются вентиляторы охлаждения и преобразователь переходит режим "Готовность", если подана команда "Стоп".

Г) контроль напряжения силовой сети осуществляется электронным способом. Защита срабатывает в случае отсутствия одной или нескольких фаз или в случае их "слипания". Защита может быть включена или отключена путем программирования функции F92( см. пункт 7).

Д) защита от недопустимо низкого поля возбуждения. В случае недостаточно высокого напряжения или тока возбуждения преобразователь блокирует подачу импульсов управления на тиристоры и обмотка якоря обесточивается. Настройка защиты осуществляется программированием функций F29, F30 и F93.

Функцией F29 устанавливается номинальный ток возбуждения электродвигателя. Срабатывание защиты происходит при регистрации величины тока возбуждения в два раза меньше значения функции F29.

Функцией F30 устанавливается номинальное напряжение возбуждения электродвигателя. Срабатывание защиты происходит при регистрации величины напряжения возбуждения в два раза меньше значения функции F30.

Функцией F93 можно активировать/деактивировать защиту от потери поля возбуждения. При F93=1 защита выключена и не срабатывает независимо от фактических величин тока и напряжения возбуждения и настроек F29 и F30.

### 3.18 Использование кнопки "Аварийное отключение"

Кнопка "Аварийное отключение" позволяет снять напряжение с нагрузки в любом режиме работы устройства при возникновении внештатной ситуации, связанной с угрозой жизни персонала или порчей имущества.

Кнопка имеет фиксацию своего положения.

При нажатии этой кнопки разрывается цепь вспомогательного питания, при этом платы управления обесточиваются и импульсы управления на тиристоры не подаются.

### 3.19 Управление цепью возбуждения

Выходное напряжение питания обмотки возбуждения – нерегулируемое, 220 В постоянного тока. Оно формируется путем выпрямления однофазного напряжения 220 В, подаваемого через автомат QF1, суммируемого с вольтодобавкой от трансформатора. Это напряжение подается на однофазный диодный выпрямитель через пускатель КМ1. Пускатель КМ1 включается платой управления( реле К3) при переходе в режим "Работа".

### 3.20 Плата стабилизации скорости

На рисунке 3.3 представлена плата стабилизации скорости.

На плате установлены 8 переключателей SA1-SA8, каждый из которых имеет два движка.

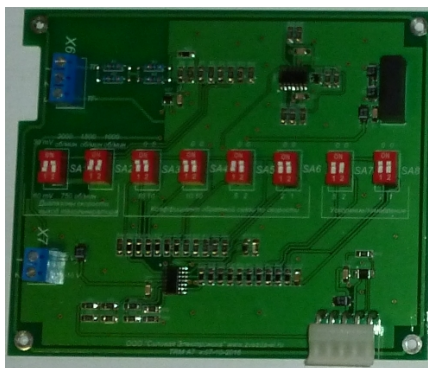


Рисунок 3.3 Плата стабилизации скорости

1-й движок SA1 задает величину сигнала мВ/об – 30 или 60 соответственно. Такие диапазоны соответствуют наиболее распространенным типам тахогенераторов. Если для конкретного типа тахогенератора значение отличается от указанных, то выставляется ближайший диапазон. Например, если тахогенератор имеет величину 57 мВ/об, то выставляется 60 мВ/об.

2-й движок SA1 и два движка SA2 задают номинальные обороты электродвигателя, перечисленные в таблице 3.4.

Таблица 3.4 Диапазоны номинальных оборотов электродвигателя

2-й движок SA1	1-й движок SA2	2-й движок SA2	Nн, об/мин
вверх	вниз	вниз	3000
вниз	вверх	вниз	1500
вниз	вниз	вверх	1000
вниз	вниз	вниз	750

Остальные положения движков задают промежуточные неопределенные диапазоны

Переключатели SA3-SA6 задают коэффициент обратной связи по скорости. Движок переключателя, установленный вниз прибавляет соответствующий коэффициент, а установленный вверх – не прибавляет (ноль). Установленные коэффициенты алгебраически складываются по формуле:

$$K_{oc} = 1 + \text{сумм}(K_{oc} \text{ SA3-SA6}).$$

Например, установленные вниз движки для коэффициентов 1, 2 и 5 дают суммарный коэффициент обратной связи  $K_{oc} = 1 + 1 + 2 + 5 = 9$ .

Соответственно, установленные все вверх движки SA3-SA6 дают минимальный  $K_{oc} = 1$ .

Обычно используются коэффициенты обратной связи в пределах 2..10. Для стабилизации высоких скоростей требуется меньший коэффициент обратной связи, для стабилизации низких скоростей – большие. Коэффициент  $K_{oc} > 10$  не рекомендуется использовать без необходимости.

Переключатели SA7 и SA8 влияют на динамику процессов ускорения и замедления. Коэффициенты, задаваемые SA7-SA8, суммируются алгебраически. Чем больше коэффициент, тем медленнее и плавнее переходные процессы замедления и ускорения. В

целом коэффициенты, задаваемые SA7-SA8, незначительно влияют на динамику процессов и без острой необходимости можно их не переключать.

#### **4. Требования безопасности.**

4.1 Преобразователь соответствует действующим требованиям "Правил устройства электроустановок", «Правилам технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей».

4.2 Для работы преобразователя используется опасное для жизни напряжение. При установке преобразователя на объекте, а также при устранении неисправностей и техническом обслуживании необходимо отключить преобразователь и подключаемые устройства от сети.

4.3 Не допускается попадание влаги на контакты клеммников и внутреннюю часть шкафа. Запрещается использование преобразователя в агрессивных средах с содержанием в атмосфере кислот, щелочей, масел и т. п.

4.4 Подключение, регулировка и техническое обслуживание преобразователя должны производиться только квалифицированными специалистами, изучившими настоящее руководство по эксплуатации.

4.5 При эксплуатации и техническом обслуживании необходимо соблюдать требования «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей».

4.6 Для защиты обслуживающего персонала преобразователь должен быть заземлен.

4.7 Преобразователь не может быть использован как разъединитель цепи или изолирующее устройство.

4.8 Если случайная подача напряжения на нагрузку представляет опасность для персонала или оборудования, то преобразователь необходимо подключать через прерыватель, например, контактор, управляемый внешней системой безопасности.

4.9 Работа преобразователя сопровождается выделением тепла. Для предотвращения перегрева, выхода из строя и предотвращения пожара необходимо:

А) устанавливать преобразователь на негорючую поверхность;

Б) недопустимо устанавливать преобразователь в плохо вентилируемых местах и местах с высокой температурой окружающей среды;

В) при установке необходимо обеспечить не менее 100 мм свободного пространства по периметру преобразователя.

#### **5. Монтаж на объекте.**

5.1 Следует установить преобразователь на штатное место и надежно закрепить его.

5.2 Заземлить преобразователь в соответствии с требованиями ПУЭ.

5.2 Прокладываются линии связи, предназначенные соединения с питающей сетью, нагрузкой, устройствами управления.

5.3 Сечение силовых проводов должно соответствовать току нагрузки.

5.4 Цепи для подачи сигналов управления следует выполнять витыми парами проводов сечением не менее 0,22 мм<sup>2</sup> с непосредственным их подключением к управляющим клеммам для каждого сигнала отдельно.

5.5 При монтаже проводов необходимо обеспечить их надежный контакт с клеммником преобразователя, для чего рекомендуется их концы тщательно зачистить и облудить или опрессовать в стандартные наконечники, гильзы, клеммы. Подсоединение проводов осуществляется под винт.

5.4 Не допускается прокладка линий управляющих сигналов в одном жгуте с силовыми проводами, создающими высокочастотные или импульсные помехи.

5.5 Подключение внешних цепей к устройству производится по схемам, приведенным в Приложении А.

5.6 При выполнении монтажных работ необходимо применять только стандартный исправный инструмент.

## **6. Первое включение.**

6.1 Перед первым включением необходимо выполнить следующие действия:

А) произвести подключение по схеме 1, указанной в приложении А, при этом в качестве тестовой нагрузки рекомендуется подключить лампы накаливания мощностью 100-150 Вт;

Б) убедиться в правильности подключения внешних цепей питания и управления, заземления, отсутствии короткого замыкания на выходе;

Без подключенной нагрузки невозможно сделать вывод о правильной или неправильной работе выпрямителя.

В) подать напряжение на преобразователь, при этом все светодиоды на передней панели шкафа должны кратковременно загореться и погаснуть, на дисплее в течение 10 секунд должна отобразиться надпись текущей модели преобразователя и включаются вентиляторы охлаждения. Далее на дисплее отобразиться надпись "Готовность" и текущее значение сигнала задания (напряжения или тока, например  $U_z=50\%$ ). Это означает, что преобразователь готов к работе и программированию.

6.2 По умолчанию, преобразователь имеет настройки: подача команды "Работа" осуществляется местно тумблером с лицевой панели, сигнал задания подается встроенным переменным резистором, режим – ограничения тока.

При первом включении на тестовой нагрузке рекомендуется отключить защиту от потери поля возбуждения, для чего следует установить значение функции F93=1.

Переведите тумблер "Работа" в положение "Вкл".

При этом должен раздаться щелчок срабатывания контактора КМ1, через который подается напряжение 220 В на обмотку возбуждения – при этом лампа, подключенная вместо обмотки возбуждения ярко вспыхивает. Далее ручку переменного резистора от одного крайнего положения до другого. Убедитесь при этом, что на подключенной

нагрузке( лампах накаливания) изменяется напряжение в соответствие с сигналом задания.

6.3 Работа с платой стабилизацией скорости.

Перед включением ТРС необходимо убедиться в том, что подключен тахогенератор. Полярность подключения тахогенератора не имеет значения, "плюс" и "минус" тахогенератора условны.

Установить значение функции F17=5.

Далее нужно установить коэффициенты движками SA1-SA8, задав параметры тахогенератора, электродвигателя, коэффициенты обратной связи и ускорения-замедления. По умолчанию установлены коэффициент обратной связи по скорости равный 5 и ускорения-замедления равный 1. Рекомендуется начинать с этих коэффициентов, а далее корректировать их по мере полученного результата.

Внимание! Переключение движков SA1-SA8 рекомендуется производить при остановленном двигателе, иначе в момент переключения движков может произойти резкое ускорение или замедление двигателя. Отключать напряжение на ТРС для переключения движков не требуется, достаточно лишь установить сигнал задания в ноль.

## 7. Программирование.

7.1 Вход в режим программирования.

Программирование и просмотр значений уставок осуществляется в режиме "Программирование". Чтобы войти в этот режим, необходимо в режиме "Готовность" кратковременно нажать кнопку "Прогр", при этом на дисплее кратковременно появится надпись "Программирование", после чего в первой строке индикатора отобразится название первой функции:

F1 способ упр.
----------------

Повторное нажатие кнопки "Прогр" приведет к возврату в режим "Готовность"

7.2 Выбор функции.

Нажимая кнопки ">" и "<" в режиме "Программирование" осуществляется переход от одной настройки к другой.

7.3 Просмотр и изменение значения функции.

Выбрав функцию, значение которой требуется просмотреть или изменить, кратковременно нажмите кнопку "Ф", при этом во второй строке индикатора отобразится текущее значение функции, например:

F1 способ упр. 0 - тумблер
-------------------------------

Изменить значение функции можно, нажимая кнопки ">" и "<".

Для того, чтобы сохранить выбранное значение функции, нужно кратковременно нажать кнопку "Ф", при этом на дисплее кратковременно отобразится надпись



“Сохранено”, что говорит об успешной записи значения функции в память устройства. Далее на индикаторе вновь отобразится название текущей функции и станет возможным навигация по функциям.

Если же выбранное значение функции сохранять не требуется, нажмите кнопку “Прогр.” Текст во второй строке индикатора исчезнет, а значение функции не сохранится, в чем легко убедиться, повторно просмотрев значение функции, для чего опять нужно нажать кнопку “Ф”.

#### 7.4 Функции и их значения.

Программируемые функции преобразователя перечислены в таблице 7.1.

Таблица 7.1 Программируемые функции

Функция	Надпись на индикаторе	Описание		
		Значение	Надпись	Пояснение
F1	способ упр.	Определяет способ управления: команда “Работа” подается местно или дистанционно		
		0	тумблер	Команда “Работа” подается переводом рукоятки тумблера “Работа” в положение “Вкл”
		1	дистанционно	Команда “Работа” подается путем замыкания клемм 6 и 7 клеммной колодки X1 платы управления
		Определяет сигнал управления выходным напряжением		
F2	сигнал упр.	0	кнопки	Сигнал задания изменяется нажатием кнопок “>” и “<” Нажатие “>” увеличивает выходное напряжение Нажатие “<” уменьшает выходное напряжение
		1	встр.резистор	Сигнал задания изменяется поворотом ручки переменного резистора, размещенного на лицевой панели. Положение “Мин” соответствует минимальной величине задания, положение “Макс” – максимальной величине задания.
		2	0..10 В	Сигнал задания подается внешним напряжением 0-10 В
		3	0..20 мА	Сигнал задания подается током управления 0-20 мА
		4	4..20 мА	Сигнал задания подается током управления 4-20 мА
		5	внеш. резистор	Сигнал задания подается внешним переменным резистором. Рекомендуемое значение сопротивления этого резистора 1...10 кОм
		Определяет поведение преобразователя после пропажи напряжения силовой сети или вспомогательного напряжения в режиме “Работа”		
		F3	авт.вкл.	0
1	отключено			Если провал напряжения длился менее 2 сек – выходное напряжение скачком возвращается на

				прежний уровень. Если провал напряжения длился более 2 сек – автоматический перезапуск не происходит; чтобы перейти в режим "Работа" нужно подать команду "Стоп", после чего подать вновь команду "Работа"
F4	1-е реле	Определяет условие срабатывания 1-го программируемого реле		
		Значение	Надпись	Пояснение
		0	отключено	Реле неактивно во всех режимах работы
		1	сигнал ГОТОВ	Срабатывание реле происходит при переходе в режим "Готовность"
		2	сигнал РАБОТА	Срабатывание реле происходит при переходе в режим "Работа"
				Срабатывание реле происходит при переходе в режим "Авария"
F5	2-е реле	Определяет условие срабатывания 2-го программируемого реле		
		Значение	Надпись	Пояснение
		0	отключено	Реле неактивно во всех режимах работы
		1	сигнал ГОТОВ	Срабатывание реле происходит при переходе в режим "Готовность"
		2	сигнал РАБОТА	Срабатывание реле происходит при переходе в режим "Работа"
				Срабатывание реле происходит при переходе в режим "Авария"
F11	плавн. пуск	Время плавного выхода напряжения на заданный уровень. Диапазон значений функции от 0 до 25 сек с шагом 0,1 сек		
F12	плавн. выкл.	Время плавного снижения напряжения до минимального значения. Диапазон значений функции от 0 до 25 сек с шагом 0,1 сек		
F15	нижн.предел	Минимальное значение сигнала задания в %. Диапазон значений функции от 0% до 100%, но не более значения функции F16. Дискретность 0,5%		
F16	верх. предел	Максимальное значение сигнала задания в %. Диапазон значений функции от 0% до 100%, но не менее значения функции F15. Дискретность 0,5%		
F17	режим	Функция включает режимы стабилизации или ограничения тока, напряжения, мощности		
		Значение	Надпись	Пояснение
		0	откл.	Режимы ограничения или стабилизации отключены
		1	ограничение I	Включен режим ограничения тока
		2	Стабилизация I	Включен режим стабилизации тока
		3	Ограничение U	Включен режим ограничения напряжения
		4	Стабилизация U	Включен режим стабилизации напряжения
5	Стабилизация n	Включен режим стабилизации скорости		
F19	н. предел U	Определяет минимальное значение напряжения на нагрузке в режиме стабилизации напряжения. Значение функции не может превысить значение функции F20		
F20	в. предел U	Определяет максимальное значение напряжения на нагрузке в режиме стабилизации напряжения. Значение функции не может быть меньше значения функции F19		
F21	н. предел I	Определяет минимальное значение тока в нагрузке в режиме стабилизации тока. Значение функции не может превысить значение функции F22		
F22	в. предел I	Определяет максимальное значение тока в нагрузке в режиме стабилизации тока. Значение функции не может превысить номинальный ток выпрямителя и не может быть меньше значения функции F21		
F23	Тахогенератор	Функция определяет подключен ли тахогенератор		
		Значение	Надпись	Пояснение

		0	включен	Сообщает системе управления о наличии тахогенератора. На дисплей выводится индикация оборотов вала двигателя				
		1	отключен	Сообщает системе управления об отсутствие тахогенератора. На дисплее отсутствует индикация оборотов вала двигателя				
F24	mV/об	Задаёт величину мВ/Об тахогенератора. Эта величина используется для расчёта величины оборотов в мин вала двигателя и последующей её индикации на дисплее						
F25	ном. обороты	Задаёт величину номинальных оборотов двигателя от 50 до 9950 об/мин. Функция не влияет на процесс регулирования скорости; её величина используется в качестве номинальных оборотов Nном для платы аналогового вывода						
F28	Iном я	Определяет значение номинального тока якорной обмотки электродвигателя, при превышении которого запускается максимально-токовая защита от перегрузки						
F29	Iном в	Определяет значение номинального тока обмотки возбуждения электродвигателя, при снижении которого в два и более раза срабатывает защита от потери поля возбуждения						
F30	Uном в	Определяет значение номинального напряжения обмотки возбуждения электродвигателя, при снижении которого в два и более раза срабатывает защита от потери поля возбуждения						
F92	контроль фаз	Функция включает или отключает контроль отсутствия или "слипания фаз"						
		Значение	Надпись	Пояснение				
		0	включена	Защита включена				
		1	отключена	Защита отключена				
F93	Защита возб.	Включает или отключает защиту от потери поля возбуждения						
		Значение	Надпись					
		0	вкл	Защита включена				
		1	откл	Защита отключена				
F98	завод. настр.							
		Пояснение						
		Значения всех программируемых функций не изменяются						
		Все программируемые функции принимают заводские значения. Эти значения равны:						
			Функция	Заводское значение	Функция	Заводское значение		
			F1	0	F20	Iном я		
			F2	1	F21	0		
			F3	0	F22	Iном я		
			F4	1	F23	1		
			F5	1	F24	60		
			F11	5	F25	1500		
			F12	3	F28	Iном я		
			F15	0	F29	2 А		
	F16	100	F30	220 В				
	F17	1	F92	0				
	F19	0	F93	0				

## 8. Индикация данных на дисплее

В таблице 8.1 приведены отображаемые на дисплее данные для всех режимов.

Режим	Отображаемые данные
Готовность	1-я строка Надпись "Готовность"
	2-я строка Величина задающего сигнала, например, $U_z=27\%$ , $U_z=250\text{ В}$ , $I_z = 66\text{ А}$ .
Программирование	1-я строка Код функции и ее сокращенное название, например, F2 – сигнал упр.
	2-я строка значение функции и краткое пояснение
Работа	1-я строка Величина задающего сигнала
	2-я строка Величина тока нагрузки обмоток якоря и возбуждения, выходные напряжения обмоток якоря и возбуждения, температура радиатора, например, $I_a=45\text{ А}$ , $U_a=100\text{ В}$ , $U_b=220\text{ В}$ , $I_b=3\text{ А}$ , $T_r=45\text{ С}$ . При значении функции $F_{23}=0$ (тахогенератор включен) дополнительно отображается текущая величина оборотов вала двигателя, например, $n=1500\text{ об/мин}$ . Отображаемые на дисплее параметры периодически меняются. Чтобы просматривать только один выбранный параметр, например, $T_r$ , нужно нажать кнопку "Ф". При этом в правом верхнем углу появится надпись "Ф", что означает фиксацию текущего параметра. При этом на дисплее будет отображаться только выбранный параметр. Чтобы отменить фиксацию параметра нужно повторно нажать кнопку "Ф".
Авария	Код ошибки и ее название

## 9. Возможные неисправности и способы их устранения

Возможные неисправности и способы их устранения приведены в таблице 9.1

Таблица 9.1 Возможные неисправности и способы их устранения

N Ошибки	Надпись на индикаторе	Пояснение	
		Возможная причина	Действия
Ош2	нет силовой сети!	Устройство не обнаруживает напряжение сети	
		Напряжение на преобразователь не подано	Убедиться в подключении напряжения, правильности подключения
		Слишком низкое напряжение	Убедиться, что напряжение в сети больше 100 В
		Внутренняя неисправность	Отправить в ремонт
Ош3	провал напряжения!	Во время работы был зафиксирован провал напряжения питания системы управления или провал силового напряжения длительностью более 2-х секунд. Дальнейшее поведение преобразователя определяется значением функции F3. Если $F_3=0$ , то устройство автоматически перейдет в режим "Готовность"; если $F_3=1$ , то преобразователь войдет в режим "Готовность" после подачи команды "Стоп"	
Ош4	перегрев!	Температура охлаждающего радиатора достигла 80 С.	
		Возможная причина	Действия
		Неисправен вентилятор охлаждения	Убедиться в исправности вентилятора

		Засорены вентиляционные жалюзи	Прочистить вентиляционные жалюзи от пыли и мусора
		Преобразователь размещен в плохо вентилируемом или жарком месте	Убедиться, что температура окружающего воздуха не превышает 40 С. Установить преобразователь в другое место, применить внешний обдув
		Внутренняя неисправность	Отправить в ремонт
Ош7	Короткое замыкание!	Короткое замыкание на выходе преобразователя	Прозвонить выход преобразователя на наличие межфазного короткого замыкания и замыкания на землю
		Сбой настроек срабатывания КЗ	Связаться с производителем
		Внутренняя неисправность	Отправить в ремонт
Ош10	Перегрузка	Значение тока нагрузки превышает номинальный ток преобразователя или электродвигателя в течение длительного времени	Уменьшить выходное напряжение; уменьшить нагрузку на валу двигателя, отстроить защиту двигателя функцией F28
		Внутренняя неисправность	Отправить в ремонт
Ош11	Нет поля возбуждения	Напряжение или ток возбуждения в два раза меньше значений установленных функциями F30 и F29	Проверить правильность уставок функций F29 и F30. Проверить обмотку возбуждения на обрыв и короткое замыкание. Проверить исправность диодного моста, трансформатора и пускателя
Нет ошибок	-	Преобразователь не воспринимает команду "Работа"	
		<b>Возможная причина</b>	<b>Действия</b>
		Команда "Работа" не поступает на преобразователь	Проверить поступление команды работа на контактах клеммника управления; убедиться в исправности тумблеров "Работа"
		Неверно запрограммирована функция F1 – выбор способа подачи команды	Просмотреть значение функции F1; при необходимости изменить ее значение.
		Внутренняя неисправность	Отправить в ремонт
Нет ошибок	-	Значение сигнала задания не изменяется или равно 0	
		<b>Возможная причина</b>	<b>Действия</b>
		Неисправность цепей управления или их неверное подключение	Проверить целостность и правильность подключения цепей управления
		Неверно установлено значение функции F2 – выбор источника задающего сигнала	Просмотреть значение функции F2; при необходимости изменить ее значение.
		Неисправность кнопок или встроенного переменного резистора, внутренняя неисправность	Отправить в ремонт
Нет ошибок	-	Преобразователь переходит в режим "Работа", сигнал управления присутствует и изменяется, нагрузка подключена, но на выходе напряжения нет	
		<b>Возможная причина</b>	<b>Действия</b>
		Неисправны тиристоры	Проверить исправность

			тиристоров
		Внутренняя неисправность	Отправить в ремонт
Нет ошибок	-	На индикаторе нет надписей, светодиоды не горят	
		<b>Возможная причина</b>	<b>Действия</b>
		Не подано вспомогательное питание 220 В	Включить автомат QF1, проверить наличие напряжения 220 В на контактах автомата QF1
		Нажата кнопка "Аварийное отключение"	Отжать кнопку
		Внутренняя неисправность	Отправить в ремонт
Нет ошибок	-	При работе преобразователь периодически "зависает", данные на индикаторе обновляются несвоевременно, команды управления воспринимаются с запозданием или неверно	
		<b>Возможная причина</b>	<b>Действия</b>
		Вспомогательное питание содержит много помех; периодически в нем возникают провалы напряжения вследствие включения другого оборудования( электродвигателей, сварочных аппаратов)	Проверьте осциллографом наличие помех и провалов в вспомогательном напряжении. Подать вспомогательное питание от другой линии
		Внутренняя неисправность	Отправить в ремонт
Нет ошибок	-	При подаче напряжения на преобразователь на нагрузке присутствует напряжение, хотя команда "Работа" не подана, преобразователь находится в режиме "Готовность"	
		<b>Возможная причина</b>	<b>Действия</b>
		Короткое замыкание внутри тиристора	"Прозвонить" тиристор
		Неверное подключение нагрузки	Убедится в правильности подключения нагрузки
		Внутренняя неисправность	Отправить в ремонт

## 10. Техническое обслуживание

10.1 Техническое обслуживание преобразователя производится не реже одного раза в шесть месяцев и включает в себя:

- А) контроль крепления;
- Б) контроль электрических соединений, подтяжка винтовых соединений;
- В) удаление пыли и грязи;
- Г) контроль исправности вентиляторов;
- Д) контроль температурного режима.

## 11 Маркировка преобразователя

11.1 На каждый преобразователь наносятся:

- А) название преобразователя;
- Б) обозначение питающего напряжения и частоты;
- В) потребляемая мощность;
- Г) степень защиты корпуса;
- Д) заводской номер;
- Е) год изготовления.

## 12 Упаковка блока

12.1 Упаковка преобразователя производится в картонную коробку или деревянный ящик.

## 13 Транспортирование и хранение

13.1 Преобразователь хранить в закрытых помещениях в картонных коробках или деревянных ящиках при следующих условиях:

А) температура окружающего воздуха -20...+55 С;

Б) относительная влажность воздуха не более 80 % при температуре 35 С.

Воздух в помещении не должен содержать пыли, паров кислот и щелочей, а также газов, вызывающих коррозию.

13.2 Преобразователь в упаковке транспортировать при температуре от -25 до +55 С и относительной влажности воздуха не более 95 % при температуре 35 С.

13.3 Транспортирование допускается всеми видами закрытого транспорта. Транспортирование авиатранспортом должно производиться в отапливаемых герметизированных отсеках.

## 14 Комплектность

ТРС-460-220 .....	1 шт.
Руководство по эксплуатации .....	1 шт.
Паспорт.....	1 шт.
Комплект крепежа.....	1 шт.
Ключи.....	2 шт

## 15 Гарантийные обязательства

15.1 Гарантийный срок эксплуатации 12 месяцев со дня продажи, при соблюдении пользователем условий эксплуатации, транспортирования, хранения и монтажа.

15.2 В случае выхода регулятора из строя в течение гарантийного срока при соблюдении пользователем условий эксплуатации, транспортирования, хранения и монтажа изготовитель обязуется осуществить его бесплатный ремонт или замену.

15.3 Гарантийные обязательства изготовителя не действуют:

- При механических и иных повреждениях устройства по вине потребителя.
- На предохранители.
- В случае ремонта и комплектации потребителем устройства самостоятельно и у сторонних организаций без согласования с изготовителем.
- В случае изменения конструкции устройства.
- На оборудование или его комплектующие, которые эксплуатировались при нарушении качества и мощности энергии согласно ГОСТ 13109-97 на электроснабжение, в аварийных условиях, испытали удары молнии, пожар или другие экстремальные условия.

15.4 Ремонт и сервис, в том числе гарантийный осуществляется на предприятии изготовителя.

15.5 В случае необходимости гарантийного и постгарантийного ремонта продукции можно обратиться по адресу, указанному сайте компании: [www.zvezda-el.ru](http://www.zvezda-el.ru)

## Приложение А Схемы подключения

TPC-460-220

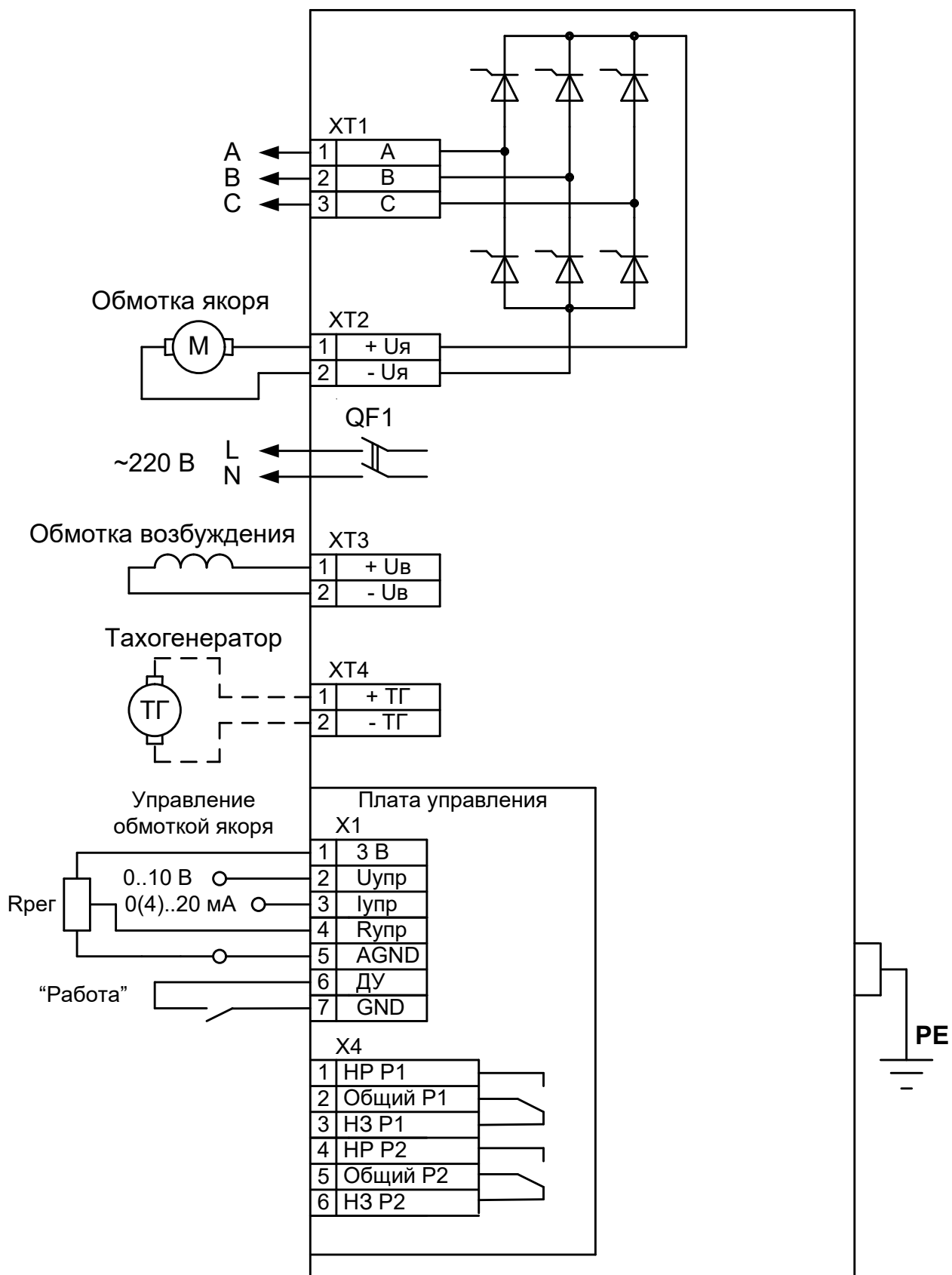


Рисунок А1 Схема подключения



Приложение Б Габаритные и присоединительные размеры

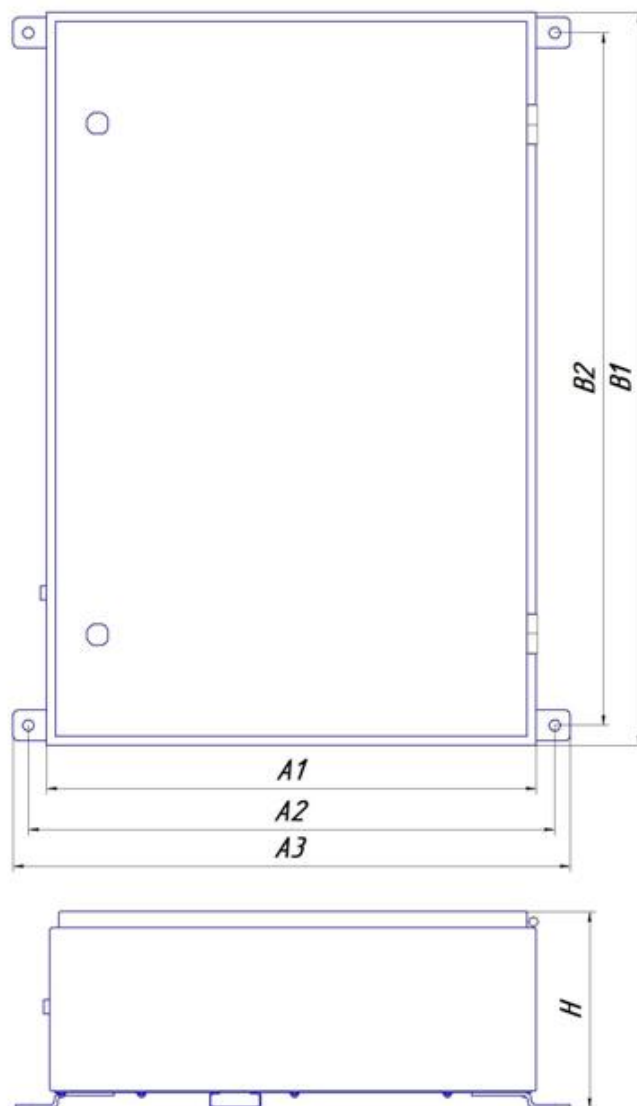


Таблица Б1 Габаритные и присоединительные размеры, мм

Наименование	A1	A2	A3	B1	B2	H	Крепеж	Масса, кг
ТРС-460-220-40	360	390	414	560	525	174	Болты М8	19
ТРС-460-220-80	360	390	414	560	525	174	Болты М8	21
ТРС-460-220-125	480	516	546	720	680	194	Болты М10	27
ТРС-460-220-160	480	516	546	720	680	194	Болты М10	30
ТРС-460-220-200	480	516	546	720	680	194	Болты М10	33
ТРС-460-220-250	560	602	638	840	790	194	Болты М12	37
ТРС-460-220-315	560	602	638	840	790	194	Болты М12	42
ТРС-460-220-400	760	802	838	1000	950	222	Болты М12	54
ТРС-460-220-500	760	802	838	1000	950	222	Болты М12	60
ТРС-460-220-630	760	802	838	1000	950	222	Болты М12	65
ТРС-460-220-800	760	802	838	1000	950	222	Болты М12	72
ТРС-460-220-1000	760	802	838	1000	950	222	Болты М12	78
ТРС-460-220-1250	760	802	838	1300	1250	282	Болты М12	88
ТРС-460-220-1600	760	802	838	1300	1250	282	Болты М12	96