ЗАО «ОБНИНСКЭНЕРГОТЕХ»

УТВЕРЖДАЮ

Технический директор

_____В. Г. Свиридецкий

УСТРОЙСТВО КОМПЛЕКТНОЕ «ГРАНИТ»

Руководство по эксплуатации

Книга 1 Э.НЛ.0110 РЭ 1

2011

Содержание

Стр.

Введение..... 7

1 Описание и работа..... 9

1.1 Назначение изделия..... 9

1.2 Технические характеристики..... 11

1.3 Состав устройства..... 15

1.4 Устройство и работа..... 16

1.4.1 Принципы построения и структура устройства..... 16

1.4.2 Принципы формирования внешних характеристик главных приводов..... 19

1.4.3 Принципы формирования переходных процессов по скорости главных приводов..... 23

1.4.3.1 Алгоритмы работы задатчиков интенсивности приводов подъёма, напора и хода..... 23

1.4.3.2 Алгоритмы работы задатчика интенсивности привода поворота..... 26

1.4.4 Функциональная схема главных электроприводов..... 28

1.4.5 Устройство и работа главных электроприводов..... 31

1.4.5.1 Устройство и работа реверсивных выпрямителей..... 31

1.4.5.2 Устройство и работа привода подъёма..... 32

1.4.5.3 Устройство и работа приводов напор - ход и поворот - ход..... 33

1.4.5.4 Устройство и работа цепей возбуждения главных электродвигателей..... 34

1.4.6 Устройство и работа электропривода открывания днища ковша..... 34

1.4.7 Устройство и работа электропривода кабельного барабана..... 35

1.4.8 Устройство и работа цепей управления вспомогательным электрооборудованием..... 35

1.4.9 Устройство и работа цепей контроля состояния изоляции..... 38

1.4.10 Устройство и работа блокировочных цепей..... 39

1.4.11Устройство и работа цепей питания системы управления..... 40

1.4.12 Устройство и работа системы управления..... 40

1.4.13 Конструктивное выполнение устройства..... 42

1.5 Средства измерения, инструмент и принадлежности..... 57

1.6 Маркировка и пломбирование..... 57

1.7 Упаковка..... 57

Стр.

2 Описание и работа составных частей изделия..... 58

2.1 Модуль силовой «МС» Э.НЛ.0110.19..... 58

2.2 Блок ограничения напряжения «БОН» Э.НЛ.0110.20..... 60

2.3 Блок динамического торможения «БДТ» Э.НЛ.0110.32..... 64

2.4 Выпрямитель Э.НЛ.0110.33..... 66

2.5 Преобразователь привода открывания днища ковша и привода кабельного барабана «ПОД» Э.НЛ.0110.23..... 67

2.6 Стабилизатор тока возбуждения «СТВ» Э.НЛ.0110.24..... 69

2.7 Блок входов - выходов 24 «БВВ 24» Э.НЛ.0110.36..... 70

2.8 Блок входов 110 «БВ 110» Э.НЛ.0110.37..... 72

2.9 Блок выходов 110 «БВХ 110» Э.НЛ.0110.34..... 73

2.10 Блок входов 380 «БВ 380» Э.НЛ.0110.38..... 75

2.11 Блок управления инвертором «БУИ» Э.НЛ.0110.39..... 77

2.12 Кресло - пульт Э.НЛ.0110.17..... 79

2.12.1 Консоли и основание кресла - пульта..... 79

2.12.2 Блок входов - выходов кресла Э.НЛ.0110.51..... 81

2.12.3 Центральный блок управления Э.НЛ.0110.35..... 83

2.13 Пульт индикации Э.НЛ.0110.28..... 84

2.14 Блок питания Э.НЛ.0110.40..... 86

2.15 Взаимозаменяемость узлов и блоков устройства..... 87

3 Использование по назначению..... 88

3.1 Эксплуатационные ограничения..... 88

3.2 Подготовка устройства к использованию..... 88

3.3 Порядок работы..... 89

3.4 Установка режимов индикации..... 91

3.5 Действия в экстремальных условиях..... 91

4 Техническое обслуживание устройства..... 96

4.1 Меры безопасности при техническом обслуживании..... 97

4.2 Порядок технического обслуживания устройства..... 98

4.3 Программирование параметров устройства с помощью пульта индикации.... 100

4.4 Описание параметров устройства..... 102

4.5 Расширенная диагностика устройства с помощью ПК и программы «Granit»..... 110

Стр.

5 Текущий ремонт устройства..... 121

5.1 Общие указания..... 121

5.2 Описание сообщений встроенной системы диагностики..... 121

6. Транспортирование и хранение..... 124

Приложение А. Код состава устройства..... 125

Содержание книги 2 Э.НЛ.0110 РЭ 2

Приложение Б Диагностические сообщения центрального блока управления (ЦБУ)..... 4

Приложение В Диагностические сообщения блоков входов - выходов кресла машиниста (БВВК)..... 59

Приложение Г Диагностические сообщения блоков динамического торможения (БДТ)..... 62

Приложение Д Диагностические сообщения стабилизаторов тока возбуждения (СТВ)..... 65

Приложение Е Диагностические сообщения блоков ограничения напряжения (БОН)..... 83

Приложение Ж Диагностические сообщения блоков управления инвертором (БУИ)..... 88

Приложение И Диагностические сообщения блоков входов - выходов 24 (БВВ 24)..... 132

Приложение К Диагностические сообщения преобразователей привода открывания днища (ПОД)..... 138

Содержание книги 3 Э.НЛ.0110 РЭ 3

Э.НЛ.0110 Э3 Устройство комплектное «ГРАНИТ».
Схема электрическая принципиальная.....

Э.НЛ.0110.19 Э3 Модуль силовой (МС).
Схема электрическая принципиальная.....

Э.НЛ.0110.20 Э3 Блок ограничения напряжения (БОН).
Схема электрическая принципиальная.....

Э.НЛ.0110.23 Э3 Преобразователь привода открывания днища (ПОД).
Схема электрическая принципиальная.....

Э.НЛ.0110.24 Э3 Стабилизатор тока возбуждения (СТВ).
Схема электрическая принципиальная.....

Стр.

Э.НЛ.0110.28 Э3 Пульт индикации (ПИ).
Схема электрическая принципиальная.....

Э.НЛ.0110.32 Э3 Блок динамического торможения (БДТ).
Схема электрическая принципиальная.....

Э.НЛ.0110.33 Э3 Выпрямитель (ВПР).
Схема электрическая принципиальная.....

Э.НЛ.0110.34 Э3 Блок выходов 110 (БВХ 110).
Схема электрическая принципиальная.....

Э.НЛ.0110.35 Э3 Центральный блок управления (ЦБУ).
Схема электрическая принципиальная.....

Э.НЛ.0110.36 Э3 Блок входов-выходов (БВВ 24).
Схема электрическая принципиальная.....

Э.НЛ.0110.37 Э3 Блок входов 110 (БВ 110).
Схема электрическая принципиальная.....

Э.НЛ.0110.38 Э3 Блок входов 380 (БВ 380).
Схема электрическая принципиальная.....

Э.НЛ.0110.39 Э3 Блок управления инвертором (БУИ).
Схема электрическая принципиальная.....

Э.НЛ.0110.40 Э3 Блок питания (БП).
Схема электрическая принципиальная.....

Э.НЛ.0110.51 Э3 Блок входов-выходов кресла (БВВК).
Схема электрическая принципиальная.....

Содержание книги 4 Э.НЛ.0110 РЭ 4

Э.НЛ.0110 ПЭ3 Устройство комплектное «ГРАНИТ».
Перечень элементов.....

Э.НЛ.0110.19 ПЭ3 Модуль силовой (МС).
Перечень элементов.....

Э.НЛ.0110.20 ПЭ3 Блок ограничения напряжения (БОН).
Перечень элементов.....

Э.НЛ.0110.23 ПЭ3 Преобразователь привода открывания днища (ПОД).
Перечень элементов.....

Э.НЛ.0110.28 ПЭ3 Пульт индикации (ПИ).
Перечень элементов.....

Стр.

Э.НЛ.0110.32 ПЭ3 Блок динамического торможения (БДТ).
Перечень элементов.....

Э.НЛ.0110.33 ПЭ3 Выпрямитель (ВПР).
Перечень элементов.....

Э.НЛ.0110.34 ПЭ3 Блок выходов 110 (БВХ 110).
Перечень элементов.....

Э.НЛ.0110.35 ПЭ3 Центральный блок управления (ЦБУ).
Перечень элементов.....

Э.НЛ.0110.36 ПЭ3 Блок входов-выходов (БВВ 24).
Перечень элементов.....

Э.НЛ.0110.37 ПЭ3 Блок входов 110 (БВ 110).
Перечень элементов.....

Э.НЛ.0110.38 ПЭ3 Блок входов 380 (БВ 380).
Перечень элементов.....

Э.НЛ.0110.39 ПЭ3 Блок управления инвертором (БУИ).
Перечень элементов.....

Э.НЛ.0110.40 ПЭ3 Блок питания (БП).
Перечень элементов.....

Э.НЛ.0110.51 ПЭ3 Блок входов-выходов кресла (БВВК).
Перечень элементов.....

Содержание книги 5 Э.НЛ.0110 РЭ 5

Э.НЛ.0110 Э5 Устройство комплектное «ГРАНИТ».
Схема электрическая подключения.....

Э.НЛ.0110 ТЭ5 Устройство комплектное «ГРАНИТ».
Таблица соединений (кабельный журнал).....

Содержание книги 6 Э.НЛ.0110 РЭ 6

1 Общие указания..... 4

2 Меры безопасности..... 6

3 Подготовка устройства к монтажу 6

4 Монтаж устройства..... 7

Приложение Л Техническая документация для изготовления монтажных деталей..... 16

Введение

Настоящее руководство по эксплуатации (РЭ) распространяется на устройство комплектное «ГРАНИТ» (далее по тексту – устройство или изделие), предназначенное для автоматизированного управления электроприводами карьерных экскаваторов (далее по тексту – экскаваторов) различных типов и назначения.

При ознакомлении с устройством изделия, его работой, использованием и обслуживанием необходимо пользоваться схемой электрической принципиальной Э.НЛ.0110 Э3 с перечнем элементов Э.НЛ.0110 ПЭ3 и схемой электрической подключения Э.НЛ.0110 Э5 с таблицей Э.НЛ.0110 ТЭ5. Позиционное обозначение элементов и узлов устройства, принятое на его принципиальной схеме, сохраняется на остальных схемах и рисунках в настоящем РЭ.

Кроме того, следует изучить и использовать техническое описание и инструкцию по эксплуатации ячейки высоковольтной ЯВВ-6-250 03 УХЛ2 ЯВВ.031.101.101.000.00ТО с прилагаемыми к нему документами и техническое описание и инструкцию по эксплуатации РУ.210.000.000ТО-06 аппарата защиты от токов утечки типа «АРГУС 380-127».

Для удобства пользования настоящим РЭ оно разделено на 6 книг. В первой книге описано назначение, состав, основные технические характеристики, принципы построения, структурная и функциональная схемы и алгоритмы работы устройства. Кроме того, здесь же описаны устройство и работа составляющих его частей, конструктивное выполнение устройства и его составных частей и приведены сведения о порядке использования изделия по назначению, его техническому обслуживанию и ремонту.

В устройство встроена система диагностики, обеспечивающая контроль состояния (исправности) устройства и его составных узлов, которая в случае возникновения неисправности останавливает отдельные системы устройства и выводит текстовое и голосовое сообщения о месте и характере неисправности. Описание сообщений системы диагностики и реакции системы управления при возникновении неисправностей приведено во второй книге Э.НЛ.0110 РЭ2. Здесь же описаны вероятные причины неисправности и указаны меры, которые необходимо предпринять для её устранения.

В книгу 3 Э.НЛ.0110 РЭ3 собраны принципиальные электрические схемы устройства и его составных частей, а в книгу 4 Э.НЛ.0110 РЭ4 – перечни элементов к электрическим схемам.

Книга 5 Э.НЛ.0110 РЭ5 содержит электрическую схему подключения устройства Э.НЛ.0110 Э5 и таблицу соединений Э.НЛ.0110 ТЭ5 (кабельный журнал), в которой приведены технические сведения о соединительных кабелях, проводах, разъемах, наконечниках и т. д.

В книгу 6 Э.НЛ.0110 РЭ6 вынесен раздел, описывающий порядок монтажа устройства на экскаваторе. Здесь приведено описание операций, которые необходимо провести для монтажа устройства на экскаваторе.

Настоящее РЭ является общим для всех модификаций устройства, различающихся составом и комплектностью поставки. При этом первая книга РЭ остаётся неизменной, а отличия модификаций учитываются в составе последующих книг.

ВНИМАНИЕ!

1 ЗАПРЕЩАЕТСЯ ПРИКОСНОВЕНИЕ К ВЫВОДАМ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ ПРИВОДОВ ПРИ ПОДКЛЮЧЕННОМ К ПИТАЮЩЕЙ СЕТИ УСТРОЙСТВЕ ДАЖЕ ПРИ НЕЙТРАЛЬНОМ ПОЛОЖЕНИИ КОМАНДОАППАРАТОВ.

2 ЗАПРЕЩАЕТСЯ ПРОВЕДЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ (РЕМОНТА) ВСЕХ МЕХАНИЗМОВ ЭКСКАВАТОРА ПРИ ПОДКЛЮЧЕННОМ К ПИТАЮЩЕЙ СЕТИ УСТРОЙСТВЕ.

3 КОРПУСА ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ, ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ И ШКАФОВ УСТРОЙСТВА ДОЛЖНЫ БЫТЬ НАДЕЖНО СОЕДИНЕНЫ С МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЯМИ ЭКСКАВАТОРА

1 Описание и работа

1.1 Назначение изделия

Устройство предназначено для автоматизированного управления электрооборудованием карьерных экскаваторов, главные электроприводы которых построены по схеме «Транзисторный преобразователь - двигатель» (ТрП-Д). При этом в главных электроприводах используются распространённые электродвигатели постоянного тока. Устройство предназначено для установки в заводских условиях на вновь строящиеся экскаваторы, а также на экскаваторы, находящиеся в эксплуатации при модернизации их электрооборудования.

Основные отличия устройства от систем управления экскаваторами с электромашинными преобразователями заключаются в повышении надежности работы механических и электрических устройств экскаватора и достигаются:

- повышением качества переходных процессов по возмущающему воздействию, обеспечиваемым уменьшением постоянных времени в контурах регулирования напряжения и тока;
- повышением точности регулирования токов в стопорных режимах;
- повышением к.п.д. электроприводов;
- исключением проблем, связанных с запуском и выпадением из синхронизма синхронного двигателя электромашинного преобразователя;
- обеспечением устойчивой работы электроприводов с номинальными параметрами при длительных отклонениях напряжения в питающей сети от +10 до -30 % номинального значения;
- ограничением потребляемой мощности в случае снижения напряжения питающей сети более чем на 30%.
- применением глубокой диагностики электронных блоков и состояния электрооборудования;
- использованием гибкой структуры системы управления с возможностями функционального расширения и обновления программного обеспечения;
- обеспечением контроля и настройки характеристик электроприводов с помощью ПК со специальным программным обеспечением, основанным на удобном графическом интерфейсе, с общепринятыми обозначениями параметров и характеристик электроприводов;
- использованием световой, текстовой и голосовой информации о возникших неисправностях и возможности развития аварийных ситуаций.

1.1.1 Показатели назначения

1.1.1.1 Характеристика объекта:

- режим работы – повторно-кратковременный, тяжелый (ПВ⟩80 %);

- типы и основные технические характеристики электродвигателей главных приводов приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Основные характеристики электродвигателей главных приводов

Электропривод	Подъем	Напор	Поворот	Ход
Тип и количество электродвигателей	ДЭ818У2 (2 шт., якорные цепи последовательно)	ДЭ816У1	ДЭВ814У2 (2 шт., якорные цепи последовательно)	ДЭ812У1 (2 шт.)
Номинальная мощность, кВт	270	200	155	90
Номинальное напряжение, В	375	440	305	305
Номинальная частота вращения, об/мин	800	750	750	750
Максимальная частота вращения об/мин	1200	1000	1000	1000
Охлаждение	Принудительное. Эл. двигатель «наездника»: 4АМХ90L4, 380 В, 2,2 кВт, 1500 об/мин.			
Номинальный ток обмотки возбуждения, А	25,6	22,4	15,5	
Максимальное значение стопорного тока, А	1800	1300	700	750

1.2 Технические характеристики

1.2.1 Общие технические характеристики устройства приведены в таблице 1.2.

Таблица 1.2

Габаритные размеры, мм	в зависимости от комплектности поставки
Масса, кг	в зависимости от комплектности поставки
Наработка на отказ, часов	не менее 8000
Средний срок службы до списания (долговечность), лет	не менее 10
Вид климатического исполнения	УХЛ 2 по ГОСТ 15150-69
Диапазон рабочих температур, ^{0}С	от минус 40 °С до плюс 45 °С
Относительная влажность воздуха, %	80 % (при температуре + 25 °С)
Степень защиты составных частей устройства	не ниже IP21 по ГОСТ 14254-96
Тип атмосферы в месте эксплуатации	II (промышленная)
Допустимая высота эксплуатации над уровнем моря, м	2000
Режим работы устройства	повторно-кратковременный, тяжелый (ПВ>80%).
Степень защиты составных частей устройства по ГОСТ 14254-96	не ниже IP21

1.2.2 Устройство предназначено для работы в условиях невзрывоопасной окружающей среды, не содержащей токопроводящей пыли, агрессивных газов и паров в концентрациях, разрушающих металлы и изоляционные материалы. Концентрация пыли до 10 мг/м^3.

1.2.3 Допустимая высота эксплуатации устройства над уровнем моря 2000 м. При высоте установки более 1000 м токовые нагрузки снижаются на 1,5 % на каждые 100 м свыше 1000 м.

1.2.4 Составные части устройства выдерживают воздействие механических нагрузок по группе условий эксплуатации М31 по ГОСТ 17516.1-90. При этом тряска и вибрация в диапазоне частот от 1 до 35 Гц с ускорением не более 0,5g, одиночные удары с ускорением 4g длительностью не более 20 мс. Воздействие центробежных нагрузок по 1 степени жесткости с ускорением поворотной платформы частотой 4-5 раз в минуту.

1.2.5. Рабочее положение составных частей устройства - вертикальное. Допустимый продольный и поперечный угол наклона в рабочем режиме - до 5°. Преодолеваемый угол наклона трассы при передвижении экскаватора - до 15°.

1.2.6 Характеристики питающей сети и цепей питания устройства

1.2.6.1 Устройство питается от трёхфазной сети с изолированной нейтралью.

1.2.6.2 Общие характеристики питающей сети, при которых обеспечиваются номинальные параметры устройства, приведены в таблице 1.3.

Таблица 1.3

Напряжение питающей сети, кВ	6
Отклонения питающего напряжения, %	от плюс 10 % до минус 30 %
Допустимый провал питающего напряжения, %	до 100 %, продолжительностью до половины периода питающей сети
Частота питающей сети, Гц	50
Отклонение частоты питающего напряжения, %	± 3
Несинусоидальность формы питающего напряжения, %	не более 10%.

1.2.6.2 Характеристики цепей питания главных электроприводов устройства приведены в таблице 1.4.

Таблица 1.4

Напряжение питания преобразователей главных электроприводов, В	380
Общий коэффициент нелинейных искажений кривой потребляемого фазного тока, %	не более 3
Напряжение звена постоянного тока, В	800

1.2.6.3 Устройство обеспечивает работу главных электроприводов с автоматическим пропорциональным снижением токовых нагрузок электродвигателей при понижении питающего напряжения до - 50 % в течение длительного времени. При этом формируется предупреждающий сигнал о причине и величине снижения характеристик главных электроприводов.

1.2.7 Основные технические характеристики транзисторных преобразователей главных электроприводов приведены в таблице 1.5.

1.2.8 Преобразователи совместно с системами управления обеспечивают установку основных параметров главных электроприводов в пределах, указанных в таблице 1.6.

Таблица 1.5

Электропривод	Подъем	Напор (ход)	Поворот (ход)
Номинальное значение тока $I_{НОМ}$, А	770	490 (325)	550 (325)
Максимальное значение стопорного тока $I_{СТ}^{М}$, А	1800	1300 (750)	700 (750)
Номинальное значение выходного напряжения $U_{НОМ}$, В	750	440 (305)	305
Максимальное значение выходного напряжения $U_{МАКС}$, В	825	440 (335)	335
Относительные пульсации якорного тока при его номинальном значении (размах), %, не более	3		
Относительные пульсации якорного напряжения при его номинальном значении (размах), %, не более	3		

Таблица 1.6

Параметр	Граничные значения параметра	
	нижнее	верхнее
Максимальное значение выходного напряжения в установившихся режимах, В	$0.75 \cdot U_{НОМ}$	$U_{МАКС}$
Максимальное значение стопорного тока, А	$I_{НОМ}$	$I_{СТ}^{М}$
Скорость изменения выходного напряжения (при линейных задатчиках интенсивности), $\frac{В}{с}$	$0.1 \cdot U_{НОМ}$	$5 \cdot U_{НОМ}$
Допустимое значение производной тока якоря в переходных режимах, $\frac{I_{íîì}}{ñ}$	5	30

1.2.9 Система управления формирует внешние статические характеристики главных электроприводов, характерные для экскаваторных приводов. При этом обеспечивается возможность установки параметров внешних статических характеристик в пределах, оговоренных в таблице 1.6.

1.2.10 Системы автоматического регулирования скорости электроприводов обеспечивают следующие показатели качества регулирования:

- диапазон регулирования скорости не менее 1:30 при изменении момента нагрузки на валу электродвигателя от холостого хода до номинального значения;

- двухзонное регулирование скорости привода подъема в режиме опускания ковша с возможностью увеличения скорости до 1,25 от номинальной скорости электродвигателя;

- ограничение темпов разгона и торможения с возможностью установки ускорения отдельно для каждого из главных приводов;

- отсутствие перерегулирования по скорости в переходном процессе отработки скачка управляющего воздействия (положения командоконтроллера);

- перерегулирование по току якоря в переходном процессе ступенчатого сброса и наброса номинального момента нагрузки не более 5 % от номинального значения тока якоря электродвигателя.

1.2.11 Встроенная система диагностики формирует голосовое и текстовое сообщения, передаваемые с помощью пульта управления и содержащие указание вида неисправности, неисправного блока и название привода, в котором возникла неисправность.

1.2.12 Система диагностики обеспечивает защиту элементов каждого из главных электроприводов при перегрузках и следующих основных неисправностях:

- обрыв якорной цепи;

- отсутствие поля двигателя (недопустимое снижение тока обмотки возбуждения);

- замыкание выходов преобразователя между собой или на корпус;

1.2.13 Устройство обеспечивает запись и хранение переменных, характеризующих работу электроприводов, и управляющих воздействий в течение 15 с, предшествующих моменту возникновения неисправности. Перечень записываемых параметров устанавливается программным способом.

1.3 Состав устройства

Состав устройства оговаривается при его заказе алфавитно-цифровым кодом, расшифровка которого приведена в приложении А. Код, записывается после названия «ГРАНИТ-» и состоит из двух групп. Первая алфавитно-цифровая трёхзначная группа содержит тип (модель) экскаватора, на который устанавливается устройство. Вторая группа состоит из шестизначной цифровой комбинации, первая цифра которой определяет напряжение вторичной сети экскаватора (напряжение питания устройства), вторая – состав поставляемого устройства, третья – количество управляемых приводов (двигателей), четвертая – количество реверсивных выпрямителей, пятая – тип применённых командоконтроллеров. Буква в конце кода указывает на конструктивные особенности устройства.

В комплект поставки базового состава устройства входят:

- шкафы с электронными и коммутационными элементами;
- трансформаторы питания главных приводов;
- комплект соединительных кабелей;
- комплект принадлежностей и запасных частей (ЗИП);
- паспорт устройства;
- руководство по эксплуатации.

В расширенный комплект поставки могут дополнительно входить:

- ячейка высоковольтного ввода;
- персональный компьютер (ПК) с установленным специальным прикладным программным обеспечением;
- эксплуатационная документация дополнительного оборудования.

Полный комплект поставки кроме перечисленных элементов может включать:

- устройства диагностики и защиты механизмов;
- элементы освещения рабочего пространства экскаватора;
- элементы освещения и отопления кабины;
- элементы предупредительной сигнализации;
- блоки регистрации параметров рабочих циклов;
- дополнительные устройства, обеспечивающие передачу и прием сигналов для встраивания системы управления экскаватором в АСУТП предприятия;
- эксплуатационные документы на дополнительное оборудование (при необходимости).

1.4 Устройство и работа

Устройство и работа изделия поясняются схемой электрической принципиальной Э.НЛ.0110 Э3 с перечнем элементов Э.НЛ.0110 ПЭ3 и схемой электрической подключения Э.НЛ.0110 Э5 с таблицей Э.НЛ.0110 ТЭ5. Для пояснения соединения составных частей устройства с элементами электрооборудования экскаватора на схемах Э.НЛ.0110 Э3 и Э.НЛ.0110 Э5 показаны элементы, не входящие в состав устройства. Эти элементы выделены фигурами, ограниченными штрих - пунктирными линиями с двумя точками и не включены в перечень элементов.

Подключение устройства к питающей сети осуществляется (см. Э.НЛ.0110 Э3, лист 1) через высоковольтную ячейку (ЯВВ) А1 (подробное описание устройства и работы ЯВВ см. ЯВВ.031.101.101.000.00ТО), основными коммутирующими элементами которой являются высоковольтные разъединители QS1, QS2 и контакторы КМ1, КМ2.

1.4.1 Принципы построения и структура устройства

Принципы построения устройства поясняются структурной схемой, приведенной на рисунке 1.1. Устройство состоит из трёх основных частей, а именно: системы управления СУ, главных приводов ГП и вспомогательного электрооборудования ВО. Каждая из составных частей выделена на рисунке 1.1 прямоугольником, ограниченным штриховыми линиями.

Все электронные части устройства объединены в локальную сеть, организованную при помощи CAN интерфейса, который в настоящее время является одним из основных для промышленных локальных вычислительных сетей. Основой системы управления является центральный блок управления ЦБУ, конструктивно расположенный в кресле - пульте машиниста. Алгоритмы работы электроприводов и вспомогательного оборудования определяются программами, хранящимися в ЦБУ. Остальные блоки, включенные в CAN - сеть (CAN - канал) при включении устройства получают рабочие (локальные) программы, определяющие алгоритмы и параметры работы систем экскаватора, из ЦБУ. Такое построение позволило обеспечить взаимозаменяемость однотипных электронных узлов, без каких либо подстроек.

Органы управления экскаватором ОУ включены в CAN - сеть устройства через блоки входов-выходов БВВ, преобразующие аналоговые или дискретные сигналы командоконтроллеров, релейные сигналы кнопок, концевых выключателей и т. д. в CAN - сигналы. Изменение параметров главных электроприводов осуществляется при помощи клавиатуры, установленной в пульте управления и индикации ПУИ, который подключается к креслу - пульту машиниста. На 4-х строчный индикатор ПУИ в процессе работы экскаватора выводятся текстовые сообщения системы диагностики электрооборудования и выбранные значения пе-

ременных, характеризующих текущее состояние электрооборудования (подробное описание режимов программирования параметров и выбора, индицируемых с помощью ПУИ переменных, приведено в подразделе 3.4).

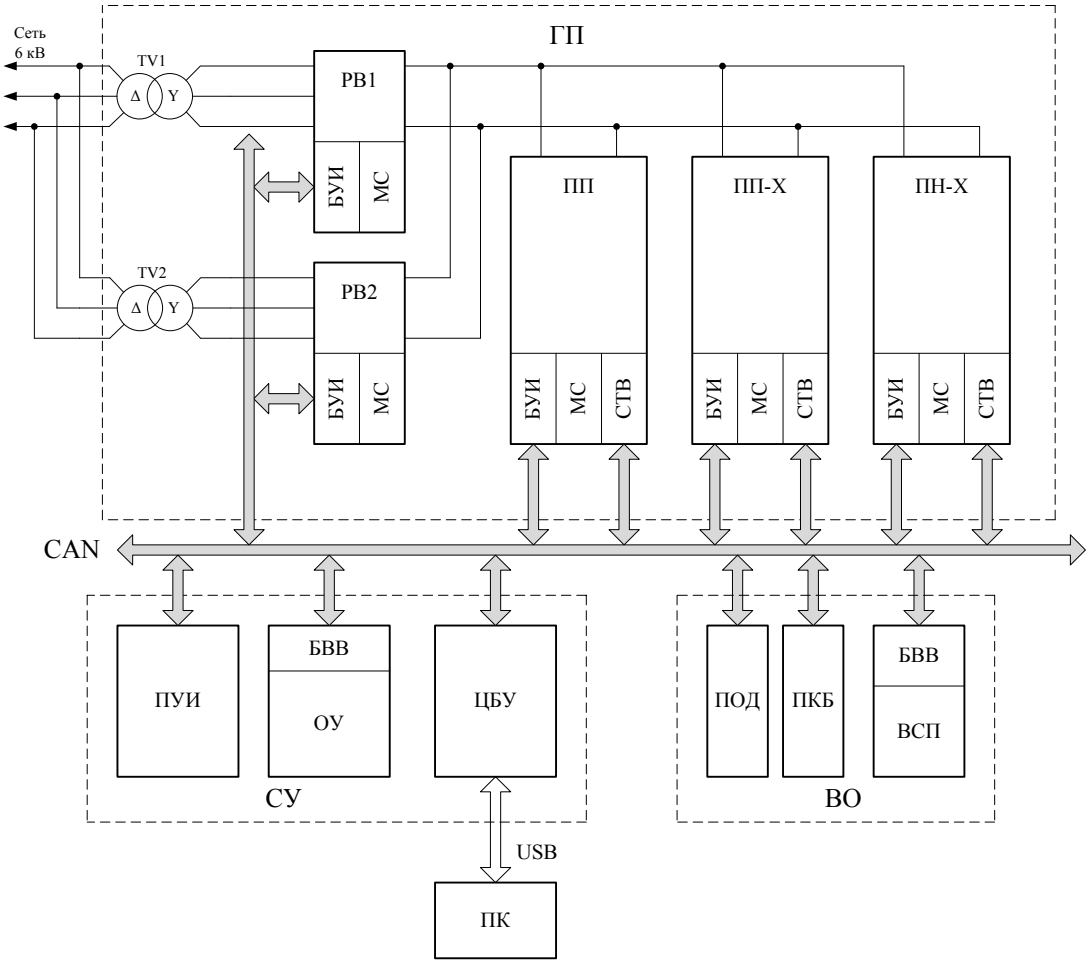


Рисунок 1.1 – Структурная схема устройства

При настройке и диагностике электрооборудования к ЦБУ через USB - интерфейс подключается персональный компьютер (ноутбук) ПК, с помощью которого могут быть просмотрены осциллограммы любых измеряемых в системе переменных. Эти осциллограммы могут быть затем обработаны и сохранены стандартными программами операционной системы ПК. Кроме того, с помощью ПК могут быть изменены любые локальные программы электронных узлов, включенных в CAN - сеть (подробное описание приемов работы со специализированным программным обеспечением, поставляемым в составе устройства, приведено в подразделе 4.5).

Питание силовых цепей главных электроприводов ГП в устройстве обеспечивается двумя, соединенными параллельно, реверсивными выпрямителями РВ1 и РВ2, каждый из которых состоит из двух основных частей, а именно: блока управления инвертором БУИ и

силовых модулей МС. На входах реверсивных выпрямителей установлены трансформаторы TV1 и TV2. Выходные шины РВ образуют общее для всех главных приводов звено постоянного тока. Управление электродвигателями главных приводов обеспечивается транзисторными преобразователями привода подъёма ПП, поворота - хода ПП-Х и напора - хода ПН-Х. Каждый из преобразователей ГП включает в себя БУИ и МС, аналогичные соответствующим блокам РВ, и стабилизатор тока возбуждения СТВ, к которому подключены одна или две соединенные последовательно независимые обмотки возбуждения главных электродвигателей. Уставка тока возбуждения, задающая его величину, поступает из ЦБУ по CAN - каналу. Для увеличения скорости в режиме опускания ковша в приводе подъёма используется режим работы привода с ослаблением поля, что обеспечивается переменной уставкой, подаваемой на вход СТВ привода подъёма.

Из вспомогательного электрооборудования экскаватора ВО на рисунке 1.1 представлены преобразователь привода открывания днища ковша ПОД, преобразователь привода кабельного барабана ПКБ и вспомогательные приводы ВСП, управляемые и диагностируемые по CAN - каналу посредством блоков входом - выходов БВВ. Устройство и работа системы управления освещением, обогревом и т. д. особенностей не имеет и рассмотрены далее при описании принципиальной схемы устройства.

Выбор рассмотренной структуры системы питания главных приводов обусловлен двумя важными обстоятельствами. Во-первых, единичная мощность существующих силовых транзисторных ключей, на которых выполнена схема РВ, не позволяет реализовать требования, предъявляемые ГП экскаватора к своей системе питания, без параллельного соединения транзисторных ключей. Во-вторых, использование параллельного соединения РВ обеспечивает резервирование в системе питания ГП, что, в свою очередь, повышает надежность работы основных систем электрооборудования экскаватора. Так в устройстве при отказе одного из реверсивных выпрямителей происходит автоматический переход на работу от одного РВ. При этом сохраняется не только работоспособность главных приводов, но и их параметры, а ограничивается, как это будет описано далее, только максимальная мощность привода подъёма.

Использование общего для всех главных электроприводов звена постоянного тока и его питание от сети через реверсивные выпрямители обеспечивает решение следующих задач, характерных для главных электроприводов экскаваторов с полупроводниковыми преобразователями:

- свободный обмен энергией между электроприводами, работающими в двигательных и генераторных режимах, а также между главными приводами и сетью;

- стабилизацию напряжения на звене постоянного тока, что обеспечивает устойчивую работу электроприводов при длительных отклонениях напряжения питающей сети от +10 до -30% номинального значения. При этом в диапазоне изменения напряжения от +10 до -20 %

обеспечиваются практически номинальные характеристики электроприводов (допустимая величина и длительность провалов напряжения питающей сети ограничиваются характеристиками релейно-контакторной аппаратуры);

- обеспечение современных требований к потребителям электрической энергии, в соответствии с которыми предъявляются достаточно жесткие требования к синусоидальности формы потребляемого от сети тока (общий коэффициент нелинейных искажений кривой фазного потребляемого из сети тока в устройстве не превышает 5 %).

1.4.2 Принципы формирования внешних характеристик главных приводов

Важной характеристикой преобразователей для экскаваторного электропривода является его внешняя характеристика, которую способен обеспечить преобразователь. Под внешней характеристикой (ВХ) здесь понимается зависимость момента, развиваемого приводом от скорости. Применительно к преобразователю эта характеристика трансформируется в зависимость допустимого значения тока якоря и, соответственно, момента, развиваемого электродвигателем, от напряжения на якоре, пропорционального скорости вращения вала электродвигателя. Именно эта характеристика и понимается далее в настоящем РЭ.

Рассмотрим принципы формирования ВХ, заложенные в устройство. Максимальное значение напряжения на якоре определяется напряжением на общем для главных электроприводов звене постоянного тока. Максимальные значения тока ограничиваются в устройстве двумя факторами. Во-первых, это формирование общепринятых для экскаваторных электроприводов ограничений ВХ, т. е. формирование так называемых экскаваторных характеристик. При этом ток якоря электродвигателя каждого из главных электроприводов ограничивается из соображений ограничения момента, развиваемого электродвигателем, по условиям допустимых нагрузок в механической части привода. И, во-вторых, предельные значения якорного тока ограничиваются суммарной мощностью реверсивных выпрямителей, питающих главные электроприводы.

Принципы формирования ВХ, заложенные в устройство, поясняются рисунком 1.2, где для упрощения представлен только один квадрант характеристик. На этом рисунке прямая 1 отражает зависимость напряжения на звене постоянного тока, которое при пропорционально - интегральном регуляторе напряжения РВ не зависит от их нагрузки, и составляет Udc = 800 В. Максимальное значение тока якоря электродвигателя (группы электродвигателей) Imax главного привода, которое может обеспечить силовая часть системы управления, ограничивается параметрами силовых модулей, что показано на рисунке 1.2 прямой 2. Предельное значение электромагнитной мощности, которую длительно могут отдать в нагрузку два работающих параллельно РВ при номинальном напряжении питающей сети, в координатах рисунка 1 отражает кривая 3.

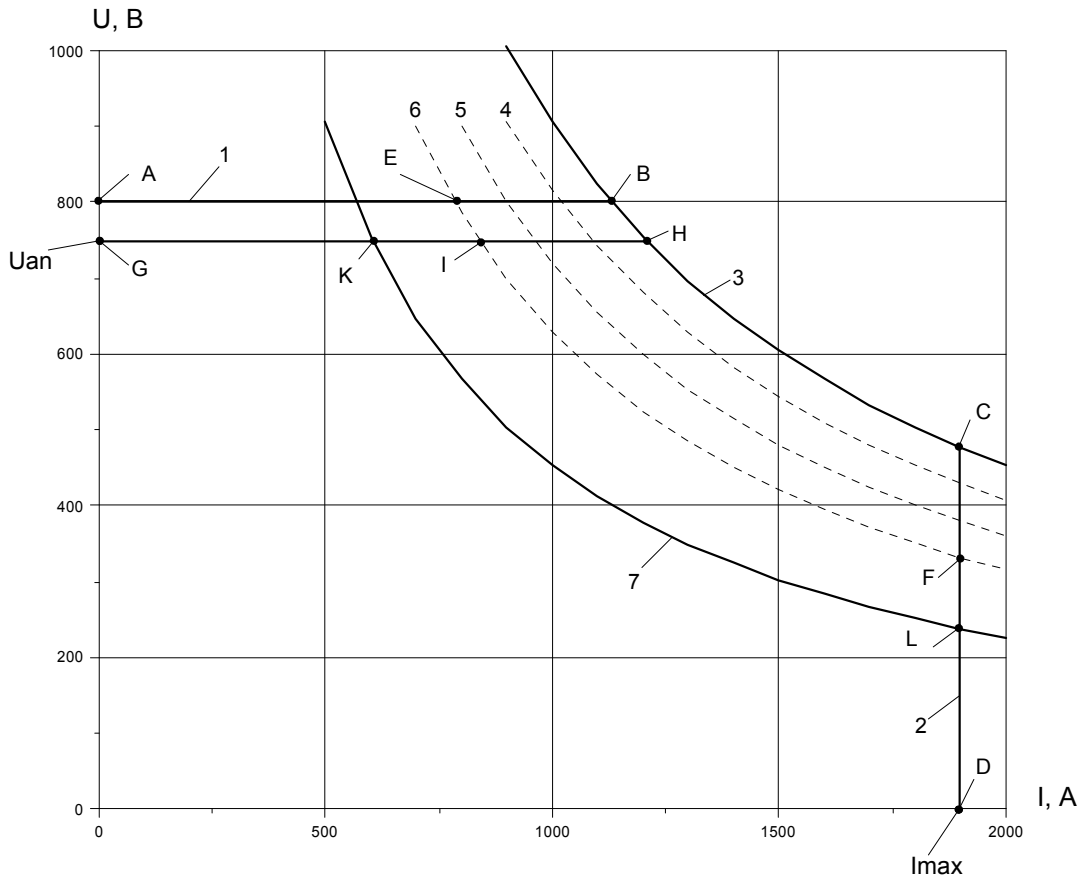


Рисунок 1.2 – Внешние характеристики главного привода

Таким образом, при номинальном напряжении питающей сети ВХ главного привода должна быть целиком расположена внутри области, ограниченной отрезками прямых A-B, C-D и частью кривой 3 между точками B и C. При снижении напряжения питающей сети предельное значение длительной мощности РВ уменьшается, как это показано на рисунке 1 кривыми 4 ... 6 (кривая 4 соответствует снижению напряжения сети на 10 %, кривая 5 – на 20 и кривая 6 – на 30 %). Соответственно снижению предельной мощности РВ изменяется и область, в которой могут формироваться ВХ главных приводов. Так при снижении напряжения питающей сети на 30 % область, в которой может располагаться ВХ привода, ограничивается отрезками прямых A-E, F-D и частью кривой 6 между точками E и F.

Поскольку максимальная величина напряжения на якоре двигателя главного привода не должна превышать номинального значения, то предельная ВХ привода подъема, в котором используются два двигателя с соединенными последовательно якорями (суммарное номинальное напряжение якорной цепи Uan = 750 В), при номинальном напряжении питающей сети отображается на рисунке 1 отрезками прямых G-H, C-D и частью кривой 3 между точками H и C. При снижении напряжения питающей сети устройство автоматически ограничивает максимальную мощность привода, так что при минимально допустимом снижении на 30% от своего номинального значения область формирования ВХ будет автоматически ограничена линией G-I-F-D. В этом случае остаются неизменными установленные значения мак-

симального значения тока якорной цепи (стопорного тока) и максимального напряжения на якорях при малых нагрузках, т. е. при токах, меньших тока, соответствующего точке I на рисунке 1.

Алгоритмы работы устройства построены таким образом, что при выходе из строя одного из РВ возможна работа экскаватора со снижением максимальной мощности главных приводов. В этом режиме предельная ВХ привода подъема при номинальном напряжении питающей сети представляет собой линию, состоящую из отрезков прямых G-K, L-D и участка кривой 7 между точками K и L. Отметим, что устройство и в этом случае ограничивает только максимальную мощность привода подъема, но обеспечивает установленное значение стопорного тока и номинальную скорость привода при относительно небольших нагрузках. Таким образом, сохраняется работоспособность экскаватора, но снижается его производительность.

Установка желаемых ВХ каждого из главных электроприводов производится программированием соответствующих параметров при настройке устройства или при необходимости их изменения в процессе эксплуатации. Физический смысл параметров, которые определяют ВХ каждого из главных приводов во всех возможных режимах работы, поясняются рисунком 1.3, действия, которые необходимо выполнить для программирования параметров, подробно описаны в подразделе 4.3.

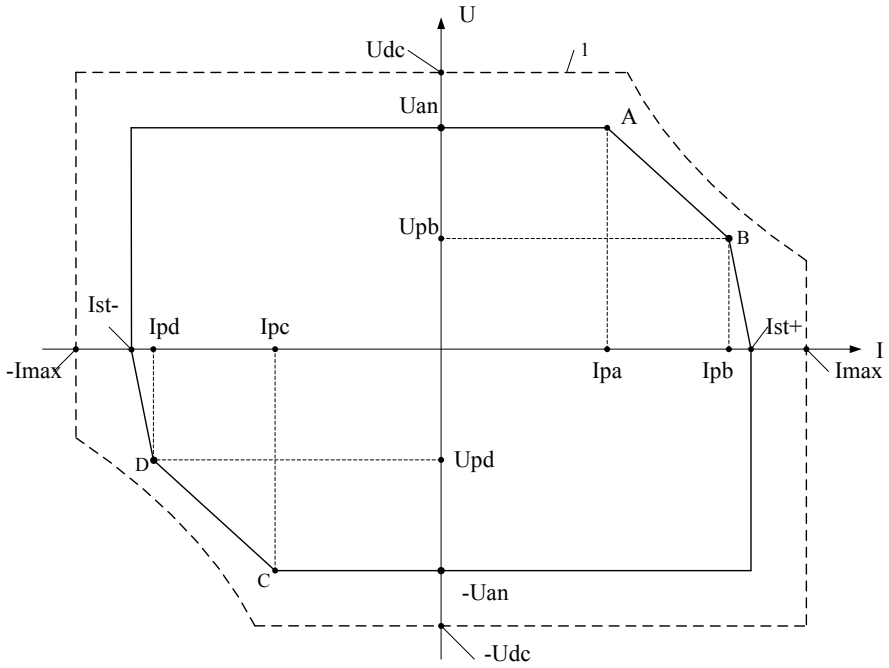


Рисунок 1.3 – Параметры внешних характеристик

На этом рисунке пунктирной линией 1 условно показана граница области, внутри которой должна располагаться ВХ привода (см. рисунок 1.2)[1]. Поскольку главные приводы в генераторных режимах (во втором и четвертом квадрантах) развивают максимальную мощность лишь во время переходных процессов, т. е. кратковременно, то область допустимых значений ВХ здесь определяется напряжением на звене постоянного тока Udc и максимальным значением тока якоря Imax, а ограничение по мощности РВ не производится.

ВХ каждого из главных приводов, формируемая устройством в двигательном режиме, задается в виде кусочно-линейной кривой U_{AN} - A - B - Ist+ в первом квадранте и (-Uan) - A - B - Ist- - в третьем квадранте. Здесь Uan - максимальное напряжение на якоре электродвигателя или группе соединенных последовательно якорей электродвигателей в приводе; Ist - стопорное значение якорного тока при нулевой скорости привода. С целью расширения функциональных возможностей устройства в системе параметров главных приводов предусмотрена возможность формирования разных ВХ двигательного режима в зависимости от направления движения привода, т. е. при его работе в первом или третьем квадрантах характеристик. Так, например, можно установить максимальное значение момента, развиваемого приводом напора при выдвижении рукояти экскаватора меньшим, чем момент, требуемый для возврата расположенной вертикально рукояти.

Задание ВХ каждого из главных электроприводов производится при настройке устройства вводом числовых значений напряжений Uan, Upb, Upd и токов Ipa, Ipb, Ist, Ipc, Ipb. Чтобы сократить число вводимых при настройке устройства на экскаваторе, в системе параметров предусмотрена возможность формирования симметричных ВХ в первом и третьем квадрантах. При этом автоматически устанавливаются Upd = -Upb, Ipc = -Ipa, Ipd = -Ipb и Ist- = $-I_{ST}$. ВХ в генераторном режиме приводов не требует установки и формируется автоматически по номинальному напряжению и стопорным токам, т. е. по параметрам Uan и Ist, Ist-, установленным для двигательного режима электроприводов, как это показано на рисунке 2. Параметры, определяющие границы области допустимых значений показателей ВХ (см. пунктирную линию на рисунке 2), т. е. Udc, Imax и кривая максимальной мощности на выходе РВ (кривые 3 ... 7 на рисунке 1) устанавливаются изготовителем устройства и не доступны для изменения в процессе эксплуатации устройства.

Системы управления главными электроприводами реализованы программно и основаны на относительных единицах, поэтому для правильного функционирования устройства кроме параметров ВХ необходим ввод номинальных параметров приводов: номинального тока якорной цепи Ian и номинальной мощности Pn (для приводов с несколькими электродвигателями вводится суммарное значение номинальной мощности). Кроме того, для расчета э. д. с. двигателей вводится значение активного сопротивления якорной цепи каждого электропривода Ra. Заво-

[1] Обозначения параметров, определяющих точки ВХ привода соответствуют обозначениям в системе параметров устройства (см. подраздел 4.3)

дские установки описанных параметров главных приводов приведены в подразделе 4.4, при этом принята симметричная форма ВХ в первом и третьем квадрантах работы приводов.

При установке устройства на экскаватор необходимо сравнить значения заводских установок с желаемыми показателями ВХ и при необходимости произвести настройку параметров главных приводов. Порядок действий, которые необходимо провести для этого, подробно описан в подразделе 4.3 настоящего РЭ.

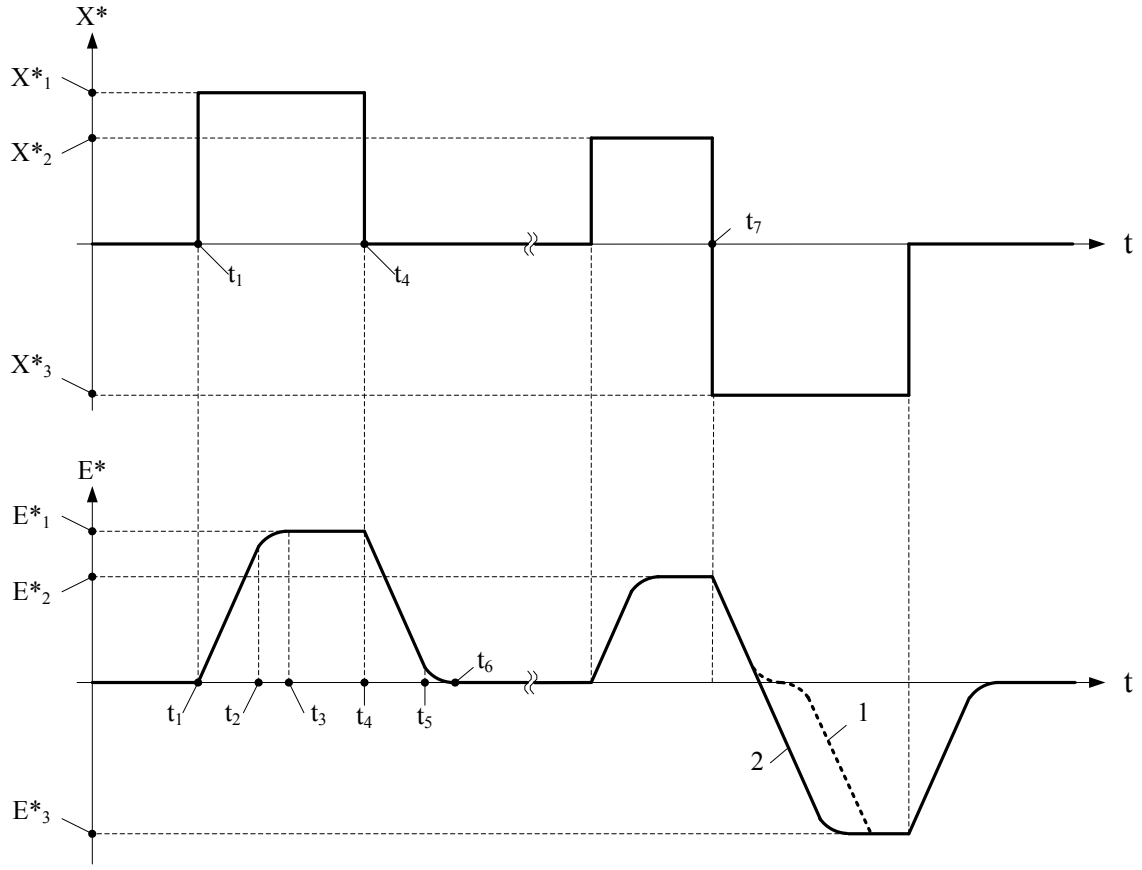
1.4.3 Принципы формирования переходных процессов по скорости главных приводов

Переходные процессы по скорости главных электроприводов в устройстве формируются обычным для этого класса приводов методом, т. е. формированием задающего скорость сигнала с помощью задатчика интенсивности. Поскольку в устройстве не предусмотрено применение датчиков скорости якоря электродвигателя, то в качестве сигнала отрицательной обратной связи используется э. д. с. двигателя, которая, как известно, при постоянном потоке возбуждения пропорциональна скорости вращения якоря. Таким образом, внешним контуром структуры системы регулирования скорости каждого из главных приводов является контур регулирования э. д. с. двигателя и формирование переходных процессов по скорости обеспечивается задатчиками интенсивности по э. д. с.

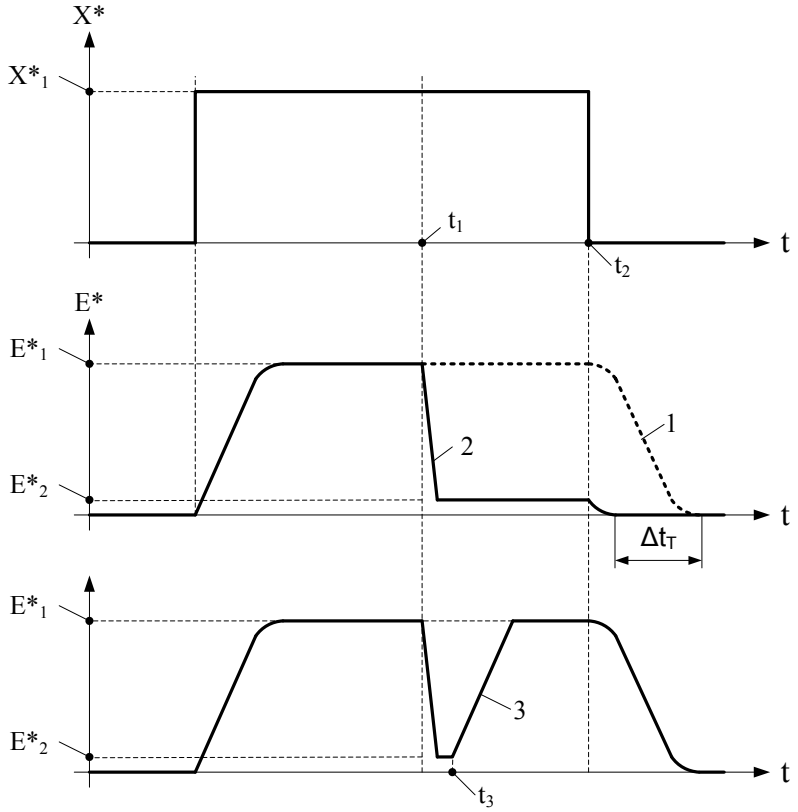
1.4.3.1 Алгоритмы работы задатчиков интенсивности приводов подъёма, напора и хода

Управление электроприводами подъёма, напора и хода в устройстве производится задатчиками интенсивности первого порядка, которые в процессе разгона и торможения приводов формируют законы изменения во времени заданных значений э. д. с., показанные на рисунке 1.4. На этом рисунке приведены упрощенные осциллограммы относительного положения командоконтроллера $X^*(t)$ и заданного относительного значения э. д. с. $E^*(t)$.

При работе электроприводов в обычных режимах, т. е. без захода в режим стопорения, заданное значение э. д. с. формируется по законам, показанным на рисунке 1.4а. Здесь при переводе в момент времени $t = t_1$ командоконтроллера из нулевого положения ($X^* = 0$) в положение, соответствующее X^*_1, задатчик интенсивности начинает формировать линейный участок закона нарастания заданного значения э. д. с. $E^*(t)$, который заканчивается в момент времени $t = t_2$, т. е. при приближении E^* к своему установившемуся значению E^*_1. Дальнейшее изменение $E^*(t)$ на участке t_2 - t_3 происходит по экспоненциальному закону, что улучшает качество переходных процессов по скорости.



а)



б)

Рисунок 1.4 – Алгоритмы работы задатчика интенсивности приводов подъёма, напора и хода в обычном режиме (а) и с заходом в режим стопорения привода (б)

Аналогично формируется и задание при торможении привода, когда в момент $t = t_4$ командоконтроллер возвращается в нулевое положение. В этом случае на интервале t_4 - t_5 уменьшение E* происходит по линейному закону, а затем (на интервале t_5 - t_6) – по экспоненциальному. В этом режиме задатчик, используемый в устройстве, практически не отличается от независимых задатчиков первого порядка, неоднократно описанных в литературе. Отличие заключается только в достаточно длительном экспоненциальном участке кривой E*(t), который позволяет уменьшить перерегулирование по скорости при больших ускорениях на линейном участке разгона.

В то же время большая длительность экспоненциального участка приводит к заметному затягиванию переходного процесса по скорости при реверсе привода, задаваемом, как это показано на рисунке 1.4а, переводом в момент времени $t = t_7$ командоконтроллера из положения X^*_2 в положение X^*_3. В этом режиме задание E*(t) на входе структуры привода изменяется по пунктирной кривой 1 и время, необходимое для реверса привода, как уже отмечалось, необоснованно увеличивается. Чтобы исключить этот недостаток независимого задатчика интенсивности первого порядка в устройстве применена специальная структура задатчика, которая при реверсе привода формирует линейный закон торможения и последующего разгона по прямой 2 (см. рисунок 1.4а).

Вторым обстоятельством, не позволяющим эффективно использовать задатчик интенсивности первого порядка в приводах подъёма, напора и хода экскаватора, является независимость его работы от реального состояния привода. Это обстоятельство в наибольшей степени проявляется при работе привода в режиме токоограничения и заключается в следующем. Пусть, например, в электроприводе подъёма, движущемся под воздействием сигнала командоконтроллера X^*_1 (см. рисунок 1.4б) со скоростью, соответствующей относительному заданию E^*_1, в момент времени $t = t_1$ под воздействием момента нагрузки наступает режим стопорения, в результате чего скорость движения резко уменьшается, что служит сигналом для оператора (машиниста), и он либо переводит в момент времени $t = t_2$ командоконтроллер подъёма в нулевое положение, либо уменьшает нагрузку на привод подъёма, манипулируя электроприводом напора.

В первом случае сигнал на выходе независимого задатчика интенсивности первого порядка (см. среднюю осциллограмму на рисунке 1.4б) на интервале времени t_1 - t_2 остаётся неизменным и лишь при переводе командоконтроллера в нулевое положение снижается по установленному закону, как это показано пунктирной кривой 1, а привод продолжает поддерживать стопорное значение якорного тока практически до нулевого значения E*. Задатчик интенсивности, применённый в устройстве, по мере снижения скорости привода в режиме токоограничения уменьшает свой выходной сигнал так, чтобы привод оставался на границе режима токоограничения, как это показано линией 2 на рисунке 1.4б. При установке командоконтроллера в нулевое положение сигнал задатчика быстро спадает до нулевого зна-

чения и, таким образом, время, в течение которого в якоре двигателя подъёма протекает стопорный ток, уменьшается на величину Δt (см. рисунок 1.4б), что снижает нагрев электродвигателя.

Если в момент времени $t = t_3$ нагрузка электропривода подъёма снижается, и он выходит из режима стопорения, то задатчик интенсивности без участия оператора увеличивает выходной сигнал, вновь разгоняя электропривод до скорости, заданной значением E^*_1, как показано линией 3 на рисунке 1.4б.

1.4.3.2 Алгоритмы работы задатчика интенсивности привода поворота

Характерной особенностью механизмов поворота экскаваторов является большая величина зазоров, что вызывает необходимость применения особых алгоритмов управления, ограничивающих ударные нагрузки в механических узлах при изменении направления движения. С этой целью задатчик интенсивности электропривода поворота в устройстве построен по структуре второго порядка, которая позволяет ограничить не только ускорение привода в переходных режимах, но и его рывок.

Упрощенные законы формирования задающего сигнала по э. д. с. привода поворота показаны на рисунке 1.5.

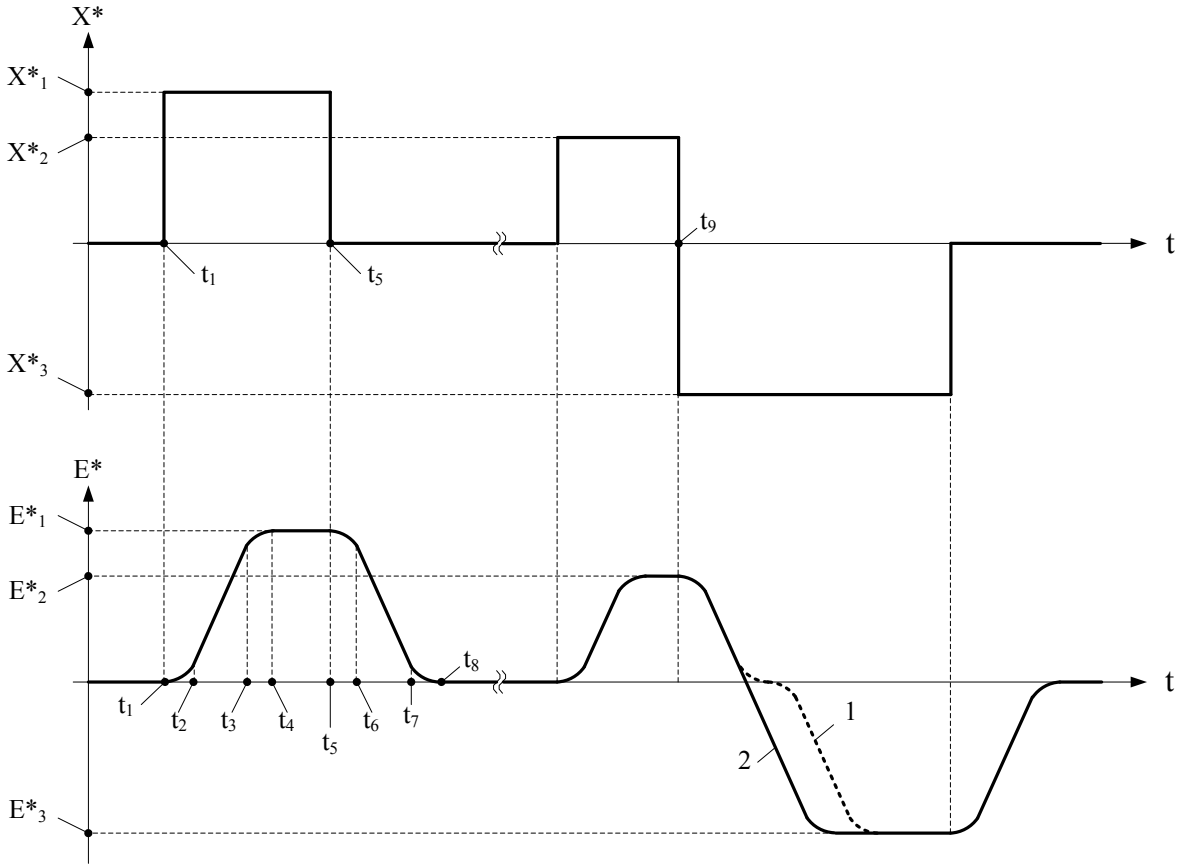
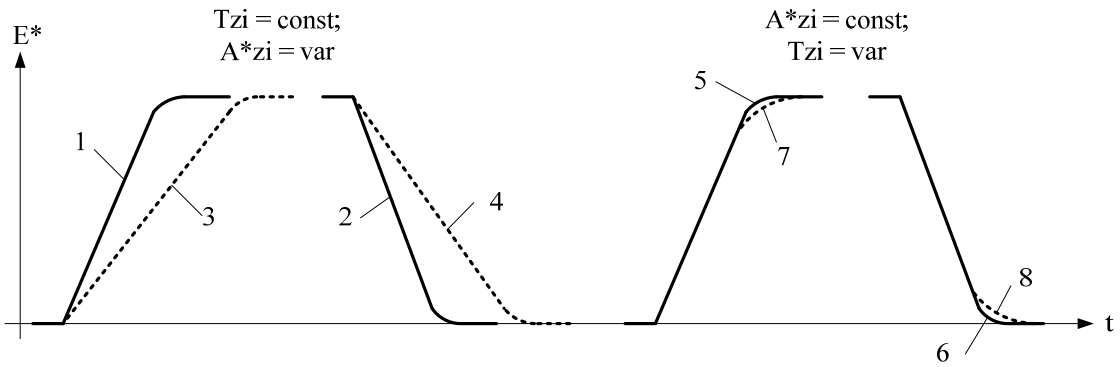


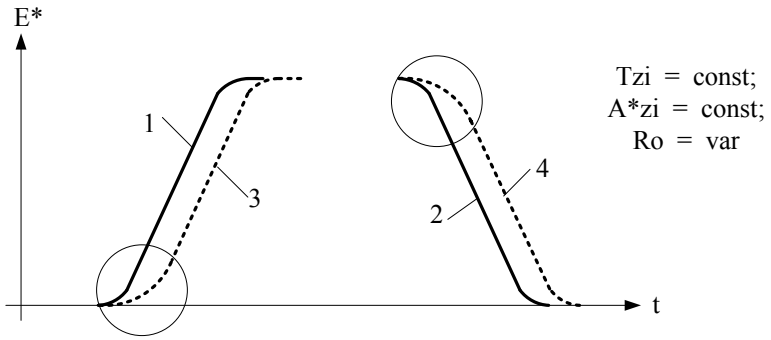
Рисунок 1.5 – Законы формирования задающего сигнала привода поворота

Задатчик интенсивности второго порядка формирует линейное изменение ускорения на начальных и конечных участках разгона и торможения (интервалы времени t_1 - t_2, t_3 - t_4, t_5 - t_6 и t_7 - t_8) и постоянное значение ускорения на линейных участках (интервалы времени t_2 - t_3 и t_6 - t_7), что обеспечивает так называемый S - образный закон управления. Обычный задатчик интенсивности второго порядка во время реверса привода ($t = t_9$ на рисунке 1.5) сформирует закон изменения сигнала, задающего э. д. с. (скорость) привода, в виде пунктирной кривой 1, в то время как при реверсе привода зазоры в механических передачах не раскрываются за счёт действия инерционных моментов. Таким образом, здесь происходит необоснованное увеличение времени реверса. Задатчик интенсивности, применённый в устройстве, свободен от указанного недостатка, поскольку в процессе реверса формирует закон изменения задающего сигнала, представленный на рисунке 1.5 в виде линии 2, что обеспечивает минимальное время переходного процесса по скорости привода поворота во время реверса.

Описанные алгоритмы работы задатчиков интенсивности главных приводов реализованы программно, а их характеристики определяются устанавливаемыми при настройке приводов параметрами (см. подраздел 4.4). Физический смысл параметров задатчиков интенсивности, используемых в устройстве, поясняет рисунок 1.6.



а)



б)

Рисунок 1.6 – Физический смысл параметров задатчиков интенсивности приводов подъёма, напора, хода (а) и привода поворота (б)

Для настройки требуемых законов движения приводов подъёма, напора и хода в их задатчиках интенсивности используются относительное ускорение на линейных участках разгона и торможения A*zi и постоянная времени Tzi. Законы формирования заданного значения э. д. с. во времени E*(t) при разных значениях параметра A*zi и постоянном значении Tzi = const показаны в левой части рисунка 1.6а, на котором линии 3, 4 соответствуют меньшим значениям A*zi по сравнению с линиями 1 и 2. Постоянная времени задатчика Tzi определяет, как уже отмечалось, экспоненциальный участок, сопрягающий интервалы разгона и торможения с установившимся участком. Влияние параметра Tzi на форму закона изменения E*(t) при постоянном значении A*zi = const показано в правой части рисунка 1.6а. Здесь кривые 5, 6 соответствуют меньшим значениям Tzi по сравнению с кривыми 7, 8.

Физический смысл параметров задатчика интенсивности привода поворота иллюстрирует рисунок 1.6б. Здесь изменение относительного ускорения на линейных участках разгона и торможения A*zi и постоянной времени Tzi оказывают такое же влияние на форму закона изменения E*(t), как и в задатчике интенсивности приводов подъёма, напора и поворота. Рывок (обозначение параметра – Ro) определяет характер кривой E*(t) на начальных участках разгона и торможения, которые выделены на рисунке 1.6б окружностями. Пунктирные кривые 3, 4 соответствуют меньшему значению параметра Ro по сравнению с кривыми 1 и 2.

1.4.4 Функциональная схема главных электроприводов

Устройство и работа силовых цепей главных электроприводов поясняется функциональной схемой, приведенной на рисунке 1.7. Позиционные обозначения шкафов устройства и входящих в них блоков соответствуют принципиальным электрическим схемам Э.НЛ.0110Э3, Э.НЛ.0110 Э3.1 и схеме подключения Э.НЛ.0110 Э5[2].

Вторичные напряжения трансформаторов =A2-TV1 и =A2-TV1 через коммутационные аппараты, установленные в шкафах =A2≠AB3 и =A2≠AB6, и фильтры, LC элементы которых расположены в шкафах =A2≠AB4, =A2≠AB27, =A2≠AB7, =A2≠AB28, поступают на ключевые транзисторно-диодные сборки реверсивных выпрямителей, установленные в шкафах =A2≠AB5, =A2≠AB8. Емкостной фильтр общего для всех главных приводов звена постоянного тока образован суммарной емкостью параллельно соединённых конденсаторов C_{DC}, конструктивно расположенных в каждом из силовых модулей (МС на рисунке 1.1).

[2] Здесь и далее запись вида =A2≠ABX+ACY-Z означает, что элемент с позиционным обозначением Z относится к блоку Y шкафа X устройства A2, т. е. к устройству «ГРАНИТ».

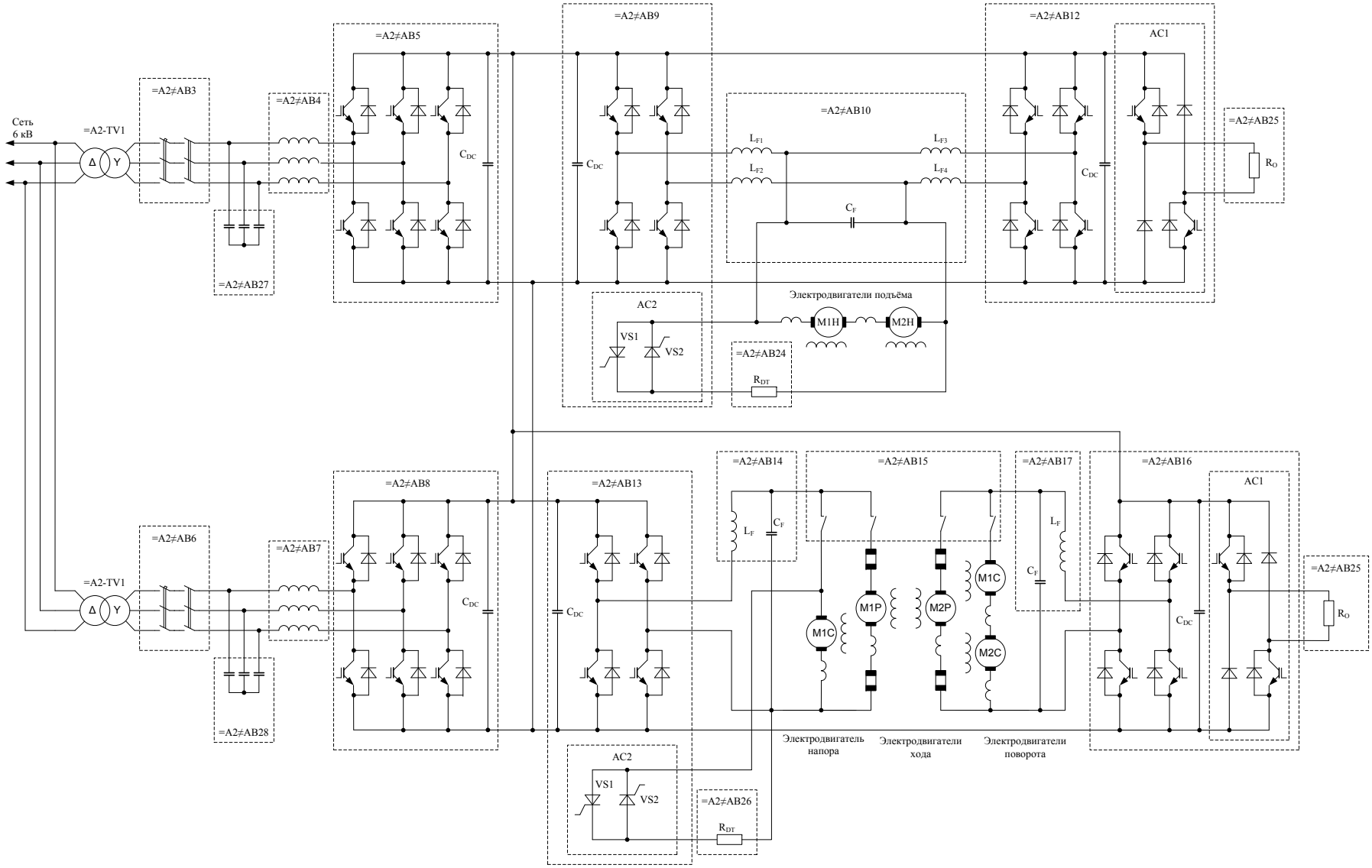


Рисунок 1.7 – Функциональная схема главных электроприводов

Транзисторный преобразователь каждого из главных электроприводов выполнен по мостовой схеме с широтно-импульсной модуляцией питающего напряжения. Для уменьшения пульсаций напряжения на якорях двигателей постоянного тока в якорные цепи каждого из главных приводов включен индуктивно - ёмкостной фильтр, образованный дросселем (реактором) L_F и конденсатором C_F.

Каждый ключ мостового преобразователя привода подъема включает два параллельно соединенных транзисторно-диодных модуля, которые расположены в шкафах =A2≠AB9 и =A2≠AB12. Выходные токи модулей суммируются через дроссели фильтров L_{F1} .... L_{F4}, установленные в шкафу =A2≠AB10. Преобразователи приводов напора - хода и поворота - хода выполнены на одиночных модулях, конструктивно расположенных в шкафах =A2≠AB13 и =A2≠AB17. Соответственно и LC - фильтры указанных приводов (см. шкафы =A2≠AB14 и =A2≠AB17 на рисунке 1.7) содержат по одному дросселю.

Ограничение перенапряжений на звене постоянного тока, которые могут возникнуть в динамических режимах работы главных приводов, например, при неисправности реверсивных выпрямителей или обрыве линий питающей сети обеспечивается блоками ограничения напряжения =A2≠AB12+AC1 и =A2≠AB16+AC1. Силовая часть каждого из этих блоков выполнена по схеме диодно - транзисторного моста, в диагональ которого включен балластный резистор R_0.

Для остановки механизмов экскаватора в аварийных ситуациях в устройстве используется электрическое торможение главных приводов, осуществляемое переводом электродвигателей в режим динамического торможения. Для этого применяются однотипные блоки =A2≠AB9+AC2 (привод подъёма) и =A2≠AB13+AC2 (привод напора). Силовая часть каждого из этих блоков содержит включенные встречно тиристоры VS1 и VS2, которые в аварийных режимах открываются и закорачивают якорь соответствующего электродвигателя на резистор динамического торможения R_{DT}. Поскольку постоянная времени цепи возбуждения электродвигателей главных электроприводов велика, то время спадания магнитного потока возбуждения превышает время торможения привода и дополнительные меры для питания обмоток возбуждения при аварийном пропадании напряжения питающей сети не требуются.

Чтобы исключить возможность возникновения чрезмерных динамических усилий в приводе поворота его торможение в начале процесса аварийной остановки обеспечивается блоками ограничения напряжения =A2≠AB12+AC1 и =A2≠AB16+AC1, а полная остановка заканчивается при срабатывании тормозных устройств.

Переключения выходов преобразователей приводов напора и поворота в режим хода производится контакторами, установленными в шкафу =A2≠AB15. Команда на переключение подается кнопками, установленными на кресле-пульте машиниста. Алгоритмы управления переключениями обеспечивают контроль состояния контакторов и их коммутацию при практически нулевых значениях коммутируемых токов.

1.4.5 Устройство и работа главных электроприводов

1.4.5.1 Устройство и работа реверсивных выпрямителей

Вторичные напряжения силовых трансформаторов =A2-TV1 и =A2-TV2 (см. Э.НЛ.0110 Э3, лист 1) подаются на входы реверсивных выпрямителей через автоматические выключатели =A2≠AB3-QF1, =A2≠AB6-QF1 и контакторы =A2≠AB3-KM1, =A2≠AB6-KM1 (см. Э.НЛ.0110 Э3, листы 4, 5). При включении главных приводов перед включением силовых контакторов осуществляется заряд конденсаторов звена постоянного тока через резисторы R1 ... R6, установленные в блоках =A2≠AB3-AC3 и =A2≠AB6-AC3, которые подключаются к фазам контакторами =A2≠AB3+AC3-KM1 и =A2≠AB6+AC3-KM1. Включение этих контакторов обеспечивается твердотельными реле =A2≠AB3+AC1-VU2 и =A2≠AB6+AC1-VU2, которые включаются выходным сигналом блоков входов-выходов «БВВ 24» =A2≠AB3+AC2 и =A2≠AB6+AC2 по CAN - сигналам, поступающим на их входы. В качестве выпрямителя для заряда конденсаторов звена постоянного тока используются диоды ключей, образующих силовые модули «МС» реверсивных выпрямителей =A2≠AB5+AC1...AC3 и =A2≠AB8+AC1...AC3. После заряда конденсаторов и отработки программ диагностики силовых цепей на входы блоков =A2≠AB3+AC2 и =A2≠AB6+AC2 от системы управления поступает CAN - команда на включение питания силовых цепей главных приводов. На выходах этих блоков формируется напряжение, открывающее твёрдотельные реле =A2≠AB3+AC1-VU1 и =A2≠AB6+AC1-VU1, и включаются силовые контакторы =A2≠AB3-KM1, =A2≠AB6-KM1. После этого включаются в работу блоки управления инвертором =A2≠AB5+AC5 и =A2≠AB8+AC5, которые по программам, реализующим алгоритмы работы реверсивных выпрямителей, формируют сигналы управления транзисторами силовых модулей реверсивных выпрямителей =A2≠AB5+AC1...AC3 и =A2≠AB8+AC1 ... AC3. Сигнал отрицательной обратной связи (ООС) по напряжению на звене постоянного тока подаётся на БУИ через резисторы =A2≠AB5+AC6-R1, R2 и =A2≠AB8+AC6-R1, R2.

На входах реверсивных выпрямителей установлены трёхфазные LC - фильтры, образованные трёхфазными реакторами =A2≠AB4-L1, =A2≠AB7-L1 и группой соединённых параллельно трёхфазных конденсаторов =A2≠AB27-C1 ... C6, =A2≠AB28-C1 ... C6.

Поскольку, как уже отмечалось, однотипные блоки, включённые в CAN - сеть устройства, могут выполнять различные функции, определяемые локальной программой, загружаемой при включении устройства, то необходимо задать адрес установки блока. Такой адрес задается перемычками, устанавливаемыми в кабельных частях разъёмов питания =A2≠AB3+AC2-XS3, =A2≠AB6+AC2-XS3, =A2≠AB5+AC5-XS3 и =A2≠AB8+AC5-XS3.

Питание БУИ =A2≠AB5+AC5, =A2≠AB8+AC5 и блоков входов-выходов =A2≠AB3+AC2, =A2≠AB6+AC2 обеспечивается блоками питания «БП» =A2≠AB5+AC4 и =A2≠AB8+AC4.

Выходы реверсивных выпрямителей =A2≠AB5, =A2≠AB8, образующие шины звена постоянного тока +DC и -DC, попарно соединены между собой и с входными шинами преобразователей главных электроприводов.

Как уже отмечалось (см. подраздел 1.4.1), устройство обеспечивает работу экскаватора с одним реверсивным выпрямителем. Для этого система управления в зависимости от отказавшего блока выключает один из контакторов =A2≠AB3-KM1 или =A2≠AB6-KM1 и соответствующим образом изменяет программы работы БУИ =A2≠AB5+AC5, =A2≠AB8+AC5.

Визуальный контроль наличия и величины напряжения на звене постоянного тока обеспечивают вынесенные на двери шкафов вольтметры =A2≠AB5+AC8 и =A2≠AB8+AC8, которые подключены к шинам звена постоянного тока через делители =A2≠AB5+AC7-R1...R3 и =A2≠AB8+AC7-R1...R3.

1.4.5.2 Устройство и работа привода подъёма

Преобразователь привода подъёма включает в себя (см. Э.НЛ.0110 Э3, лист 6) силовые модули =A2≠AB9+AC4, AC5 и =A2≠AB12+AC4, AC5, которые управляются БУИ =A2≠AB9+ AC3. В диагональ моста, образованного силовыми модулями, через LC-фильтр =A2≠AB10-L1...L4, =A2≠AB10-C1...C4 включены соединённые последовательно якорные цепи электродвигателей подъёма M1H и M2H. Сигнал ООС ±UFB по якорному напряжению снимается с параллельно соединённых конденсаторов фильтра и через резисторы =A2≠AB10+AC1-R1, R2 подается на соответствующие входы БУИ =A2≠AB9+AC3. Для контроля напряжения на звене постоянного тока в шкафу =A2≠AB9 на разъём =A2≠AB9+AC3-XP4 через резисторы =A2≠AB9+AC1-R1, R2 подаётся напряжение ±DC.

Динамическое торможение механизмов привода подъёма обеспечивает блок динамического торможения БДТ =A2≠AB9+AC2, тиристоры которого открываются по CAN - команде и закорачивают якорную цепь электродвигателей M1H и M2H на резисторы сборок =A2≠AB24-RF1,RF2 (см. также рисунок 1.6). В шкафу =A2≠AB12 установлен первый из двух блоков ограничения напряжения БОН =A2≠AB12+AC1, которые, как отмечалось в подразделе 1.4.1 ограничивают максимальное напряжения на звене постоянного тока в аварийных режимах работы устройства и обеспечивают динамическое торможение привода поворота. К выходным клеммам БОН подключен балластный резистор =A2≠AB25-RF1. Для того чтобы обеспечить работу БОН при аварийном пропадании питающих напряжений, в БОН применён встроенный блок питания с запасанием энергии на время, достаточное для снижения напряжения на звене постоянного тока до значения, близкого к нулю. В нормальных условиях БОН питается трёхфазным напряжением ~36 В от общих шин вторичного питания узлов устройства.

Как и в реверсивных выпрямителях на дверях шкафов привода подъёма установлены вольтметры, =A2≠AB9+AC8, =A2≠AB12+AC8, соединённые с шинами звена постоянного тока через делители =A2≠AB9+AC7-R1...R3 и =A2≠AB12+AC7-R1...R3.

1.4.5.3 Устройство и работа приводов напор - ход и поворот - ход

Преобразователь привода напора выполнен в шкафу =A2≠AB13 и содержит силовые модули =A2≠AB13+AC4, AC5, которые управляются сигналами блока управления инвертором =A2≠AB13+AC3 (см. Э.НЛ.0110 Э3, лист 7). Якорная цепь электродвигателя напора M1C включена в диагональ моста через фильтр =A2≠AB14-L1, =A2≠AB14-C1,C2. Сигнал ООС ±UFB по якорному напряжению привода напора снимается с параллельно соединённых конденсаторов фильтра и через резисторы =A2≠AB14+AC1-R1, R2 и подается на соответствующие входы БУИ =A2≠AB13+AC3. Для контроля напряжения на звене постоянного тока в шкафу =A2≠AB13 на разъём =A2≠AB13+AC3-XP4 через резисторы =A2≠AB13+AC2-R1, R2 подаётся напряжение ±DC.

Динамическое торможение привода напора обеспечивается блоком =A2≠AB13+AC6, к выходным клеммам которого подключается резисторная сборка =A2≠AB26-RF1.

Электропривод поворота (см. Э.НЛ.0110 Э3, лист 8) выполнен по схеме, аналогичной приводу напора, с той лишь разницей, что в шкафу привода вместо блока динамического торможения установлен блок ограничения напряжения на звене постоянного тока =A2≠AB16+AC6, к которому подключена сборка балластных резисторов =A2≠AB25-RF2.

Коммутация якорных цепей в приводах напор - ход и поворот - ход при переключении режимов работы в режимах «Экскавация - Ход» осуществляется контакторами =A2≠AB15-KM1C, KM1S, KM1P, KM2P (см. Э.НЛ.0110 Э3, листы 7, 8, 11). Подключение соответствующих катушек контакторов производится ключами блока выходов «БВХ 110» =A2≠AB19+AC1 (см. Э.НЛ.0110 Э3, лист 11) по CAN - командам, поступающим на его вход от центрального блока управления. Контроль за состоянием контакторов осуществляется с помощью их вспомогательных контактов, которые подключены к входам блока входов =A2≠AB19+AC3.

1.4.5.4 Устройство и работа цепей возбуждения главных электродвигателей

Питание обмоток возбуждения электродвигателей главных приводов, как уже отмечалось, осуществляется от транзисторных ключевых стабилизаторов тока (СТВ), которые конструктивно размещены в шкафу =A2≠AB18 (см. Э.НЛ.0110 Э3, листы 9, 10). Обмотки возбуждения электродвигателей подъёма M1H и M2H соединены последовательно и подключены к выходу стабилизатора тока =A2≠AB18+AC1. Задание и изменение величины тока возбуждения в зависимости от направления движения привода осуществляется по CAN - каналу.

Обмотки возбуждения электродвигателей напора, поворота и хода питаются аналогичными стабилизаторами =A2≠AB18+AC3, =A2≠AB18+AC3, =A2≠AB18+AC5 и =A2≠AB18+AC7 соответственно. В зависимости от числа электродвигателей, установленных в приводе, к выходам стабилизаторов подключены одна или две соединённые последовательно обмотки. В отличие от привода подъёма на входы упомянутых стабилизаторов по CAN - каналу поступают постоянные уставки, задающие величину тока возбуждения.

Питание СТВ производится от общего выпрямителя =A2≠AB18+AC2, обеспечивающего выходное напряжение 300 В постоянного тока. Контроль целостности цепей возбуждения обеспечивает внутренними схемами стабилизаторов. При обрыве цепи возбуждения любого из главных электроприводов формируется сигнал, который по CAN - каналу поступает в систему управления и обрабатывается подсистемой диагностики.

1.4.6 Устройство и работа электропривода открывания днища ковша

Питание независимой обмотки возбуждения электродвигателя открывания днища ковша M4 осуществляется от мостового однофазного выпрямителя VD1, установленного в блоке =A2≠AB18+AC6 (см. Э.НЛ.0110 Э3, лист 10). Якорь электродвигателя по цепям 323, 324 подключен к блоку =A2≠AB18+AC10, который обеспечивает формирование требуемых характеристик привода открывания днища. Чтобы обеспечить требуемое натяжение и подмотку троса при изменении положения ковша относительно стрелы экскаватора блок =A2≠AB18+AC10 работает в режиме стабилизации тока якоря и, тем самым, формирует электромеханические характеристики привода открывания днища, приведенные на рисунке 1.8.

В режиме подмотки троса, т. е, при подборе рукояти или ее неподвижном состоянии ток якоря электродвигателя открывания днища ковша стабилизируется на уровне I_1, что обеспечивает постоянную величину момента, развиваемого двигателем, при изменении скорости вращения его вала. Электродвигатель при этом работает в двигательном режиме, т е. на участке характеристики 1, расположенной в первом квадранте характеристик на рисунке 1.8. При выдвижении рукояти электродвигатель переходит в генераторный режим, обеспечи-

вая неизменное значение крутящего момента (участок характеристики 1 в четвёртом квадранте).

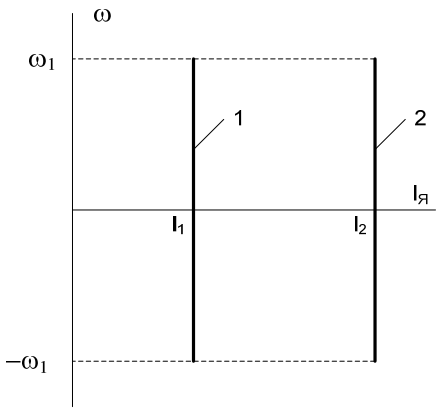


Рисунок 1.8 – Электромеханические характеристики привода открывания днища

Команда на открывание днища ковша подается отклонением левого командоконтроллера, установленного на кресле-пульте машиниста (см. Э.НЛ.0110 Э3, лист 14). При этом изменяется уставка тока якоря, поступающая по CAN - каналу на вход блока =A2≠AB18+AC10, что приводит к увеличению тока якоря до значения I_2. Пропорциональное увеличение крутящего момента электродвигателя и соответствующий рывок троса приводит к выдёргиванию засова и открыванию днища ковша.

Величины уставок I_1 и I_2, т. е. сила натяжения троса и усилие, прикладываемое к засову при его выдёргивании, устанавливаются соответствующими параметрами при настройке устройства и при необходимости доступны для изменения (подробное описание параметров системы см. в подразделе 4.4).

1.4.7 Устройство и работа электропривода кабельного барабана

Напряжение на обмотку возбуждения электродвигателя кабельного барабана M3 (см. Э.НЛ.0110 Э3, лист 10) подается включением реле KM1, установленного в блоке =A2≠AB15+AC1 одновременно с включением тормозных катушек привода хода. Управление направлением вращения кабельного барабана обеспечивается блоком =A2≠AB18+AC8, который получает CAN - сигнал, определяющий направление вращения электродвигателя из системы управления экскаватором при включении контактов SQ1 или SQ2, педалей, установленных на кресле - пульте машиниста (см. Э.НЛ.0110 Э3, лист 15).

1.4.8 Устройство и работа цепей управления вспомогательным электрооборудованием

Элементы, обеспечивающие коммутацию и защиту вспомогательного электрооборудования экскаватора, сосредоточены в шкафах =A2≠AB2 (ввод и управление внутренним и наружным освещением см. Э.НЛ.0110 Э3, листы 2, 3) и =A2≠AB19 (управление вспомогательными электроприводами, обогревом редукторов и т. д., см. Э.НЛ.0110 Э3, листы 11, 12, 13).

Питание вспомогательного электрооборудования напряжением ~380 В обеспечивается трансформатором TV1, который подключается к питающей сети контактором KM1 ЯВВ

(TV1 не входит в комплект устройства). Вторичное напряжение трансформатора по цепям A1, B1, C1 поступает на вводной клеммник =A2≠AB2-XT1 шкафа ввода (см. Э.НЛ.0110 Э3, лист 2). Напряжение A1-B1 через автоматический выключатель =A2≠AB2-QF12 подается на первичную обмотку трансформатора =A2≠AB2-TV4. Таким образом, вторичное напряжения ~220 В (цепи 140 и 2-04) на выходе трансформатора появляется сразу после включения ЯВВ. Это напряжение поступает на входы питания приборов контроля изоляции вспомогательных цепей 380 В =A2≠ AB2+AC2 и 220 В =A2≠ AB2+AC3. Вторичное напряжение ~12 В трансформатора =A2≠AB2-TV4 по цепям 2-01 и 2-02 подается на выпрямитель с емкостным фильтром (VD3, C1), установленный в блоке реле =A2≠AB2+AC1. Одновременно с этим включается контактор =A2≠AB2-KM4, выполняющий функцию реле времени. По истечении выдержки времени, необходимой для включения в работу приборов контроля изоляции и составляющей 3 - 5 с, замыкаются контакты контактора =A2≠AB2-KM4 и напряжение ~220 В по цепи 140 поступает на катушки контакторов =A2≠AB2-KM1, =A2≠AB2-KM2 и катушку расцепителя напряжения автоматического выключателя =A2≠AB2-QF13, подготавливая их к включению.

При исправной изоляции цепей освещения ~220 В (цепи A4, B4, C4) цепи 2-09, 2-10 замкнуты и включено твёрдотельное реле VU1 блока =A2≠AB2+AC1, что обеспечивает включенное состояние контактора =A2≠AB2-KM2. При этом трансформатор TV3 включен и его вторичное трёхфазное напряжение ~220 В по цепям A4, B4. C4 питает цепи освещения (см. Э.НЛ.0110 Э3, лист 3). Вторая пара контактов выходного реле прибора =A2≠ AB2+AC3 замыкает между собой цепи 403, 420, что служит сигналом для системы встроенной диагностики устройства о исправности изоляции цепей освещения. Этот сигнал поступает на один из входов блока =A2≠ AB19+AC9 (см. Э.НЛ.0110 Э3, лист 13), где формируется соответствующий CAN - сигнал.

Защита осветительных приборов с напряжением питания ~220 В обеспечивается автоматическими выключателями =A2≠AB2-QF20, =A2≠AB2-QF21 (см. Э.НЛ.0110 Э3, лист 3). Включение прожекторов осуществляется контактором =A2≠AB2-KM5, включение и выключение которого производится кнопками =A2≠AB23-SB1.1 и =A2≠AB23-SB1.2, установленными на передней панели вспомогательного шкафа =A2≠AB23, расположенного в кабине машиниста (см. Э.НЛ.0110 Э3, лист 16).

Питание сигнального светофора, внутреннего освещения шкафов и розеток ~12 В обеспечивается трансформатором =A2≠AB2-TV5. Защита цепей ~12 В осуществляется автоматическими выключателями =A2≠AB2-QF26... QF35. Для аварийного освещения помещений экскаватора при исчезновении напряжения питающей сети предусмотрена аккумуляторная батарея GB1, заряд которой производится от устройства A3 (GB1 и A3 в комплект устройства не входят).

Питание электродвигателей вентиляторов охлаждения главных электродвигателей M5...M9, вентиляторов охлаждения шкафов устройства M12, M13, вентиляторов кузова M14...M17 и электродвигателей смазки редукторов поворота M10, M11 (см. Э.НЛ.0110 Э3, листы 11, 12) производится по одинаковым схемам, каждая из которых включает в себя соединенные последовательно автоматический выключатель, контактор и тепловое реле. Катушки контакторов включаются соответствующими твёрдотельными реле VU1, VU3...VU5, установленными в блоке реле =A2≠AB19+AC6 (см. Э.НЛ.0110 Э3, лист 13). Управляющие сигналы на включение и отключение соответствующего электрооборудования для твёрдотельных реле формируются блоком входов - выходов =A2≠AB19+AC4 по CAN - сигналам системы управления.

Контроль напряжений, питающих перечисленные электродвигатели, и их защита от двухфазного режима осуществляется следующим образом. Напряжения с выходов двух фаз (фазы A и B) каждой схемы включения рассматриваемых электродвигателей подаются на соответствующую пару входов блоков =A2≠AB19+AC5 и =A2≠AB19+AC7 (см. Э.НЛ.0110 Э3, лист 13), который по заложенной в него программе контролирует наличие напряжений фаз A и B относительно фазы C и формирует соответствующий CAN - сигнал, поступающий в диагностическую подсистему системы управления экскаватором. При отсутствии напряжения одной или двух фаз (например, из-за неисправности коммутирующих элементов, срабатывания автоматического выключателя или теплового реле) блок входов =A2≠AB19+AC5 или =A2≠AB19+AC7 формирует сигнал, который обрабатывается программой встроенной диагностики, в результате чего выдается текстовое и голосовое сообщение о неисправной цепи.

Управление нагревателями, обеспечивающими необходимую температуру смазки редукторов напора т поворота, производится контакторами =A2≠AB19-KM16...KM18 (см. Э.НЛ.0110 Э3, лист 12), катушки которых в свою очередь коммутируются твёрдотельными реле VU6...VU8 блока =A2≠AB19+AC6 (Э.НЛ.0110 Э3, лист 13). Поддержание необходимой температуры в редукторах осуществляется путем периодического включения нагревателей по сигналам термореле SK1...SK6, контакты которых подключены к входам блока =A2≠AB19+AC4 (см. Э.НЛ.0110 Э3, лист 12). Диагностика цепей питания нагревателей проводится аналогично рассмотренной выше диагностике цепей электродвигателей вентиляторов.

Включение компрессора производится твёрдотельным реле VU2. Диагностика исправности цепей питания электродвигателя компрессора M18, обогрева компрессора и работы реле давления обеспечивается цепями 243, 244, 245, 247 и 248 (см. Э.НЛ.0110 Э3, листы 12, 13). Стабилизация давления в пневматической системе обеспечивается без участия устройства.

Концевые выключатели SQ1...SQ4 подключены к блоку =A2≠AB19+AC2 (см. Э.НЛ.0110 Э3, лист 11), который при их срабатывании формирует соответствующий CAN-сигнал, обрабатываемый системой управления.

Управление тормозными катушками обеспечивается блоком =A2≠AB19+AC1, который по CAN - сигналу на его входе формирует напряжения постоянного тока 110 В, включающие соответствующие контакторы в блоке =A2≠AB15+AC1 (см. Э.НЛ.0110 Э3, лист 10). Контакты контакторов через токоограничивающие резисторы =A2≠AB26-R1...R6 подключают катушки электромагнитных тормозов электродвигателей напора, поворота или хода к источнику 110 В постоянного тока. Управление катушкой вентиля пневматического тормоза электропривода подъёма осуществляется по цепям 319, 330 транзисторным ключом, установленным в блоке =A2≠AB19+AC1 (см. Э.НЛ.0110 Э3, лист 11). Этот же блок управляет катушкой пневмосигнала YA1.

Напряжение постоянного тока 110 В формируется трёхфазным выпрямителем =A2≠AB18+AC4 (см. Э.НЛ.0110 Э3, лист 9) из вторичного напряжения трансформатора =A2-TV1 (см. Э.НЛ.0110 Э3, лист 2), который при исправной изоляции цепей ~220 В и ~380 В включается сразу после включения ЯВВ, как это описано в начале настоящего подраздела.

1.4.9 Устройство и работа цепей контроля состояния изоляции

Для защиты персонала от поражения электрическим током и других последствий от действия токов утечки на металлические конструкции экскаватора в устройстве используются четыре аппарата защиты от токов утечки типа «АРГУС-380-12/380-220».

Аппарат =A2≠AB2+AC3 контролирует состояние изоляции цепей освещения экскаватора (см. Э.НЛ.0110 Э3, лист 2). Если целостность изоляции цепей освещения нарушена, то цепи 2-09, 2-10 размыкаются контактами выходного реле аппарата =A2≠AB2+AC3, что приводит к выключению контактора =A2≠AB2-KM2 и отключению трансформатора TV3. При этом размыкаются цепь 403 - 420 и блок входов - выходов =A2≠AB19+AC9 (см. Э.НЛ.0110 Э3, лист 13) формирует CAN - сигнал, по которому диагностическая система устройства формирует текстовое и диагностическое сообщения о неисправности изоляции цепей освещения (см. подраздел 5.2 настоящего РЭ). Работа цепей освещения при их исправной изоляции была описана в подразделе 1.4.6.

Контроль состояния изоляции цепей ~380 В обеспечивается прибором =A2≠AB2+AC2, который при обнаружении утечки тока по цепям A1, B1 или C1 включает твёрдотельное реле VU2 в блоке =A2≠ AB2+AC1, что приводит к срабатыванию расцепителя напряжения в автоматическом выключателе =A2≠AB2-QF13 и отключению цепей A2, B2, C2. Одновременно с этим размыкаются цепи 404-420 и блоком =A2≠ AB19+AC9 (см. Э.НЛ.0110 Э3, лист 13) формируется CAN - сигнал о нарушении изоляции цепей 380 В, который затем обрабатывается диагностической системой.

Появление токов утечки в силовых цепях главных электроприводов обнаруживается аппаратом =A2≠AB29 (см. Э.НЛ.0110 Э3, лист 4), который в случае утечки размыкает своими контактами цепь 01 - 06 на входе блока =A2≠ AB3+AC2, что приводит к формированию CAN - сигнала о нарушении изоляции силовых цепей главных приводов. Описание автоматических операций, выполняемых при этом системой диагностики, описано в подразделе 5.2. Резисторы =A2≠ AB2-R1, R2, гальванически соединяющие одноимённые фазы вторичных обмоток силовых трансформаторов =A2≠TV1 и =A2≠TV2, позволяют использовать один аппарат защиты для контроля состояния изоляции цепей питания обоих реверсивных выпрямителей.

Контроль состояния изоляции цепей возбуждения электродвигателей главных приводов и якорных цепей приводов открывания днища ковша и привода кабельного барабана обеспечивается аппаратом =A2≠AB18-AC6 (см. Э.НЛ.0110 Э3, лист 9).

1.4.10 Устройство и работа блокировочных цепей

Концевые выключатели SQ1 ... SQ4 (см. Э.НЛ.0110 Э3, лист 11), ограничивающие перемещения механизмов экскаватора, подключены к входам блока входов =A2≠AB19+AC2. При их срабатывании постоянное напряжение 110 В подаётся на соответствующий вход указанного блока, что приводит к формированию CAN - сигнала, поступающего в систему управления. При этом система управления формирует соответствующие текстовое и голосовое сообщения, главный привод останавливается и разрешается его перемещение только в обратном направлении. Более подробно алгоритмы и сообщения описаны в подразделе 5.2 РЭ.

Внутренняя часть шкафов устройства, в которой устанавливаются электронные блоки, защищена от проникновения пыли, поэтому работа оборудования с открытыми дверями шкафов допускается только во время ремонтных и наладочных операций. Контроль состояния дверей шкафов обеспечивается концевыми выключателями, срабатывающими при открывании дверей. Сигнал о срабатывании концевого выключателя поступает на один из входов блока входов - выходов, который формирует CAN - сигнал, поступающий в систему управления и информирующий машиниста о недопустимости работы с открытыми дверями шкафа (в сообщении указывается номер шкафа, двери которого открыты). В зависимости от состава оборудования шкафов концевые выключатели дверей подключены либо к блоку входов - выходов, установленному в контролируемом шкафу, либо к блоку, расположенному в ближайшем по расположению шкафу (см., например, подключение концевого выключателя дверей =A2≠AB5-SQ1 на схеме Э.НЛ.0110 Э3, лист 4).

1.4.11 Устройство и работа цепей питания системы управления

Питание электронных узлов и блоков устройства осуществляется трёхфазным напряжением 36 В, получаемым от трансформаторов =A2≠AB2-TV1...TV3 (см. Э.НЛ.0110 Э3, лист 2). Первичные обмотки трансформаторов через автоматический выключатель =A2≠AB2-QF11 и контактор =A2≠AB2-KM3 подключены к трёхфазному напряжению ~380 В, снимаемому со вторичных обмоток трансформатора TV1 (см. Э.НЛ.0110 Э3, лист 1). Включение и выключение системы управления осуществляется кнопками =A2≠AB20-SB6, установленными на правой консоли кресла - пульта (см. Э.НЛ.0110 Э3, лист 15). При наладочных и ремонтных работах включение питания системы управления может быть произведено из машинного зала кнопками =A2≠AB2-SB1 (см. Э.НЛ.0110 Э3, лист 2).

Напряжения с вторичных обмоток трансформаторов =A2≠AB2-TV1...TV3 через автоматические выключатели =A2≠AB2-QF2...QF9 подаются на входы блоков питания БП =A2≠AB5+AC4 (лист 4), =A2≠AB8+AC4 (лист 5), =A2≠AB9+AC6 (лист 6), =A2≠AB13+AC1 (лист 7), =A2≠AB16+AC1 (лист 8), =A2≠AB19+AC8 (лист 13) и =A2≠AB20+AC3 (лист 14). Перечисленные блоки формируют на своих выходах стабилизированные напряжения постоянного тока величиной 24 В, которые используются для питания электронных блоков.

Стабилизаторы тока возбуждения =A2≠AB18+AC1, =A2≠AB18+AC3, =A2≠AB18+AC15, 2≠AB18+AC7 и блоки управления приводами открывания днища ковша и кабельного барабана =A2≠AB18+AC8, =A2≠AB18+AC10 (см. Э.НЛ.0110 Э3, листы 9, 10) имеют встроенные блоки питания, которые получают питание от трёхфазной системы с напряжением 36 В.

Для обеспечения режима динамического торможения привода поворота, начальный участок которого, как уже отмечалось, обеспечивается блоками ограничения напряжения =A2≠AB12+AC1 и =A2≠AB16+AC1, встроенные в эти узлы блоки питания выполнены по схемам с накоплением заряда конденсаторов, что обеспечивает их работу в течение 3 - 5 с после исчезновения напряжения питающей сети. При остановленном на момент пропадания питания приводе поворота такая схема питания блоков =A2≠AB12+AC1 и =A2≠AB16+AC1 обеспечивает полный разряд конденсаторов общего для всех главных приводов звена постоянного тока.

1.4.12 Устройство и работа системы управления

Как уже отмечалось, основу системы управления составляет центральный блок управления (ЦБУ) =A2≠AB20+AC6, который установлен в правой консоли кресла =A2≠AB20 (см. Э.НЛ.0110 Э3, лист 15). Посредством CAN - интерфейса ЦБУ соединён с остальными узлами.

На левой консоли расположен командоконтроллер =A2≠AB20+AC1 (см. Э.НЛ.0110 Э3, лист 14), с помощью которого управляются привод напора, привод открывания днища

ковша и сигнал. Кроме того, на левой консоли установлены кнопка аварийного выключения электрооборудования =A2≠AB20-SB1, блок кнопок включения - выключения главных электроприводов =A2≠AB20-SB2 и блоки кнопок выборочного включения - выключения каждого из главных приводов =A2≠AB20-SB2... SB5. Кнопки =A2≠AB20-SB2... SB5 используются при наладочных работах или в режиме хода. По умолчанию после включения системы и включения главных приводов кнопкой =A2≠AB20-SB2 дополнительных включений каждого из приводов не требуется. Визуальная индикация включения главных электроприводов обеспечивается подсветкой соответствующего блока кнопок.

Командоаконтроллер =A2≠AB20+AC4, обеспечивающий управление приводами подъёма и поворота, установлен на правой консоли кресла - пульта (см. Э.НЛ.0110 Э3, лист 15). На этой же консоли расположены блоки кнопок включения - выключения системы =A2≠AB20-SB6, включения - выключения вентиляторов кузова =A2≠AB20-SB7 и включения - выключения режима «Ход».

Включение и выключение системы управления осуществляется блоком кнопок =A2≠AB20-SB6, при нажатии которой включается контактор =A2≠AB2-KM3 (см. Э.НЛ.0110 Э3, лист 2) и трёхфазное напряжения 36 В подается на блоки питания устройства. Отключение питания подсистемой диагностики устройства производится выключением твёрдотельного реле =A2≠AB20-VU1.

Размыкающие контакты кнопки «Аварийный стоп» =A2≠AB20-SB1 (см. Э.НЛ.0110 Э3, лист 14) по цепям 155 - 156 выключают вакуумный контактор KM2 высоковольтной ячейки A1 (см. Э.НЛ.0110 Э3, лист 1), снимая питание силовых цепей экскаватора. По сигналу с замыкающих контактов кнопки =A2≠AB20-SB1, поступающему на один из входов блока =A2≠AB20+AC2, в систему управления передается CAN - сигнал об аварийном выключении электрооборудования экскаватора.

Остальные органы управления электрооборудованием экскаватора подключены только к CAN - интерфейсу устройства через блоки входов - выходов =A2≠AB20+AC2 (см. Э.НЛ.0110 Э3, лист 14) и =A2≠AB20+AC5 (см. Э.НЛ.0110 Э3, лист 15).

Индикация режимов работы электрооборудования и текстовых сообщений подсистемы диагностики осуществляется на алфавитно-цифровом дисплее, встроенном в выносной пульт индикации =A2≠AB22 (см. Э.НЛ.0110 Э3, лист 15), располагаемый в кабине машиниста. Здесь же расположена оперативная светодиодная индикация состояния концевых выключателей. С помощью клавиатуры, установленной на пульте, осуществляются выбор режимов индикации и ввод параметров электроприводов при настройке системы управления. Более подробное описание операций, проводимых с помощью клавиатуры, режимов индикации и текстовых сообщений, выводимых на дисплей, приведено в подразделе 3.4.

1.4.13 Конструктивное выполнение устройства

Составные части устройства размещены шкафах, устанавливаемых в машинном зале экскаватора. Размещение основных узлов устройства на поворотной платформе экскаватора ЭКГ-10 показано на рисунке 1.9. Все шкафы устройства устанавливается на секционированный кабельный канал, представляющий собой коробчатую конструкцию, в которую укладываются кабели, соединяющие составные части устройства между собой, и кабели, соединяющие устройство с электрооборудованием экскаватора.

На рисунке 1.10 показано размещение элементов во вводном шкафу =A2≠AB2. Все элементы и блоки, располагаемые в этом шкафу, закреплены на вертикальной монтажной панели[3].

Размещение элементов и узлов в шкафах ввода реверсивных выпрямителей =A2≠AB3 и =A2≠AB6 показано на рисунке 1.11.

Конструктивные исполнения шкафов =A2≠AB5 и =A2≠AB8 отличаются электромонтажными схемами, а именно: перемычками, установленными в кабельных частях разъёмов =A2≠AB5-XS3 и =A2≠AB5-XS3, по которым система управления определяет адрес установки блока управления инвертором и дополнительными входами для подключения аппарата =A2≠AB5 (см. Э.НЛ.0110 Э3, листы 4, 5). Устройство шкафов реверсивных выпрямителей поясняет на рисунок 1.12. В каждом из этих шкафов установлено по три силовых модуля AC1 .... AC3, блок управления инвертором AC5 и блок питания AC4. Выходы каждого модуля подключены к шинам звена постоянного тока 1 парой гибких шин 2. Входные фазы реверсивного выпрямителя подключаются к клеммам силовых модулей 3 кабелями, соединяющими входы выпрямителя с реакторами =A2≠AB4-L1 и =A2≠AB7-L1 (см. Э.НЛ.0110 Э3, листы 4, 5). Различия между шкафами =A2≠AB5 и =A2≠AB8 заключаются только в перемычках, установленных в кабельных частях разъёмов =A2≠AB5-XS3 и =A2≠AB5-XS3, по которым система управления определяет адрес установки блока управления инвертором (см. Э.НЛ.0110 Э3, листы 4, 5).

[3] На рисунках, поясняющих расположение элементов в шкафах устройства, в позиционном обозначении элементов для краткости опущена часть, содержащая обозначение устройства и шкафа.

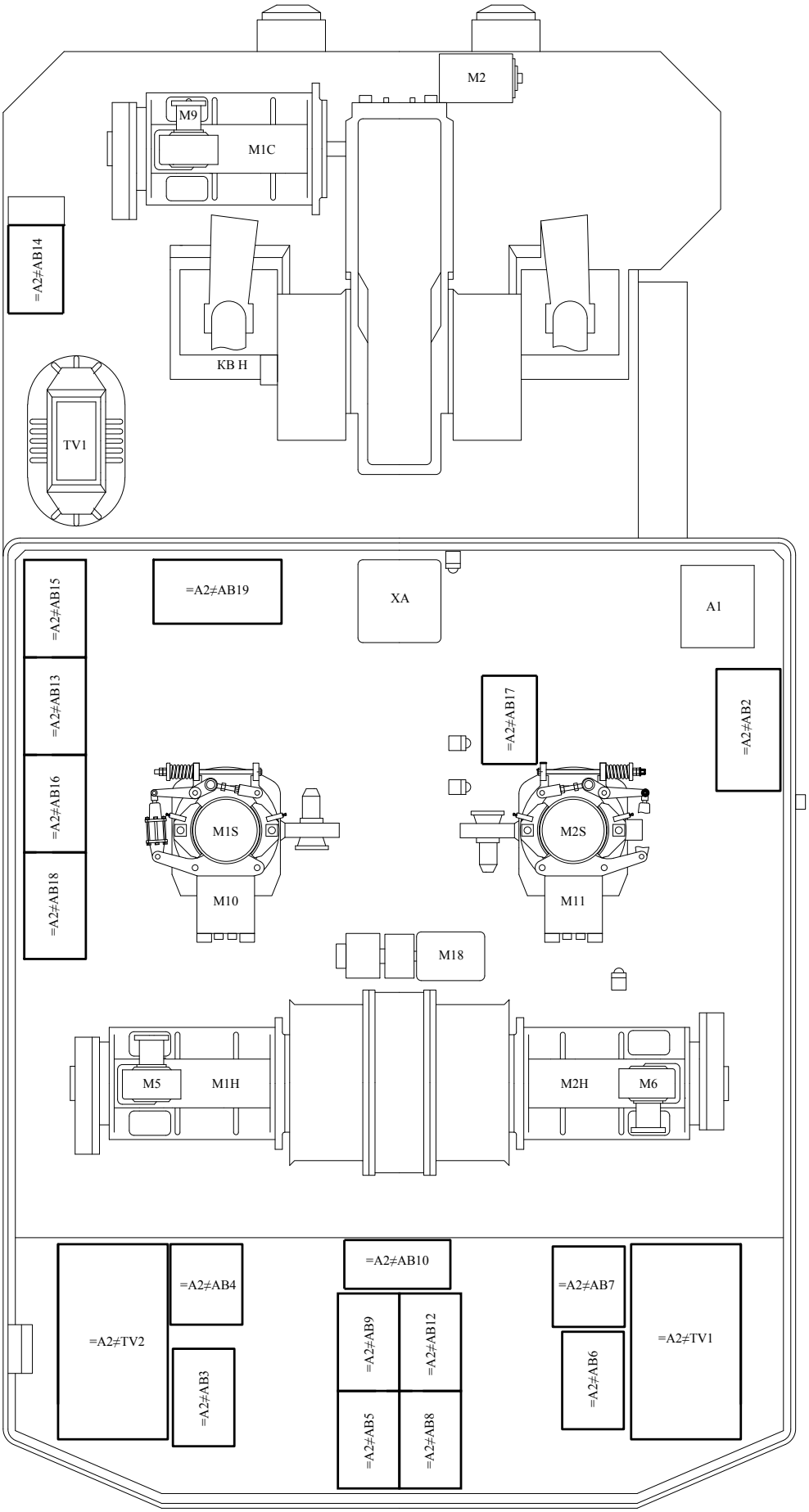


Рисунок 1.9 – Размещение основных узлов устройства на поворотной платформе экскаватора

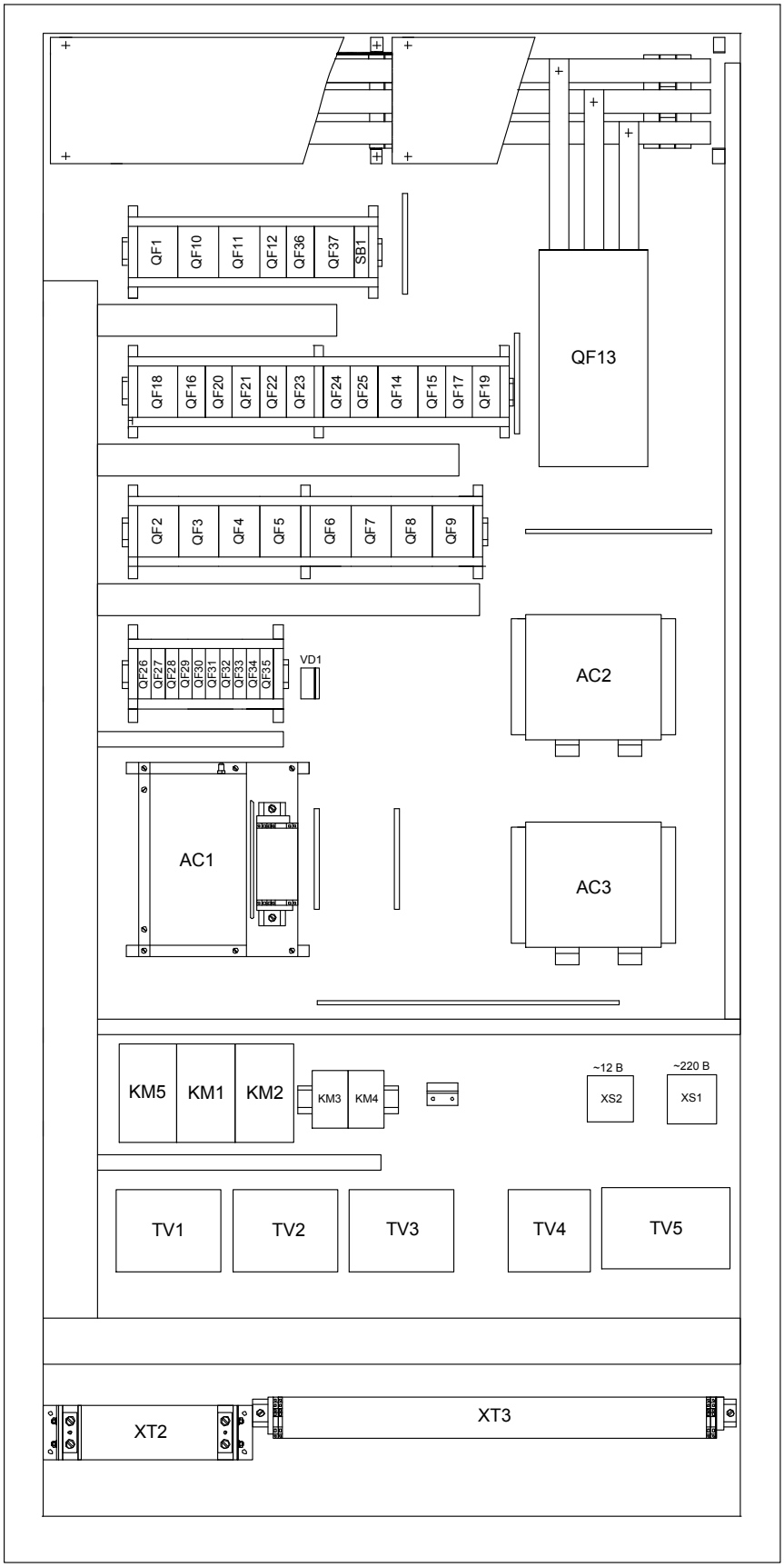


Рисунок 1.10 – Размещение элементов во вводном шкафу

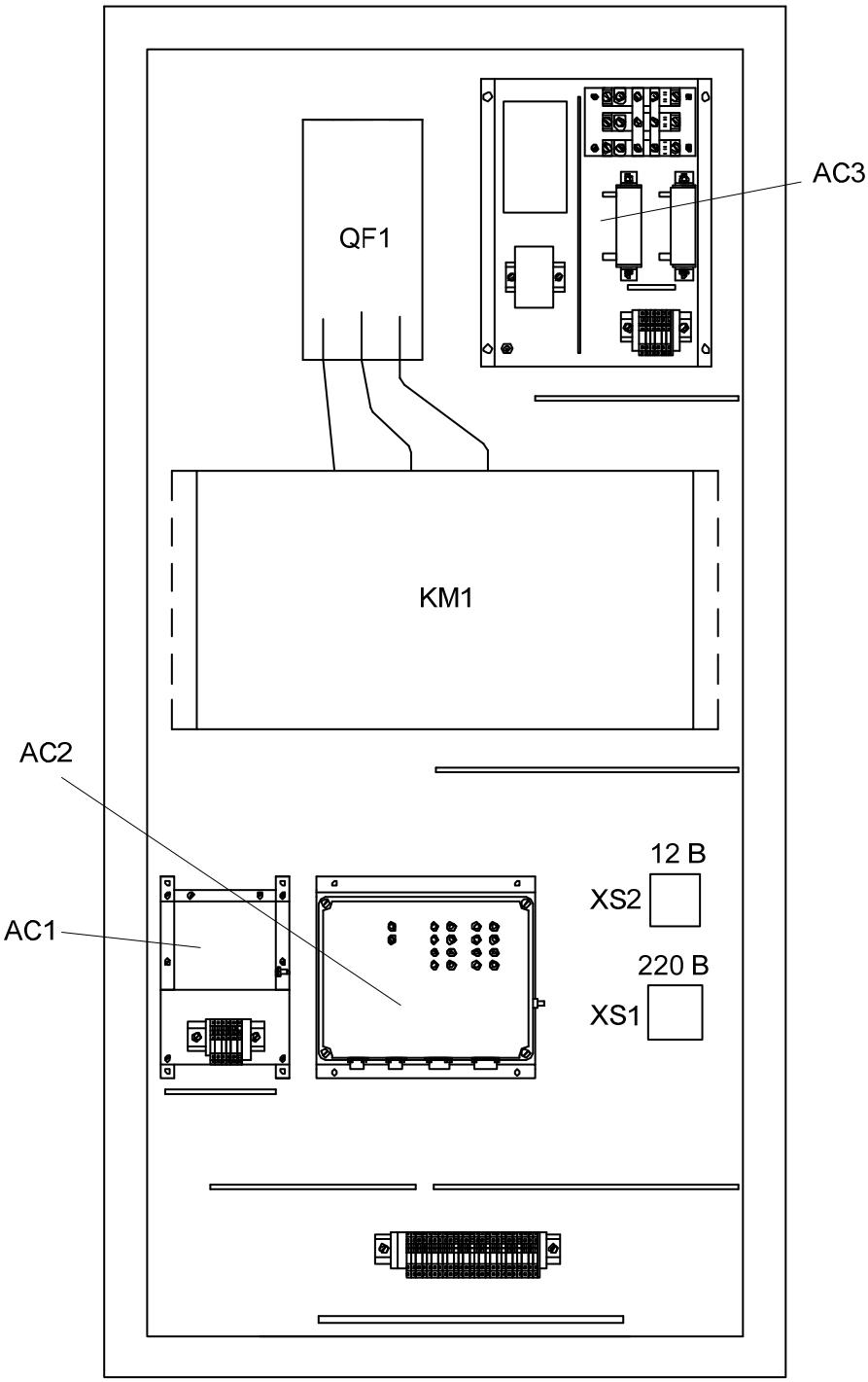


Рисунок 1.11 – Размещение элементов шкафах ввода реверсивных выпрямителей

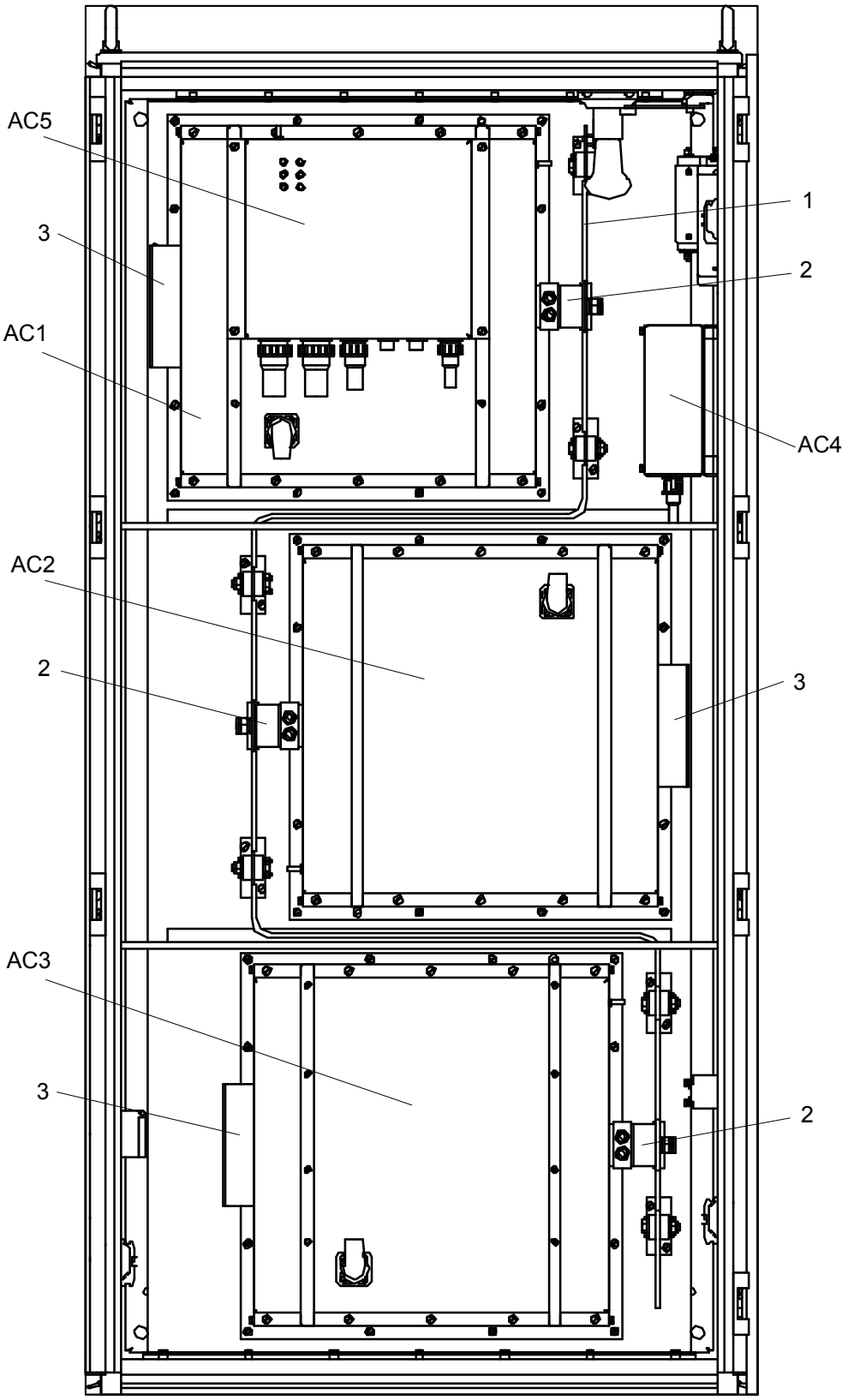


Рисунок 1.12 – Размещение элементов в шкафу реверсивного выпрямителя

Устройство шкафов конденсаторов =A2≠AB27 и =A2≠AB28 приведено на рисунке 1.13 (здесь показан вид со снятыми верхней и передней крышками).

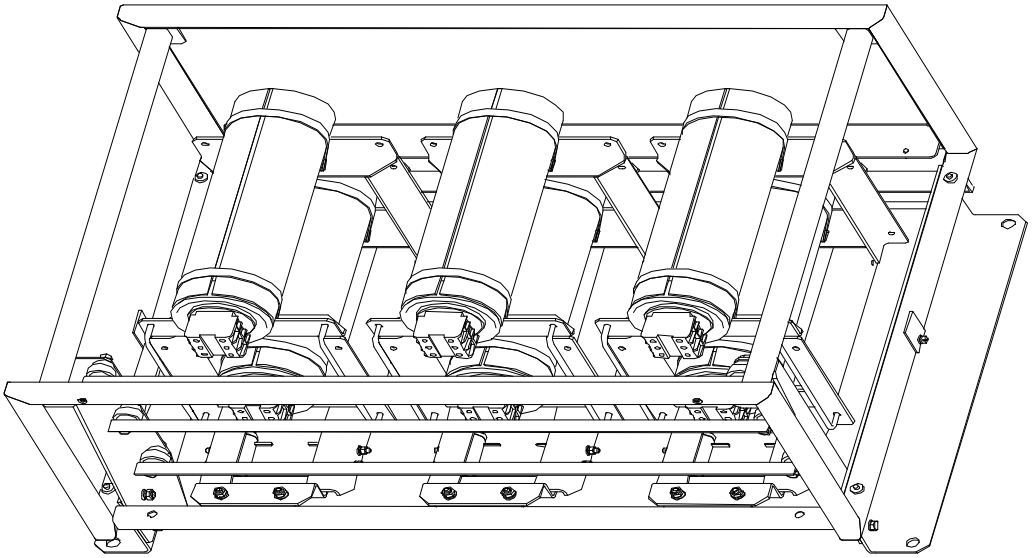


Рисунок 1.13 – Устройство шкафа конденсаторов

В каждом из этих шкафов установлено по шесть соединённых параллельно трёхфазных конденсаторов (см. Э.НЛ.0110 Э3, листы 4, 5). Шкафы конденсаторов установлены на верхних крышках шкафов ввода РВ =A2≠AB3 и =A2≠AB6.

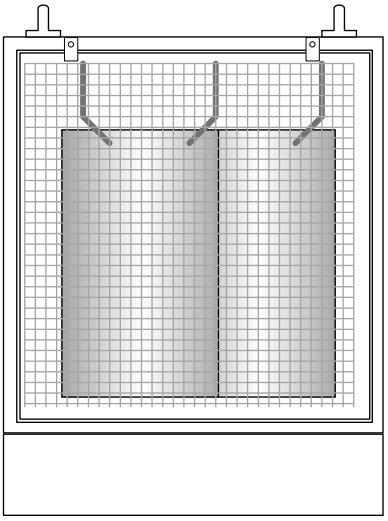


Рисунок 1.14 – Устройство шкафа РТСТ

Внешний вид шкафов РТСТ =A2≠AB4 и =A2≠AB7 показан на рисунке 1.14. В каждом из этих шкафов установлено по одному трёхфазному воздушному реактору =A2≠AB3-L1 и =A2≠AB6-L1 (см. Э.НЛ.0110 Э3, листы 4, 5). Кабели, соединяющие реакторы с остальной схемой, подключены непосредственно к клеммам реакторов и закреплены хомутами к конструкциям шкафов.

Устройство шкафов главных приводов аналогично устройству шкафов реверсивных выпрямителей с той лишь разницей, что вместо силовых модулей AC3 (см. рисунок 1.12) в шкафах =A2≠AB9 и =A2≠AB13 установлены блоки динамического торможения =A2≠AB9+AC2 и =A2≠AB13+AC6, а в шкафах =A2≠AB12 и =A2≠AB16 – блоки ограничения напряжения =A2≠AB12+AC1, =A2≠AB16+AC6.

Шкафы реверсивных выпрямителей и два шкафа преобразователей привода подъёма объединены в группу с общей системой охлаждения силовых полупроводниковых модулей, как это показано на рисунках 1.9 и 1.15.

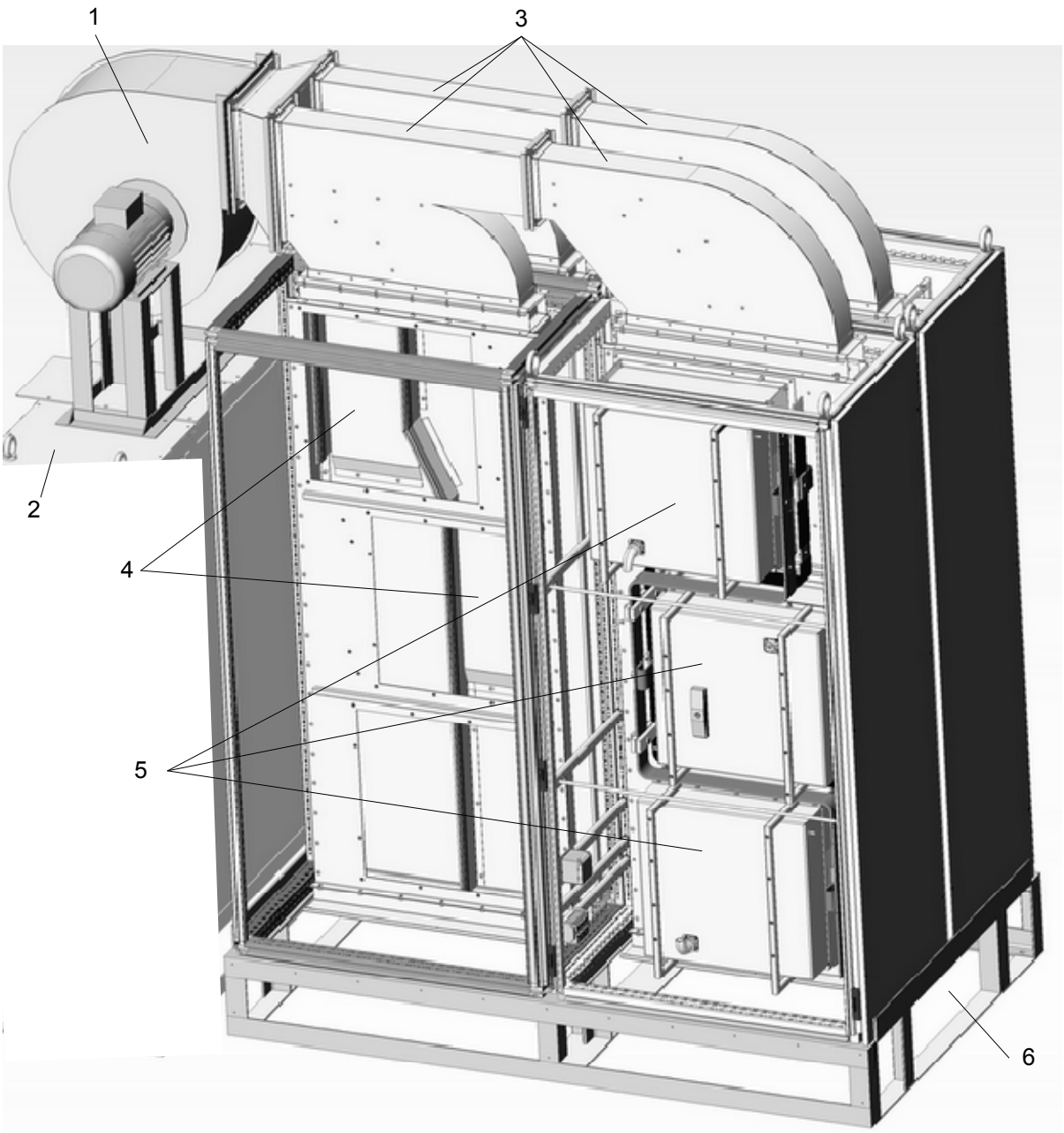


Рисунок 1.15 – Устройство системы охлаждения силовых элементов реверсивных выпрямителей и привода подъёма

Для пояснения внутреннего устройства шкафов и системы охлаждения на рисунке 1.15 шкафы показаны без дверей, а шкаф привода подъёма показан и без блоков.

Общий для этой группы шкафов вентилятор 1 установлен на верхней крышке 2 шкафа фильтров =A2≠AB10. Нагнетаемый им воздух из машинного зала экскаватора по внешним воздуховодам 3 поступает в вертикально расположенные внутренние воздуховоды 4, которые образованы задней панелью, перегородками и передней панелью. На переднюю панель, обращённую внутрь шкафа, устанавливаются модули 5 с силовыми полупроводниковыми элементами, так, что охладители через окна, вырезанные в передней панели, выступают в воздуховод. Уплотнительные прокладки, установленные по периметру панелей силовых блоков, обеспечивают герметичность воздушных каналов и совместно с уплотнителями две-

рей шкафов изолируют внутренний объем шкафов от окружающей среды и охлаждающего воздуха.

Описанная группа шкафов устройства расположена в машинном зале экскаватора так, что примыкает своей правой по рисунку 1.15 частью к задней стене машинного зала (см. рисунок 1.7). Через нижний воздуховод 6 нагретый воздух выбрасывается за пределы машинного зала через окно в задней его стене. Таким образом, исключается дополнительный нагрев электрооборудования, расположенного в машинном зале, за счёт тепла, выделяемого силовыми полупроводниковыми приборами преобразователей главных приводов.

Вторую группу шкафов устройства, объединённых общей системой охлаждения силовых полупроводниковых модулей, образуют шкафы приводов напора, поворота и возбуждения. Схематичное устройство этой системы охлаждения показано на рисунке 1.16.

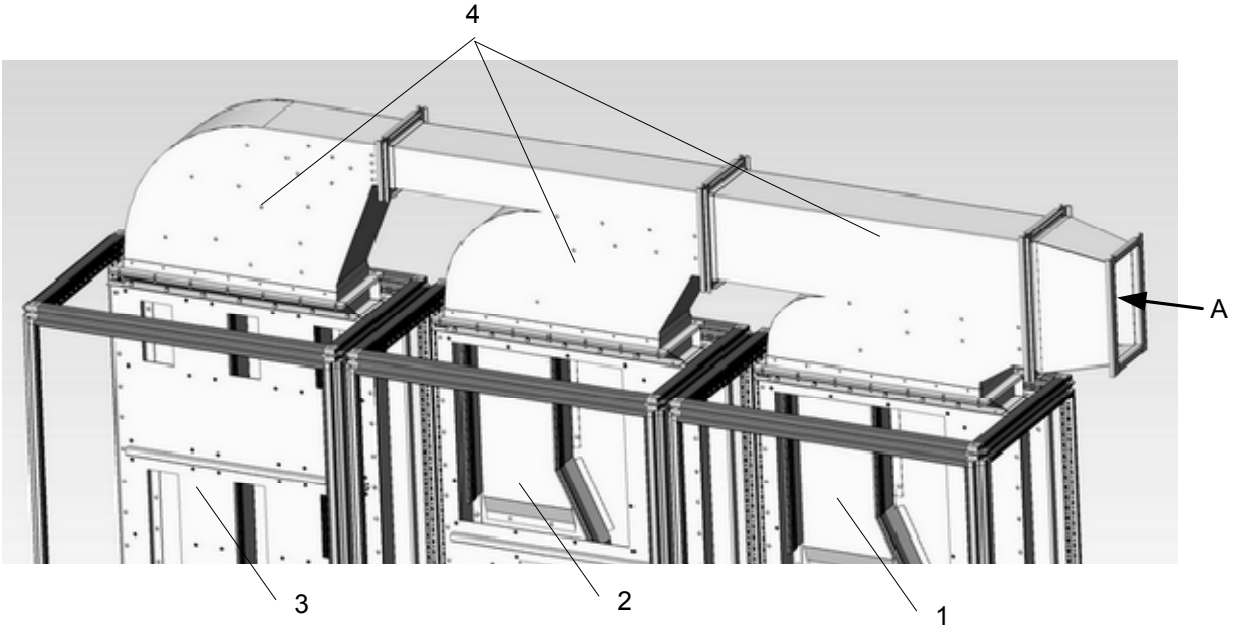


Рисунок 1.16 – Устройство системы охлаждения силовых элементов электроприводов напора и поворота

Здесь внутренние воздуховоды шкафов приводов напора 1, поворота 2 и возбуждения 3 соединены внешними воздуховодами 4 в общую пневматическую систему, в которую по стрелке А вентилятором нагнетается охлаждающий воздух. Нагретый воздух выбрасывается по нижним воздуховодам, расположенным в кабельном канале со стороны задних стенок шкафов, в окна на левой по рисунку 1.6 стене машинного зала. В остальном устройство системы охлаждения этой группы шкафов аналогично рассмотренному устройству охлаждения приводов подъёма и реверсивных выпрямителей.

Внутреннее устройство шкафов фильтров, установленных в якорные цепи электродвигателей главных приводов, иллюстрируют рисунки 1.17 и 1.18.

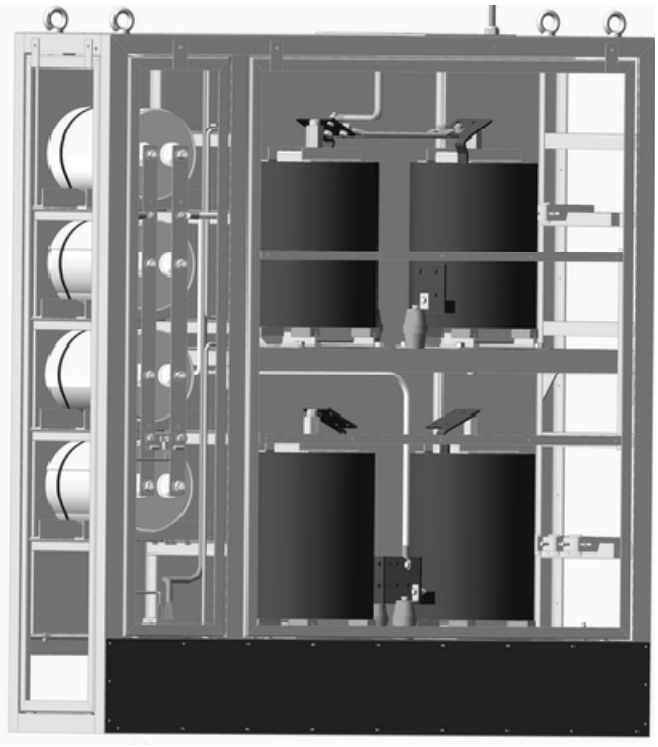


Рисунок 1.17 – Устройство якорного фильтра привода подъёма

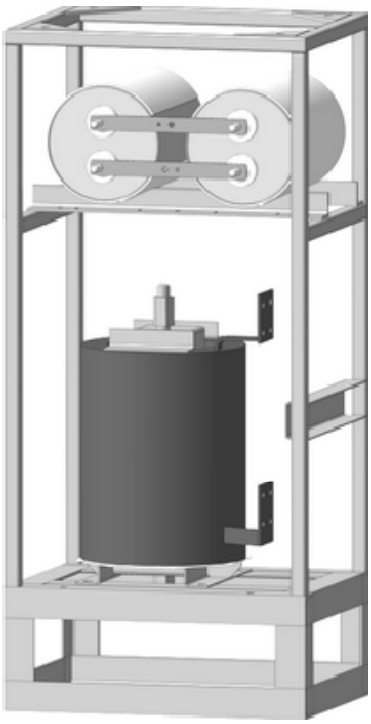


Рисунок 1.18 – Устройство якорного фильтра приводов напора и поворота

На рисунке 1.17 приведено устройство фильтра =A2≠AB10, применяемого в электроприводе подъёма, а на рисунке 1.18 – фильтров =A2≠AB14 и =A2≠AB17, установленных в якорных цепях приводов напор - ход и поворот - ход.

Размещение основных элементов в контакторном шкафу =A2≠AB15 показано на рисунке 1.19.

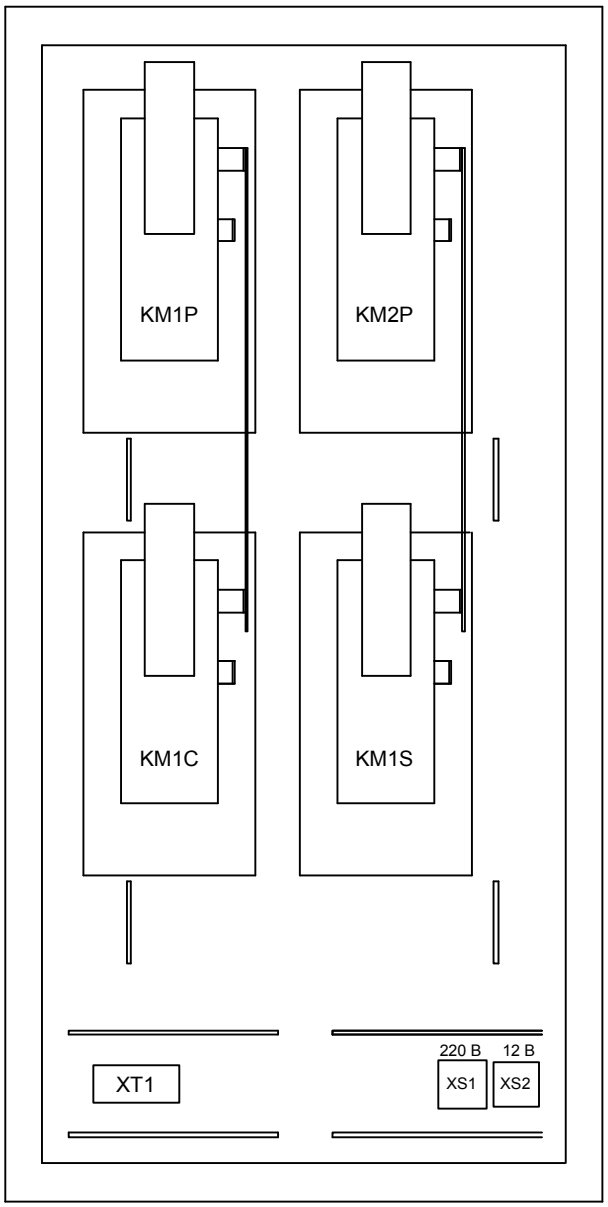


Рисунок 1.19 – Размещение основных элементов в контакторном шкафу

На рисунке 1.20 показано расположение элементов и блоков в шкафу управления вспомогательными электроприводами =A2≠AB19.

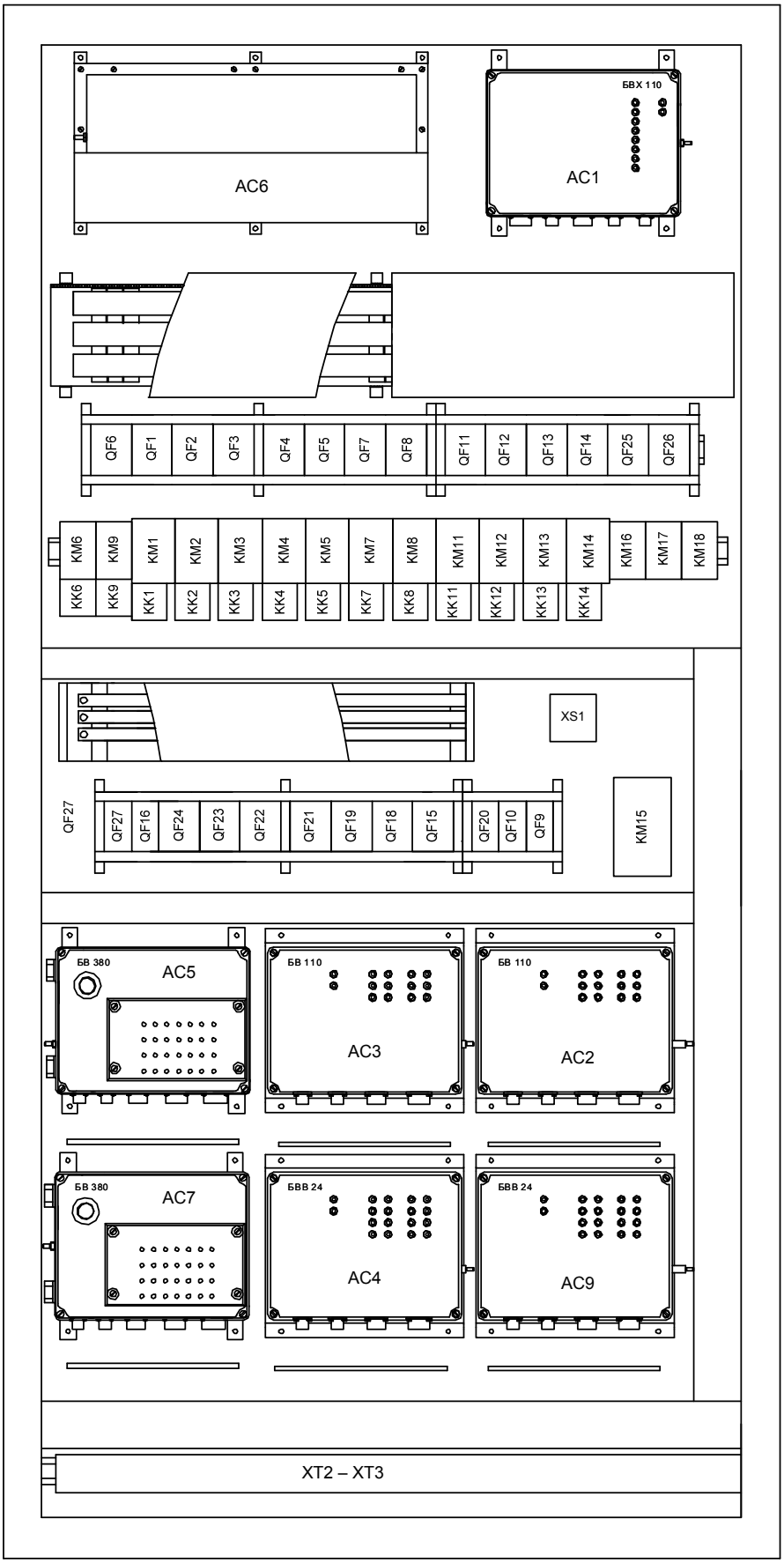


Рисунок 1.20 – Размещение основных элементов в шкафу вспомогательных приводов

Органы оперативного управления устройства сосредоточены в кресле - пульте машиниста =A2≠AB20, внешний вид которого приведен на рисунке 1.21.

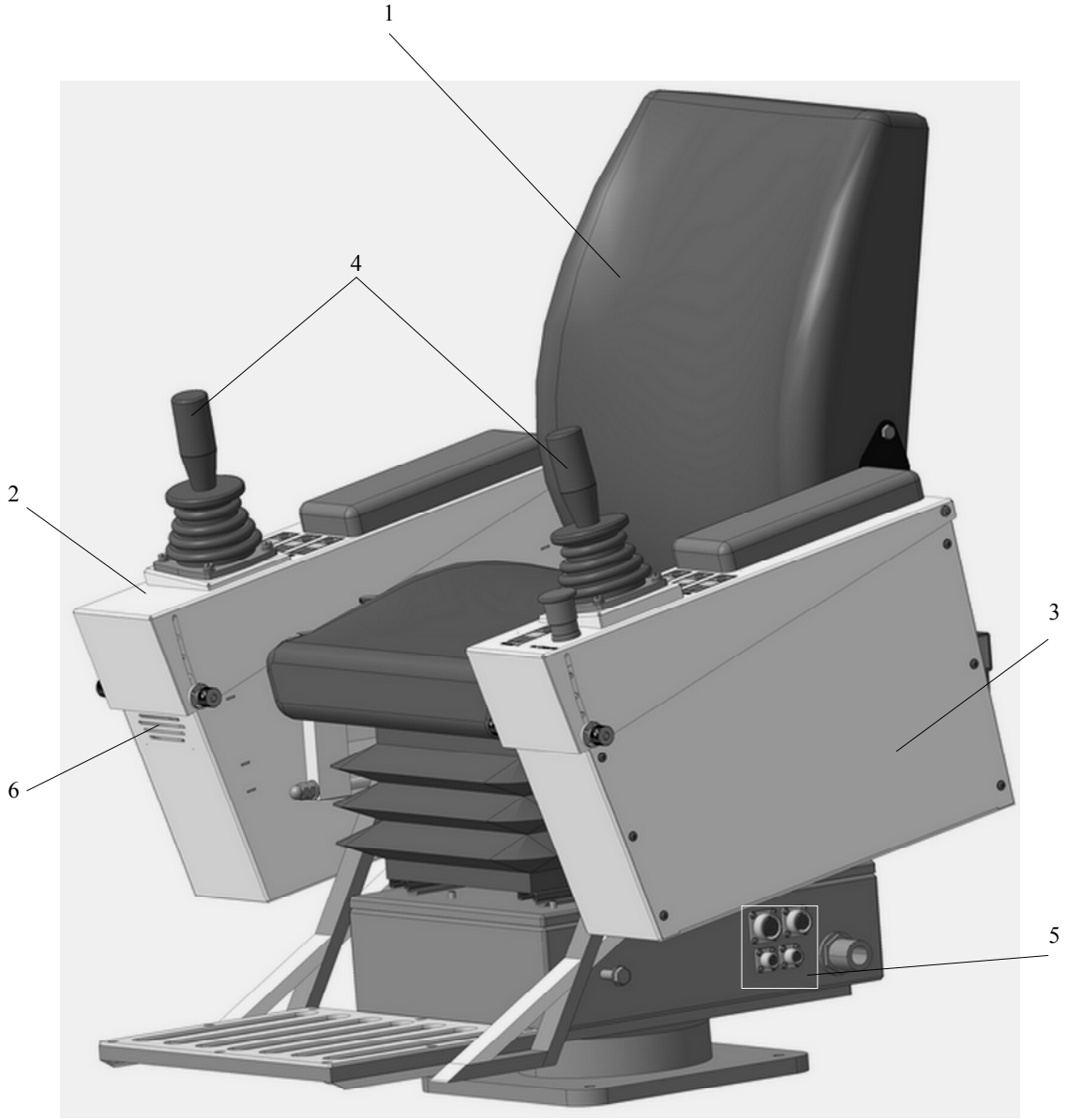


Рисунок 1.21 – Кресло - пульт

Кресло - пульт состоит из собственно кресла 1 на пневматическом или гидравлическом амортизационном подвесе, правой 2 и левой 3 консолей, на верхних панелях которых установлены командоконтроллеры 4 и кнопки. Соединение кресла - пульта с остальной схемой устройства производится с помощью кабелей, подключаемых к разъёмам 5, расположенным на левой боковой стенке основания кресла.

Внешний вид консолей кресла - пульта приведен на рисунках 1.22. В левой консоли установлены командоконтроллер =A2≠AB20+AC1 и блок входов - выходов =A2≠AB20+AC2 (см. Э.НЛ.0110 Э3, лист 14).

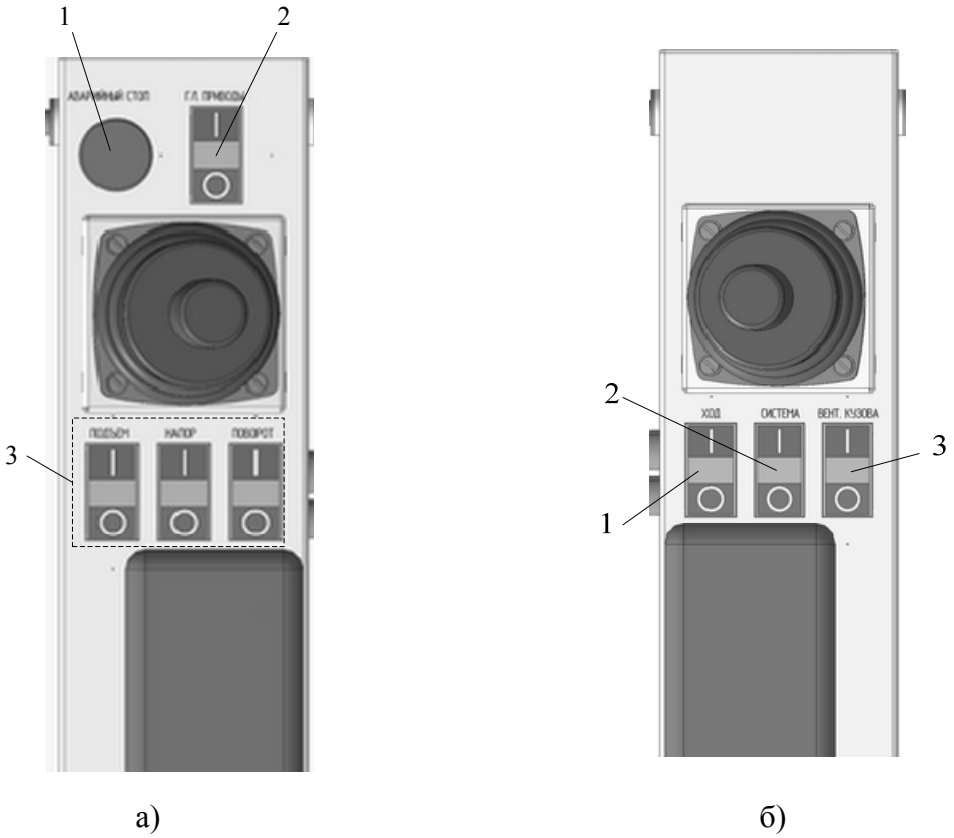


Рисунок 1.22 – Внешний вид левой (а) и правой (б) консолей кресла - пульта

В правой консоли расположены командоконтроллер =А2≠АВ20+АС4, блок входов - выходов =А2≠АВ20+АС5 и центральный блок управления =А2≠АВ20+АС6 (см. Э.НЛ.0110 Э3, лист 15). Кроме того здесь же расположен динамик, воспроизводящий голосовые сообщения системы диагностики. Правая консоль кресла-пульта оснащена разъемом USB для подключения к ЦБУ персонального компьютера (ноутбука), посредством которого производится конфигурирование системы, подробная диагностика оборудования устройства, изменение программного обеспечения и параметров приводов и т. д.

Кнопки, обеспечивающие включение и выключение отдельных элементов электрооборудования экскаватора, расположены на горизонтальных частях обеих консолей кресла (см. рисунок 1.22) имеют световую индикацию и объединены в функциональные группы. На левой консоли (рисунок 1.22а) установлены кнопка «Аварийный стоп» 1 (с механической блокировкой возврата), кнопки включения - выключения всех главных приводов 2 и кнопки выборочного включения - выключения каждого из главных приводов 3, необходимые для наладочных или вспомогательных работ.

На правой консоли (рисунок 1.22б) расположены кнопки переключения режимов экскавация - ход 1, кнопки включения - выключения системы управления 2 и кнопки включения - выключения вентиляторов кузова 3.

Основные органы индикации сосредоточены на выносном пульте индикации =А2≠АВ22 (см. Э.НЛ.0110 Э3, лист 15). Внешний вид пульта приведен на рисунке 1.23.

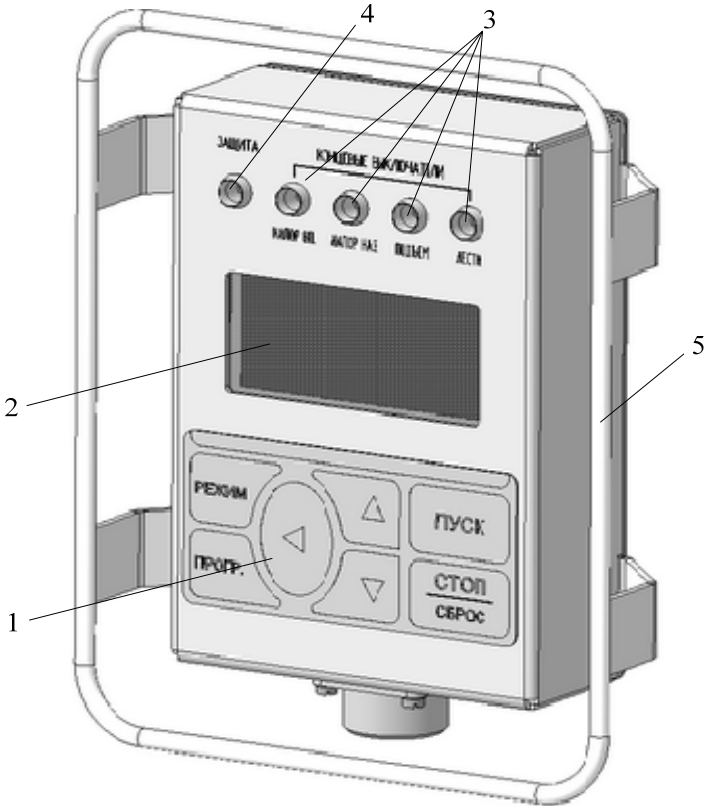


Рисунок 1.23 – Внешний вид пульта индикации

На лицевой панели пульта размещены клавиатура 1 четырёхстрочный алфавитно-цифровой дисплей 2, светодиодные индикаторы состояния концевых выключателей экскаватора 3 и общий для всех защитных сигналов индикатор 4. Для удобства работы с клавиатурой пульта он снабжён ручкой 5. Пульт соединяется с креслом - пультом гибким кабелем и может быть установлен в удобном для визуального наблюдения месте кабины.

Органы управления и индикации, расположенные на лицевой панели пульта, предназначены для оперативного контроля состояния устройства, изменения режимов работы и параметров электроприводов. Функции, выполняемые клавишами клавиатуры, зависят от выбранного режима работы. Дисплей в зависимости от выбранного режима работы отображает измеряемые переменные и их размерность, номера, названия, числовые значения и размерность программируемых параметров или текстовые сообщения системы диагностики. При этом текстовое сообщение диагностики дублируется голосовым сообщением. Порядок работы с органами управления и индикации, установленными на пульте, подробно описан в подразделе 3.4.

Шкаф управления =А2≠АВ23, устанавливаемый в кабине, обеспечивает управление дополнительным и сервисным оборудованием экскаватора – прожекторами освещения, ком-

прессором, обогревом редукторов, освещением, кондиционером и обогревом кабины, аварийным освещением. Внешний вид шкафа показан на рисунке 1.24.

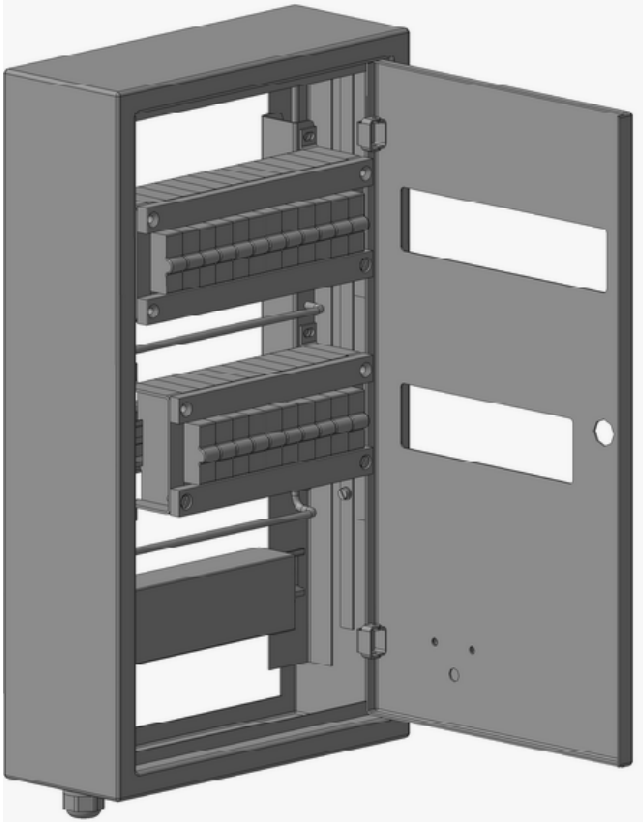


Рисунок 1.24 – Внешний вид шкафа управления вспомогательным электрооборудованием

Назначение органов управления, выведенных на переднюю панель шкафа, поясняется соответствующими надписями.

1.5 Средства измерения, инструмент и принадлежности

1.5.1 Устройство не имеет встроенных средств измерения.

Контрольно измерительные приборы, необходимые для контроля и настройки электроприводов устройства:

- переносной персональный компьютер с операционной системой «WINDOWS-XP» и специализированным программным обеспечением «GRANIT»;
- токоизмерительные клещи постоянного и переменного тока 0 –2000 А;
- мегаомметр на напряжение 1000 В;
- мультиметр.

1.6 Маркировка

1.6.1 Маркировка составных частей комплектного устройства содержит:

- наименование и (или) условное обозначение вида изделия и составной части комплекта;
- наименование предприятия-изготовителя;
- заводской номер и год изготовления;
- степень защиты по ГОСТ 14254.

Маркировка наносится на лицевые панели составных частей устройства[4].

1.6.2 Транспортная маркировка в соответствии с ГОСТ 14192 и ГОСТ Р 51474 содержит манипуляционные знаки «Хрупкое. Осторожно», «Беречь от влаги» и «Верх».

1.7 Упаковка

1.7.1 Упаковка и временная антикоррозионная защита составных частей устройства по ГОСТ 9.014 и ГОСТ 23216 для условий хранения, транспортирования и допустимых сроках сохранности, указанных в разделе 6.

1.7.2 Исполнение упаковки по ГОСТ Р 51908–Л/КУ–1. Сочетание транспортной тары с типом внутренней упаковки – ТФ–4/ВУ–0. Крепление элементов в таре – жесткое. Тип ящиков по ГОСТ 5959 – У1.

1.7.3. По согласованию с заказчиком допускается отправка устройств в облегченной упаковке в контейнерах.

1.7.4 Упаковка технической и сопроводительной документации и маркировка ее упаковки по ГОСТ Р 32216.

---

[4]Маркировка составных частей, нанесённая на составные части, содержит сокращённое обозначение, в котором отсутствует обозначение устройства и состоящее из второй части, т. е., например, обозначению =А2≠АВ3 соответствует АВ3.

2 Описание и работа составных частей изделия

Под составными частями устройства в настоящем РЭ понимаются сменные узлы и блоки. Состав, устройство и работа составных частей устройства поясняются соответствующими электрическими принципиальными схемами, подшитыми в книгу 3 Э.НЛ.0110 РЭ3, являющуюся частью настоящего РЭ. Перечни элементов к принципиальным схемам собраны в книгу 4 Э.НЛ.0110 РЭ4.

При изучении построения и работы составных частей устройства кроме настоящего РЭ необходимо пользоваться технической документацией (описаниями) на комплектующие электронные элементы.

2.1 Модуль силовой «МС» Э.НЛ.0110.19

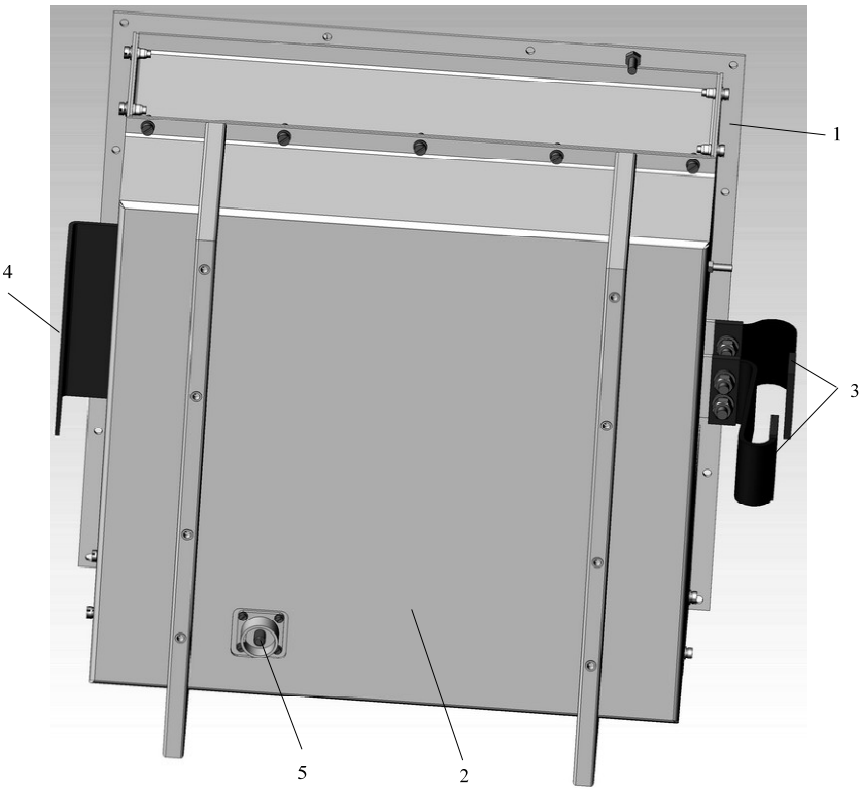
На основе силового модуля построены силовые части реверсивных выпрямителей =A2≠AB5, =A2≠AB8 и преобразователи главных приводов =A2≠AB9, =A2≠AB12, =A2≠AB13, =A2≠AB16 (см. Э.НЛ.0110 Э3, листы 4, 5, 6, 7 и 8). Устройство и работа модуля поясняется электрической принципиальной схемой Э.НЛ.0110.19 Э3 с соответствующим перечнем элементов (см, Э.НЛ.0110 РЭ3 и Э.НЛ.0110 РЭ4).

Основой блока является силовой интеллектуальный IGBT модуль VT1 (см. Э.НЛ.0110.19 Э3) типа SKIIP2403GB172-4DL фирмы «SEMIKRON»,который включает в себя четыре соединённые параллельно транзисторно - диодные сборки, датчики тока, датчик температуры и драйвера. Управляющие входы драйверов, выходы датчиков и выходные сигналы встроенных аппаратных защит модуля выведены на разъём. На клеммах каждой транзисторно - диодной сборки установлены конденсаторы (снабберы) C4 ... C7, ограничивающие импульсные всплески напряжения, которые возникают в схеме во время коммутации транзисторов. Ёмкость соединённых параллельно конденсаторов C1 ... C3 является частью суммарной ёмкости звена постоянного тока устройства.

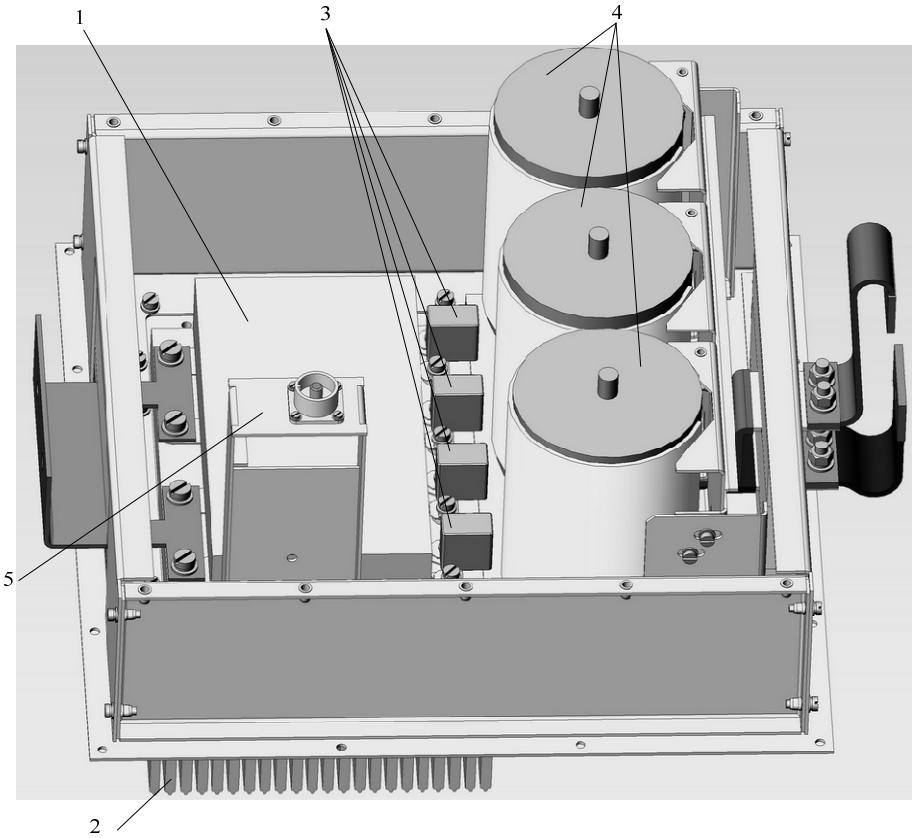
Устройство силового модуля поясняется рисунком 2.1. Блок представляет собой сменный модуль, элементы которого смонтированы на панели 1 (см. рисунок 2.1а). Через отверстия по периметру панели модуль крепится к передней панели внутреннего воздуховода шкафа (см. рисунки 1.12 и 1.13). Защита внутреннего объёма модуля от пыли обеспечивается съёмной крышкой 2 (рисунок 2.1а). Подключение модуля к общим для устройствам шинам звена постоянного тока производится гибкими шинами 3. К выходной клемме 4 подключается кабель, через который производится соединение модуля со схемой электрооборудования экскаватора. Управляющие сигналы, сигналы обратной связи по току и сигналы защит выведены на разъём 5, который выступает через окно в крышке модуля.

Внутреннее устройство модуля показано на рисунке 2.1б. IGBT модуль 1 установлен на панели 1 (см. рисунок 2.1а) так, что его охладитель 2 при установке модуля в шкаф со-

вмещается с окном в панели воздуховода и, таким образом, размещается в канале внутреннего воздуховода шкафа.



а)



б)

Рисунок 2.1 – Внешний вид (а) и устройство (б) силового модуля

На клеммах постоянного тока IGBT модуля установлены снабберы 3 (C4 ... C5 по схеме Э.НЛ.0110.19 Э3). Конденсаторы 4 (по схеме C1 ... C2) установлены через изолирующие прокладки. Разъём управления XP1 (см. Э.НЛ.0110.19 Э3) установлен на кронштейне 5 и соединён кабелем с разъёмом IGBT модуля VT1-XP1.

2.2 Блок ограничения напряжения «БОН» Э.НЛ.0110.20

Блок ограничения напряжения предназначен для ограничения наибольшего значения напряжения на общем для всех главных электроприводов экскаватора звене постоянного тока при неисправностях в реверсивных выпрямителей или при невозможности отдать энергию движущихся масс экскаватора в сеть, например, при нарушении контактов в подводящих кабелях. Ограничение напряжения осуществляется блоком за счёт подключения параллельно звену постоянного тока балластных резисторов, на которых рассеивается избыточная энергия.

Устройство и работа модуля поясняется электрической принципиальной схемой Э.НЛ.0110.20 Э3 с соответствующим перечнем элементов.

Элементы, образующие управляющую часть блока, размещены на восьми печатных платах A1 ... A8. Управление работой блока осуществляется платой Э.НЛ.0110.20.12 (см. Э.НЛ.0110.20 Э3, лист 2), основой которой является микропроцессор D1. Программирование микропроцессора осуществляется при настройке платы через разъём XP1. Связь блока с остальными узлами устройства по сети CAN осуществляется с помощью драйвера DA5. DC-DC преобразователь DA2 и оптроны VU1 и VU2 предназначены для гальванической развязки платы от сети CAN. Питание элементов платы обеспечивает импульсный стабилизатор напряжения, выполненный на микросхеме DA1.

На входы платы поступают следующие сигналы:

- аналоговый сигнал IOUT, формируемый датчиком тока U1 (см. Э.НЛ.0110.20 Э3, лист 3) и пропорциональный выходному току блока;
- аналоговый сигнал UDC, формируемый платой Э.НЛ.0110.20.14, который пропорционален напряжению на звене постоянного тока устройства;
- логические сигналы защиты силовых ключей ERR1, ERR2;
- импульсные сигналы, скважность которых пропорциональна температуре силовых модулей TEMPD1, TEMPD2.

Необходимым условием включения блока в сеть CAN является уникальный адрес каждого из блоков. Для того, чтобы каждый блок имел свой адрес, используется адресный разъем платы XP2. Установка адреса блока осуществляется замыканием соответствующих контактов разъема блока XP3 в его ответной (кабельной) части при установке блока в шкафы =A2≠AB12 или =A2≠AB16 (см. Э.НЛ.0110 Э3, листы 6, 8).

Питание управляющей части блока осуществляется от узлов, размещённых на плате Э.НЛ.0110.20.11 (см. Э.НЛ.0110.20 Э3, лист1). Функционально схема питания содержит два преобразователя, первый из которых выполнен на основе на микросхемы DA1, транзистора VT2 и трансформатора T2. Входное трехфазное напряжение с линейным значением 36 В подается на плату через разъем XP1. Это напряжение выпрямляется мостом VD1 ... VD6 и сглаживается конденсатором C1. Преобразователь выполнен по обратноходовой схеме. Его задачей является преобразование напряжения 50 В в напряжение 300 В и стабилизация последнего. Такое выполнение схемы обеспечивает накопление энергии в конденсаторах, установленных на плате Э.НЛ.0110.20.18, необходимое для сохранения работоспособности блока в течение 5 с после выключения питания. Микросхема DA1 использована в типовом включении, цепь обратной связи по напряжению образована делителем R5, R6, R7. Частота задающего генератора определяется цепочкой R9, C2.

Второй преобразователь платы Э.НЛ.0110.20.11 выполнен по обратноходовому принципу на микросхеме DA2, которая включает в себя силовой транзистор, шунт, задающий генератор, цепи стабилизации собственного питания, цепи запуска, схемы защиты по току, напряжению, температуре и превышению выходного напряжения. Частота преобразования фиксирована и составляет около 130 кГц. Рассматриваемый преобразователь преобразует выходное стабилизированное напряжение первого преобразователя в напряжения +15 В (2 канала) и +12 В, поступающие на выходной разъём платы XP3.

Для запуска преобразователя при включении питания применена цепь R11, R12, обеспечивающая его включение при достижении напряжения на входе значения 200 В. Элементы R13, R14, VD9, VD10, C6 обеспечивают ограничение выбросов напряжения на выводе 4 микросхемы DA2 (коллекторе встроенного силового транзистора). Отрицательная обратная связь по выходному напряжению+15 В выполнена с гальванической развязкой и собрана на элементах VU2, R23, R25, R26, DA3, C16, R27. Микросхема DA3 выполняет функции стабилитрона.

На элементах R2, R3, VD8, VT1, R10, R20, VU1 выполнена схема контроля входного напряжения. В случае подачи трех фаз оптрон VU1 открыт постоянно, в случае наличия двух фаз VU1 включается с частотой 100 Гц, а при пропадании входного напряжения оптрон VU1 выключается. Выходной сигнал оптрона VU1 PG обрабатывается микропроцессором DD1 ((см. Э.НЛ.0110.20 Э3, лист 2), который при пропадании одной или двух питающих фаз формирует CAN - сигнал о неисправности и система диагностики запрещает работу устройства, т. к. при неисправных блоках ограничения напряжения возможно повышение напряжения на звене постоянного тока до недопустимых значений, что может привести к выходу из строя дорогостоящих полупроводниковых элементов, образующих преобразователи главных приводов.

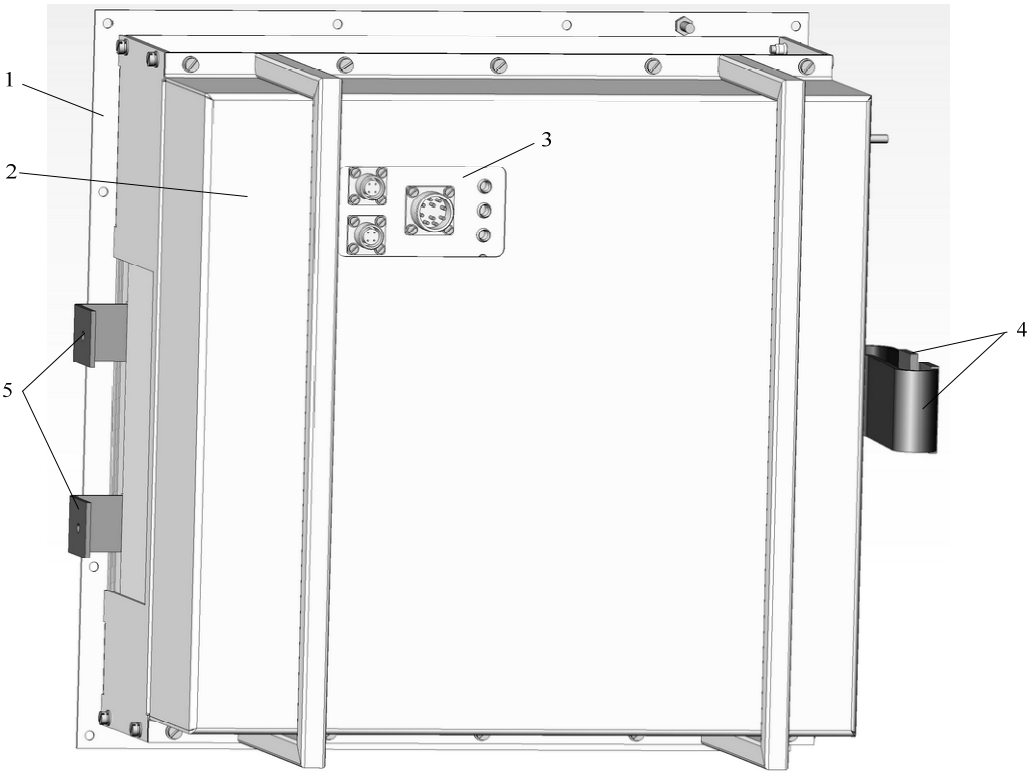
Элементы C10, VD11, VD12, R15, R18 образуют схему защиты от повышенного выходного напряжения. В случае обрыва или неисправности обратной связи на обмотке 2-9 трансформатора T1 возникает повышенное напряжение, которое превышает рабочее напряжение стабилитрона VD11 и поступает на микросхему DA2, которая при этом выключается. Повторное включение блока возможно только после выключения и повторного включения питания.

Силовая часть блока выполнена на транзисторно - диодных модулях VT1 и VT2 (см. Э.НЛ.0110.20 Э3, лист 3), сигналы управления которыми формируются специальной микросхемой драйвера, смонтированной на плате Э.НЛ.0110.20.13. Гальванически развязанный от силовых цепей датчик напряжения звена постоянного тока выполнен на плате Э.НЛ.0110.20.14.

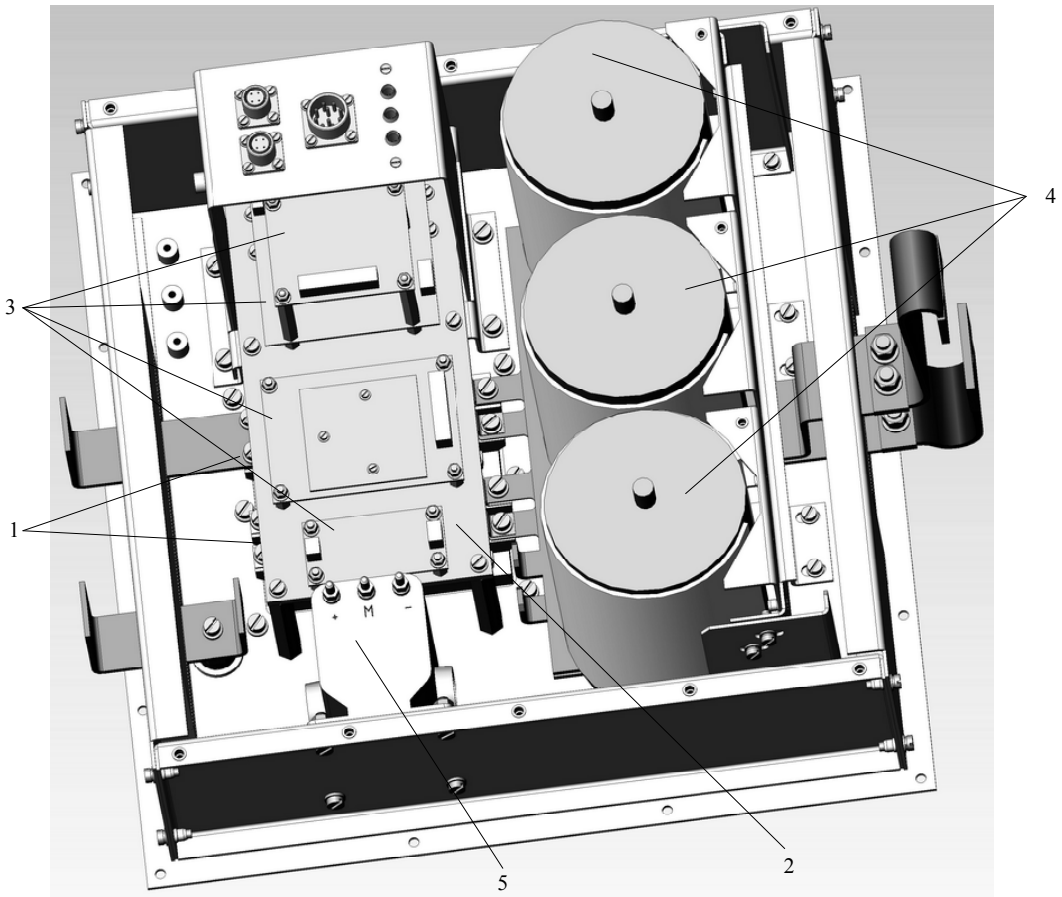
Внешний вид блока представлен на рисунке 2.2а. Все элементы блока смонтированы на панели 1 (см. рисунок 2.2а), которая, так же как и панель рассмотренного ранее силового модуля, устанавливается на переднюю панель внутреннего воздуховода шкафа так, что охладитель (на рисунках 2.2 не показан) оказывается в канале внутреннего воздуховода. Элементы блока защищены крышкой 2, с окном которой совмещается панель 3 с установленными на ней разъёмами XS1, XS2 и XP3 (см. Э.НЛ.0110.20 Э3, листы 1 и 2). Кроме разъёмов на панели 3 установлена плата Э.НЛ.0110.20.17 со светодиодами HL1 ... HL3, которые соответственно индицируют присутствие питания блока, работу блока в режиме ограничения напряжения и срабатывание внутренних защит блока. Подключение блока к шинам звена постоянного тока осуществляется гибкими шинами 4, к клеммам 5 подключаются кабели, соединяющие блок с балластными резисторами.

Внутреннее устройство блока поясняет рисунок 2.2б. Силовые модули 1 установлены на охладителе, закреплённом на панели блока (на рисунке охладитель не показан). На панели 2 установлены печатные платы 3. Конденсаторы 4 (C6 ... C8 по схеме Э.НЛ.0110.20), являющиеся составной частью ёмкости звена постоянного тока, закреплены на боковой стенке корпуса блока. Датчик тока 5 (U1 по схеме Э.НЛ.0110.20 Э3, лист 3) установлен на нижней стенке корпуса.

При установке блока в шкаф он закрепляется на передней панели воздуховода так, что охладитель размещается в воздушном канале, по которому прокачивается охлаждающий воздух.



а)



б)

Рисунок 2.2 – Внешний вид (а) и устройство (б) блока ограничения напряжения

2.3 Блок динамического торможения «БДТ» Э.НЛ.0110.32

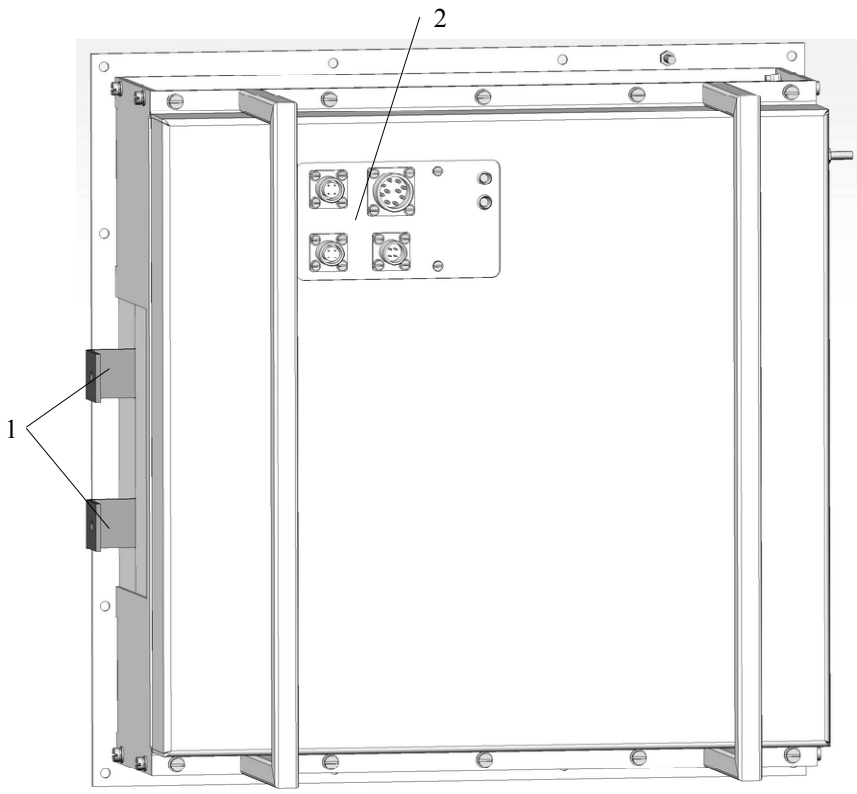
Блок динамического торможения предназначен для динамического торможения приводов подъёма и напора при их аварийных отключениях. Устройство и работа блока поясняются электрической принципиальной схемой Э.НЛ.0110.32 Э3 с соответствующим перечнем элементов.

Элементы, образующие управляющую часть блока, размещены на печатной плате А2. Управление работой блока осуществляется микропроцессором А2-DD1. При поступлении по CAN сети команды на динамическое торможение привода микропроцессор устанавливает низкий уровень на выводе 43, который через оптрон А2-VU1 и транзистор А2-VT1 закрывает твёрдотельное реле VU1 и выключает контактор КМ1. При этом в зависимости от полярности якорного напряжения открывается один из включённых встречно-параллельно тиристоров силового модуля VS1. Включение блока в якорную цепь привода было рассмотрено при описании функциональной схемы устройства (см. подраздел 1.4.4).

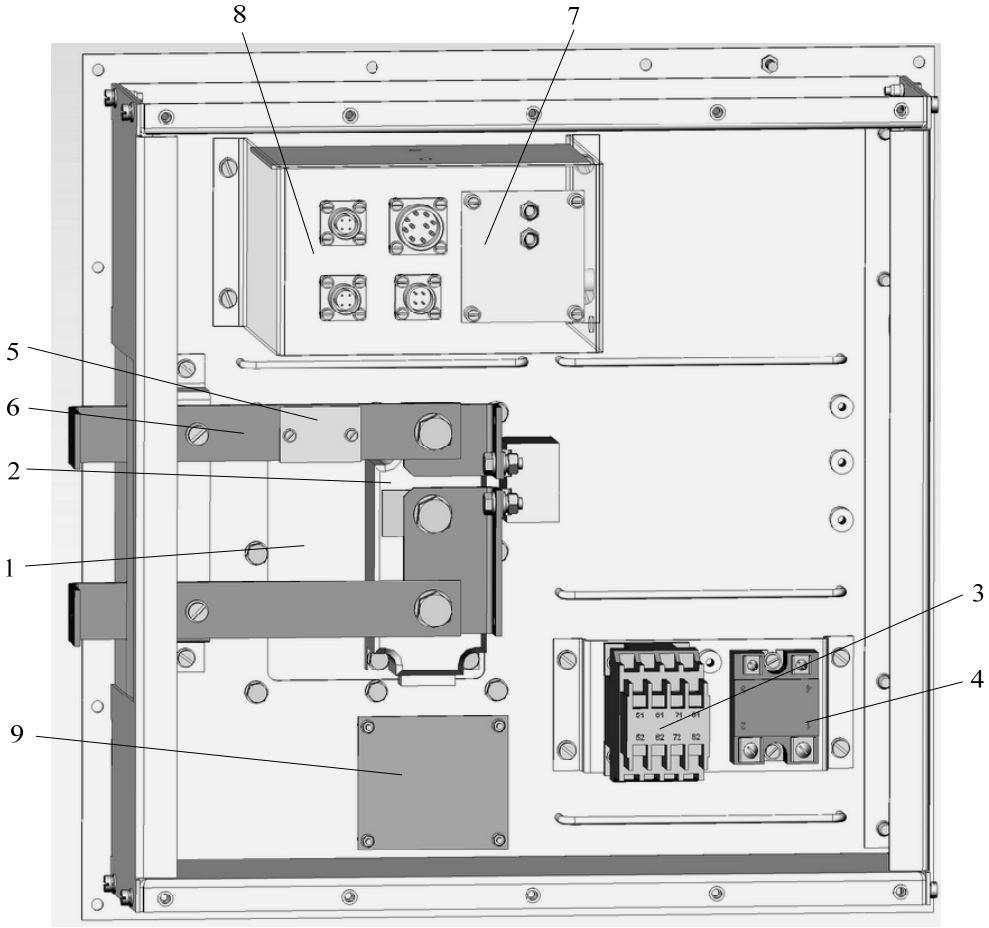
Узел измерения тока в цепи динамического торможения выполнен на плате А1. Основой схемы измерения тока является микросхема FHS40-P/SP600, которая по принципу работы является датчиком магнитного поля. Поскольку плата А1 закреплена на силовой шине блока, то выходной сигнал микросхемы пропорционален току, протекающему по шине. Этот сигнал через делитель А2-R12, R14 поступает на вход аналого - цифрового преобразователя микропроцессора А2-DD1.

Включение блока в CAN - сеть устройства обеспечивается через драйвер А2-DA3. Гальваническая изоляция цепей платы А2 от цепей CAN - сети осуществляется микросхемой DD3 и DC-DC преобразователем DA2.

Внешний вид блока показан на рисунке 2.3а. Включение блока в устройство осуществляется посредством силовых клеммников 1 и разъёмов, установленных на панели 2. Устройство блока поясняется рисунком 2.3б. На основании блока установлены охладитель 1, на котором закреплён силовой тиристорный модуль 2, контактор 3 и твёрдотельное реле 4. Плата А1 датчика тока 5 установлена на силовой шине 6. Плата А1 7 установлена на кронштейне, к которому крепится плата разъёмов 8. Плата А3 9 установлена на основании блока с помощью дистанционных втулок.



а)



б)

Рисунок 2.3 – Внешний вид (а) и устройство (б) блока динамического торможения

2.4 Выпрямитель Э.НЛ.0110.33

Выпрямитель Э.НЛ.0110.33 =A2≠AB18+AC2 (см. Э.НЛ.0110 Э3, лист 9) предназначен для питания стабилизаторов тока независимых обмоток возбуждения электродвигателей главных приводов и преобразователей приводов открывания днища ковша и кабельного барабана. Устройство и работа блока поясняется электрической принципиальной схемой Э.НЛ.0110.33Э3 с соответствующим перечнем элементов. На вход выпрямителя поступает трёхфазное переменное напряжение 220 В со вторичных обмоток трансформатора TV2 (см. Э.НЛ.0110 Э3, лист 2). Это напряжение выпрямляется выпрямителем, выполненным по мостовой схеме на диодных сборках VD1 ... VD3 (см. Э.НЛ.0110.33 Э3). Ограничение тока заряда конденсаторов фильтра, распределённых по блокам, установленным в шкафу =A2≠AB18, обеспечивается резисторами R1 ... R3. После выдержки времени, достаточной для заряда конденсаторов фильтра, центральный блок управления формирует CAN команду, по которой блок =A2≠AB19+AC9 (см. Э.НЛ.0110 Э3, лист 13) по цепям 421 - 423 включает твёрдотельное реле VU1 (см. Э.НЛ.0110.33 Э3), а оно, в свою очередь, включает контактор KM1, контакты которого шунтируют зарядные резисторы R1 ... R3.

Конструктивное устройство блока показано на рисунке 2.4

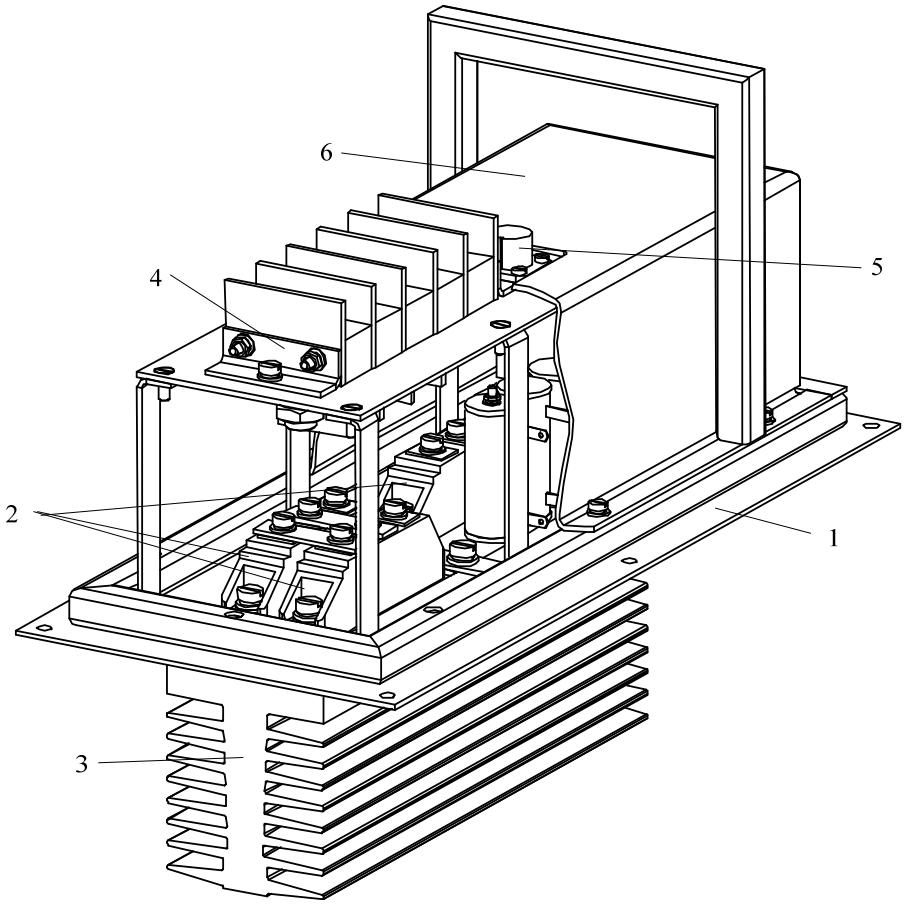


Рисунок 2.4 – Устройство выпрямителя

Основой блока является панель 1. Диодные сборки установлены на охладителе 3, который при установке блока в шкаф оказывается в потоке охлаждающего воздуха в воздуховоде 3 (см. рисунок 1.13). Подключение блока к схеме устройства осуществляется с помощью клеммника 4 и разъёма 5, размещённых в окне крышки 6.

2.5 Преобразователь привода открывания днища ковша и привода кабельного барабана «ПОД» Э.НЛ.0110.23

Преобразователи =A2≠AB18+AC10 (см. Э.НЛ.0110 Э3, лист 10) используется для управления электродвигателем M4 привода открывания днища ковша. Алгоритмы работы привода описаны в подразделе 1.4.4 настоящего РЭ. Как уже отмечалось, блок включен в CAN сеть устройства, по которой получает команды на работу в режимах подмотки троса или выдёргивания засова.

Блок устанавливается в шкаф возбуждения =A2≠AB18 и получает питание силовых цепей от общего для шкафа звена постоянного тока цепей возбуждения с напряжением около 300 В, реализованного выпрямителем =A2≠AB18+AC12 (см. подраздел 2.4) с ёмкостным фильтром, суммарная ёмкость которого образована распределёнными по блокам конденсаторами.

Устройство и работа преобразователя поясняются электрической принципиальной схемой Э.НЛ.0110.23 Э3. Управление работой блока осуществляется платой Э.НЛ.0110.23.16 (см. Э.НЛ.0110.23 Э3, лист 1), которая по устройству и работе аналогична плате Э.НЛ.0110.20.12 (см. подраздел 2.2 настоящего РЭ) и отличается от неё только отсутствием разъёма XP7, на который в блоке ограничения напряжения выведены сигналы светодиодов, поэтому описание устройства и работы этой платы здесь не повторяется.

Питание платы осуществляется стабилизированным источником, расположенным на плате Э.НЛ.0110.23.15, на которой установлены мостовой трёхфазный выпрямитель на диодах VD1 ... VD6 с ёмкостным фильтром и DC-DC преобразователь DA1, обеспечивающий выходные стабилизированные напряжения ± 15 В. Дополнительный стабилизатор DA2 формирует стабилизированное напряжения + 12 В.

Силовая часть блока выполнена по мостовой схеме на транзисторно - диодных сборках VT1 и VT2 (см. Э.НЛ.0110.23 Э3, лист 1). Якорь приводного электродвигателя включается в диагональ моста клеммами +ARM и -ARM клеммника XT4. Формирование сигналов управления IGBT модулями производится специализированными драйверами DA1, установленными на платах A3 и A4. Эти платы различаются между собой положением перемычек и тем, что на плате A4 установлена микросхема таймера DD1, на котором выполнен преобразователь сопротивление - частота в цепи измерения температуры охладителя модуля VT2.

На плате А5 выполнен гальванически изолированный от силовых цепей датчик напряжения на звене постоянного тока цепей

Конструктивное устройство блока показано на рисунке 2.5.

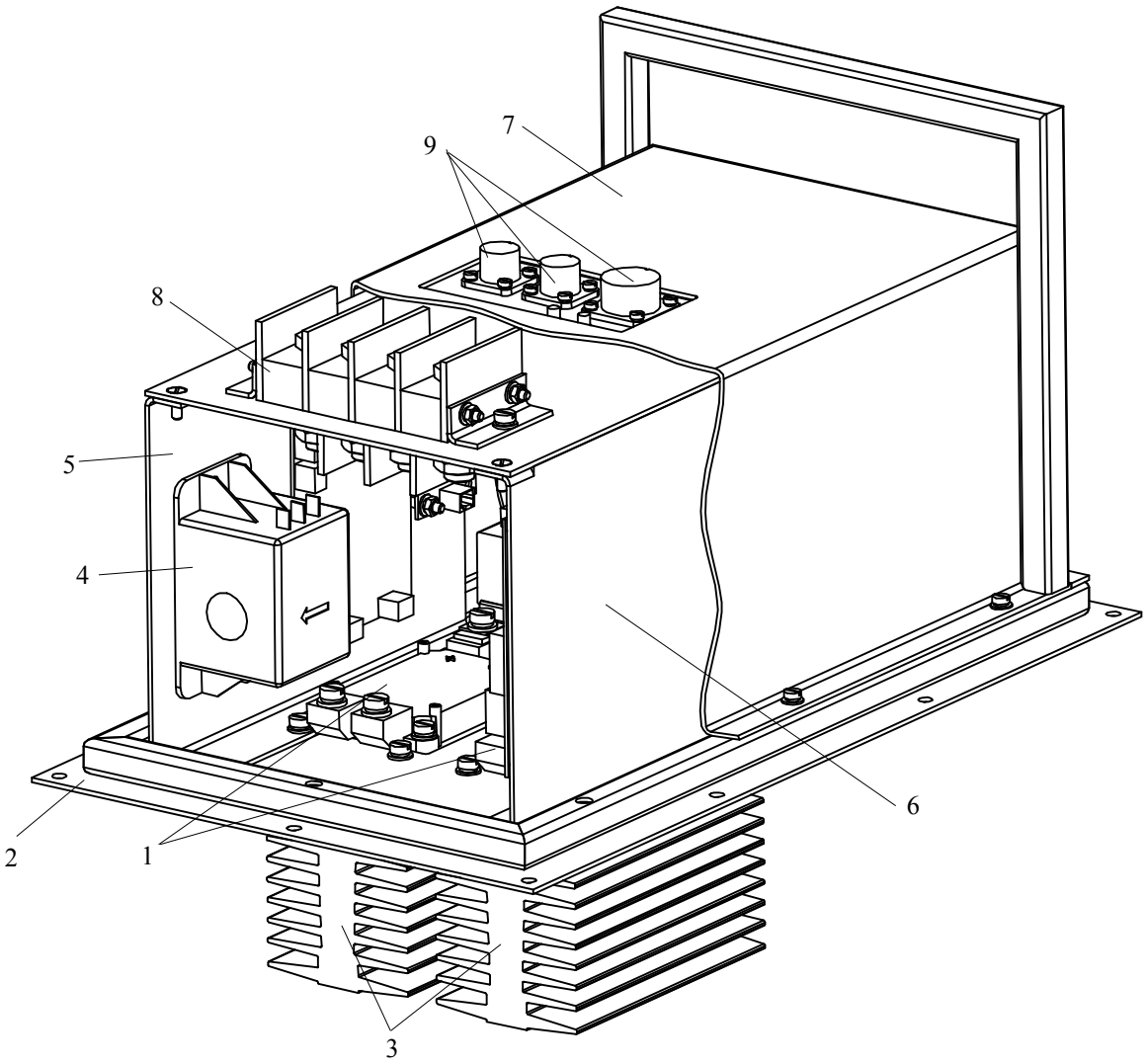


Рисунок 2.5 – Устройство преобразователя привода открывания днища ковша

Силовые модули 1 установлены на охладителях 2, которые закреплены на панели 3. являющейся основой блока. При установке блока в шкаф охладители размещаются в потоке охлаждающего воздуха, нагнетаемого во внутренний воздуховод шкафа. Датчик тока 4 (U1 по схеме Э.НЛ.0110.23 Э3) и печатные платы установлены на боковых кронштейнах 5 и 6. Согласующие платы А6, А7 установлены непосредственно на силовых модулях.

2.6 Стабилизатор тока возбуждения «СТВ» Э.НЛ.0110.24

Блоки Э.НЛ.0110.24 =A2≠AB18+AC1, =A2≠AB18+AC3, =A2≠AB18+AC5, и =A2≠AB18+AC7, установленные в шкафу =A2≠AB18 (см. Э.НЛ.0110 Э3, листы 9, 10), осуществляет стабилизацию тока независимых обмоток возбуждения электродвигателей главных приводов. Каждый блок обеспечивает стабилизацию тока либо в обмотке возбуждения одного электродвигателя, либо в двух соединённых последовательно обмотках однотипных двигателей. Уставка тока возбуждения, который стабилизирует блок, задаётся по CAN сети, что обеспечивает взаимозаменяемость однотипных блоков в приводах с разными токами возбуждения. Числовые значения уставок и, соответственно, токов возбуждения устанавливаются при настройке устройства вводом параметров (см. подраздел 4.3 настоящего РЭ). Для приводов напора поворота и хода эти уставки в процессе работы устройства остаются постоянными, а для привода подъёма, в котором, как уже отмечалось, при опускании ковша используется режим ослабления поля, уставка тока возбуждения изменяется в зависимости от направления движения.

Принцип действия и устройство блока (см. Э.НЛ.0110.24 Э3) в основном аналогичны рассмотренному выше преобразователю привода открывания днища. Отличия заключаются в использовании нереверсивной силовой части. В блоке применены платы Э.НЛ.0110.23.16 и Э.НЛ.0110.24.15, работа которых была описана ранее.

Для управления силовым транзисторно - диодным модулем VT2 (см. Э.НЛ.0110.24 Э3, лист 2) используется микросхема драйвера DA2, которая обеспечивает формирование необходимых параметров управляющих сигналов, гальваническую изоляцию цепей управления от силовых цепей и защиту силового модуля при коротком замыкании на выходе блока, которая работает следующим образом. В случае возникновения короткого замыкания на выходе блока транзистор модуля выходит из режима насыщения, что сопровождается повышением напряжения между его коллектором и эмиттером. При увеличении этого напряжения драйвер DA1 закрывает транзистор и устанавливает на своём выводе FAULT логическое напряжение низкого уровня, что приводит к закрыванию транзистора VT1 и появлению на контакте 9 разъёма XP1 сигнала высокого уровня, по которому микропроцессор DD1 снимает управление силовым блоком и формирует CAN сигнал с кодом сработавшей защиты.

Датчиком выходного тока является датчик типа LEM U1. Для контроля напряжения на звене постоянного тока в шкафу возбуждения на плате Э.НЛ.0110.23.11 установлены элементы VU1, DA4, DA5, DA6 (см. Э.НЛ.0110.24 Э3, лист 2). Напряжение звена постоянного тока через делитель R11 ... R15 поступает на микросхему VU1, которая представляет собой аналоговый, гальванически изолирующий оптический преобразователь напряжения. Выходной дифференциальный сигнал, пропорциональный напряжению на звене постоянного тока цепей возбуждения, усиливается и преобразуется операционным усилителем DA5 и поступает на вход АЦП микропроцессора DD1 (см. Э.НЛ.0110.24 Э3, лист 1).

Контроль температуры охладителя силового модуля обеспечивается датчиком температуры ВК, смонтированный таким образом, что обеспечивается контакт его корпуса с поверхностью охладителя. Выходное напряжение датчика, пропорциональное температуре охладителя, поступает на один из входов АЦП микропроцессора и обрабатывается локальной программой блока.

Конструктивное выполнение блока (см. рисунок 2.6) аналогично конструкции преобразователя привода открывания днища, поэтому подробно не описывается.

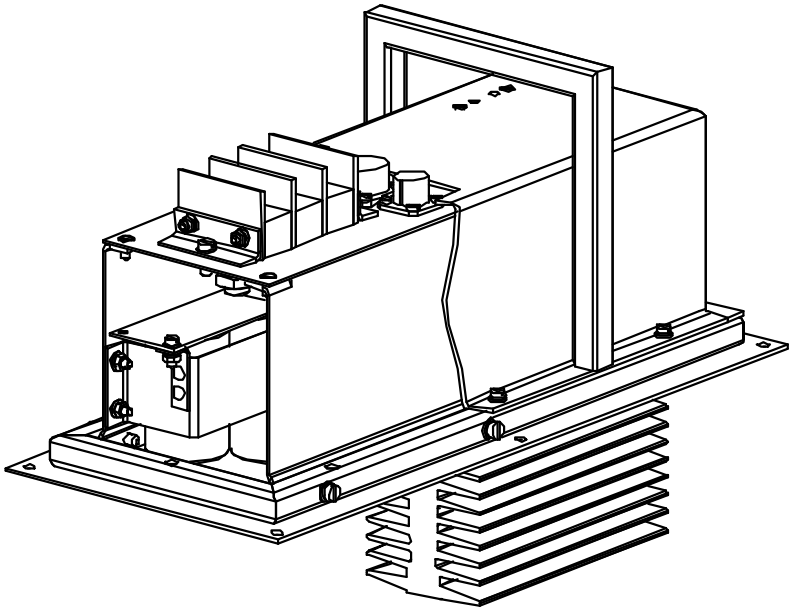


Рисунок 2.6 – Устройство стабилизатора тока возбуждения

2.7 Блок входов - выходов 24 «БВВ 24» Э.НЛ.0110.36

Блок предназначен для преобразования восьми входных дискретных сигналов постоянного тока напряжением 24 В в CAN - сигналы и обратного преобразования CAN - сигналов в восемь дискретных выходных сигналов с напряжением постоянного тока 24 В. Устройство и работа блока поясняется электрической принципиальной схемой Э.НЛ.0110.36 Э3.

Основным элементом платы Э.НЛ.0110.36.11 является микропроцессор DD1. Его программа управления обрабатывает данные, поступающие на входные порты, а также выводит данные, поступившие через CAN сеть на выход. Тактовая частота 16 МГц формируется керамическим резонатором BQ1.

Входные сигналы поступают на разъем платы XP1. Резисторы R19-R26 ограничивают ток через светодиоды оптронов VU1 ... VU8. Резисторы R1, R3, R4, R5, R9, R10, R15, R16 и стабилитрон VD2 формируют пороговое напряжение, при котором оптроны VU1 ... VU8 переходят в проводящее состояние. Выходные сигналы оптронов поступают на выводы микропроцессора DD1.

Выходные сигналы гальванически изолированы от микропроцессора DD1 с помощью оптронов VU11 ... VU18. Сигналы оптронов усиливается ключами на транзисторах VT1 ... VT8. Резисторы R68, R70, R72, R74, R76, R78, R80, R82 ограничивают выходной ток ключей. Выходные сигналы поступают на разъем платы XP7 и далее на разъём блока XP4.

Состояния входных сигналов индицируются светодиодами HL3 ... HL10, а состояния выходов блока – светодиодами HL12 ... HL19. Для уменьшения количества используемых для индикации выводов микропроцессора используется мультиплексирование. Порты микропроцессора PC0 ... PC7 используются для поочередной коммутации двух групп светодиодов HL3 ... HL10 и HL12 ... HL19. Выбор группы производится сигналами портов PG0 и PG1. микропроцессора DD1, которые усилены транзисторами VT10 и VT11.

Связь по сети CAN осуществляется с помощью драйвера DA1. DC-DC преобразователь DA3 и оптроны VU9 и VU10 обеспечивают гальваническую изоляцию микропроцессора от сети CAN. Адрес блока устанавливается перемычками между контактами разъёма XP3, установленными в его ответной (кабельной) части, т. е. определяется местом установки блока.

Состояния дискретных входных сигналов, поступающих на входы INP1 ... INP8, обрабатываются микропроцессором DD1 и передаются по сети CAN в систему управления. При обратном преобразовании сигналов команды, поступающие по сети CAN, обрабатываются микропроцессором DD1, который открывает один или несколько транзисторных ключей, выполненных на оптронах VU11 ... VU19 и транзисторах VT1 ... VT9, формируя тем самым требуемые сигналы OUT1 ... OUT8 на разъёме XP4 блока.

Питание элементов электрической схемы блока обеспечивают микросхемы DA2, DA3. Программирование микропроцессора DD1 при изготовлении блока или его ремонте осуществляется через разъём XP2. Светодиод HL11 индицирует наличие на плате напряжения +5В. Светодиод HL1 индицирует работу микропроцессора, светодиод HL2 предназначен для вывода номера неисправности с помощью “блинк кода”.

Устройство блока поясняется рисунком 2.7. Печатная плата 1 установлена на передней панели корпуса 2 таким образом, что светодиоды HL1 ... HL10, HL12 ... HL19, установленные на плате со стороны монтажа, совмещаются с отверстиями светодиодной арматуры 3, установленной на передней панели блока. Корпус блока крепится к кронштейну 4, который устанавливается на панель шкафа.

Соединение блока со схемой шкафа осуществляется при помощи разъёмов 5, установленных на нижней стенке корпуса.

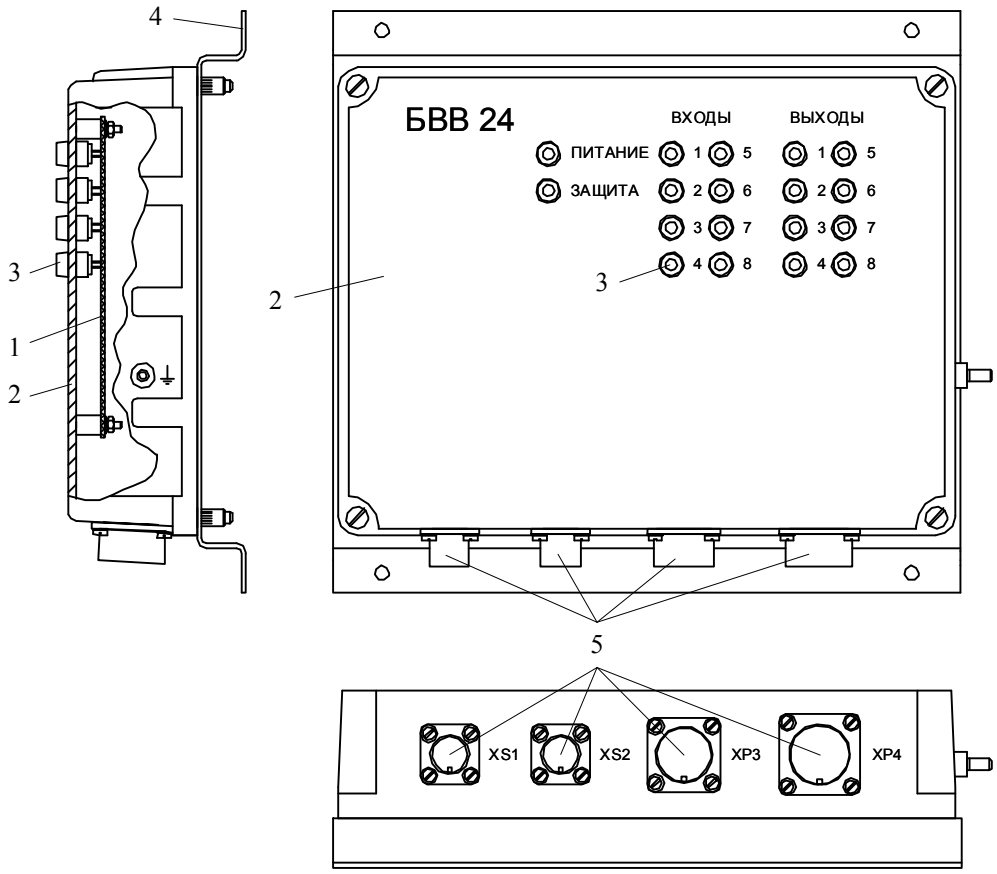


Рисунок 2.7 – Устройство блока входов - выходов БВВ 24

2.8 Блок входов 110 «БВ 110» Э.НЛ.0110.37

Блок предназначен для преобразования двенадцати входных дискретных сигналов постоянного тока напряжением 110 В в CAN - сигналы. Устройство и работа блока поясняется электрической принципиальной схемой Э.НЛ.0110.37 Э3.

Основу блока составляет микропроцессор DD1, установленный на плате А1 Э.НЛ.0110.37.11. Входные сигналы, поступающие на разъёмы XP1 и XP2 платы, через делители и оптроны VU1 ... VU12 подаются на входы микропроцессора. Параметры входных цепей выбраны такими, что напряжения выше (60 ±10) В распознаются как активные уровни.

Состояния входных сигналов обрабатываются микропроцессором DD1, который формирует соответствующую посылку в CAN сеть устройства. Кроме того, он индицирует текущее состояние входных сигналов с помощью светодиодов HL3 - HL14, установленных на лицевой панели блока. Для уменьшения количества используемых для индикации портов микропроцессора используется мультиплексирование. Порты микропроцессора PA0 ... PA5 используются для поочередной индикации двух групп светодиодов: HL3 ... HL8 и HL9 ... HL14. Выбор группы производится сигналами портами PA6 и PA7 микропроцессора.

Связь по сети CAN осуществляется с помощью драйвера DA3. DC - DC преобразователь DA1 и оптроны VU13 и VU14 обеспечивают гальваническую изоляцию микропроцессо-

ра от сети CAN. Установка адреса блока производится, как и в других блоках устройства, перемычками, расположенными в кабельной части разъёма питания XP3. Питание элементов схемы блока производится DC - DC преобразователями DA1 и DA2.

Конструкцию блока иллюстрирует рисунок 2.8. Его устройство аналогично рассмотренному выше устройству блока БВВ 24 и подробно не описывается.

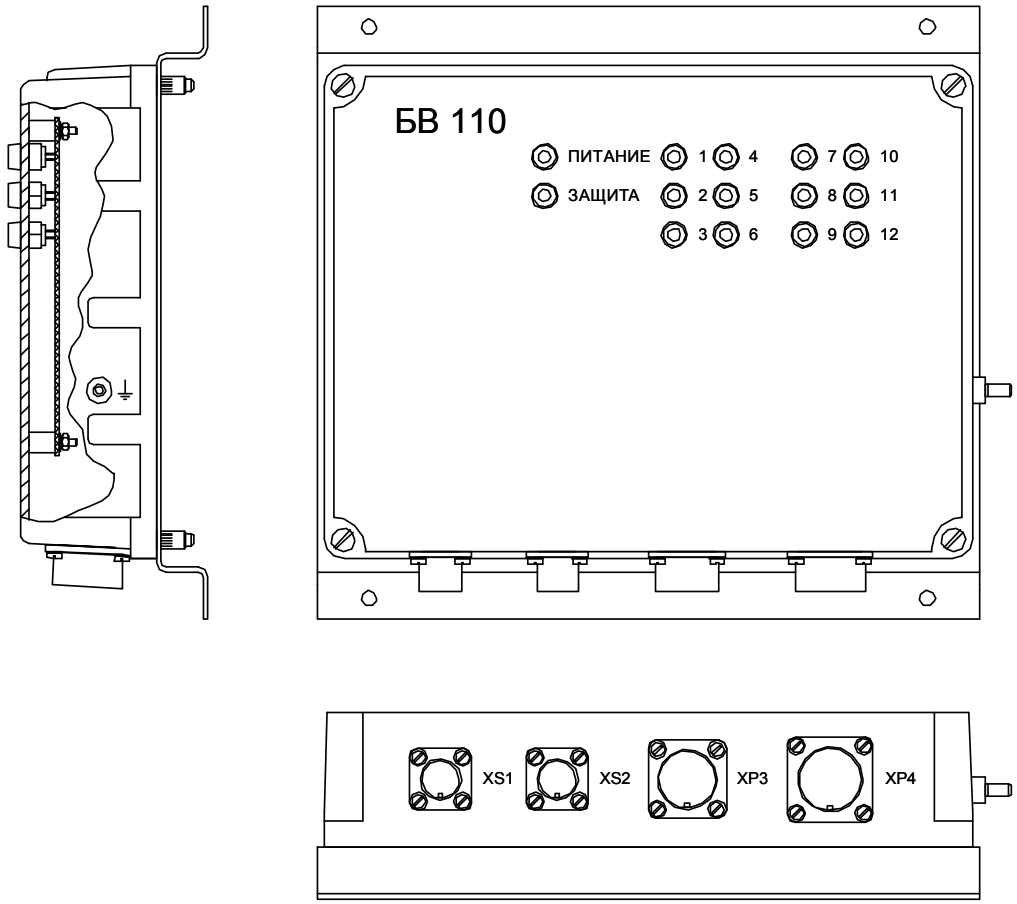


Рисунок 2.8 – Устройство блока входов БВ 110

2.9 Блок выходов 110 «БВХ 110» Э.НЛ.0110.34

Блок предназначен для формирования восьми дискретных управляющих сигналов с выходным напряжением постоянного тока уровнем 110 В. Максимальное значение тока нагрузки каждого из выходов составляет 1 А.

Работа блока поясняется принципиальной схемой Э.НЛ.0110.34 Э3. Элементы блока размещены на двух печатных платах Э.НЛ.0110.34.11 (А1) и Э.НЛ.0110.34.12 (А2). Основу блока составляет микропроцессор DD1, который по CAN командам формирует сигналы, открывающие ключи, выполненные на полевых транзисторах VT1 ... VT8. Согласование сигналов и гальваническая изоляция цепей управления от силовых цепей обеспечивается оптронами VU3 ... VU10 и драйверами DA5 ... DA12.

Для защиты выходных ключей от превышения тока (например, при коротком замыкании на выходе) последовательно с нагрузкой включены резисторы R71 ... R78, падения напряжения на которых контролируются микросхемами драйверов. При превышении напряжения между выводами 5 - 6 драйверов уровня 250 мВ они закрывают полевые транзисторы ключей и формируют на выводах 3 логические сигналы ошибки, которые через микросхемы DD2, DD3 и оптроны VU11 ... VU18 подаются на входы микропроцессора. В этом случае микропроцессор формирует и посылает в CAN сеть устройства посылку с информацией о неисправности соответствующей цепи.

Питание элементов схемы обеспечивают DC - DC преобразователи DA1 ... DA3. Связь микропроцессора с CAN сетью производится с помощью драйвера DA4 и оптронов VU1, VU2. Задание адреса блока обеспечивается перемычками в кабельной части разъёма XP3 аналогично рассмотренным выше блокам. Индикация состояния выходных сигналов производится светодиодами, расположенными на плате A2.

Конструктивное устройство блока поясняет рисунок 2.9.

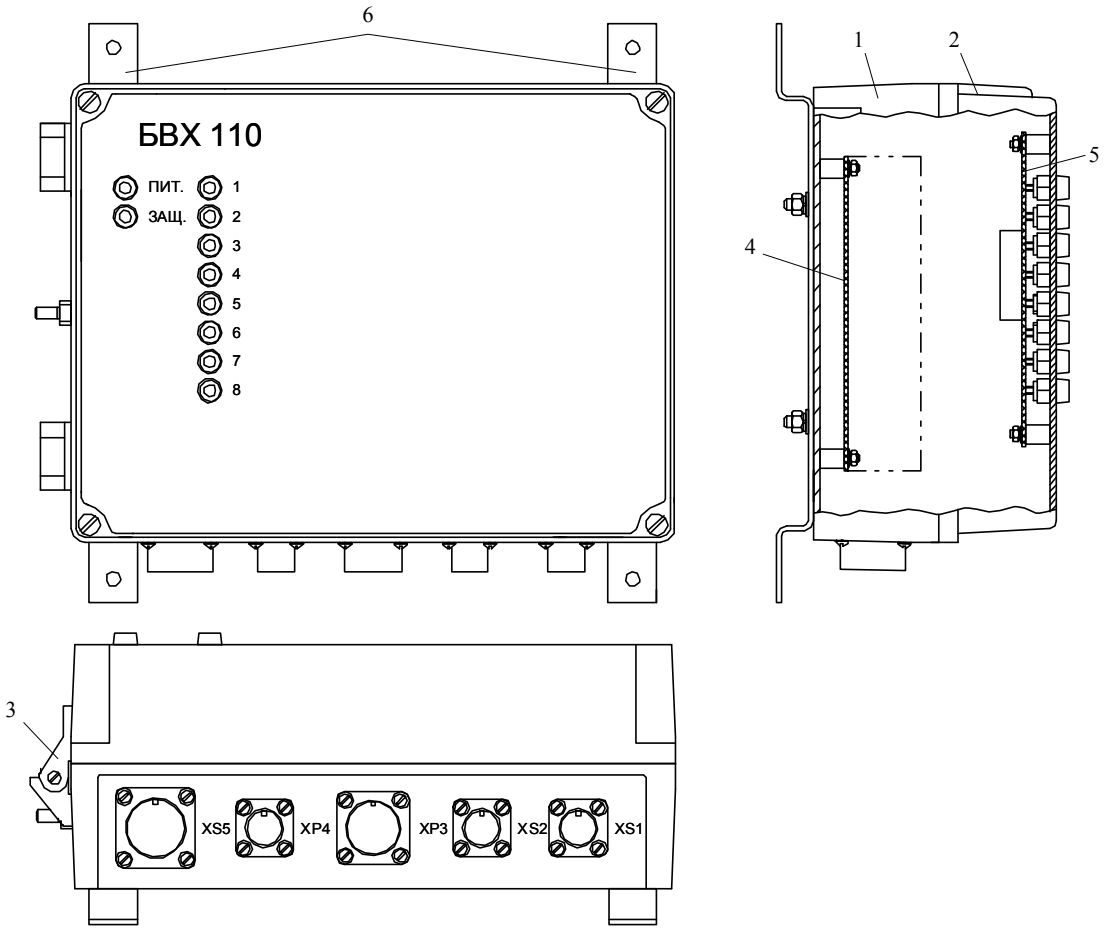


Рисунок 2.9 – Устройство блока выходов БВХ 110

Элементы и узлы блока размещены в корпусе, состоящем из нижней 1 и верхней 2 частей, соединённых шарнирными петлями 3. Основная плата A1 4 установлена в нижней части корпуса, а плата светодиодов 5 закреплена к верхней части так, что светодиоды со-

вмещаются с отверстиями арматуры, установленной на лицевой панели. Крепление блока к панели шкафа обеспечивают кронштейны 6.

2.10 Блок входов 380 «БВ 380» Э.НЛ.0110.38

Блок предназначен для преобразования двадцати восьми дискретных сигналов переменного тока напряжением 380 В и передачи соответствующих посылок в CAN сеть устройства.

Работа блока поясняется принципиальной электрической схемой Э.НЛ.0110.38 Э3. Блок выполнен на трёх печатных платах, основной из которых является плата управления Э.НЛ.0110.38.11 (А3). На этой плате установлен микропроцессор DD1, который осуществляет обработку входных сигналов, передачу информации об их присутствии в CAN сеть и коммутирует соответствующие светодиоды. Светодиодная индикация построена по динамическому принципу, для чего светодиоды объединены в четыре группы, коммутируемые транзисторами VT6 ... VT9. На микросхеме DA3 собран драйвер CAN шины, которая гальванически изолирована от схемы блока с помощью оптронов VU1, VU2 и DC-DC преобразователя, выполненного на микросхеме DA2.

Гальваническая изоляция цепей питания платы от общей шины питания цепей управления устройства обеспечивается DC-DC преобразователем, выполненным на элементах DA1, VT4, VT5, T1, VD3 ... VD6. На микросхеме DA4 построен импульсный стабилизатор питания + 5 В, обеспечивающий питание элементов принципиальной схемы, соединенных с микропроцессором.

Каждая из двух плат входов А1 и А2 содержит одинаковые схемы преобразования уровня входных сигналов и их гальванической развязки, поэтому далее описана схема одного канала. Входное напряжение поступает на контакты 1 и 5(6) разъема XP1. Далее оно через гасящий конденсатор С1, который при частоте входного напряжения 50 Гц представляет собой реактивное сопротивление, величиной около 10 кОм, и параллельно соединенные резисторы R2, R4, ограничивающие бросок зарядного тока конденсатора С1, поступает на стабилитрон VD2. Для гальванической изоляции входных напряжений блока от платы управления используется оптрон VU1. Сопротивления резисторов R3, R5 и напряжение стабилизации стабилитрона VD1 выбраны такими, чтобы оптрон включался при переменном напряжении на входе блока, превышающем 200 В. Для разряда конденсатора С1 при отсутствии входного напряжения служит резистор R1.

На плате входов Э.НЛ.0079.08.02 (А1) смонтированы четыре группы, по четыре канала, описанных выше. На плате Э.НЛ.0079.08.02 (А2) собраны три аналогичных группы. Эмиттеры выходных транзисторов оптронов каждых двух групп соединены между собой и подключаются через перемычки, устанавливаемые при настройке, к сигналам опроса плат входов S1 ... S3. Сигналы опроса состояния входов формируются микропроцессором платы

управления через транзисторы А3-VT10 ... VT13. При открывании одного из этих транзисторов эмиттеры оптронов подключаются к общему проводу схемы. При этом в случае присутствия входного напряжения обеспечивается формирование сигнала на выходе оптрона в виде последовательности прямоугольных импульсов.

Устройство блока показано на рисунке 2.10.

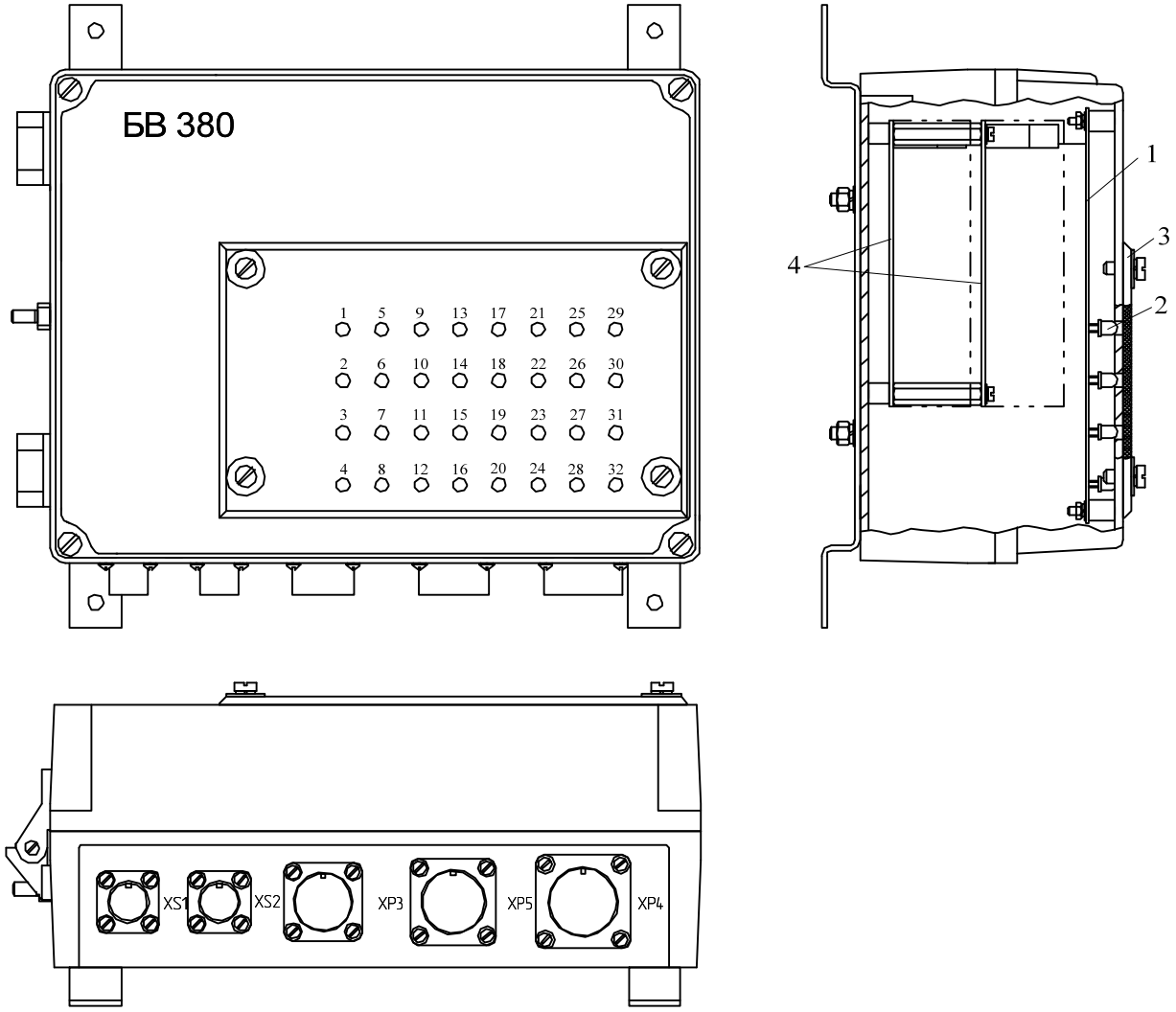


Рисунок 2.10 – Устройство блока входов БВ 380

Конструктивно блок выполнен в корпусе, аналогичном блоку БВХ 110, описанному выше. Плата управления А3 установлена в верхней части корпуса, так что светодиоды 2 совмещаются с отверстиями в передней панели. Для защиты от проникновения пыли отверстия для светодиодов закрыты прозрачной панелью 3. В нижней части корпуса установлены платы входов 4. В остальном конструкция блока аналогична конструкции БВХ 110.

2.11 Блок управления инвертором «БУИ» Э.НЛ.0110.39

Блок предназначен для управления восемью силовыми модулями реверсивных выпрямителей и преобразователей главных приводов. Большинство элементов блока (см. Э.НЛ.0110.39 Э3) размещено на основной плате А2. На дополнительной плате, которая с помощью неразъёмных соединителей XP1 ... XP4, соединена с основной платой, установлен микропроцессор DD1, который формирует широтно - модулируемые сигналы PWM1 ... PWM6, управляющие транзисторами силовых модулей. Эти сигналы через микросхемы гальванической изоляции DD5 ... DD7 и драйверы DA18 ... DA20 поступают на выходные разъёмы блока XS5, XS6.

Сигналы датчиков тока силовых модулей через аналоговые оптические изоляторы VU1 ... VU4 и нормирующие усилители DA5 ... DA8 поступают на входы аналого - цифровых преобразователей микропроцессора DD1. Сигналы обратных связей по напряжению якорной цепи ± UFB и напряжению на звене постоянного тока устройства ± DC (см. также Э.НЛ.0110 Э3, листы 4 ... 8) вводятся в блок через разъём XP4. Напряжение ± DC через делитель R60, R61, R64, R65, R71 поступает на аналоговый оптоизолятор VU5 и далее через усилитель DA16 и делитель на вход АЦП микропроцессора DD1. Питание узла осуществляется с помощью DC - DC преобразователя DA10. Схема защиты от превышения напряжения на звене постоянного тока включает в себя компаратор DA12 и оптрон VU7, выходной сигнал которого подается на один из входов микропроцессора DD1.

Измерение и преобразование напряжения якорной цепи главного привода осуществляется по аналогичной схеме делителем R62, R63, R66, R67, R72, оптроном VU7 и усилителем DA17. Питание цепей преобразования обеспечивается DC - DC преобразователем DA11.

Связь блока по сети CAN осуществляется через оптоизолятор DD8 и драйвер DA15. Питание цепей, гальванически соединённых с CAN сетью, осуществляется от DC - DC преобразователя DA13.

Для обработки дополнительных сигналов служит микропроцессор DD4. Сигналы о температуре модулей TEMP1 ... TEMP1 нормируются делителями и измеряются АЦП микропроцессора DD4. Сигналы защит, по току ERR1 ... ERR4 и по перегреву OVHT1 ... OVHT4 нормируются соответствующими делителями и поступают на микропроцессор DD4 и логические микросхемы DD1 и DD3. Микросхемы DD1 и DD3 формируют на выходе элемента DD3.2 общий сигнал защиты, который является результатом логической операции ИЛИ, в результате которой при появлении любого из сигналов ERR1 ... ERR4, OVHT1 ... OVHT4 на выходе элемента DD3.2 формируют логический сигнал низкого уровня. Этот сигнал через цепь гальванической изоляции (микросхема DD2) поступает на микропроцессор DD1. Значения температур охладителей, сигналов защит по току ERR1 ... ERR4, по перегреву OVHT1 ... OVHT4 и состояния адресных перемычек ADR1 ... ADR4 передаются от микропроцессора

DD4 по последовательному каналу связи через цепь гальванической изоляции DD2 на микропроцессор DD1.

Программирование микропроцессора DD4 осуществляется через разъём XP5. Индикация режимов работы блока осуществляется светодиодами HL2 ... HL7. Сигналы для включения светодиодов буферизируются микросхемой DD9.

Устройство блока не имеет особенностей и показано на рисунке 2.11.

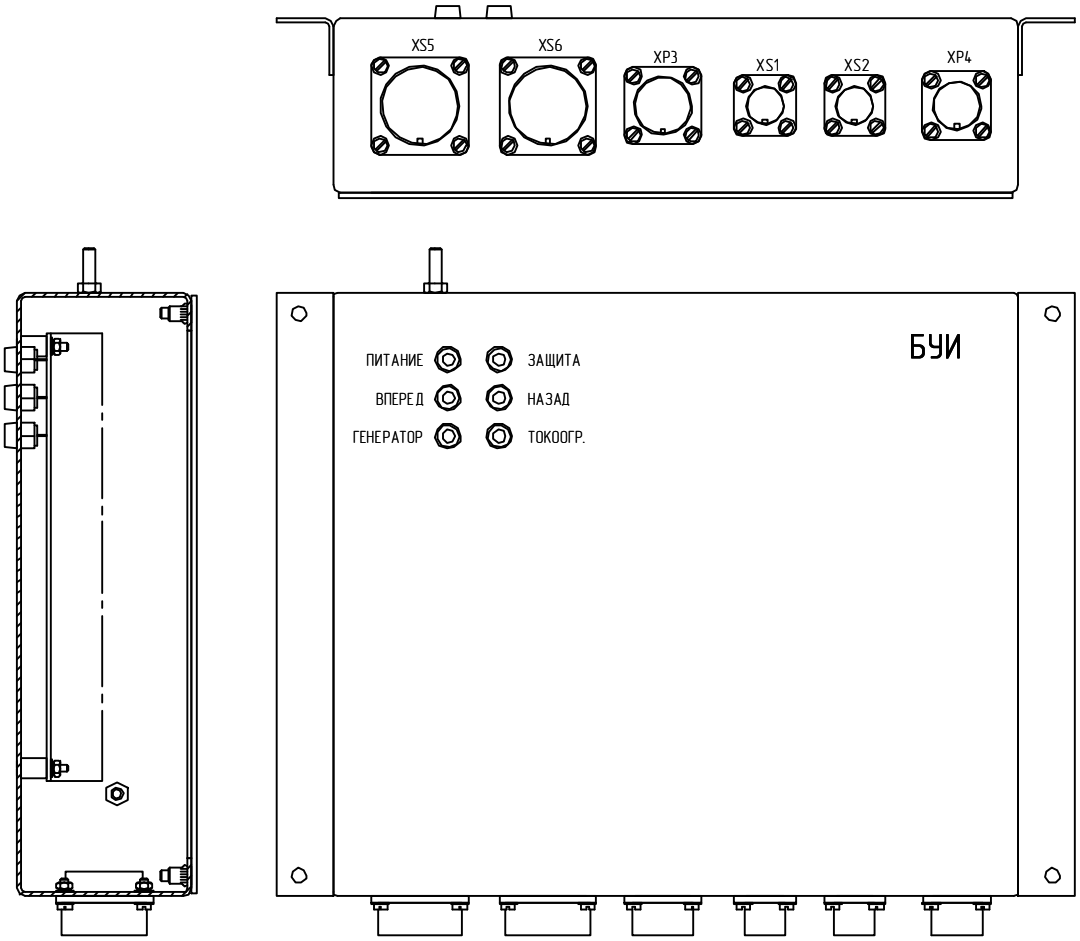


Рисунок 2.11 – Устройство блока управления инвертором

2.12 Кресло - пульт Э.НЛ.0110.17

Общее устройство кресла - пульта было описано в подразделе 1.4.11 (см. рисунки 1.19 и 1.20) настоящего РЭ. Здесь рассматривается устройство консолей и основания кресла - пульта.

2.12.1 Консоли и основание кресла - пульта

В левой консоли кресла - пульта установлены (см. Э.НЛ.0110 Э3, лист 14) контроллер управления приводом напора, приводом открывания днища и сигналом, кнопка «Аварийный стоп» SB1, кнопки управления главными приводами SB2 ... SB5 и блок входов - выходов кресла (БВВК) (см. Э.НЛ.0110.22 Э3).

Устройство левой консоли показано на рисунке 2.12.

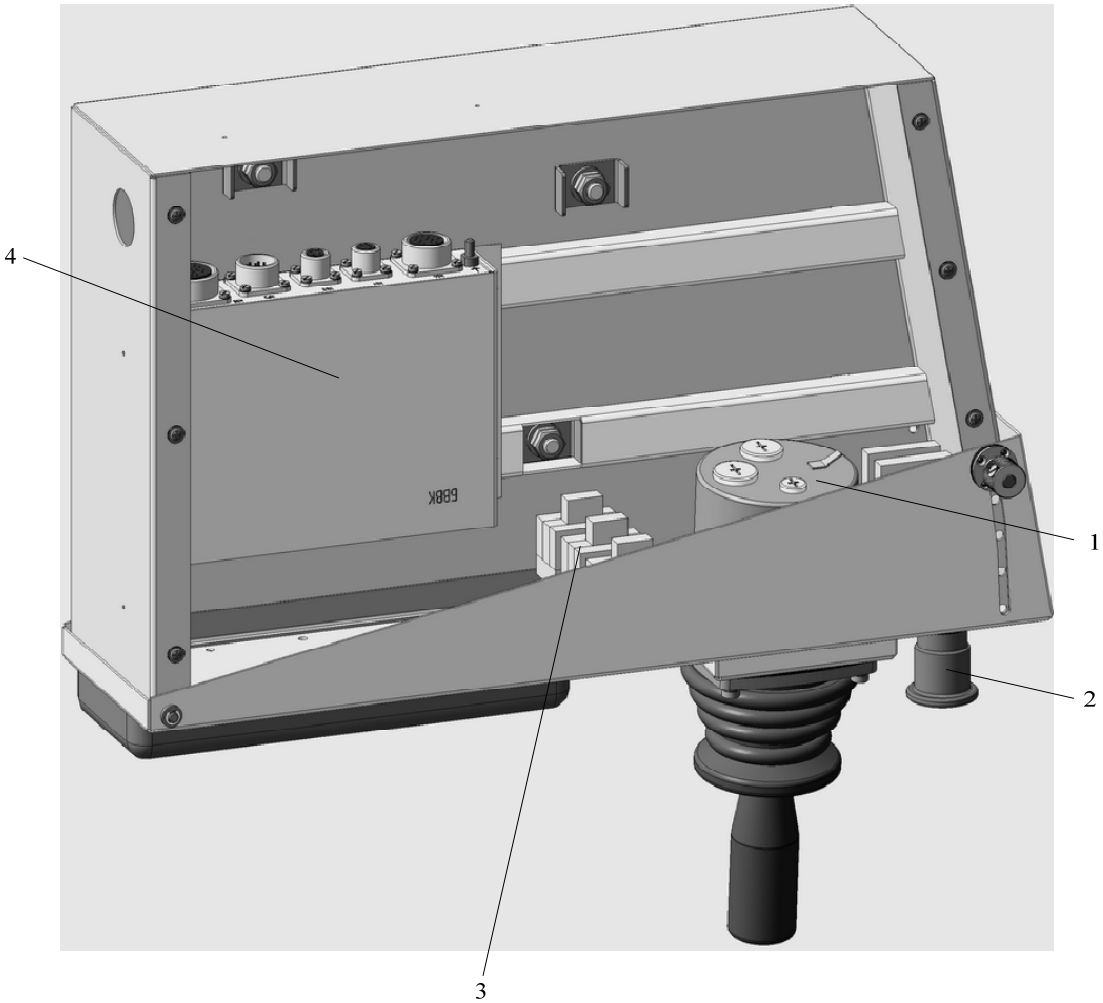


Рисунок 2.12 – Устройство левой консоли кресла - пульта

На верхней панели левой консоли (см. также рисунок 1.20а) установлены командо-контроллер 1, кнопка «Аварийный стоп» 2 и кнопки включения главных электроприводов 3. Блок входов - выходов 4 (АС2 по схеме Э.НЛ.0110 Э3, лист 14) установлен внутри консоли.

Устройство правой консоли показано на рисунке 2.13. На её верхней панели (см. также рисунок 1.20а и схему Э.НЛ.0110 Э3, лист 15) установлены командоконтроллер 1 и кнопки 2 SB6 включения - выключения системы, SB7 включения - выключения вентиляции кузова, SB8 включения - выключения режима хода. В корпусе правой консоли установлены блок входов - выходов 3, центральный блок управления 4 и динамик голосовых сообщений системы диагностики.

В основании кресла пульта (см. рисунок 2.14) установлен блок питания АС3 (см. Э.НЛ.0110 Э3, лист 14), клеммник 2 и твёрдотельное реле 3 (XT1 и VU1 соответственно по схеме Э.НЛ.0110 Э3). На боковой стенке основания установлены разъёмы 4, с помощью которых кресло - пульт включается в схему устройства.

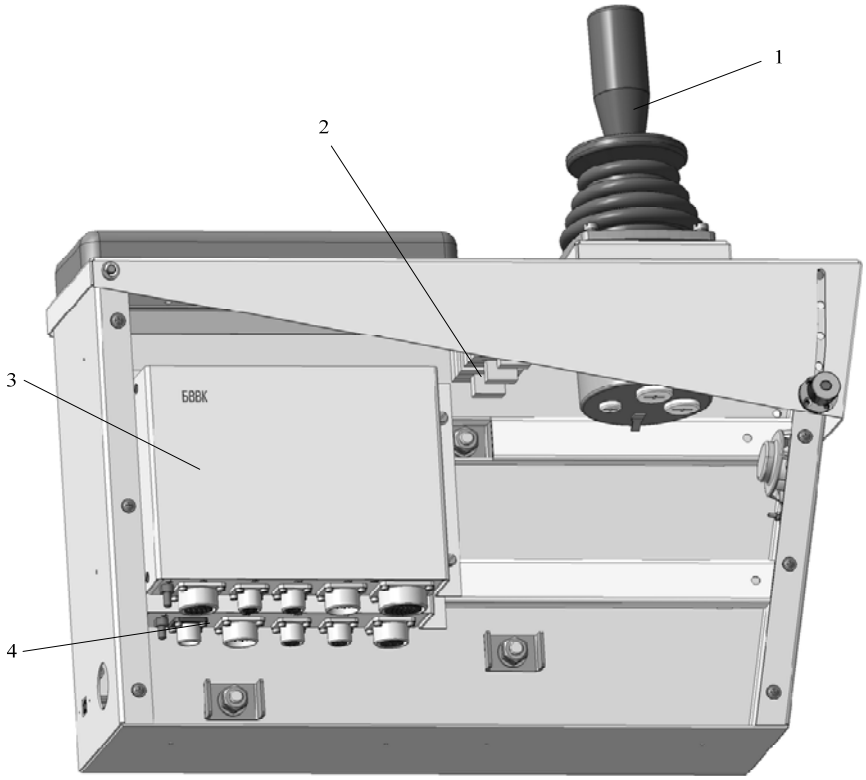


Рисунок 2.13 – Устройство правой консоли кресла - пульта

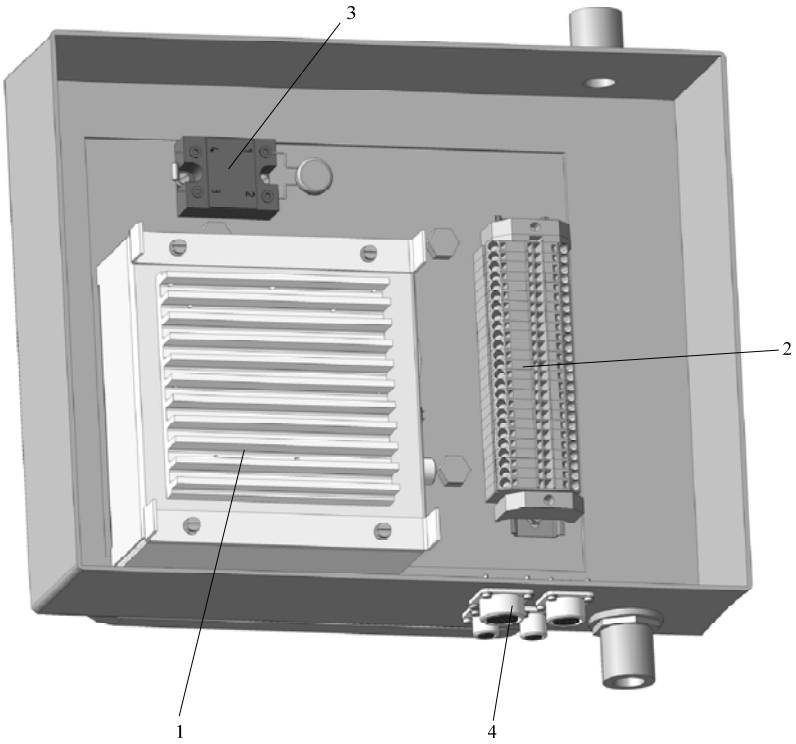


Рисунок 2.14 – Устройство основания кресла - пульта

2.12.2 Блок входов - выходов кресла Э.НЛ.0110.22

Блок предназначен для обработки и передачи в CAN сеть устройства следующих входных сигналов:

- 16 дискретных сигналов постоянного тока напряжением 24 В;

- 4 аналоговых сигналов от 2-х координатного потенциометрического комадоконтроллера с центральным выводом, или бесконтактного командоконтроллерра, основанного на использовании элементов Холла.

На выходах блока формируются:

- 8 дискретных сигналов с напряжением 5 В и током до 10 мА;

- 8 дискретных сигналов с напряжением 24 В и током до 50 мА.

Устройство и работа блока поясняется принципиальной схемой Э.НЛ.0110.22 Э3. Основу блока составляет микропроцессор DD1, установленный на плате А1. Входные дискретные сигналы поступают через токоограничивающие резисторы R5 ... R20 и оптроны VU1 ... VU16, которые гальванически разделяют потенциал +24S от микропроцессора DD1. Для уменьшения количества требуемых в микропроцессоре DD1 портов сигналы с оптронов мультиплексированы, т. е. разбиты на две группы VU1 ... VU8 и VU9 ... VU16. Выбор требуемой группы осуществляется последовательным включением транзисторовVT1 и VT2. При включенном транзисторе VT1 и выключенном транзисторе VT2 выбрана группа оптронов VU1 ... VU8, и информация от них поступает на порты PC0 ... PC7 микропроцессора

DD1. Вторая группа оптронов (VU9 ... VU16) выбирается включением транзистора VT2 и выключением транзистора VT1.

Буферизация и хранение выходных данных производится регистрами - защелками DD2 и DD3. Для передачи данных от параллельного порта микропроцессора DD1 на выход регистра DD2 микропроцессор устанавливает необходимые данные на портах PA0 ... PA7, затем формирует на выходе порта PG2 стробирующий импульс и данные со входа регистра DD2 переходят на выход. Для записи в регистр DD3 микропроцессор устанавливает необходимые данные на порты PA0 ... PA7, затем формирует стробирующий импульс на выводе порта PD7.

Выходные дискретные сигналы с напряжением 5 В поступают на выходной разъём блока с выходов регистра DD2 через резисторы R67 ... R74. Выходные дискретные сигналы с напряжением 24 В формируются регистром DD3 и ключами на транзисторах VT3 ... VT10.

Связь по сети CAN осуществляется с помощью драйвера DA4. DC - DC преобразователь DA3 и оптроны VU17, VU18 обеспечивают гальваническую изоляцию микропроцессора и сети CAN. Адрес блока задаётся аналогично адресам других блоков, включенных в CAN сеть устройства, установкой перемычек в кабельной части разъёма питания XP3.

Разъем XP4 платы предназначен для программирования микропроцессора DD1. Светодиод HL3 индицирует наличие на плате напряжения +5В. Светодиод HL1 индицирует работу микропроцессора, светодиод HL2 предназначен для вывода номера неисправности с помощью “блинк - кода”. Импульсный понижающий преобразователь DA1 формирует напряжение +5 В (+5VD) для микропроцессора. Операционный усилитель DA2 включен по схеме повторителя напряжения и выполняет функции буфера опорного напряжения AREF микропроцессора DD1.

Конструктивное выполнение блока показано на рисунке 2.15. Печатная плата 1 установлена в разъёмном корпусе блока. Соединения блока со схемой устройства осуществляется посредством разъёмов 2, установленных на нижней боковой стенке корпуса.

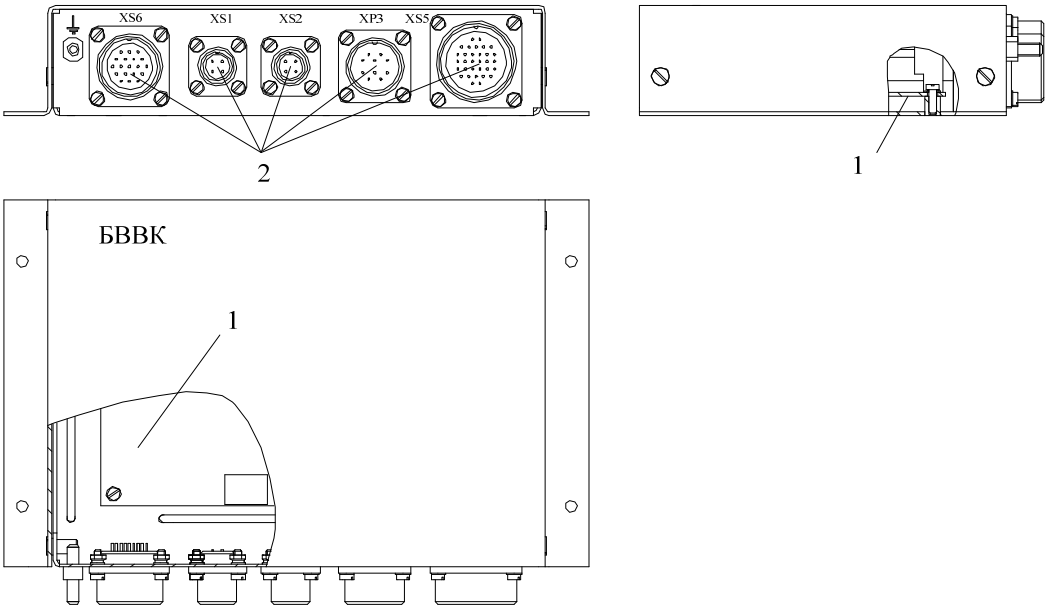


Рисунок 2.15 – Устройство блока входов - выходов кресла - пульта

2.12.3 Центральный блок управления Э.НЛ.0110.35

Устройство блока поясняется принципиальной схемой Э.НЛ.0110.35 Э3. Его основу составляет микропроцессор DD5. Микросхема DD1 представляет собой USB - контроллер и обеспечивает связь с USB интерфейсом персонального компьютера, который подключается через разъём XS4 блока и разъём XP2, установленный на плате AC7 (см. Э.НЛ.0110 Э3, лист 15), закреплённой на стенке правой консоли кресла - пульта. Конфигурационные параметры USB - контроллера хранятся в микросхеме EEPROM памяти DD2.

Голосовые сообщения формируются фрагментом схемы ЦБУ, выполненном на микросхемах ЦАП (DD3), микроконтроллера DD4 и усилителя DA6. Драйвер CAN - шины выполнен на микросхеме DA5. CAN - шина гальванически изолирована от остальной части схемы блока при помощи оптронов VU1, VU2 и DC-DC преобразователя DA3. На микросхеме DD12 выполнены часы реального времени, питание которых при отключенном от сети устройстве обеспечивается литиевой батареей GB1. Назначение остальных микросхем:

- DA1 - импульсный стабилизатор напряжения питания;
- DD6 ... DD11 - микросхемы флэш-памяти, которые используются для голосовых сообщений и хранения дополнительной информации.

Программирование микропроцессора DD1 осуществляется программатором, который подключается к разъёму платы XP4. Микроконтроллер DD4 устанавливается на плату запрограммированным с помощью внешнего программатора.

Устройство блока иллюстрирует рисунок 2.16. Элементы блока смонтированы на печатной плате 1, устанавливаемой в разъёмный корпус 2. Соединения платы с разъёмами блока выполняется внутренними кабелями, подключаемыми к разъёмам 3 платы. Включение

блока в схему устройства производится при помощи разъёмов 4, расположенных на нижней стенке корпуса.

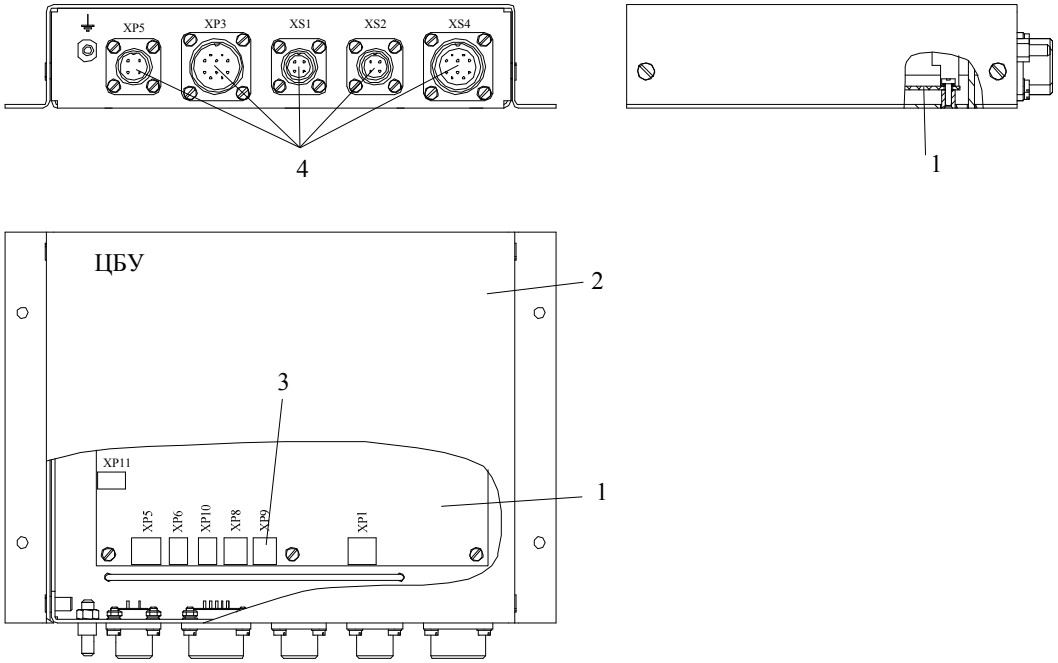


Рисунок 2.16 – Устройство центрального блока управления

2.13 Пульт индикации Э.НЛ.0110.28

Пульт предназначен для вывода информации о состоянии и параметрах устройства и программирования параметров электрооборудования.

На четырёх строчный алфавитно - цифровой дисплей, установленный в пульте выводятся:

- текущее время и дата;
- текстовые сообщения системы диагностики устройства;
- значения параметров электрооборудования;
- значения переменных, отражающих состояние главных электроприводов.

С помощью клавиатуры обеспечивается выбор режимов индикации и программирование параметров при настройке устройства, его ремонте и т. д. Более подробно описание органов управления и работа с пультом индикации приведено в разделе 3 настоящего РЭ.

Устройство пульта поясняется электрической принципиальной схемой Э.НЛ.0110.28 Э3. Пульт включает в себя три основных узла, а именно: клавиатуру A1, дисплей A2 и печатную плату A3. Основу схемы пульта составляет микропроцессор DD1. Связь микропроцессора по CAN сети с другими блоками устройства осуществляется посредством микросхем DD2 и DA3, питание которых обеспечивает DC - DC преобразователь DA2. Микросхемы флэш - памяти используются для записи и долговременного хранения сообщений системы

диагностики. Внешний вид пульта индикации был описан ранее (см. рисунок 1.21), устройство блока показано на рисунке 2.17.

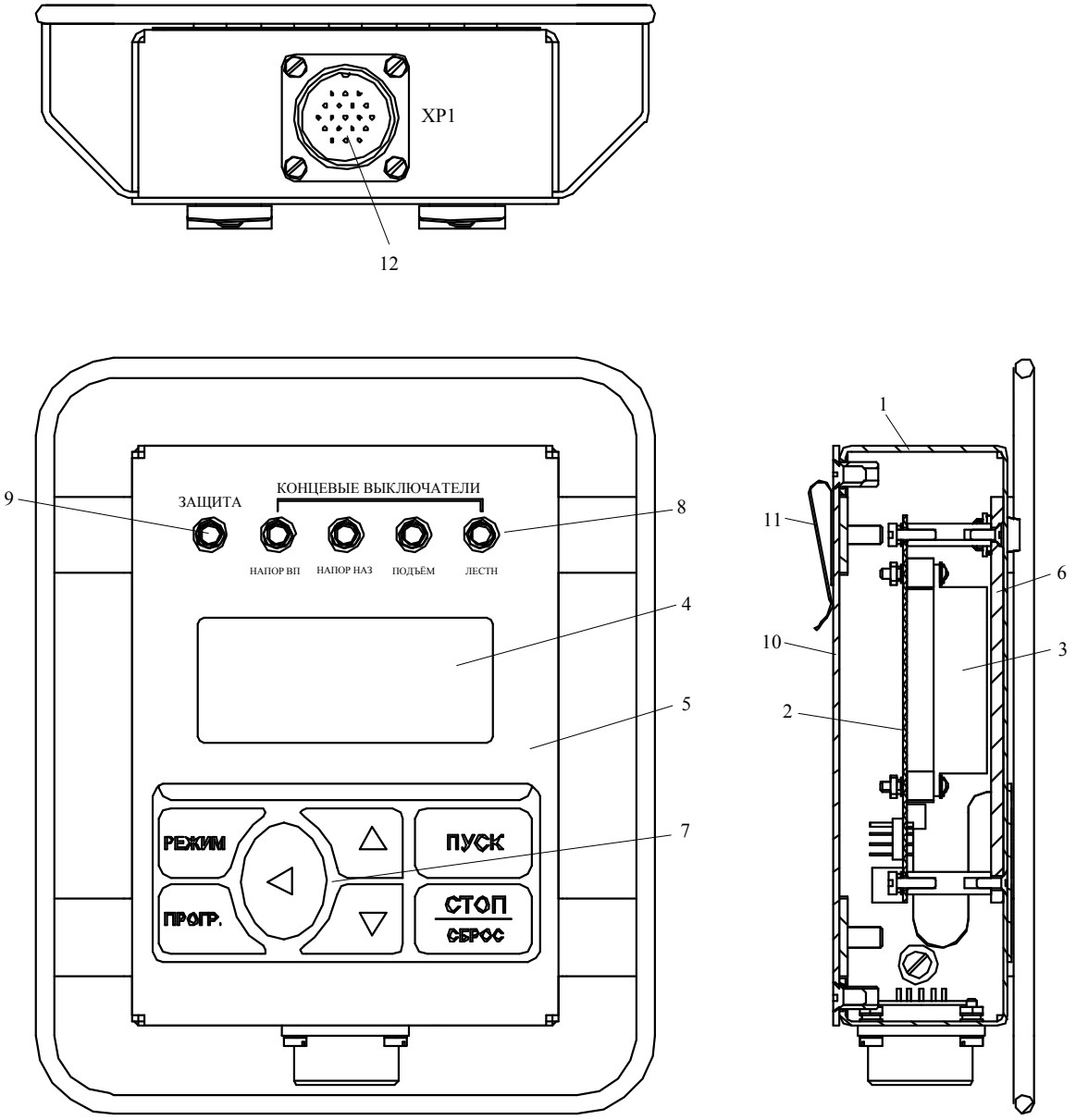


Рисунок 2.17 – Устройство пульта индикации

Внутри корпуса 1 установлена печатная плата 2, на которой закреплён дисплей 3, обращённый к окну 4 в передней панели 5. Окно закрыто цветным прозрачным стеклом 6. На лицевой панели блока установлены клавиатура 7, группа светодиодов 8, индицирующих состояния концевых выключателей и светодиод 9, который включается при срабатывании какой-либо защиты. На задней крышке корпуса 10 установлен пружинный зажим 11, с помощью которого и специального кронштейна пульт устанавливается в удобном для работы месте кабины машиниста. Соединение пульта с креслом машиниста производится кабелем, подключаемым к разъёму 12, установленному на нижней стенке пульта.

2.14 Блок питания Э.НЛ.0110.40

Блок предназначен для питания электронных узлов устройства постоянным стабилизированным напряжением 24 В.

Устройство блока питания поясняется электрической принципиальной схемой Э.НЛ.0110.40 Э3. Основу блока составляет микросхема DC - DC преобразователя DA1. Питание блока осуществляется трёхфазным напряжением, которое выпрямляется мостовым выпрямителем на диодах VD1 ... VD6. Заряд конденсаторов входного фильтра C1, C2 при включении питания осуществляется через резистор R1, который при появлении выходного напряжения шунтируется контактами реле KV1.

Устройство блока показано на рисунке 2.18.

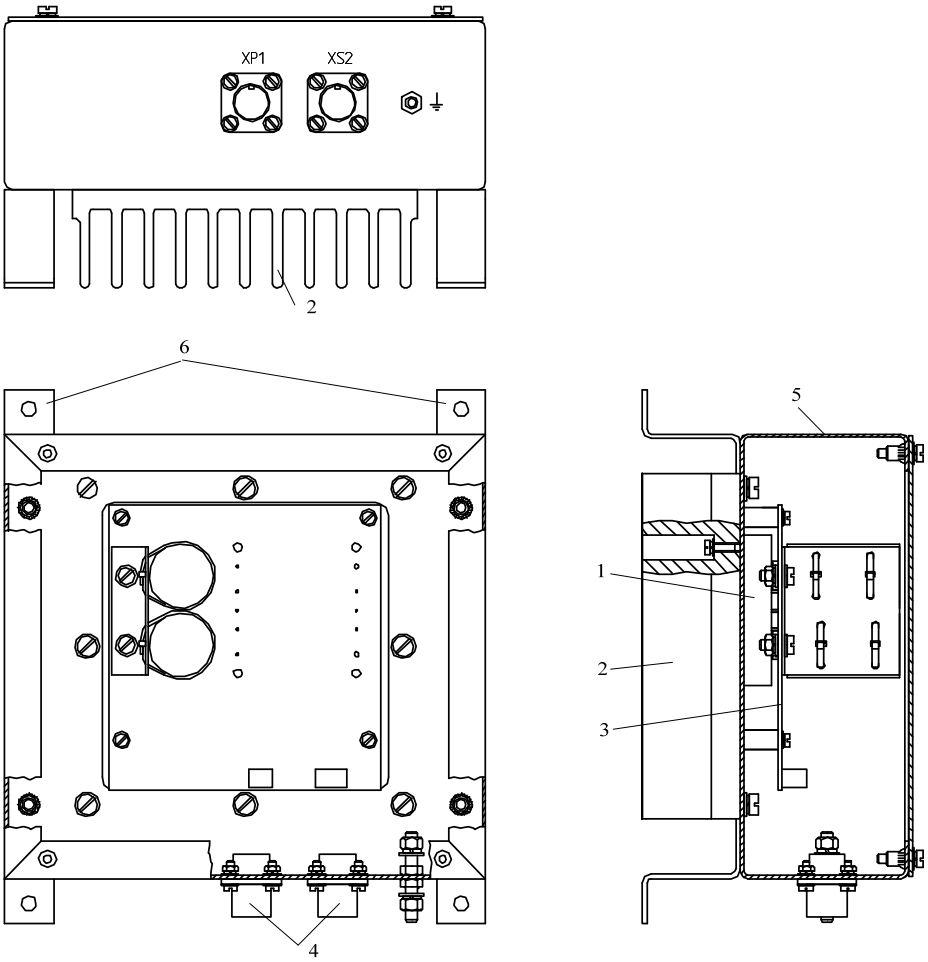


Рисунок 2.18 – Устройство блока питания

Микросхема 1 установлена на охладителе 2, остальные элементы схемы смонтированы на печатной плате 3. Включение блока в схему устройства производится при помощи разъёмов 4. На корпусе блока 5 установлены кронштейны 6, посредством которых блок крепится к панели шкафа.

2.15 Взаимозаменяемость узлов и блоков устройства

Как уже отмечалось, используемые в устройстве однотипные блоки взаимозаменяемы без каких-либо подстроек. Перечень взаимозаменяемых блоков с указанием места их установки приведен в таблице 2.1.

Таблица 2.1

Наименование и обозначение блока	Количество блоков в устройстве	Обозначения шкафов, в которые устанавливаются блоки
Модуль силовой (МС) Э.НЛ.0110.19	14	=A2≠AB5 (3 шт.), =A2≠AB8 (3 шт.), =A2≠AB9 (2 шт.), =A2≠AB12 (2 шт.), =A2≠AB13 (2 шт.), =A2≠AB16 (2 шт.)
Блок ограничения напряжения (БОН) Э.НЛ.0110.20	2	=A2≠AB12, =A2≠AB16
Блок входов - выходов кресла (БВВК) Э.НЛ.0110.22	2	=A2≠AB20 2 шт)
Преобразователь привода открывания днища (ПОД) Э.НЛ.0110.23	2	=A2≠AB18 (2 шт)
Стабилизатор тока возбуждения (СТВ) Э.НЛ.0110.24	4	=A2≠AB18 (4 шт)
Блок динамического торможения (БДТ) Э.НЛ.0110.32	2	=A2≠AB9, =A2≠AB13
Блок входов - выходов 24 (БВВ 24) Э.НЛ.0110.36	4	=A2≠AB3, =A2≠AB6, =A2≠AB19 (2 шт.)
Блок входов 110 (БВ 110) Э.НЛ.0110.37	2	=A2≠AB19 (2 шт.)
Блок входов 380 (БВ 380) Э.НЛ.0110.38	2	=A2≠AB19 (2 шт.)
Блок управления инвертором (БУИ) Э.НЛ.0110.39	5	=A2≠AB5, =A2≠AB8, =A2≠AB9, =A2≠AB13, =A2≠AB16
Блок питания (БП) Э.НЛ.0110.40	7	=A2≠AB5, =A2≠AB8, =A2≠AB9, =A2≠AB13, =A2≠AB16, =A2≠AB19, =A2≠AB20

3 Использование по назначению

3.1 Эксплуатационные ограничения

3.1.1 Запрещается эксплуатация устройства с открытыми или не плотно закрытыми дверями шкафов. Электронная аппаратура, размещённая внутри шкафов, предназначена для эксплуатации в герметичном пространстве, защищенном от пыли.

3.1.2 Во избежание попадания пыли и посторонних предметов во внутренний объём шкафов запрещается оставлять открытыми двери шкафов на время, большее, чем это необходимо для ремонта или технического обслуживания устройства.

3.1.3 Устройство соответствует исполнению и категории размещения УХЛ2 по ГОСТ 15150-69. Предельные рабочие значения температуры окружающей среды: верхнее $+40\ ^{O}C$; нижнее $-40\ ^{O}C$. Допустимая влажность воздуха 80 % при $+25\ ^{O}C$.

3.1.4 Высота установки устройства над уровнем моря до 2000 м. При установке устройства на высоте более 1000 м токовые нагрузки электроприводов должны быть снижены соответствующей установкой параметров на 2 % на каждые 100 м выше 1000м.

3.1.5 Окружающая среда невзрывоопасная, не содержащая токопроводящей пыли, агрессивных паров и газов в концентрациях, разрушающих металлы и изоляцию.

3.1.6 Механические воздействия на устройство не должны превышать нагрузок, предусмотренных группой условий эксплуатации М31 по ГОСТ 17516.1-90.

3.1.7 Рабочее положение шкафов устройства – вертикальное.

3.1.8 Устройство обеспечивает работу электроприводов в номинальных режимах при следующих нормах качества питающей сети:

- отклонение питающего напряжения +10 ... -20 % от номинального значения;
- отклонение частоты питающего напряжения ± 3 %;
- провал питающего напряжения до 100 % продолжительностью до одного периода питающей сети.

3.2 Подготовка устройства к использованию

К работе с устройством допускаются лица, прошедшие подготовку и обучение и имеющие группу допуска к работе с электрооборудованием не ниже III.

После подачи на вводную высоковольтную ячейку входного напряжения 6 кВ необходимо выполнить следующие операции (см. ЯВВ.031.101.101.000.00ТО):

- включить разъединители высоковольтной ячейки;
- включить вакуумные контакторы высоковольтной ячейки;

В кабине машиниста органами управления, расположенными на панели вспомогательного шкафа включить:

- необходимое внутреннее освещение кабины и машинного зала экскаватора;

- обогрев кабины, или ее кондиционирование (при необходимости);

3.3 Порядок работы

3.3.1 Используя органы регулировки кресла, займите удобное для работы положение.

3.3.2 Нажать и удерживать в течение 1 ... 2 с кнопку (I) «СИСТЕМА» на правой консоли кресла - пульта, при этом включится подсветка блока кнопок «СИСТЕМА», после чего кнопку включения системы можно отпустить. После отработки программы начальной диагностики устройства (в течение 3 ... 5 с) на пульт индикации выводится текстовое сообщение о готовности системы управления к работе и информация о текущем времени и дате.

3.3.3 Нажать кнопку (I) «ГЛ. ПРИВОДЫ» на левой консоли кресла - пульта. При этом включается питание силовых цепей главных приводов и начинает работу программа диагностики силовых блоков.

При положительных результатах диагностики на пульте индикации появится сообщение о готовности системы к работе и информация о текущем времени и дате, включится подсветка блоков кнопок «ГЛ. ПРИВОДЫ», «ПОДЪЕМ», «ПОВОРОТ», «НАПОР», включатся вентиляторы обдува шкафов и вентиляторы электродвигателей приводов. При необходимости кнопкой (I) «ВЕНТ. КУЗОВА», расположенной на правой консоли кресла - пульта, включить вентиляторы машинного зала. Количество одновременно включенных вентиляторов кузова и их комбинация могут быть выбраны автоматическими выключателями =A2≠AB19-QF11 ... QF14, установленными в шкафу вспомогательных приводов (см. Э.НЛ.0110 Э3).

В случае обнаружения ситуации, при которой работа экскаватора невозможна (отсутствие напряжения одной из фаз питания, неисправность блоков устройства, пониженное сопротивление изоляции, открытое состояние дверей любого из шкафов, опущена лестница и т. д.), система диагностики включает светодиод «ЗАЩИТА» и выводит на дисплей текстовое сообщение, указывающее на обнаруженную неисправность, которое дублируется соответствующим голосовым сообщением. Дальнейшее автоматическое включение силовых цепей устройства останавливается и на правой консоли кресла остаётся подсвеченным только блок кнопок «СИСТЕМА»[5].

Перед повторным включением устройства после устранения неисправности нажать клавишу «$\frac{\text{ÑÒÎÏ}}{\text{ÑÁÐÎÑ}}$» на пульте индикации, или выключить и снова включить питание системы управления кнопками «СИСТЕМА».

---

[5] Информация о характере и времени возникновения неисправности записывается в память системы управления и может быть просмотрена с помощью пульта индикации или персонального компьютера, как это описано в подразделе 5 настоящего РЭ.

При успешном включении устройства управление главными электроприводами производится командоконтроллерами, расположенными на консолях кресла - пульта. Перемещение ручки правого командоконтроллера в направлениях вперёд - назад задает направление и скорость движения привода подъёма. Отклонение ручки правого командоконтроллера в направлении вправо - влево формирует соответствующее задание для привода поворота. Левый командоконтроллер управляет работой привода напора (перемещение ручки в направлении вперёд - назад). Открывание днища ковша производится отклонением ручки левого командоконтроллера вправо, а включение сигнала – отклонением этой ручки влево.

Для перехода в режим передвижения экскаватора нажать кнопку (I) «ХОД» на правой панели, при этом включается подсветка блока кнопок и преобразователи приводов напора и поворота переключаются в режим хода с соответствующей коммутацией якорных цепей электродвигателей с помощью контакторов, установленных в шкафу =A2≠AB15. Управление скоростью и направлением перемещения экскаватора в режиме хода осуществляется командоконтроллерами напора и поворота. При нейтральном положении командоконтроллера поворота отклонение ручки командоконтроллера напора в направлении от себя приводит к прямолинейному движению экскаватора вперёд, соответственно отклонение командоконтроллера напора на себя вызывает движение назад. Скорость движения при этом пропорциональна углу отклонения ручки командоконтроллера напора. Поворот экскаватора осуществляется отклонением ручки правого командоконтроллера, при этом скорость одной из гусениц увеличивается, а второй – уменьшается. Разворот экскаватора на месте обеспечивается отклонением в соответствующую сторону ручки командоконтроллера поворота при нейтральном положении ручки командоконтроллера напора.

Электропривод подъёма в режиме хода (если он не выключен кнопкой «(0) «ПОДЪЁМ») работает в обычном режиме.

При необходимости, например при проведении наладочных работ, любой из главных приводов может быть отключен кнопками «ПОДЪЁМ», «НАПОР», «ПОВОРОТ», расположенными на левой консоли кресла - пульта. Включение привода индицируется подсветкой соответствующего блока кнопок.

При выключении устройства вначале нажатием кнопки (0) «ГЛ. ПРИВОДЫ» выключить питание силовых цепей главных приводов, затем нажатием кнопки (0) «СИСТЕМА» выключить питание системы управления устройства.

В штатных режимах работы экскаватора на пульте индикации могут загораться индикаторы концевых выключателей напора и подъема, при этом движение соответствующего привода в указанном направлении блокируется, а его перемещение возможно только в обратном направлении.

3.4 Установка режимов индикации

При первом включении устройства после отработки программ начальной диагностики на индикаторе ЦБУ высвечиваются текущие время и дата, как это показано на рисунке 3.1.

Рисунок 3.1 - Вид дисплея после успешной диагностики устройства

Этот режим работы индикатора сохраняется при последующих включениях устройства, если не был выбран режим индикации других переменных, как это описано далее. Если был установлен режим индикации переменных, то он сохраняется при следующих включениях устройства.

Желаемую группу переменных, которые выводятся на дисплей, можно выбрать нажатием клавиши «РЕЖИМ» клавиатуры пульта индикации, при этом последовательно включаются режимы, приведенные в первом столбце таблицы 3.1. Выбор переменных в установленной группе производится клавишами «▲» и «▼». Содержание каждой группы переменных приведено во втором столбце таблицы 3.1. Возврат в режим выбора группы переменных обеспечивается нажатием клавиш «РЕЖИМ».

Просмотр и программирование параметров устройства подробно описан в подразделе 4.3 настоящего РЭ.

3.5 Действия в экстремальных условиях

Неисправностью устройства, способной привести к развитию аварийной ситуации, является случай потери управляемости одного или нескольких главных электроприводов, например, из-за неисправности командоконтроллеров. Отключение электрооборудования в этом случае производится нажатием кнопки «АВАРИЙНЫЙ СТОП», расположенной на левой консоли кресла - пульта. При этом отключается вакуумный выключатель высоковольтной ячейки и снимается питание силовых цепей главных приводов, после чего автоматически производится динамическое торможение якорей электродвигателей, разряжаются конденсаторы звена постоянного тока и накладываются тормоза.

Таблица 3.1.

Группа переменных (выбирается клавишей «РЕЖИМ»	Переменная (выбирается клавишами «▲,▼»	Примечание
ТОКИ ПРИВОДОВ	ТОК ЯКОРЯ ПОДЪЁМ I=____ A IIIIIIIIIIIII	В левой части второй строки указывается числовое значение мгновенного тока якоря. В правой части второй строки в виде линейной шкалы индицируется относительная величина якорного тока в долях от стопорного значения
	ТОК ЯКОРЯ НАПОР I=____ A IIIIIIII	
	ТОК ЯКОРЯ ПОВОРОТ I=____ A IIIIIIII	
	ТОК ВОЗБ. ПОДЪЁМ I=____ A	Во второй строке указывается значение тока возбуждения
	ТОК ВОЗБ. НАПОР I=____ A	
	ТОК ВОЗБ. ПОВОРОТ I=____ A	
	ТОК ВОЗБ. ХОД I=____ A	

Продолжение таблицы 3.1.

Группа переменных (выбирается клавишей «РЕЖИМ»	Переменная (выбирается клавишами «▲,▼»	Примечание
НАПРЯЖЕНИЕ ЗПТ	ВЫПР1 U=____ В	Во второй строке указывается числовое значение напряжения, измеренного соответствующим блоком управления
	ВЫПР2 U=____ В	
	ПОДЪЁМ U=____ В	
	НАПОР U=____ В	
	ПОВОРОТ U=____ В	
	БОН1 U=____ В	
	БОН2 U=____ В	

Продолжение таблицы 3.1.

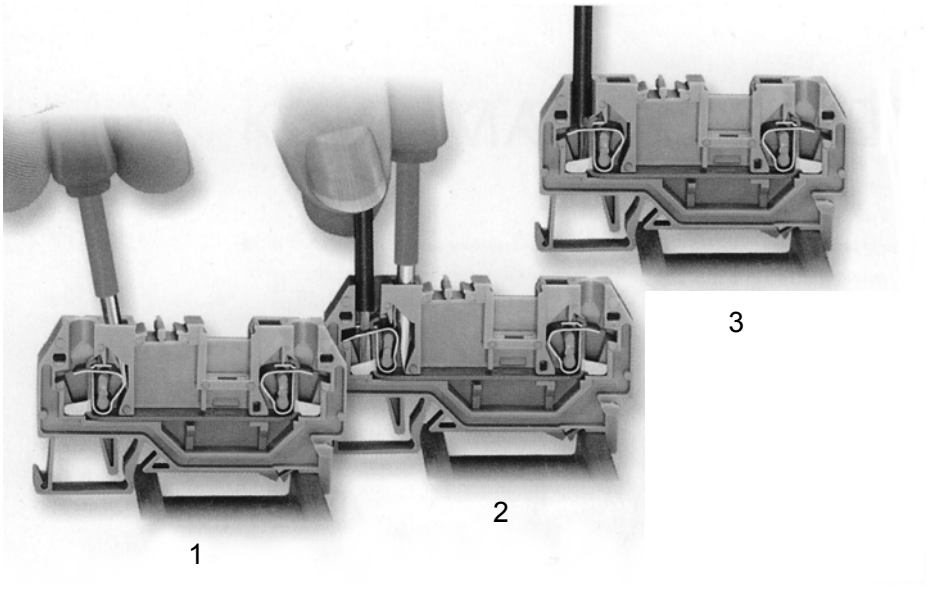
Группа переменных (выбирается клавишей «РЕЖИМ»	Переменная (выбирается клавишами «▲,▼»	Примечание
ТЕМПЕРАТУРЫ БЛОКОВ	ТЕМПЕРАТУРА ВЫПР1 TA=___ TB=___ TC=___ TD=___	1. Переменные TA, TB, TC соответствуют температуре силовых модулей. 2. Переменная TD недействительна
	ТЕМПЕРАТУРА ВЫПР2 TA=___ TB=___ TC=___ TD=___	
	ТЕМПЕРАТУРА ПОДЪЕМ TA=___ TB=___ TC=___ TD=___	Переменные TA, TB, TC. TD соответствуют температуре силовых модулей.
	ТЕМПЕРАТУРА НАПОР TA=___ TB=___ TC=___ TD=___	Переменные TC и TD недействительны
	ТЕМПЕРАТУРА ПОВОРОТ TA=___ TB=___ TC=___ TD=___	
ПРОСМОТР УСТРОЙСТВ В CAN	ВЫПР1 В СЕТИ	Последовательно выводятся сокращённые названия блоков, объединённых CAN сетью, с указанием их состояния
	ВЫПР2 НЕ В СЕТИ	
	ПОДЪЕМ В СЕТИ	
	НАПОР В СЕТИ и т. д.	

Окончание таблицы 3.1.

Группа переменных (выбирается клавишей «РЕЖИМ»	Переменная (выбирается клавишами «▲,▼»	Примечание
КОМАНДОКОНТРОЛЛЕРЫ	КОМ.КОНТР. ПОДЪЕМ 50	Во второй строке указывается относительное числовое значение задания, поступающее от соответствующего командоконтроллера
	КОМ.КОНТР. НАПОР 0	
	КОМ.КОНТР. ПОВОРОТ 0	
ПРОСМОТР ЗАЩИТ	N01 11.04.2011 09:33 ЦБУ НЕТ СВЯЗИ ВЫПР1 и т. д.	В первой строке указывается порядковый номер неисправности, обнаруженной системой диагностики, дата и время ее проявления. Во второй строке название блока, а в третьей – вид неисправности
ВРЕМЯ/ДАТА/РЕЖИМ	10:17:45 11 АПР 2011 ПОНЕД.	Возврат в начальный режим
	10:17:45 ЗАЩИТА 11 АПР 2011 ПОНЕД.	При неисправности в верхней строке индицируется «ЗАЩИТА»

4 Техническое обслуживание устройства

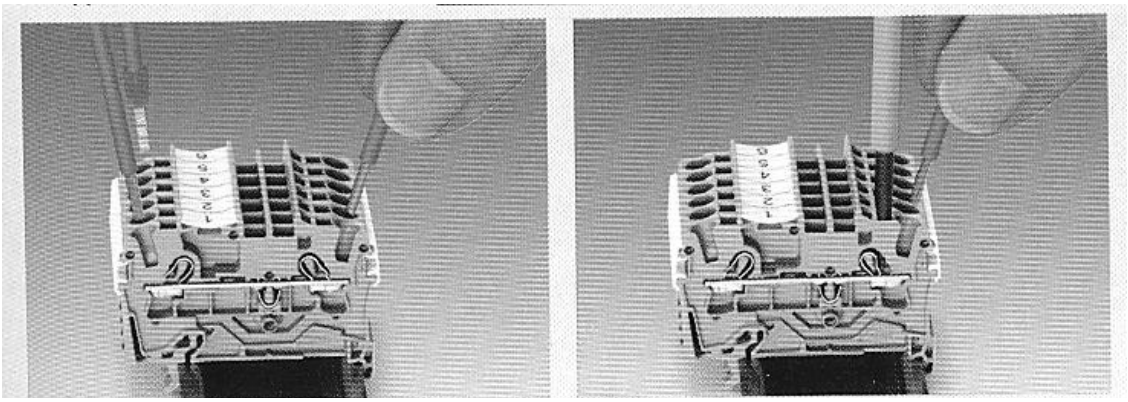
ВНИМАНИЕ! В устройстве применены клеммники фирмы WAGO, при работе с которыми, во избежание их повреждения, следует выполнять правила, приведенные на рисунке 4.1.



1. Отвертка вставляется под наклоном и проталкивается вниз.

2. Отвертка фиксируется. Зажим открыт и можно вставлять или вынимать проводник.

3. При извлечении отвертки проводник автоматически фиксируется.



1. Одножильные проводники и проводники, обжатые втулкой, могут подключаться без применения инструментов.

2. Гибкие, многожильные и тонкие проводники подключаются с помощью отвертки.

Рисунок 4.1 – Правила работы с клеммниками WAGO

4.1 Меры безопасности при техническом обслуживании

4.1.1 Ремонтные и профилактические работы должны проводиться при отключенном напряжении питания в соответствии с требованиями раздела «Оперативное обслуживание и производство работ» «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей и правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей» (ПТЭ и ПТБ).

4.1.2 Предупреждения

После подключения к питающей сети элементы силовых цепей преобразователей находятся под напряжением питающей сети или под напряжением звена постоянного тока. Прикосновение к ним может привести к поражению электрическим током.

При включенном в сеть устройстве выходные клеммы силовых модулей, выводы дросселей, выходные клеммы шкафов и клеммы электродвигателей могут находиться под напряжением, даже если электродвигатели не вращаются, т. е. при нейтральных положениях командоконтроллеров.

Работы, связанные с техническим обслуживанием устройства, производятся при полной остановке экскаватора, выключенной системе и отключенном состоянии вакуумных выключателей ячейки высоковольтного ввода.

4.1.3 Дополнительные указания по безопасности

4.1.3.1 Запрещается подключение каких-либо измерительных приборов при включенном устройстве.

4.1.3.2 После отключения устройства от питающей сети любые работы, связанные с прикосновением в силовым элементам, выходным клеммам и клеммам двигателей, допускаются не ранее чем через 5 минут, что необходимо для полного разряда конденсаторов.

4.1.3.3 Запрещается проведение испытаний повышенным напряжением каких-либо частей устройства. Это может привести к выходу из строя дорогостоящих полупроводниковых элементов.

4.1.3.4 Испытания кабелей и изоляции двигателей допускаются только после отключения кабелей от выходных клемм устройства.

4.1.3.5 Не допускается прикосновение к микросхемам, расположенным на печатных платах. Это может привести к их повреждению статическим электричеством.

4.2 Порядок технического обслуживания устройства

4.2.1 Проверка состояния болтовых и клеммных соединений, кабелей, проводов и контакторов, очистка внутреннего объёма шкафов от пыли проводится в следующей последовательности:

- используя специальный ключ, открыть двери шкафа;

- провести визуальный контроль всех блоков (модулей), клеммников, кабельных наконечников, автоматических выключателей, контакторов и других элементов, установленных в шкафу;

- удалить пыль с поверхностей блоков, модулей;

- удалить пыль с поверхностей шин, с поверхностей и контактов автоматических выключателей и контакторов, с элементов конструкции шкафа;

- осмотреть контактные площадки силовых контакторов, в случае их выгорания или оплавления, произвести замену;

- обратить внимание на состояние и изменение цвета оболочек кабелей, проводов, термоусадочных трубок на наконечниках кабелей и на силовых шинах шкафа, при существенном изменении цвета (потемнении) оболочек кабелей, проводов или термоусадочных трубок произвести ремонт или замену кабельной продукции;

- используя диэлектрические перчатки, и удерживая кабельное соединение за наконечник, произвести попытку проворачивания наконечников вокруг оси болтового соединения;

- в случае необходимости, произвести подтяжку ослабленных болтовых соединений кабельных наконечников;

- проверить крепления блоков, модулей, коммутационных элементов, при необходимости произвести подтяжку;

- проверить надежность затяжки всех клеммных присоединений (в том числе клемм электрических присоединений автоматических выключателей и контакторов), при необходимости устранить ослабленные соединения;

- методом проворачивания по часовой стрелке рукой (без применения инструментов) накидных гаек всех разъемов типа 2РМ, убедиться в надежности присоединения разъемов к блокам и модулям;

- закрыть и запереть на ключ дверцы шкафа.

4.2.2 Повторить описанные операции для всех шкафов устройства

4.2.3 Проверку состояния и очистка от пыли болтовых и клеммных соединений, силовых кабелей, трансформаторов и фильтров проводить в следующей последовательности

- снять защитные стенки трансформаторного шкафа, шкафов РТСТ, шкафов фильтров;

- удалить пыль с поверхностей трансформаторов, дросселей и конденсаторов фильтров;

- удалить пыль с поверхностей шин, выводов трансформаторов и дросселей;

- удалить пыль с элементов конструкции;

- произвести визуальный контроль всех клеммных соединений, колодок и кабельных наконечников;

- обратить внимание на состояние и изменение цвета оболочек кабелей, проводов, термоусадочных трубок на наконечниках кабелей, при существенном изменении цвета (потемнении) оболочек кабелей, проводов или термоусадочных трубок произвести ремонт или замену кабельной продукции;

- обратить внимание на состояние и изменение цвета защитного покрытия обмоток трансформатора, катушек фильтров, при существенном изменении цвета (потемнении) защитного покрытия обмоток произвести замену трансформатора или катушки фильтра;

- в случае необходимости, произвести подтяжку ослабленных болтовых соединений кабельных наконечников;

- провести контроль крепления элементов, при необходимости подтянуть ослабевшие крепления;

- установить и закрепить снятые для контроля защитные стенки шкафов;

4.2.4 Последовательно повторить описанные операции для всех трансформаторных шкафов и шкафов фильтров.

4.2.5 Для обслуживания системы вентиляции устройства выполнить следующие операции:

- отсоединить провода питания электродвигателя вентилятора, отвернуть болты его крепления к фланцу воздуховодов шкафов, демонтировать вентилятор;

- удалить пыль из кожуха вентилятора и из фланца воздуховодов шкафов;

- установить вентилятор на место и подключить провода питания.

4.2.6 Повторить описанные операции для второй группы шкафов.

4.2.7 Демонтировать доступные панели (крышки) секций кабельных каналов. Удалить пыль из полостей кабельных каналов. Оценить состояние кабелей в кабельном канале и, при необходимости, устранить повреждения изоляции. Установить панели на место.

4.2.8 Включить устройство, проверить его работоспособность. Проверить направления вращения вентиляторов.

4.3 Программирование параметров устройства с помощью пульта индикации

ВНИМАНИЕ! Неправильная установка параметров электроприводов может привести к выходу из строя электродвигателей или механических узлов экскаватора. Для исключения ошибочного изменения настроек электроприводов и несанкционированного доступа к программированию параметров в устройстве предусмотрено несколько уровней защиты. Для ввода новых параметров электроприводов необходимо набрать цифровой пятизначный пароль, сообщаемый изготовителем устройства ответственному за обслуживание устройства лицу, прошедшему обучение приемам и правилам программирования и настройки устройства. Попытка подбора пароля приводит к отключению и блокированию устройства, заключающемуся в невозможности его включения после трех вводов неправильного пароля. Снятие блокировки происходит после выключения устройства. При этом в память системы управления записывается сообщение о причине отключения устройства, которое может быть считано при подключении персонального компьютера.

Выбор параметра и ввод его числового значения осуществляются с помощью клавиатуры, установленной на передней панели пульта индикации (см. рисунок 2.17). Для входа в режим программирования параметров необходимо нажать клавишу «ПРОГР.». При этом в левой части верхней сроки на дисплее после буквы П будет высвечен номер параметра, который предполагается к изменению, как это показано на рисунке 4.2.

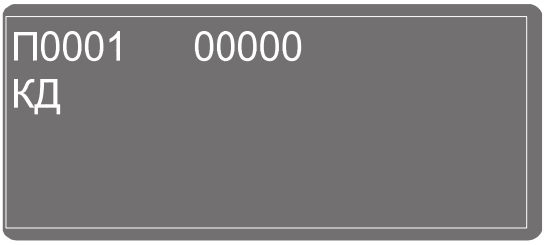


Рисунок 4.2 - Окно изменения параметров

Изменение номера параметра обеспечивается клавишами «◄» (смещение по разрядам), «▲»(больше) и «▼»(меньше). Знакоместо, в котором производится изменение числового значения, указывается на дисплее миганием.

После выбора номера параметра повторное нажатие клавиши «ПРОГР.» переводит пульт совместно с центральным блоком управления в режим редактирования значения параметра. В качестве примера на рисунке 4.3 приведена последовательность операций и соответствующие им виды дисплея, необходимые для ввода пароля. Пусть перед вводом пароля с целью просмотра или редактирования параметров дисплей пульта находился в режиме индикации времени и даты, как это показано в верхней части рисунка 4.1. Нажатием клавиши «ПРОГР.» открывается окно, в котором высвечивается номер параметра П0001, при этом младший разряд выделен периодическим миганием. Поскольку в данном случае требуется именно этот номер параметра, то необходимо повторно нажать клавишу «ПРОГР.», после чего пульт перейдёт в режим ввода числового значения пароля, выделив мигающий младший

разряд. Используя клавиши «◄» (смещение по разрядам), «▲»(больше) и «▼»(меньше) необходимо ввести числовой пароль и нажать клавишу «ПРОГР.», как это показано на рисунке 4.3

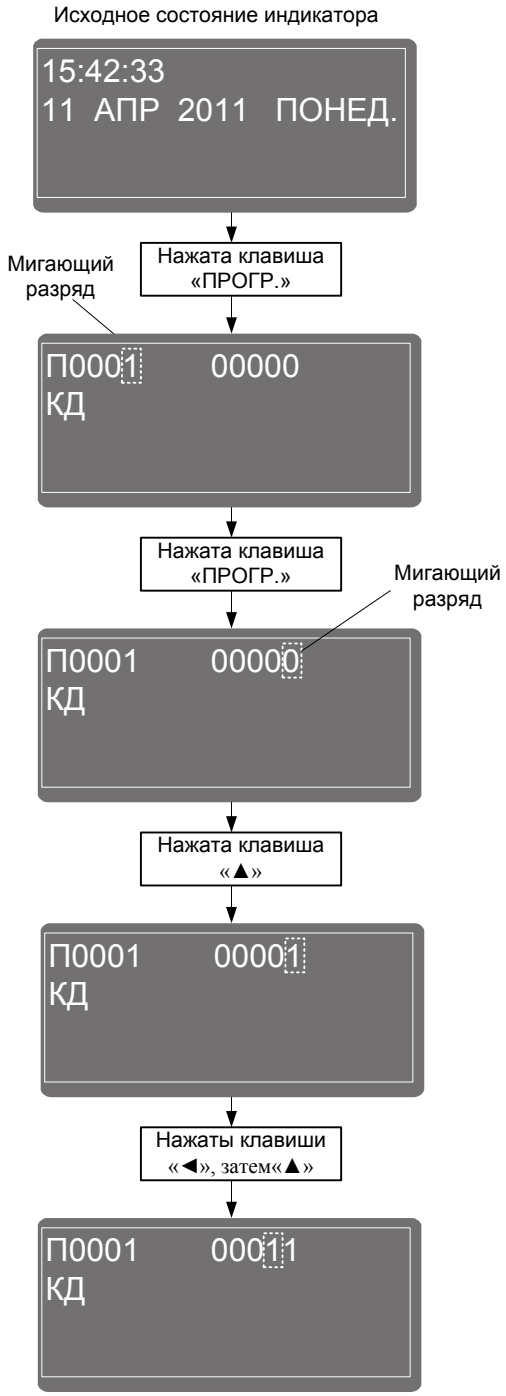


Рисунок 4.3 – Порядок ввода пароля

Если введёно зарегистрированное значение пароля, то система допустит редактирование параметров устройства, разрешённых пользователю с этим паролем. Для редактирования необходимо, повторяя описанные действия, выбрать требуемый номер параметра и осуществить его изменение.

Параметры устройства сгруппированы по функциональному признаку. Группу параметров определяют две первые цифры номера параметра. Распределение параметров по группам приведено в таблице 4.1.

Перечень параметров устройства, доступных для изменения в процессе его эксплуатации, приведен в таблице 4.2. Доступными для корректировки являются параметры внешних характеристик главных электроприводов и параметры задатчиков интенсивности. Остальные параметры устанавливаются разработчиком и не доступны для изменения.

Физический смысл параметров поясняют описание и рисунки, на которые в таблице 4.1 указаны ссылки.

Таблица 4.1

Номер группы (первые цифры номера параметра)	Блок или электропривод
00	Центральный блок управления и пульт индикации
01	
02	Реверсивный выпрямитель 1
03	Реверсивный выпрямитель 2
04	Электропривод подъёма
05	Электропривод напора
06	Электропривод поворота
07	Блок ограничения напряжения 1
08	Блок ограничения напряжения 2
09	
10	
11	Привод открывания днища ковша
12	Привод кабельного барабана
13	Стабилизатор тока возбуждения электродвигателей подъёма
14	Стабилизатор тока возбуждения электродвигателя напора
15	Стабилизатор тока возбуждения электродвигателей поворота
16	Стабилизатор тока возбуждения электродвигателей хода

Примечания.

1. Группы параметров 01, 09 и 10 зарезервированы для модификаций устройства.

2. В зависимости от модификации электропривода или блока, а также версии программного обеспечения некоторые группы параметров могут отсутствовать.

4.4 Описание параметров устройства

Расшифровка параметров каждой из приведенных в таблице 4.1 групп, доступных для изменения в процессе эксплуатации устройства, приведена в таблицах 4.2 ... 4.9. Физический смысл большей части параметров ясен из их названий и не требует дополнительных пояснений. Параметры внешних характеристик и задатчиков интенсивности главных приводов были подробно рассмотрены в подразделах 1.4.2 и 1.4.3 настоящего РЭ.

Таблица 4.2 – Параметры центрального блока управления

Номер	Название	Обозначение на дисплее	Диапазон допустимых значений	Размер-ность	Шаг	Значение заводской установки	Примечание
П0001	Код доступа (пароль)	КД	-	-	-		
П0020	Громкость голосовых сообщений	ГРОМКОСТЬ ЗВУКА	0 - 100	%	1	25	
П0021	Время паузы между голосовыми сообщениями	ПАУЗА МЕЖДУ СООБЩ.	1 ... 10	с	0,1		
П0022	Задержка перед голосовым сообщением	ПАУЗА ПЕРЕД СООБЩ.	1 ... 10	с	0,1		
П0023	Число повторов голосового сообщения	КОЛИЧ. ПОВТОРОВ СООБЩ	1 ... 5	-	1		
П0030	Установка заводских настроек	ЗАВОДСКАЯ НАСТР=1	0, 1	-	-		
П0090	Установка секунд	УСТАНОВИТЬ СЕКУНДЫ	0 ... 59	-	1		Установка времени
П0091	Установка минут	УСТАНОВИТЬ МИНУТЫ	0 ... 59	-	1		
П0092	Установка часов	УСТАНОВИТЬ ЧАС	0 ...23	-	1		
П0093	Установка даты	УСТАНОВИТЬ ДАТУ	1 ... 31		1		Установка даты
П0094	Установка дня недели	УСТ. ДЕНЬ НЕДЕЛИ	1 ... 7		1		
П0095	Установка месяца	УСТАНОВИТЬ МЕСЯЦ	1 ... 12		1		
П0096	Установка года	УСТАНОВИТЬ ГОД	2000 ... 2099		1		

Примечание. Параметры группы, номера которых в таблице не указаны либо не используются, либо не доступны для редактирования.

Таблица 4.3 – Параметры электропривода подъёма

Номер	Название	Обозначение на дисплее	Диапазон допустимых значений	Размер-ность	Шаг	Значение заводской установки	Примечание
П0403	Номинальный ток якоря электродвигателя	Ian ПОДЪЕМ	500 ... 1000	А	1	770	
П0404	Номинальное напряжение на последовательно соединённых якорях	Uan ПОДЪЕМ	200 ... 800	В	1	750	
П0405	Активное сопротивление якорной цепи	R ЯКОРЯ ПОДЪЕМ	0 ... 0,05	Ом	0,001	0,017	Физический смысл параметров см. рисунок 1.3
П0406	Параметры внешней характеристики	Ipa ПОДЪЕМ	$Ian \le Ipa \le Ipb$	А	1	1200	
П0407		Ipb ПОДЪЕМ	$Ipa \langle Ipb \langle Ist+$	А	1	1750	
П0408		Ipc ПОДЪЕМ	$\lvert Ian \rvert \langle \lvert Ipc \rvert \langle \lvert Ipd \rvert$	А	1	1200	
П0409		Ipd ПОДЪЕМ	$\lvert Ipc \rvert \langle \lvert Ipd \rvert \langle \lvert Ist- \rvert$	А	1	1750	
П0410		Ist+ ПОДЪЕМ	$Ist+ \le Imax$	А	1	1800	
П0411		Ist- ПОДЪЕМ	$\lvert Ist- \rvert \le Imax$	А	1	1800	
П0412		Upb- ПОДЪЕМ	$0 \langle Upb \langle Uan$	В	1	460	
П0413		Upd- ПОДЪЕМ	$0 \langle \lvert Upb \rvert \langle Uan$	В	1	460	
П0425	Относительное ускорение на линейных участках разгона и торможения	AzvZI - ПОДЪЕМ	0,01 ... 1	-	0,01	0,7	Физический смысл параметров см. рисунок 1.4 при AzvZI=A*zi
П0426	Постоянная времени экспоненциальных участков	Tzi- ПОДЪЕМ	0,001 ... 0,1	с	0,001	0,5	

Таблица 4.4 – Параметры электропривода напора

Номер	Название	Обозначение на дисплее		Диапазон допустимых значений	Размер-ность	Шаг	Значение заводской установки	Примечание
П0503	Номинальный ток якоря электродвигателя	Ian	НАПОР	200 ... 1000	А	1	490	
П0504	Номинальное напряжение на последовательно соединённых якорях	Uan	НАПОР	200 ... 800	В	1	440	
П0505	Активное сопротивление якорной цепи	R ЯКОРЯ	НАПОР	0 ... 0,05	Ом	0,001	0,017	Физический смысл парамет-ров см. рисунок 1.3
П0506	Параметры внешней характеристики	Ipa	НАПОР	$Ian \le Ipa \le Ipb$	А	1		
П0507		Ipb	НАПОР	$Ipa \langle Ipb \langle Ist+$	А	1		
П0508		Ipc	НАПОР	$\lvert Ian \rvert \langle \lvert Ipc \rvert \langle \lvert Ipd \rvert$	А	1		
П0509		Ipd	НАПОР	$\lvert Ipc \rvert \langle \lvert Ipd \rvert \langle \lvert Ist- \rvert$	А	1		
П0510		Ist+	НАПОР	$Ist+ \le Imax$	А	1		
П0511		Ist-	НАПОР	$\lvert Ist- \rvert \le Imax$	А	1		
П0512		Upb-	НАПОР	$0 \langle Upb \langle Uan$	В	1		
П0513		Upd-	НАПОР	$0 \langle \lvert Upb \rvert \langle Uan$	В	1		
П0525	Относительное ускорение на линейных участках разгона и торможения	AzvZI -	НАПОР	0,01 ... 1	-	0,01	0,7	Физический смысл парамет-ров см. рисунок 1.4 при AzvZI=A*zi
П0526	Постоянная времени экспоненциальных участков	Tzi-	НАПОР	0,001 ... 0,1	с	0,001	0,5	

Таблица 4.5 – Параметры электропривода поворота

Номер	Название	Обозначение на дисплее	Диапазон допустимых значений	Размер-ность	Шаг	Значение заводской установки	Примечание
П0603	Номинальный ток якоря электродвигателя	Ian ПОВОРОТ	200 ... 1000	А	1		
П0604	Номинальное напряжение на последовательно соединённых якорях	Uan ПОВОРОТ	200 ... 800	В	1		
П0605	Активное сопротивление якорной цепи	R ЯКОРЯ ПОВОРОТ	0 ... 0,05	Ом	0,001		Физический смысл парамет-ров см. рисунок 1.3
П0606	Параметры внешней характеристики	Ipa ПОВОРОТ	$Ian \le Ipa \le Ipb$	А	1		
П0607		Ipb ПОВОРОТ	$Ipa \langle Ipb \langle Ist+$	А	1		
П0608		Ipc ПОВОРОТ	$\lvert Ian \rvert \langle \lvert Ipc \rvert \langle \lvert Ipd \rvert$	А	1		
П0609		Ipd ПОВОРОТ	$\lvert Ipc \rvert \langle \lvert Ipd \rvert \langle \lvert Ist- \rvert$	А	1		
П0610		Ist+ ПОВОРОТ	$Ist+ \le Imax$	А	1		
П0611		Ist- ПОВОРОТ	$\lvert Ist- \rvert \le Imax$	А	1		
П0612		Upb- ПОВОРОТ	$0 \langle Upb \langle Uan$	В	1		
П0613		Upd- ПОВОРОТ	$0 \langle \lvert Upb \rvert \langle Uan$	В	1		
П0625	Относительное ускорение на линейных участках разгона и торможения	AzvZI - ПОВОРОТ	0,01 ... 1	-	0,01		Физический смысл парамет-ров см. рисунок 1.5 при AzvZI=A*zi
П0626	Постоянная времени экспоненциальных участков	Tzi- ПОВОРОТ	0,001 ... 0,1	с	0,001		
П0628	Рывок	Ro ПОВОРОТ	0,01 ... 5	-	0,01		

Таблица 4.6 – Параметры электропривода хода

Номер	Название	Обозначение на дисплее	Диапазон допустимых значений	Размер-ность	Шаг	Значение заводской установки	Примечание
П0653	Номинальный ток якоря электродвигателя	Ian ХОД	200 ... 1000	А	1	490	
П0654	Номинальное напряжение на последовательно соединённых якорях	Uan ХОД	200 ... 800	В	1	440	
П0655	Активное сопротивление якорной цепи	R ЯКОРЯ ХОД	0 ... 0,05	Ом	0,001	0,017	Физический смысл параметров см. рисунок 1.3
П0656	Параметры внешней характеристики	Ipa ХОД	$Ian \le Ipa \le Ipb$	А	1		
П0657		Ipb ХОД	$Ipa \langle Ipb \langle Ist+$	А	1		
П0658		Ipc ХОД	$\lvert Ian \rvert \langle \lvert Ipc \rvert \langle \lvert Ipd \rvert$	А	1		
П0659		Ipd ХОД	$\lvert Ipc \rvert \langle \lvert Ipd \rvert \langle \lvert Ist- \rvert$	А	1		
П0660		Ist+ ХОД	$Ist+ \le Imax$	А	1		
П0661		Ist- ХОД	$\lvert Ist- \rvert \le Imax$	А	1		
П062		Upb- ХОД	$0 \langle Upb \langle Uan$	В	1		
П0663		Upd- ХОД	$0 \langle \lvert Upb \rvert \langle Uan$	В	1		
П0675	Относительное ускорение на линейных участках разгона и торможения	AzvZI- ХОД	0,01 ... 1	-	0,01	0,7	Физический смысл параметров см. рисунок 1.4 при AzvZI=A*zi
П0676	Постоянная времени экспоненциальных участков	Tzi- ХОД	0,001 ... 0,1	с	0,001	0,5	

Таблица 4.7 – Параметры электропривода открывания днища ковша

Номер	Название	Обозначение на дисплее	Диапазон допустимых значений	Размер-ность	Шаг	Значение заводской установки	Примечание
П1101	Ток якоря в режиме подмотки троса	I ПОДМ. ОТКР.ДН	0 ... 25	А	0,1		
П1102	Ток якоря в режиме выдёргивания засова	I РЫВОК. ОТКР.ДН	0 ... 200	А	1		
П1109	Длительность импульса тока при выдёргивании засова	ВРЕМЯ РЫВКА ОТКР.ДН	0,5 ... 5	с	0,1	2	

Таблица 4.8 – Параметры электропривода кабельного барабана

Номер	Название	Обозначение на дисплее	Диапазон допустимых значений	Размер-ность	Шаг	Значение заводской установки	Примечание
П1102	Ток якоря в режиме подмотки	I РЫВОК. БАРАБ	0 ... 200	А	1		

Таблица 4.9 – Параметры стабилизаторов тока возбуждения электродвигателей главных приводов

Номер	Название	Обозначение на дисплее	Диапазон допустимых значений	Размер-ность	Шаг	Значение заводской установки	Примечание
Электропривод подъёма							
П1301	Ток независимых обмоток возбуждения электродвигателей подъёма	ТОК ВОЗБ СТ-ПОД	0 ... 35	А	0,1	25	
Электропривод напора							
П1401	Ток независимой обмотки возбуждения электродвигателя напора	ТОК ВОЗБ СТ-НАП	0 ... 35	А	0,1	25	
Электропривод поворота							
П1501	Ток независимых обмоток возбуждения электродвигателей поворота	ТОК ВОЗБ СТ-ПОВ	0 ... 35	А	0,1	25	
Электропривод хода							
П1601	Ток независимых обмоток возбуждения электродвигателей поворота	ТОК ВОЗБ СТ-ХОД	0 ... 35	А	0,1	25	

4.5 Расширенная диагностика устройства с помощью ПК и программы «Granit»

Как уже отмечалось, полная диагностика работы устройства и его составных частей возможна при подключении к центральному блоку управления ПК посредством стандартного USB кабеля, соединяющего ПК с разъёмом кресла - пульта =A2≠AB20+AC7-XP2 (см. Э.НЛ.0110 Э3, лист 15). На ПК должна быть установлена программа «Granit», поставляемая с устройством (в случае заказа комплекта, включающего в себя ПК, программа «Granit» устанавливается изготовителем устройства).

После подключения ПК и запуска файла «Granit.exe» на экране ПК откроется окно, вид которого приведен на рисунке 4.4.

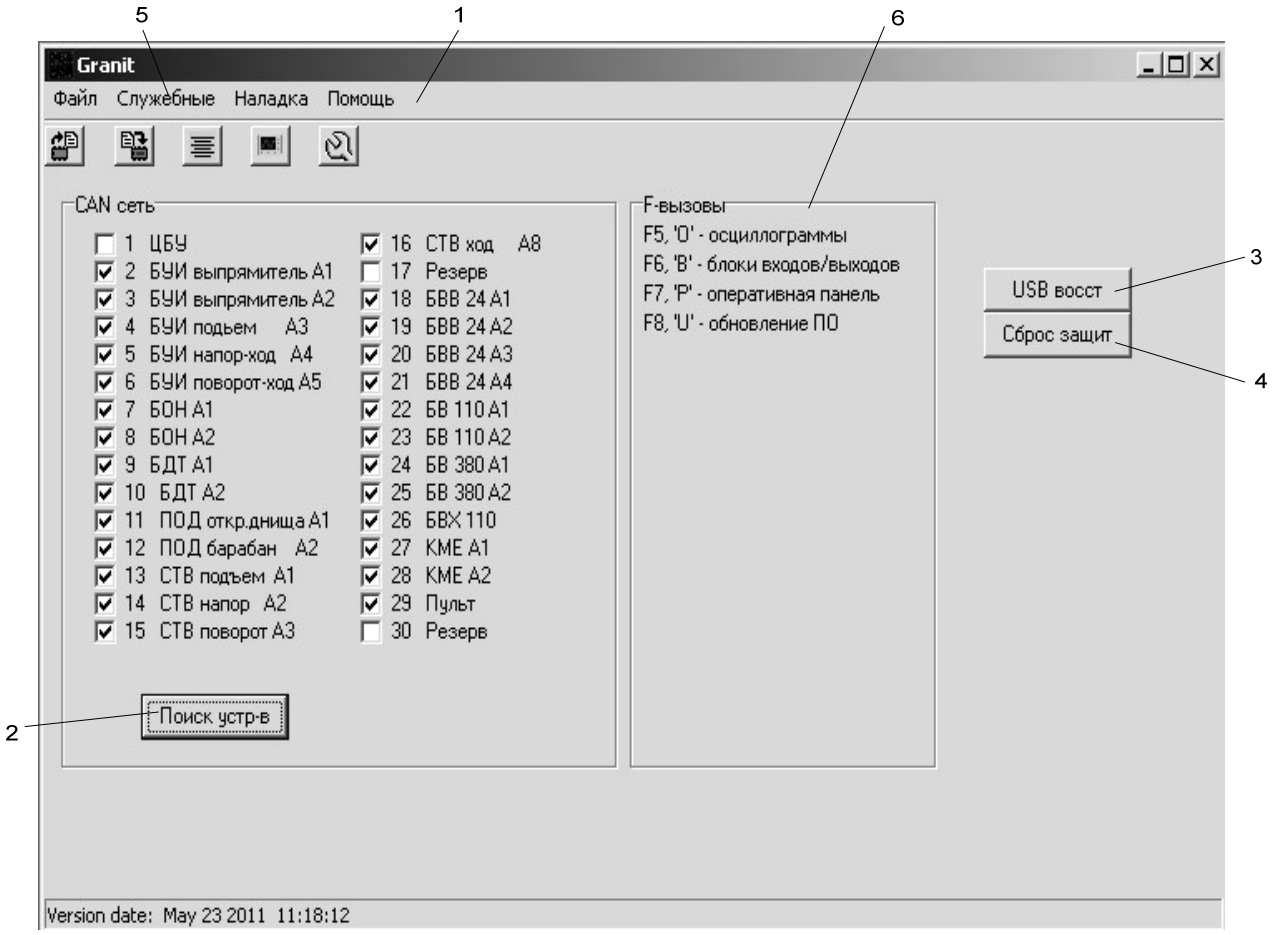


Рисунок 4.4 – Главное окно программы «Granit»

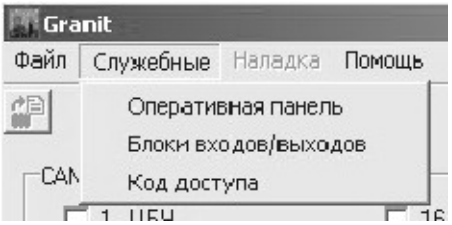
В строке меню 1 доступны следующие пункты (меню): «Файл», «Служебные», «Помощь»[6]. В левой части главного окна находится список блоков устройства, подключенных к CAN - сети. При нажатии кнопки 2 производится проверка включенных устройств, при этом

[6] Пункт меню «Наладка» используется при проверке и ремонте блоков устройства. Инструкции по работе с блоками передаются эксплуатирующему персоналу после специального обучения специалистами предприятия - изготовителя устройства.

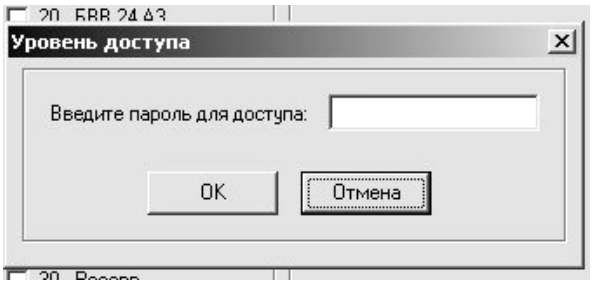
подключенное устройство отмечается знаком «√», расположенным в одной строке с номером и сокращённым названием блока.

В правой части главного окна программы расположены кнопка восстановления связи с ПК по каналу USB «USB воост» 3 и кнопка «Сброс защит» 4, с помощью которой обеспечивается сброс защит, возникших при настройке устройства.

Основные пункты меню программы «Granit» вызываются нажатием кнопки «Служебные» 5, которое открывает выпадающий список, показанный на рисунке 4.5а.



а)



б)

Рисунок 4.5 – Меню «Служебные» (а) и окно ввода пароля (б).

Для ввода пароля (кода) доступа выбирается пункт «Код доступа» и в открывшемся окне (см. рисунок 4.5б) вводится цифровой код пользователя.

Пункт меню «Блоки входов/выходов» служит для проверки состояния входных и выходных логических сигналов следующих блоков:

- блоков входов 110 «БВ 110» =А2≠АВ19-АС2, АС3 (см. Э.НЛ.0110 Э3, лист 11);

- блоков входов 380 «БВ 380» =А2≠АВ19-АС5, АС7 (см. Э.НЛ.0110 Э3, лист 11);

- блоков входов - выходов 24 «БВВ 24» =А2≠АВ3-АС2 (см. Э.НЛ.0110 Э3, лист 4), =А2≠АВ6-АС2 (см. Э.НЛ.0110 Э3, лист 5), =А2≠АВ19-АС4, АС9 (см. Э.НЛ.0110 Э3, лист 13);

- блока выходов 110 «БВХ 110» =А2≠АВ19-АС1 (см. Э.НЛ.0110 Э3, лист 11).

При выборе этого пункта меню открывается окно, вид которого приведен на рисунке 4.6. В окнах против каждого входа или выхода всех блоков знаком «√» отмечается присутствие логического входного или выходного сигнала. Анализ логических входных и выходных сигналов устройства существенно упрощает поиск неисправных цепей и отказавшего блока.

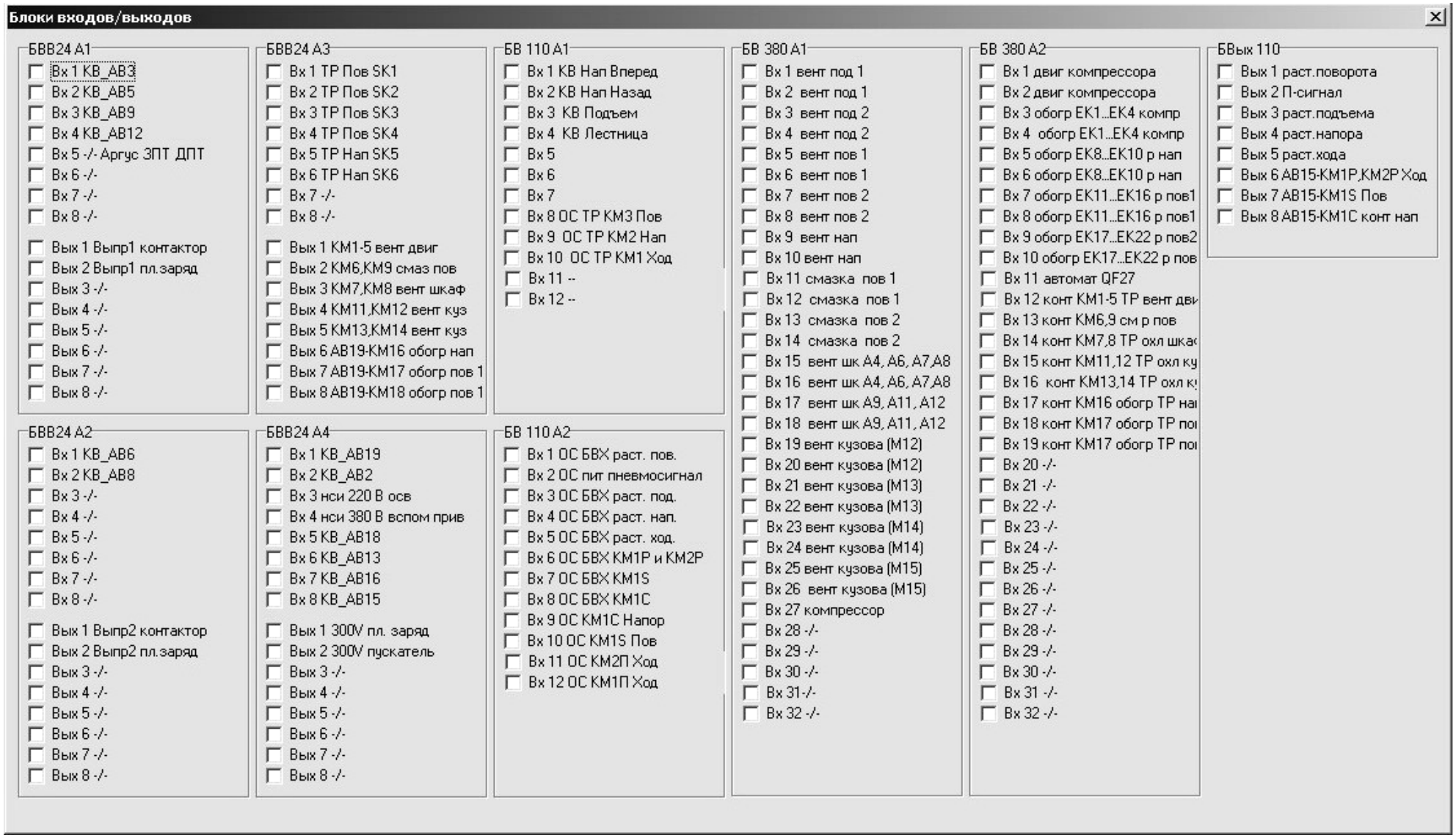


Рисунок 4.6 – Окно проверки сигналов блоков входов, входов-выходов и выходов.

При выборе пункта «Оперативная панель» открывается окно, которое имеет название «Общая панель» и показано на рисунке 4.7

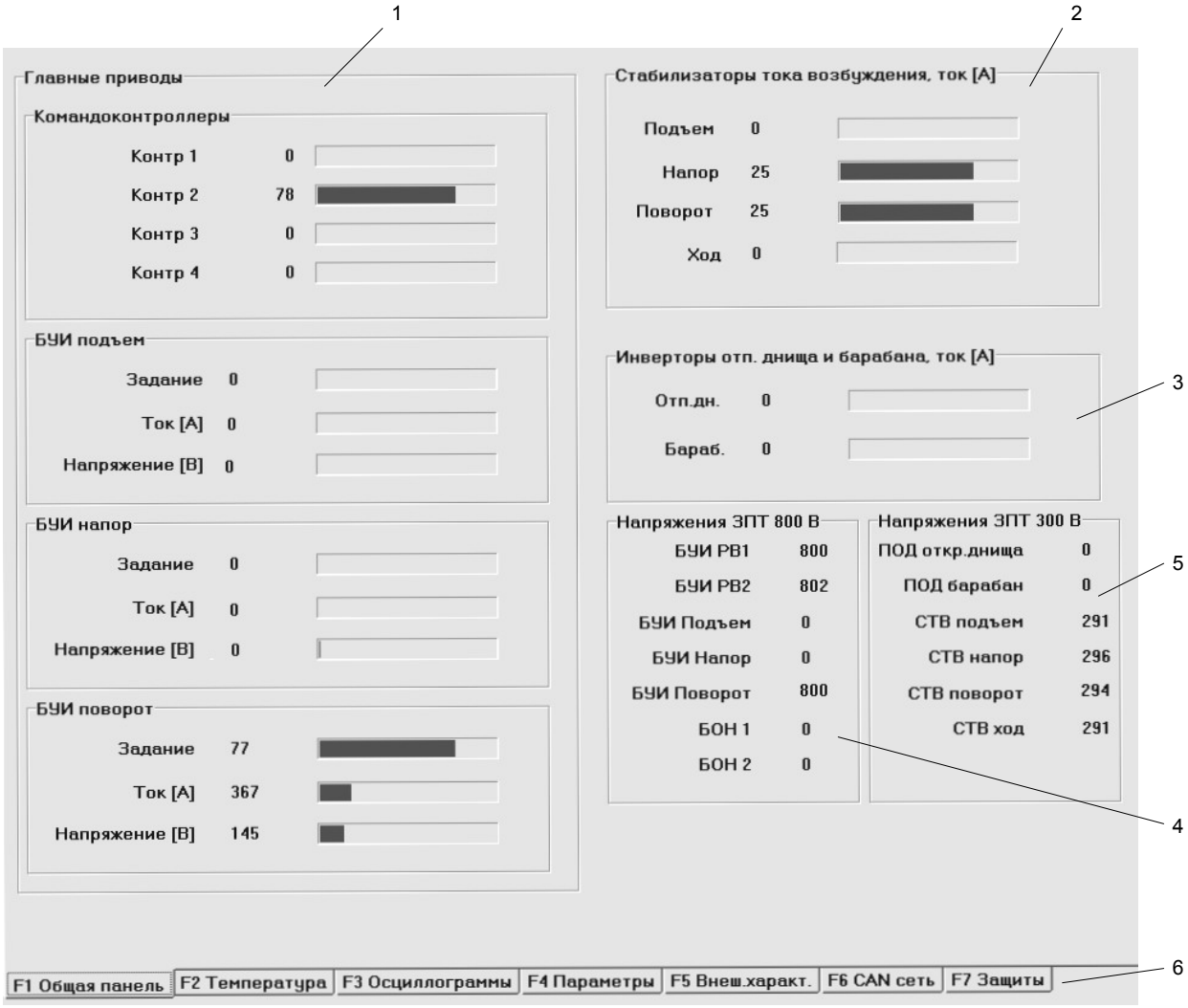


Рисунок 4.7 – Вид общей панели меню « Оперативная панель».

На общую панель выводятся основные переменные, характеризующие работу главных приводов, стабилизаторов тока возбуждения главных электродвигателей, приводов открывания днища и кабельного барабана. Эти переменные объединены в группы «Главные приводы» 1, «Стабилизаторы тока возбуждения» 2, «Инверторы отп. днища и барабана» 3, «Напряжения ЗПТ 800 В» 4 и «Напряжения ЗПТ 300 В» 5. Значения переменных первых трёх групп выводятся на панель в виде графических линейных относительных индикаторов и в виде числа, расположенного слева от соответствующего индикатора. Напряжения звена постоянного тока главных приводов, измеренные каждым из блоков, указанным в группе «Напряжения ЗПТ 800 В», выводятся в числовом виде. Таким же образом выводятся и переменные из группы «Напряжения ЗПТ 300 В».

В группе переменных «Главные приводы» (1 на рисунке 4.7) индицируются относительные положения командоконтроллеров, относительные сигналы задания скорости (э. д. с.)

и мгновенные значения тока и напряжения якоря электродвигателя (группы электродвигателей) соответствующего главного привода.

В группах переменных 2 и 3 индицируются значения токов независимых обмоток возбуждения главных электродвигателей и якорных токов приводов открывания днища и кабельного барабана соответственно.

В нижней части общей панели расположена строка меню оперативной панели 6, в которой нажатием левой кнопки мыши или нажатием функциональной клавиши клавиатуры ПК, указанной здесь же, можно переключиться в один из режимов, описанных далее в порядке их расположения в строке 6.

При выборе режима «F2 Температура» открывается панель индикации температуры охладителей силовых модулей устройства, приведенная на рисунке 4.8.

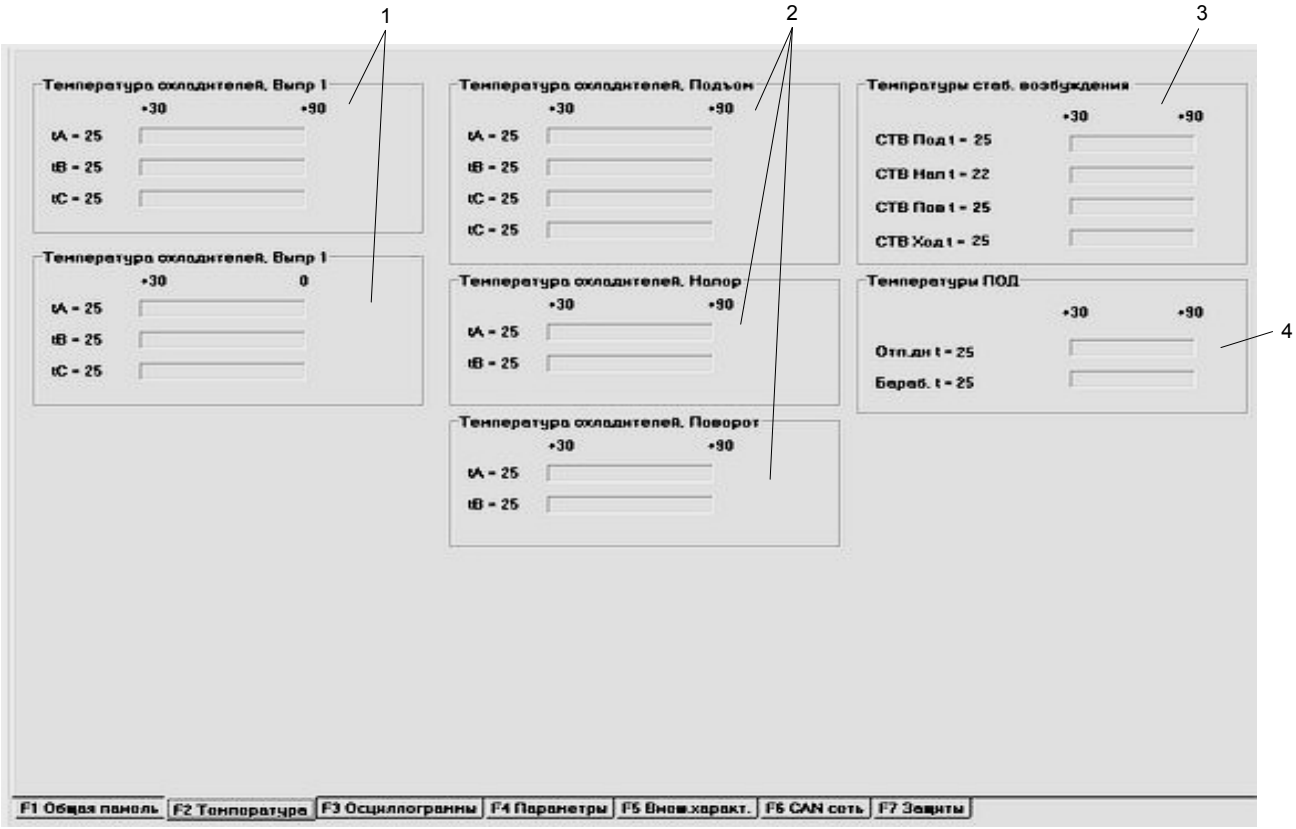


Рисунок 4.8 – Вид панели « F2 Температура».

Здесь в числовом виде и в форме линейных индикаторов (в диапазоне температур от +30 до +90 °С) индицируются текущие значения температуры основных силовых полупроводниковых элементов реверсивных выпрямителей (группы индикаторов 1), главных приводов (группы 2), стабилизаторов тока возбуждения (группа 3) и приводов открывания днища ковша и кабельного барабана (группа 4).

Пункт меню «F3 Осциллограммы» открывает на экране ПК окно осциллограмм, вид которого представлен на рисунке 4.9. Выбор переменных, осциллограммы изменения которых необходимо записать, осуществляется с помощью окон 1, 3 и кнопок 2, 4 панели «Выбор параметров» в два этапа. Вначале нажатием кнопки 2 открывается выпадающий список блоков управления, для которых возможно осциллографирование переменных. Нажатием левой кнопки мыши в этом списке выбирается нужный блок (привод), название которого после выбора выводится в окно 1. Затем нажатием кнопки 4 открывается список доступных переменных, который закрывается после выбора переменной, а её название остаётся в окне 3. После выбора привода и переменной в окнах 5 необходимо указать максимальное значение каждой переменной.

Запись осциллограмм включается нажатием кнопки 6 «Старт/стоп», после чего в окне осциллограмм 7 начинает перемещаться маркер в виде вертикальной прямой 8, слева от которого высвечиваются осциллограммы изменения выбранных переменных во времени. Цвета осциллограмм, которые выбираются одновременно с выбором блока управления (привода), указываются в левой части панели «Выбор параметров».

На рисунке 4.9 в качестве примера приведены осциллограммы работы привода поворота, а именно: XzvKA - относительное положение командоконтроллера (кривая 9); UzvZI - относительный выходной сигнал задатчика интенсивности (кривая 10); Uarm - напряжение на якоре одного двигателя (кривая 11); Iarm - ток якорной цепи (кривая 12). После вывода на экран ПК желаемого интервала осциллограмм можно остановить их запись кнопкой 6 «Старт/стоп». В противном случае при достижении курсором правой границы окна 7 он устанавливается в крайнее левое положение, и запись осциллограмм продолжается слева от курсора. При этом предыдущая осциллограмма, располагаемая справа от курсора заменяется текущей. Для очистки окна осциллограмм можно воспользоваться кнопкой 13 «Очистить».

Включение и выключение записи одной или нескольких осциллограмм возможно установкой значков «√» в окнах, расположенных слева от названий выбранных блоков. Этими кнопками удобно пользоваться при анализе записанных осциллограмм.

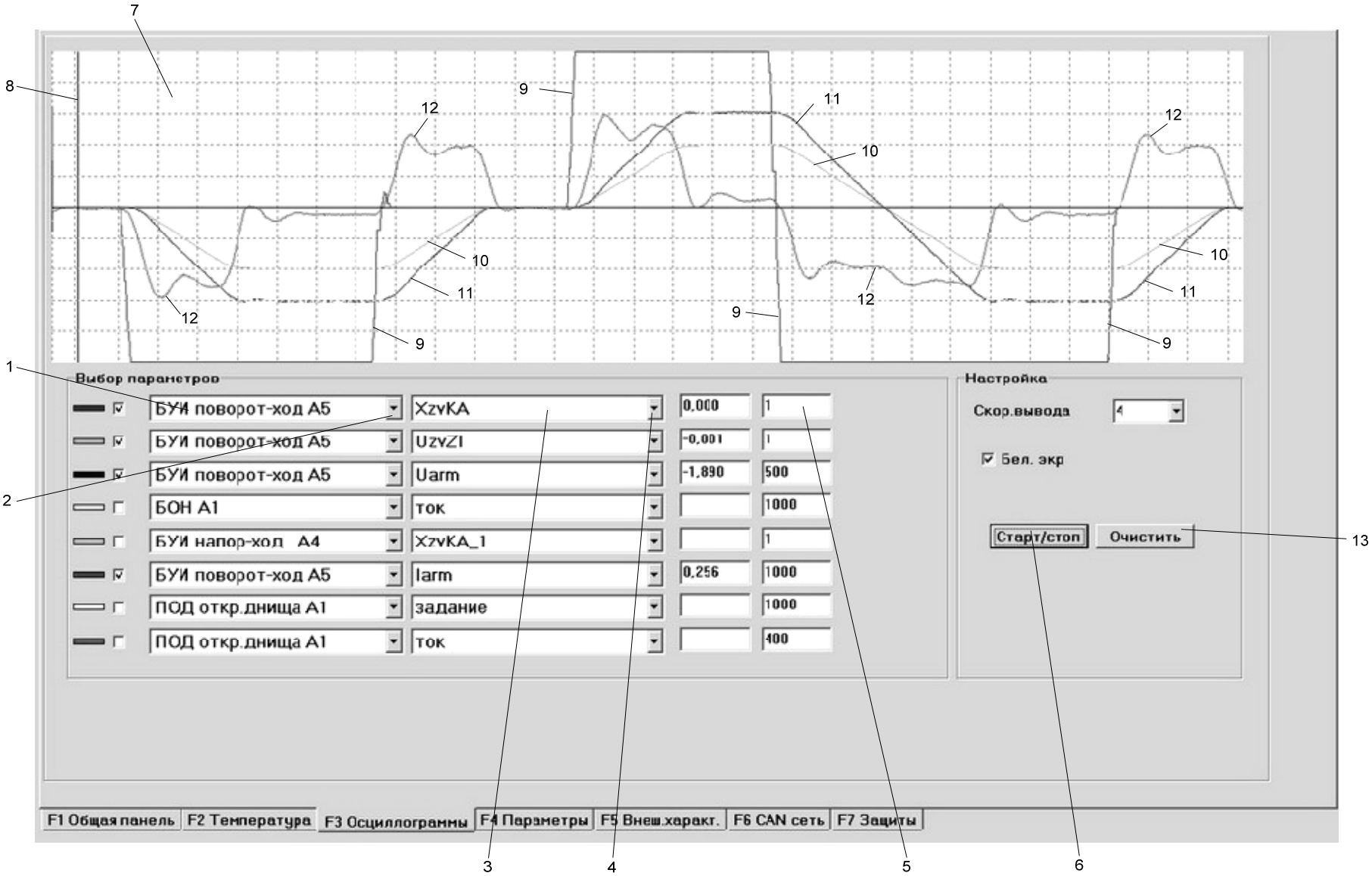
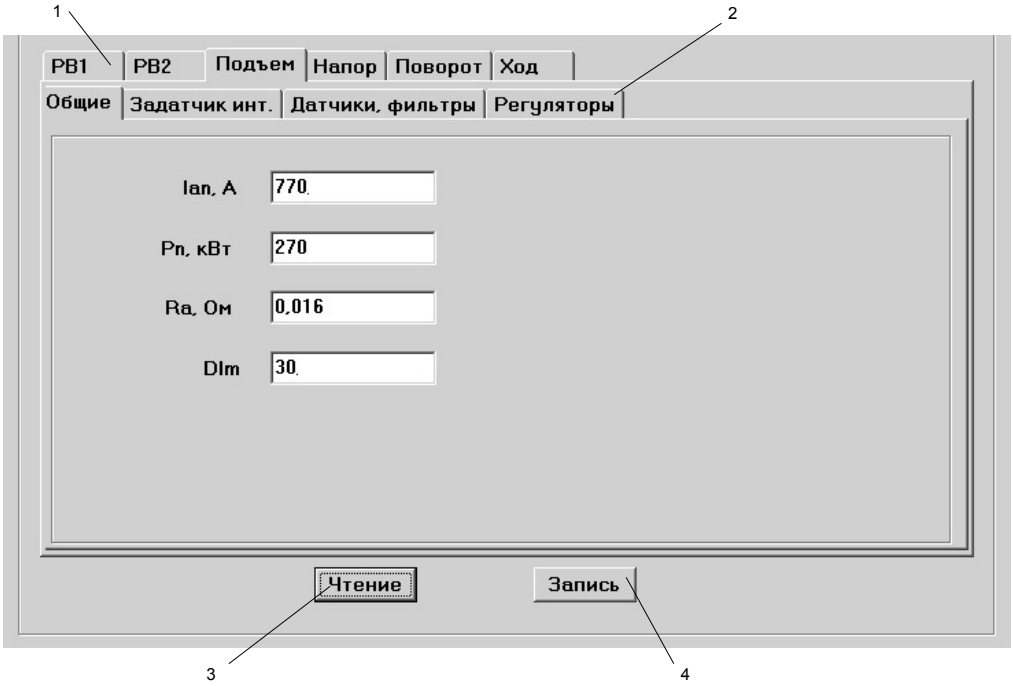
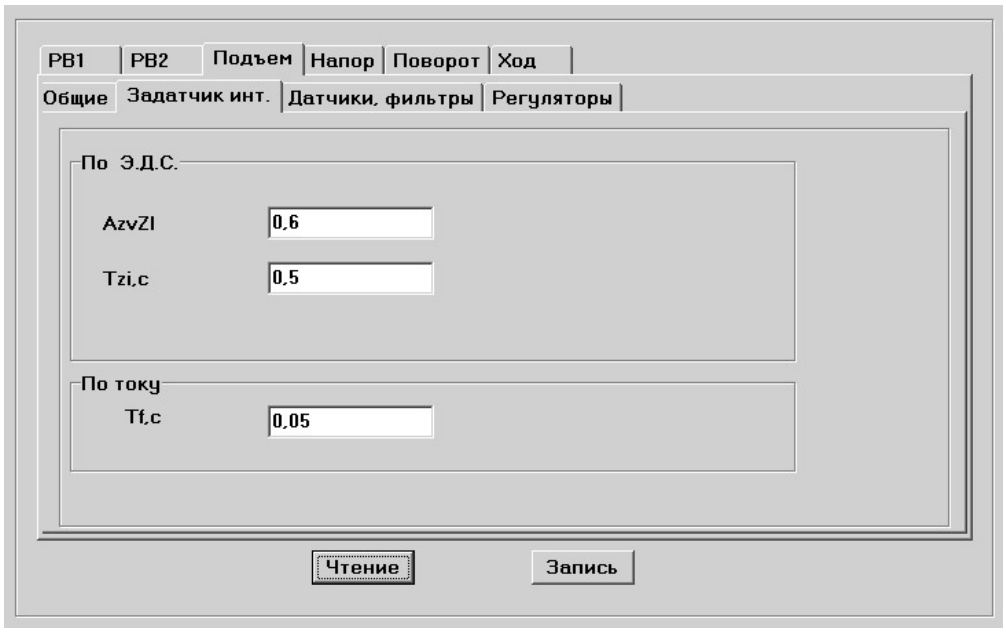


Рисунок 4.9 – Панель осциллограмм

Пункт меню «F4 Параметры» и открывающаяся на экране ПК соответствующая панель предназначены для просмотра и изменения параметров электроприводов. Фрагменты панели «F4 Параметры» представлены на рисунке 4.10[7].



а)



б)

Рисунок 4.10 – Фрагменты панели «F4 Параметры» в режиме просмотра и редактирования параметров привода подъёма при выборе закладок «Общие» (а) и «Задатчик инт.» (б).

[7] Все закладки панели «F4 Параметры» доступны только разработчику устройства. Для просмотра и изменения в процессе эксплуатации устройства доступны закладки «Общие» и «Задатчик инт.» главных приводов.

В верхней строке 1 (см. рисунок 4.10а) этой панели расположены закладки, позволяющие выбрать один из двух реверсивных выпрямителей или главный привод. Группа параметров для просмотра или редактирования выбирается в строке 2. Условные обозначения параметров на панелях соответствуют их обозначениям в таблицах 4.3 ... 4.6. Просмотр установленных значений параметров осуществляется нажатием кнопки 3 «Чтение», что приводит к выводу в окна панели числовых значений параметров. При необходимости значения параметров могут быть изменены вводом числового значения в соответствующее окно и нажатием кнопки 4 «Запись».

При выборе пункта меню «F5 Внеш. характ.» оперативной панели становится возможным наблюдение за состоянием главных приводов. Вид открывающейся на экране ПК в этом режиме панели показан на рисунке 4.11. Мгновенное состояние каждого из главных электроприводов индицируется в окнах 1 ... 3 точкой 4 на плоскости с координатами ток якоря (горизонтальная ось) - напряжение якорной цепи (вертикальная ось). На этих же плоскостях изображены внешние характеристики (ВХ) каждого из главных приводов и кривые допустимой мощности реверсивных выпрямителей (см. подраздел 1.4.2). При работе привода точка 4, перемещается, отражая своим положением на плоскости мгновенные значения напряжения и тока якоря главного электродвигателя (группы электродвигателей)[8]. По желанию установкой знака «√» в окне 6 можно включить отображение нескольких предыдущих положений точки, при этом на плоскости изображается траектория её перемещения, отражающая процесс изменения якорных напряжения и тока (см. линию 7 в окне привода поворота).

При работе главного привода точка 4 перемещается внутри области, ограниченной ВХ. При выходе на установившийся режим движения с максимальной скоростью точка совмещается с горизонтальными участками ВХ, а при наступлении режима токоограничения – с вертикальными или наклонными участками ВХ. Таким образом, описанный режим индикации переменных, характеризующих работу главного привода, обеспечивает наглядную оперативную оценку его состояния.

Параметры внешних характеристик могут быть установлены или изменены либо при помощи пульта индикации (см. подраздел 4.3), либо при помощи ПК и панели «Параметры» 8 на рисунке 4.11. При этом ввод параметров П□□03 ... П□013, П□025, П□026 (см. таблицы 4.3 ... 4.5) с помощью пульта индикации и ввод параметров с панели 8 равносильны[9].

---

[8] Рисунок 4.11 соответствует работающему приводу поворота и остановленным приводам подъёма и напора.

[9] На панели внешних характеристик в отличие от рисунка 1.3 и таблиц 4.3 ... 4.5 положительное отрицательное значения стопорного тока обозначены Ist_p и Ist_n.

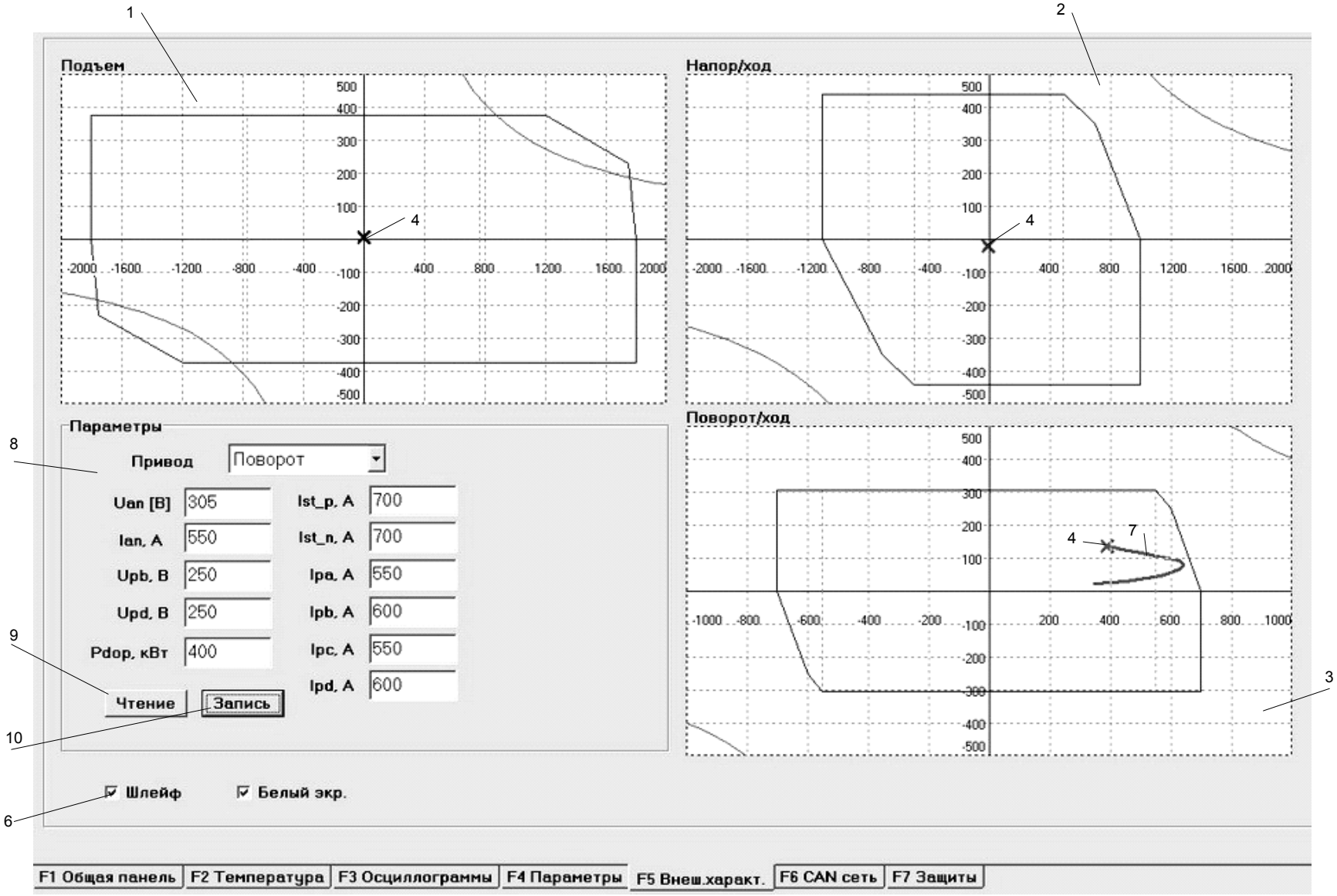


Рисунок 4.11 – Панель внешних характеристик главных приводов

В верхней части панели «Параметры» 8 (см. рисунок 4.11) выбирается главный привод, параметры ВХ которого просматриваются или изменяются. Числовые значения параметров вводятся в окна с соответствующими условными обозначениями, которые соответствуют названиям параметрам в таблицах 4.3 ... 4.5 и в подразделе 4.3.

После ввода значения параметра и нажатия кнопки «Запись» 10 параметр записывается в память блока управления инвертором выбранного привода и изменяется изображение ВХ в окне 1, 2 или 3 на панели «F5 Внеш. характ.».

Пункт «F6 CAN сеть» меню оперативной панели открывает окно с перечнем блоков, включённых в CAN сеть устройства, фрагмент которого приведен на рисунке 4.12.

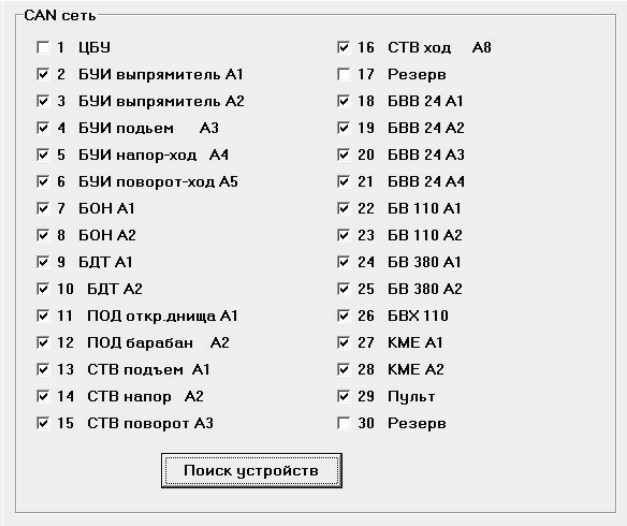


Рисунок 4.12 – Вид панели «F6 CAN сеть»

Назначение этого пункта меню аналогично назначению панели «CAN сеть» главного окна программы «Granit» (см. рисунок 4.4).

Для просмотра списка защит (неисправностей), возникших в процессе работы устройства необходимо выбрать пункт «F7 Защиты» в строке меню оперативной панели. При этом откроется окно, фрагмент которого приведен на рисунке 4.13. При нажатии кнопки «Вывести список» на экран ПК выводятся 50 последних из возникших сообщений встроенной системы диагностики с указанием порядкового номера, даты, времени появления, номера защиты и текста сообщения.

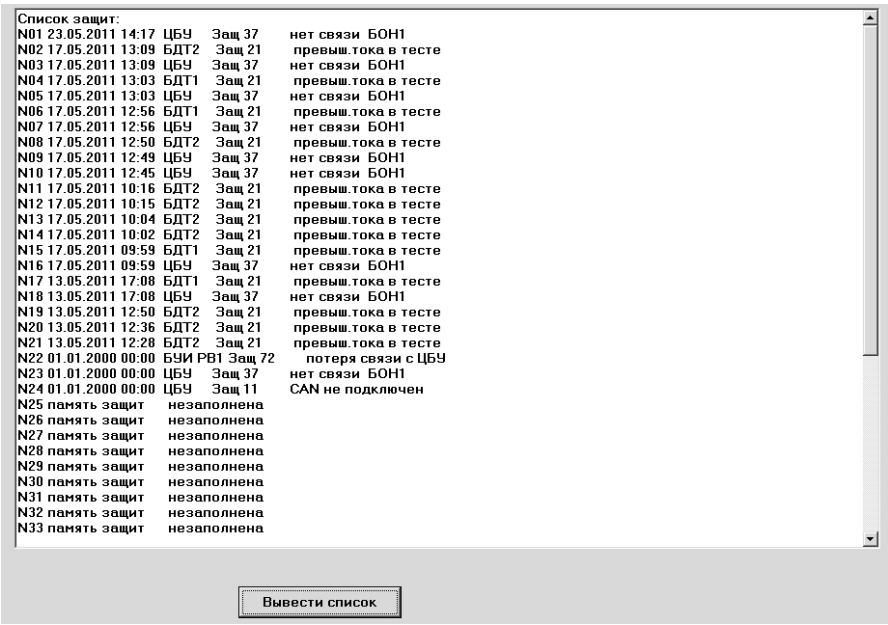


Рисунок 4.13 – Вид панели «F7 Защиты».

5 Текущий ремонт устройства

5.1 Общие указания

5.1.1 Под ремонтом устройства в настоящем руководстве понимается замена вышедших из строя блоков и узлов. Ремонт составных частей устройства возможен только в условиях предприятия - изготовителя.

5.1.2 К ремонту устройства допускается персонал, имеющий навыки ремонта сложной электронной техники, прошедший подготовку у специалистов предприятия - изготовителя, изучивший эксплуатационную документацию и имеющий группу по электробезопасности не ниже IV для работы с установками напряжением до 1000 В.

5.2 Описание сообщений встроенной системы диагностики

В текстовых сообщениях системы диагностики указывается сокращённое название блока, который формирует сообщение. Соответствие сокращённых названий блоков, указываемых в текстовом сообщении системы диагностики, обозначениям блоков по принципиальной схеме устройства Э.НЛ.110 Э3 приведено в таблице 5.1. После сокращённого названия блока, который обнаружил неисправность, на дисплей выводится текст «ЗАЩИТА№□□□» содержащий на месте символов «□» цифровой код (номер) неисправности (защиты).

Первые двадцать номеров зарезервированы для сообщений о неисправности собственно блока, сформировавшего сообщение. Причиной появления этих сообщений, как правило, является отказ блока. Исключение составляют коды защит 2 и 5, причины появления которых могут заключаться в нарушении контактов в адресных перемычках кабельных частей разъёмов питания блоков. При появлении сообщения такого рода главные приводы выключаются. Если сообщение повторяется при повторном включении устройства, необходимо заменить указанный в сообщении блок.

Диагностические сообщения, реакция системы управления при обнаружении неисправности описаны в приложениях Б ... К к настоящему РЭ, помещённых в книгу 2 Э.НЛ. 0110 РЭ2. Там же описаны вероятные причины неисправностей и действия, которые необходимо выполнить для их поиска и устранения.

Таблица 5.1

Сокращённое наименование блока, указываемое в текстовом сообщении	Название и обозначение блока - источника сигнала о неисправности	Обозначение блока по принципиальной электрической схеме Э.НЛ.0110 Э3 ((№ листа схемы)	Обозначение шкафа, в котором установлен блок
ЦБУ	Центральный блок управления «ЦБУ» Э.НЛ.0110.35	=A2≠AB20-AC6 (15)	AB20
РВ1	Блок управления инвертором «БУИ» Э.НЛ.0110.39	=A2≠AB5-AC5 (4)	AB5
РВ2		=A2≠AB8-AC5 (5)	AB8
БУИ ПОД		=A2≠AB9-AC5 (6)	AB9
БУИ НАП		=A2≠AB13-AC3 (7)	AB13
БУИ ПОВ		=A2≠AB16-AC3 (8)	AB16
БОН1	Блок ограничения напряжения «БОН» Э.НЛ.0110.20	=A2≠AB12-AC1 (6)	AB12
БОН2		=A2≠AB16-AC6 (8)	AB16
БДТ1	Блок динамического торможения	=A2≠AB9-AC2 (6)	AB9
БДТ2		=A2≠AB13-AC6 (7)	AB13
ОТКР.ДН	Преобразователь привода открывания днища «ПОД» Э.НЛ.0110.23	=A2≠AB18-AC10 (10)	AB18
БАРАБ		=A2≠AB18-AC8 (10)	
СТ-ПОД	Стабилизатор тока возбуждения «СТВ» Э.НЛ.0110.24	=A2≠AB18-AC1 (9)	
СТ-НАП		=A2≠AB18-AC3 (9)	
СТ-ПОВ		=A2≠AB18-AC5 (9)	
СТ-ХОД		=A2≠AB18-AC7 (10)	
БВВ24-1	Блок входов - выходов 24 «БВВ 24» Э.НЛ.0110.36	=A2≠AB3-AC2 (4)	AB3
БВВ24-2		=A2≠AB6-AC2 (5)	AB6
БВВ24-3		=A2≠AB19-AC4 (13)	AB19
БВВ24-4		=A2≠AB19-AC9 (13)	

Окончание таблицы 5.1

Сокращённое наименование блока, указываемое в текстовом сообщении	Название и обозначение блока	Обозначение блока по принципиальной электрической схеме Э.НЛ.0110 Э3 ((№ листа схемы)	Обозначение шкафа, в котором установлен блок
БВ110-1	Блок входов 110 «БВ 110» Э.НЛ.0110.37	=А2≠АВ19-АС2 (11)	АВ19
БВ110-2		=А2≠АВ19-АС3 (11)	
БВ380-1	Блок входов 380 «БВ 380» Э.НЛ.0110.38	=А2≠АВ19-АС5 (13)	
БВ380-2		=А2≠АВ19-АС7 (13)	
БВХ110	Блок выходов 110 «БВХ 110» Э.НЛ.0110.34	=А2≠АВ19-АС1 (11)	
БВВК1	Блок входов - выходов кресла «БВВК» Э.НЛ.0110.51	=А2≠АВ20-АС2 (14)	АВ20
БВВК2		=А2≠АВ20-АС5 (15)	

6. Транспортирование и хранение

6.1 Условия транспортирования в части воздействия механических факторов – Л по ГОСТ З 51908.

6.2 Условия транспортирования в части воздействия климатических факторов такие же как условия хранения 5 (ОЖ4) по ГОСТ 15150: допускаются перевозки закрытым железнодорожным и автомобильным транспортом и самолетами в герметизируемых отсеках.

6.3 Условия хранения устройства и его составных частей в части воздействия климатических факторов внешней среды – 2С по ГОСТ 15150.

6.4 Допустимый срок хранения до ввода в эксплуатацию – 1 год.

Приложение А

Код состава устройства

Лист регистрации изменений									
Изм.	Номера листов(страниц				Всего листов (страниц) в докум.	№ докум.	Входящий № сопроводительного документа и дата	Подпись	Дата
	изме-ненных	заме-ненных	новых	аннули-рова-ных					