

Южно-Уральский учебный центр  
профессиональных квалификаций  
структурное подразделение ЮУЖД  
филиала ОАО «РЖД»  
Курганское подразделение



## УСТРОЙСТВО И РЕМОНТ ЭЛЕКТРОВЗОВ



## КУРС ЛЕКЦИЙ

Электрические схемы электровоза 2ЭС6

**Преподаватель** Петров Сергей Владимирович



Рассмотрено и одобрено на заседании предметной (цикловой) комиссии  
локомотивного, вагонного хозяйств ЮУрУЦПК

Курс лекций предназначен для использования в учебном процессе  
локомотивного хозяйства по предмету «Устройство и ремонт электровозов».  
Содержит описание электрических схем электровоза нового поколения серии  
2ЭС6 «Синара».

Рецензент Касимов Ринат Раисович преподаватель Свердловского учебного  
центра профессиональных квалификаций

Южно-Уральский учебный центр  
профессиональных квалификаций –  
структурное подразделение ЮУЖД –  
филиала ОАО «РЖД»  
Курганское подразделение

# КУРС ЛЕКЦИЙ

## Электрические схемы электровоза 2ЭС6

КУРГАН-2017

Преподаватель Петров С.В.



## СОДЕРЖАНИЕ

<b>I. Описание электрических схем вспомогательных цепей.....</b>	<b>7</b>
1.1 Общие положения.....	7
1.2 Источники питания бортовой сети .....	9
1.2.1 Общие сведения.....	9
1.2.2 Включение АЗВ SF19 «АБ» .....	12
1.2.3 Цепи после включения выключателя цепей управления (ВЦУ).....	14
1.2.4 Цепи после запуска ПСН .....	15
1.2.5 Микропроцессорная система управления и диагностики (МПСУиД).....	23
1.3 Управление токоприемниками.....	27
1.3.1 Цепи управления работой токоприемников, разъединителей и заземлителей .....	27
1.3.2 Силовая цепь после подъема токоприемника .....	32
1.3.3 Работа цепи управления при опускании токоприемника.....	33
1.4 Аппараты защиты и преобразователи собственных нужд (ПСН).....	35
1.4.1 Включение дифференциальных реле (РД), быстродействующего контактора (БК) и быстродействующего выключателя БВ .....	35
1.4.2 Силовая цепь после включения БВ.....	41
1.4.3 Цепи управления запуском преобразователя собственных нужд ПСН.....	42
1.4.4 Силовая цепь запуска ПСН.....	51
1.4.5 Выключение БВ .....	52
1.4.6 Описание силовых электрических цепей преобразователя собственных нужд .....	53
1.5 Цепи включения вспомогательного компрессора.....	65
1.6 Работа тормозного компрессорного агрегата.....	67
1.6.1 Цепи управления работой компрессорного агрегата .....	67
1.6.2 Силовые цепи компрессорного агрегата.....	71
1.7 Схема подключения электродвигателей вентиляторов охлаждения ТЭД и отсасывающих фильтров модулей мультициклонных фильтров .....	72
1.7.1 Цепи управления работой вентиляторов охлаждения тяговых электродвигателей.....	72
1.7.2 Силовые цепи вентиляторов охлаждения тяговых электродвигателей и отсасывающих фильтров системы мультициклонных фильтров.....	72
1.8 Цепи клапанов продувки и обогрева выпускных кранов главных резервуаров и цепи обогрева обратного клапана .....	74
1.8.1 Цепи управления продувки главных резервуаров.....	74

1.8.2 Цепи управления обогрева спускных клапанов главных резервуаров .....	75
1.9 Цепи управления подачей песка .....	77
1.9.1 Принудительная подача песка .....	77
1.9.2 Автоматическая подача песка .....	78
1.10 Защита от скольжения (боксования и юза) колесных пар .....	79
1.11 Измерение сопротивления изоляции тяговых двигателей и ПСН .....	80
1.12 Цепи освещения .....	82
1.12.1 Цепи включения освещения ходовых частей .....	82
1.12.2 Цепи включения освещения кабины, шкафа приборов безопасности и подсветки пульта и кабины управления .....	82
1.12.3 Цепи освещения машинного отделения и высоковольтных камер .....	84
1.12.4 Цепи включения прожектора и буферных фонарей .....	85
1.13 Цепи обогрева бака умывальника и освещения туалетного помещения .....	88
1.14 Цепи включения электропневматических вентилях тифона и свистка ...	89
1.14 Цепи включения обогрева стекол, зеркал заднего вида и микроклимата .....	91
1.15 Цепи управления напряжением 24 В .....	93
1.15.1 Общие сведения .....	93
1.15.2 Цепи управления стеклоочистителями .....	93
1.15.3 Цепи управления солнцезащитной шторкой .....	94
1.15.4 Цепи управления стеклоомывателем .....	94
1.16. Цепи управления тормозным и пневматическим оборудованием .....	95
1.16.1 Общие сведения .....	95
1.16.2 Цепь электропневматического вентиля «Отпуск тормоза» .....	96
1.16.3 Цепь электропневматического вентиля «Блокировка тормоза» .....	97
1.16.4 Цепь электропневматического вентиля «Срыв рекуперации» .....	97
1.16.5 Цепь «Контроль ТМ» .....	97
<b>II. Цепи моторного режима и электрического торможения.....</b>	<b>99</b>
2.1 Цепи выбора режимов работы тяговых электродвигателей .....	99
2.1.1 Общие сведения .....	99
2.1.2 Выбор головной/прицепной секции .....	99
2.1.3. Отключение из работы тяговых двигателей или секций .....	101
2.1.4. Задание направления движения – реверсирование .....	102
2.1.5. Выбор режима возбуждения тяговых двигателей .....	103
2.1.6. Цепь формирования входного сигнала «Выбег» .....	107
2.2 Цепи управления электровозом в режиме тяги .....	110
2.2.1 Условия для формирования режима «Тяга» .....	110
2.2.2 Управление режимом «Тяга» .....	111
2.2.3 Работа вентиляторов пуско-тормозных резисторов .....	112

2.2.4 Работа привода жалюзи пуско-тормозных резисторов .....	115
2.2.5 Цепи управления линейными и реостатными контакторами .....	116
2.3 С соединение моторного режима независимого возбуждения.....	123
2.4 СП соединение моторного режима независимого возбуждения.....	127
2.5 П соединение моторного режима независимого возбуждения .....	133
2.6 Силовые аварийные схемы силовых цепей ТЭД .....	139
2.7 Электрическое торможение.....	140
2.7.1 Управление режимом «Электрическое торможение» .....	140
2.7.2 Силовые цепи «Электрического торможения».....	141
<b>III. Цепи защиты оборудования силовых и вспомогательных цепей .....</b>	<b>150</b>
3.1 Защита силовых и вспомогательных цепей от токов короткого замыкания .....	150
3.2 Защита тяговых двигателей от недопустимой скорости нарастания величины тока .....	151
3.3 Защита статического преобразователя .....	152
<b>Используемая литература.....</b>	<b>153</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ А.....</b>	<b>154</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....</b>	<b>157</b>

# I. Описание электрических схем вспомогательных цепей

## 1.1 Общие положения

Напряжение бортовой сети 110 В постоянного тока передается по двухпроводным линиям, которые имеют общую минусовую цепь - провод 600 «Общий».

В описаниях электрических цепей управления применяются термины канал непропадающего питания и канал пропадающего питания. Канал непропадающего питания – это линии с постоянным питанием после включением АЗВ SF19 «АБ», данные цепи питаются или от аккумуляторной батареи или от блоков преобразователя частоты и зарядного устройства (ПЧиЗУ) после запуска преобразователя собственных нужд (ПСН). Канал пропадающего питания – цепи получающие питание после запуска ПСН.

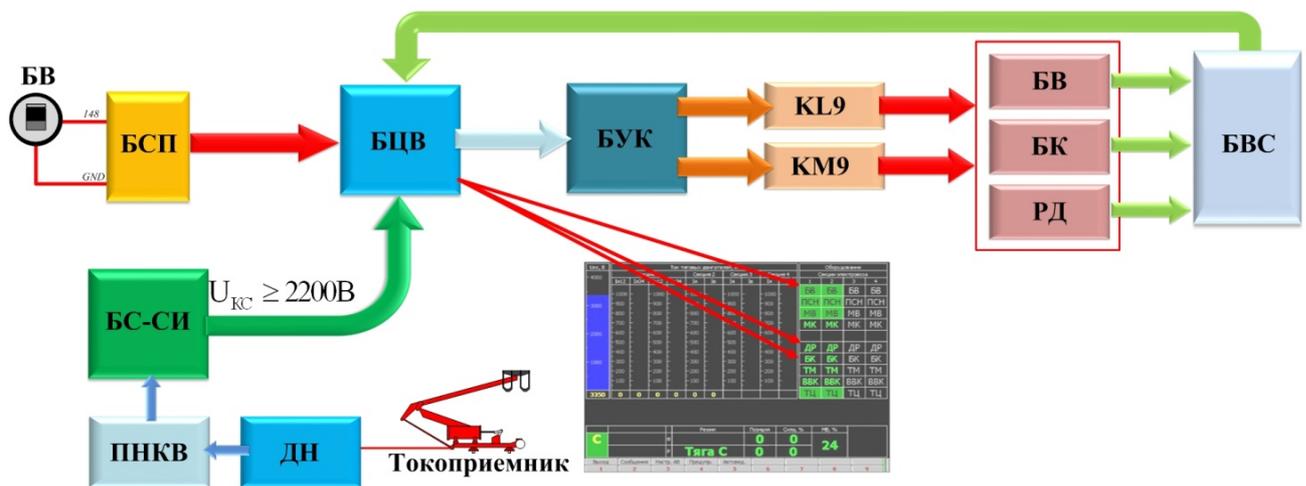


Рисунок 1.1 – Упрощенная логическая схема включения БВ

Управление цепями происходит по средствам взаимодействия блоков микропроцессорной системы управления и диагностики локомотива (МПСУиД). При включении тумблера на пульте машиниста замыкаются соответствующие контакты в цепи блока связи с пультом управления (БСП), блок БСП передает данную команду блоку центрального вычислителя (БЦВ). Блок БЦВ анализирует возможность выполнения данной команды по данным получаемых от блоков связи системы измерения (БС-СИ) и от блоков входных сигналов (БВС). При соблюдении условий для выполнения команды машиниста, БЦВ дает команду на включение соответствующих аппаратов блоку управления контакторами (БУК). БУК соединяет минусовую цепь с соответствующей цепью находящейся под постоянным питанием для включения аппарата (катушки аппаратов находятся под постоянным питанием). После включения аппарата и срабатывания его блокировочного устройства замыкаются соответствующие контакты в цепи блока БВС, при этом кодированный сигнал об этом передается в блок БЦВ. Пример упрощенной

логической схемы включения быстродействующего контактора БВ приведен на рисунке 1.1.

## 1.2 Источники питания бортовой сети

### 1.2.1 Общие сведения

Источниками напряжения 110В постоянного тока бортовой сети электровоза в каждой секции являются статический преобразователь собственных нужд (ПСН-210-3) и аккумуляторная батарея. Преобразователь частоты и зарядное устройство (ПЧиЗУ) ПСН преобразует напряжение, поступающее со статического преобразователя (СТПР-1000 или СТПР-600) в напряжение бортовой сети 110 В. На принципиальной электрической схеме электровозов преобразователь ПЧиЗУ имеет обозначение А5.

Вторым источником напряжения бортовой сети является аккумуляторная батарея, на принципиальной схеме обозначенная двумя группами элементов GB1 – GB 48 и GB 49 – GB96.

Напряжение 600 В статического преобразователя (СТПР-1000 или СТПР-600) (рисунок 1.2) поступает на вход источника питания ИП-600/160В, двух источников питания ИП-600/110В и зарядного устройства ЗУ преобразователя ПЧиЗУ (А5).

Необходимая мощность по выходному напряжению 110 В обеспечивается двумя источниками питания ИП-600/110В, один из которых питает канал пропадающего питания (-ОП, +ОП), другой – канал непропадающего питания (-НП, +НП). Нормальный рабочий ток на выходе источников 42 – 43 А, ток перегрузки – 44 А.

Источник ИП600/160В обеспечивает выходное напряжение 160 В для следующих потребителей:

- источника питания системы приборов безопасности (для электровозов до № 113 – G1, с № 114 – ИП системы БЛОК);
- двух источников питания ПСН (G2 и G3);
- источника питания УКТОЛ и I канала МПСУ (G4);
- источника питания II канала МПСУ и Д (G6).

Зарядное устройство (ЗУ) обеспечивает стабилизацию тока зарядки ( $30 \pm 1$ ) А при разряженной аккумуляторной батарее с ограничением на зарядном уровне и стабилизацию напряжения по величине (133 – 142 В летом и 142 – 156 В зимой) при заряженной батарее.

При пропадании бортовой сети батарея электровоза выдает накопленную энергию напряжением 140 В для питания потребителей канала непропадающего питания (+НП, –НП). Этот канал делится на потребителей напряжения от 140 до 160 В и потребителей напряжения питания 110 В. В цепи питания 110 В расположен ограничитель перенапряжения, который понижает напряжение от 140 В до 110 В.

К потребителям напряжения 110 В относятся: прожектор, буферные фонари, шкаф приборов безопасности, освещение машинного отделения, цепи управления аппаратами высоковольтной камеры, вентиляторы ПСН, звуковые сигналы, цепи управления компрессором, реверсорами и режимными переключателями, цепи управления функции «Выбег».

К потребителям напряжения от 140 до 160 В относятся пять источников питания (G1, G2, G3, G4 и G6).

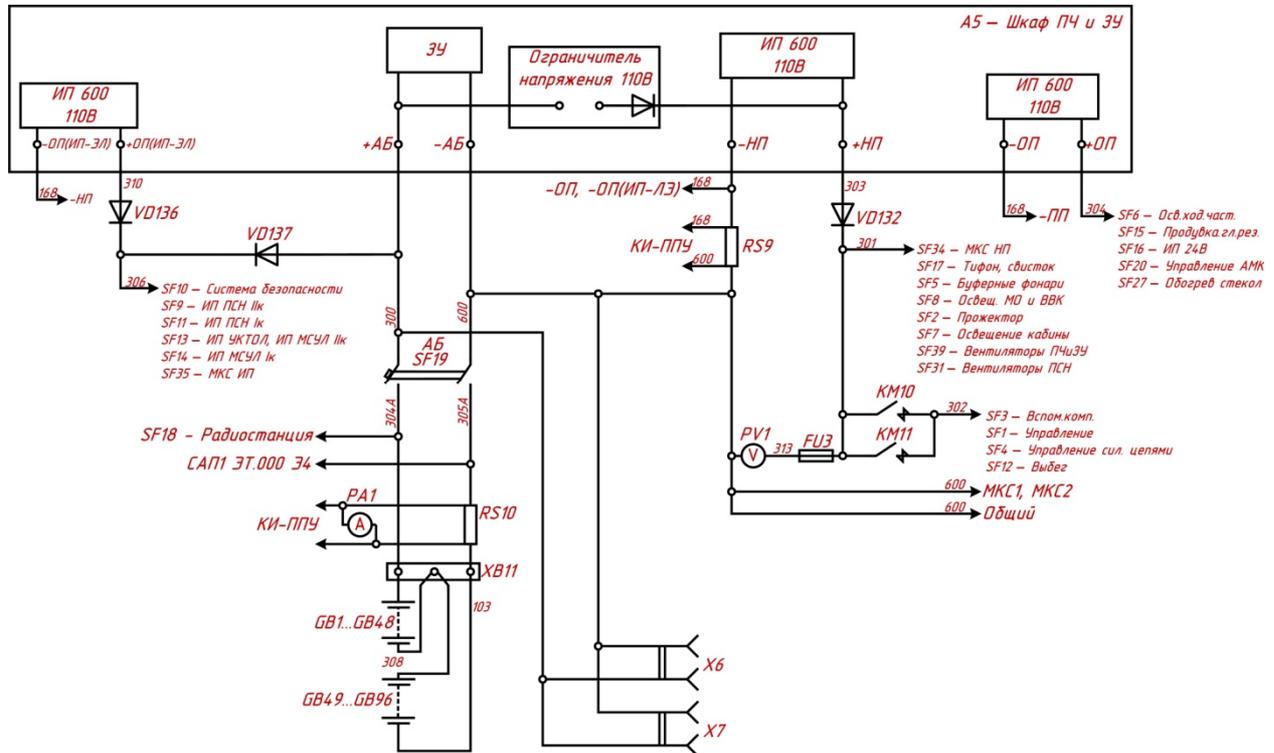


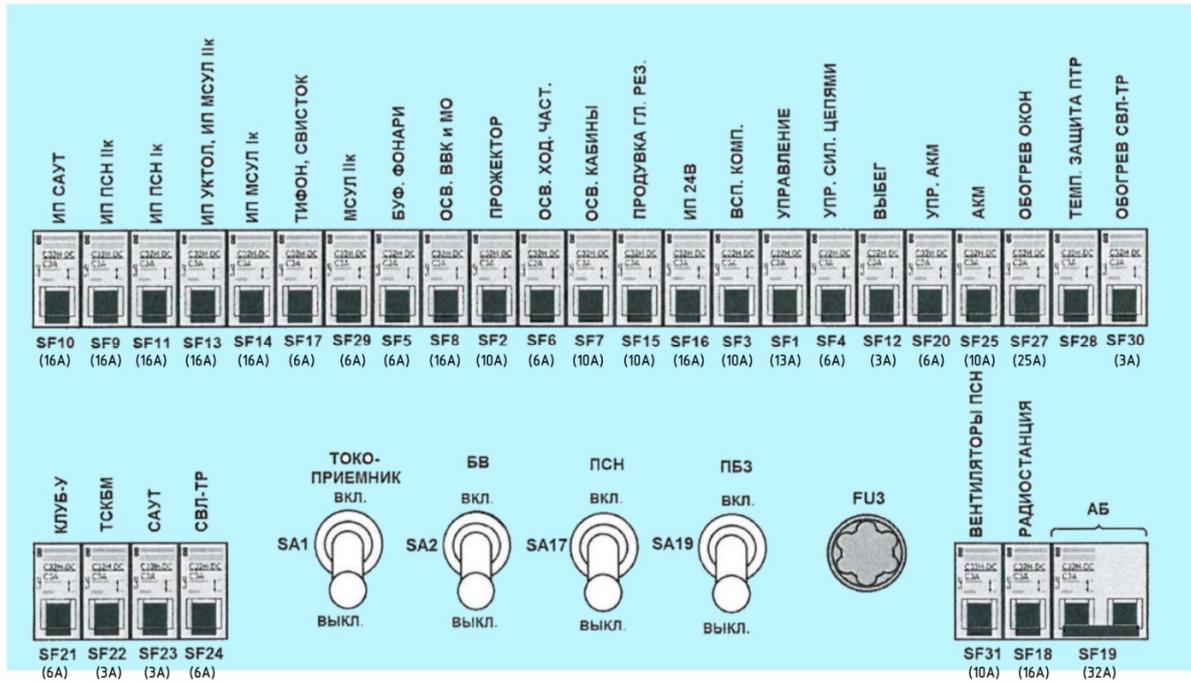
Рисунок 1.2 – Источник питания бортовой сети и зарядки аккумуляторной батареи

К выходной цепи зарядного устройства ПЧиЗУ (клеммы «+АБ», «-АБ»), провода 300, 600 подключены розетки X6 и X7 для соединения с внешним зарядным устройством.

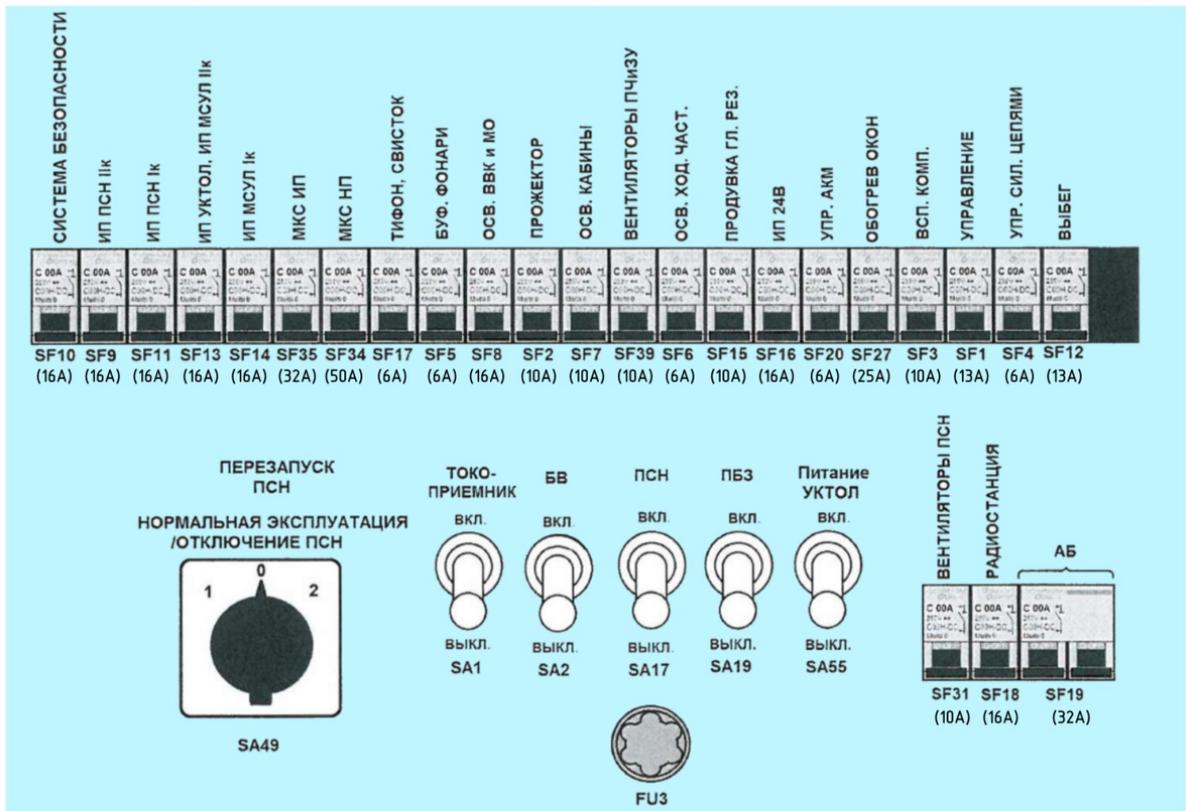
Двухполюсной автоматический выключатель SF19 обеспечивает отключение аккумуляторной батареи от ПСН, при этом сохраняется питание от аккумуляторной батареи блоков радиостанции и системы автоматического пожаротушения АЗВ SF18 «Радиостанция».

Для контроля уровня напряжения бортовой сети на пульте управления машиниста установлен вольтметр PV1, величины зарядного тока АБ – шунт RS10 и амперметр PA1.

а)



б)



а – электровоз до № 113; б – электровоз с № 114

Рисунок 1.3 – Панели автоматических выключателей на шкафу блока аппаратов № 4 (шкаф МПСУид)

Минусовые цепи всех источников питания шкафа ПЧИЗУ соединены между собой проводом 168, и через токовый шунт RS9 образуют общий минусовый провод бортовой сети «600». Общий минусовый провод через

междузубное соединение МКС1 и МКС2 соединятся с «минусом 600» другой секции.

В плюсовые цепи источников питания шкафа «ПЧиЗУ» (провода 300, 303 и 310), установлены диоды VD132, VD136, VD137 обеспечивающие гальваническую развязку.

Плюсовые цепи бортовой сети провода 301 и 306), соединяются с этими же цепями другой секции через междузубное соединение МКС1 и МКС2. Это обеспечивает резервирование питания нагрузок этих ветвей. Данные цепи защищены по току автоматическими выключателями SF34 и SF35 и могут быть отключены.

Распределение низковольтной энергии от преобразователя ПЧиЗУ к нагрузкам цепей управления и освещения происходит через автоматические выключатели (SF), которые установлены в шкафу блока аппаратов № 4 (рисунок 1.3). Автоматические выключатели имеют токи отсечки, обеспечивающие защиту низковольтных цепей. При неисправностях низковольтных цепей, автоматические выключатели можно также принудительно отключать.

### 1.2.2 Включение АЗВ SF19 «АБ»

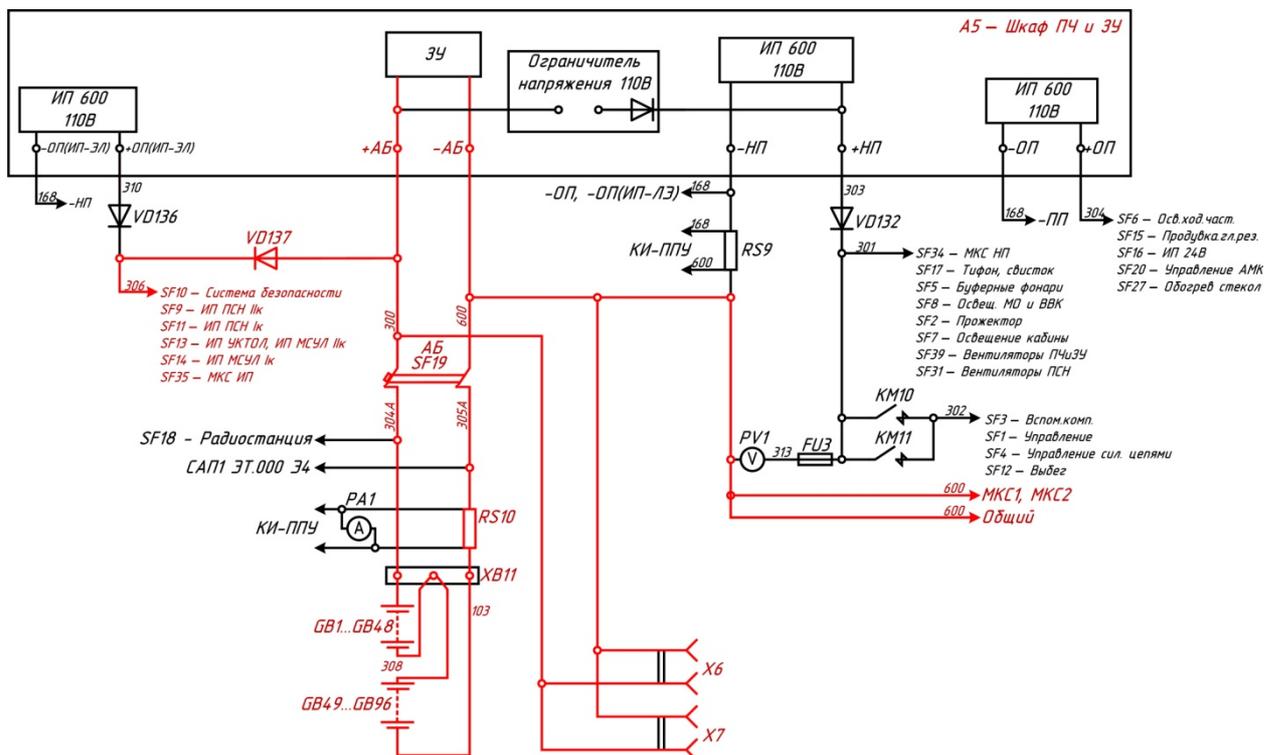


Рисунок 1.4 – Цепь не пропадающего питания 140В, после включения АЗВ SF19 «АБ»

При включении АЗВ SF19 «АБ» от плюса аккумуляторных батарей G1...G96 образуется цепь электрического тока величиной 140 В: +АБ, клемма

панели АБ ХВ11, провод 304А, замкнутые контакты АЗВ SF19, провод 300 и далее:

– 1 цепь: провод 300, диод VD137, провод 306, подается напряжение к АЗВ панели автоматических выключателей шкафа МПСУиД – SF10 «Система безопасности»; SF9 «ИП ПСН II канал»; SF11 «ИП ПСН I канал»; SF13 «ИП УКТОЛ. ИП МПСУиД II канал»; SF14 «ИП МПСУиД I канал»; SF35 «МКС ИП».

– 2 цепь: провод 300, шкаф ПЧиЗУ клемма «+АБ», ограничитель напряжения 110В (снижается напряжение со 140 В до 110 В), клемма «+НП», провод 303, диод VD132, провод 301.

От провода 301 образуются следующие цепи:

– провод 301, АЗВ панели автоматических выключателей шкафа МПСУиД – SF2 «Прожектор»; SF5 «Буферные фонари»; SF7 «Освещение кабины»; SF8 «Освещение ВВК и МО»; SF17 «Тифон, свисток»; SF31 «Вентиляторы ПСН»; SF39 «Вентиляторы ПЧиЗУ»; SF34 «МКС НП».

– провод 301, параллельно включенные разомкнутые силовые контакты контакторов КМ10 и КМ11.

– провод 301, плавкий предохранитель FU3 (на панели автоматических выключателей шкафа МПСУиД), провод 313, вольтметр цепи управления PV1 (на пульте управления со стороны рабочего места помощника машиниста), провод 600, замкнутые контакты АЗВ SF19 «АБ», провод 305А, шунт RS10 амперметра РА1, клемма панели АБ ХВ11, провод 103, – АБ.

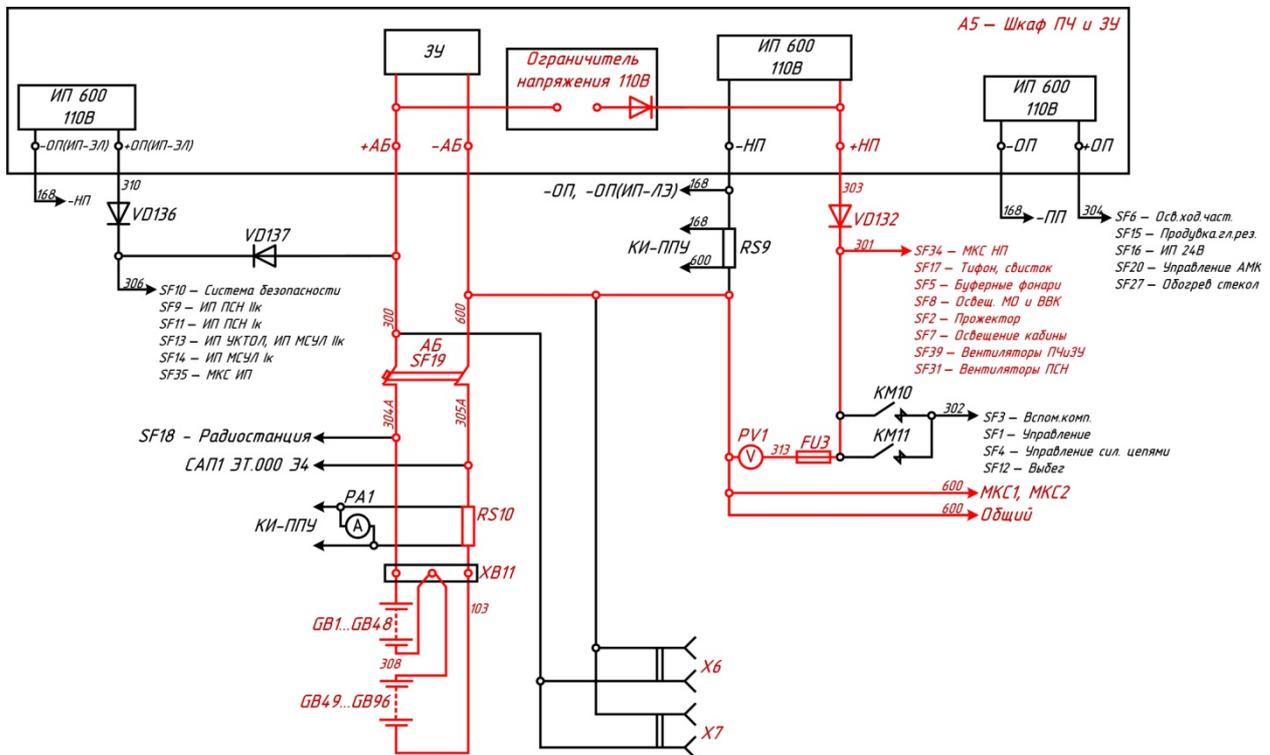
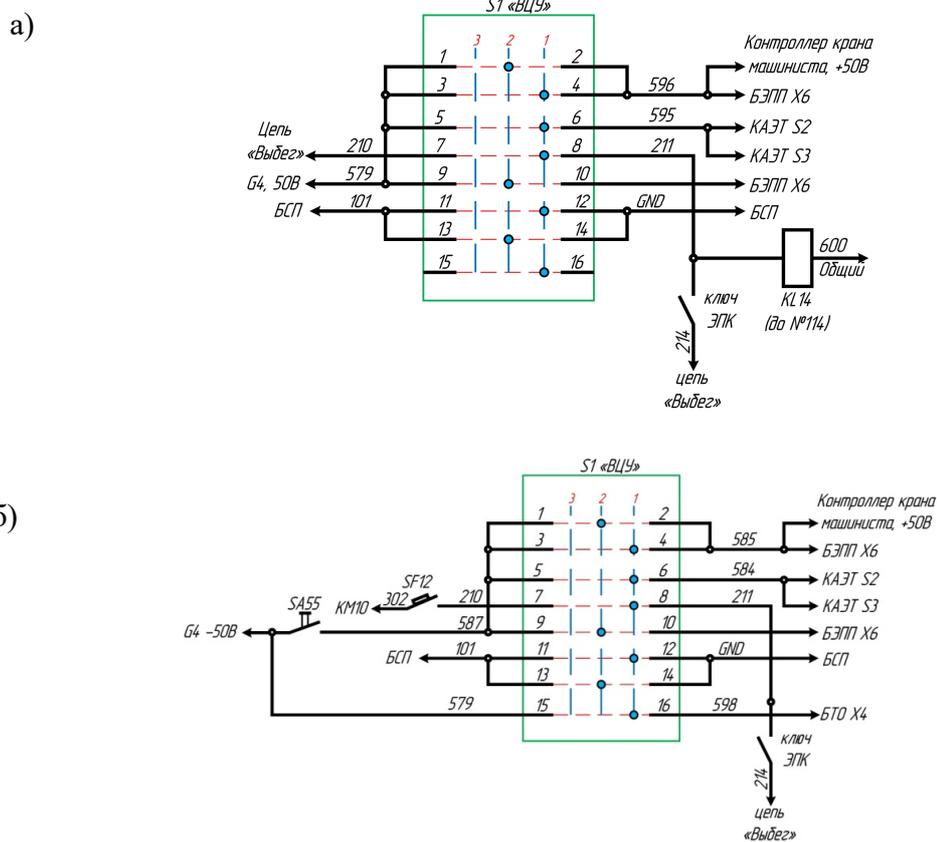


Рисунок 1.5 – Цепь не пропадающего питания 110В, после включения АЗВ SF19 «АБ»

### 1.2.3 Цепи после включения выключателя цепей управления (ВЦУ)

После перевода выключателя цепей управления в кабине управления, из которой будет производиться управление электровозом, из положения 3 «Смена кабин» в положения 1 «Блокировка включена» или положение 2 «Блокировка отключена» (рисунок 1.6), провод GND соединяется с блоком БСП (включение БСП) и по его сигналу блок БЦВ определяет количество секций и их ориентацию. Для каждой секции устанавливается ее номер – секция, с которой ведется управление (где подключен блок БСП) получает номер «0», прочие секции получают номера «1 - 3», в порядке их размещения за секцией «0». На секции «0» для МПСУиД устанавливается режим приема команд с пульта машиниста и передачи их в другие секции. На остальных секциях для МПСУиД устанавливается режим приема команд по линии связи, и дальнейшие команды выполняются с учетом ориентации секции.



а – на электровозах до № 161; б – на электровозах с № 162

Рисунок 1.6 – Схема замыкания контактов ВЦУ

После окончания определения количества секций и их ориентации, по сигналу блока БЦВ, от источников МПСУиД получают питание катушки контакторов KM10 (при отсутствии неисправностей в блоках МПСУиД по I каналу) и KM11 (при отсутствии неисправностей в блоках МПСУиД по II каналу).

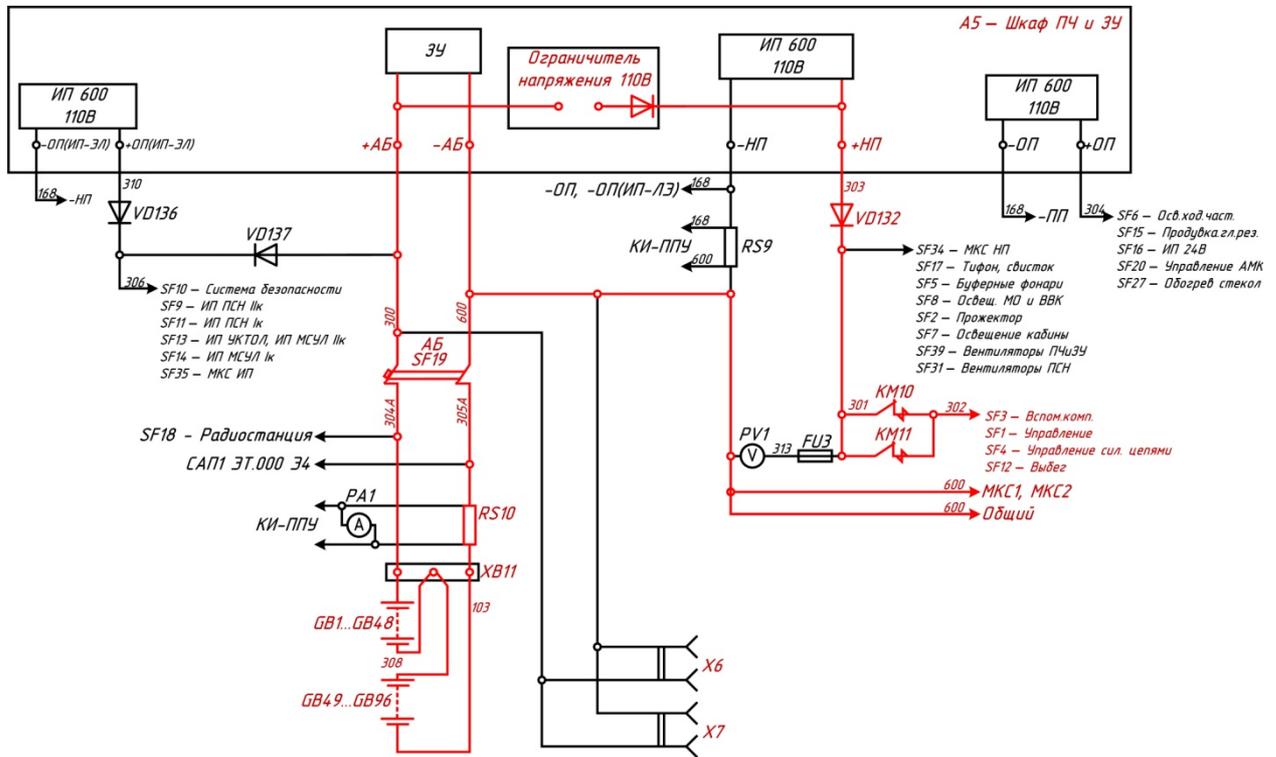


Рисунок 1.7 – Цепи после включения контакторов КМ 10 и КМ11

После включения контакторов КМ 10 и КМ11 образуются цепи:

- замыкаются силовые контакты КМ10 и КМ11 параллельно включенные в цепи проводов 301 – 302 – подается питание величиной 110 В к АЗВ на панели автоматических выключателей шкафа МПСУИД: SF1 «Управление»; SF3 «Вспомогательный компрессор»; SF4 «Управление силовыми цепями»; SF12 «Выбег»; SF40 «Защита цепей управления»;

- замыкаются силовые контакты КМ10 в цепи проводов 600 – 600А и КМ11 в цепи 600 – 600Б. подается общий минус на провода 600А и 600Б для последующего формирования цепей управления контакторами и приводами через блоки БУК.

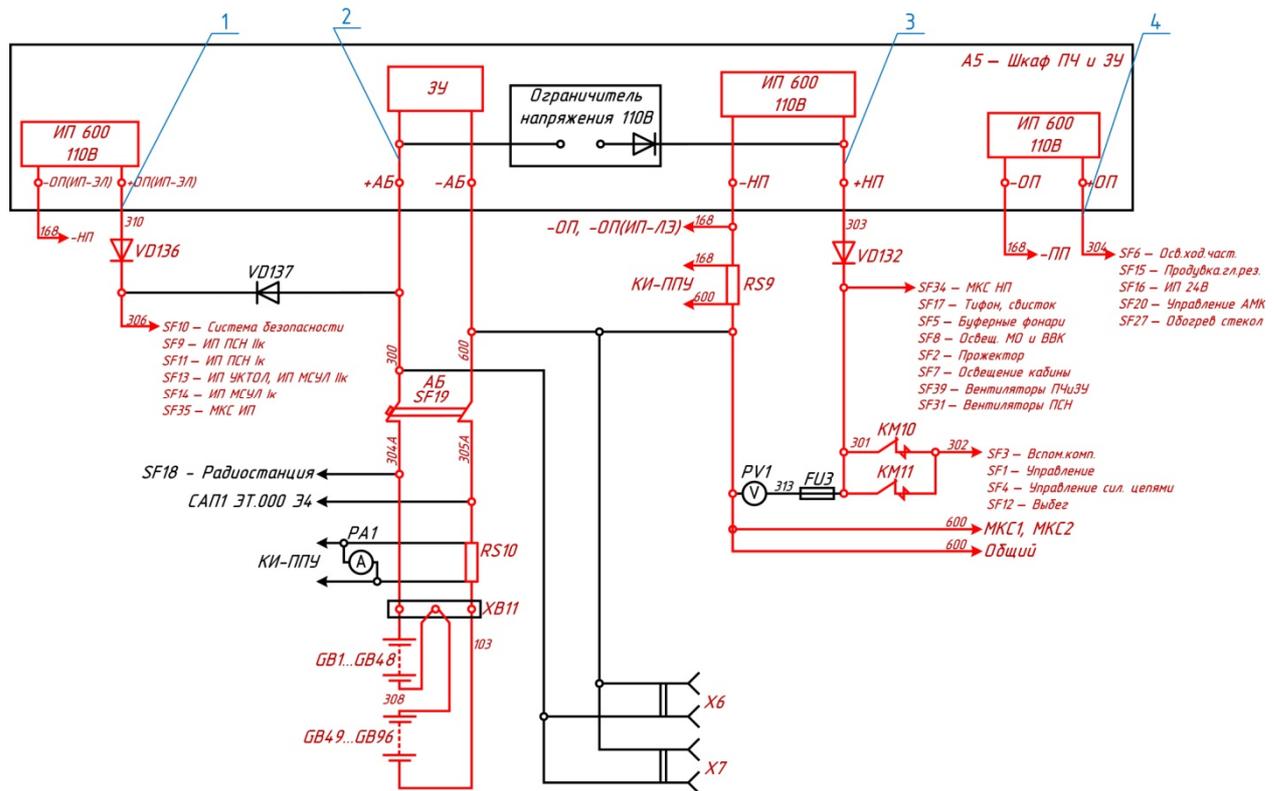
#### 1.2.4 Цепи после запуска ПСН

После запуска ПСН осуществляется зарядка аккумуляторной батареи (ЗУ), питание цепей питания напряжением от 140 В до 160 В (ИП600/160В), питание цепей пропадающего питания (ИП600/110В, цепи запитываемые после запуска ПСН), питание цепей непропадающего питания (ИП600/110В, цепи под питанием как от АБ, так и после запуска ПСН).

Цепь заряда аккумуляторной батареи: ЗУ вывод «+АБ», провод 300, АЗВ SF19 «АБ», провод 304А, клемма панели АБ ХВ11, плюс АБ (GB1...GB48, GB49...GB96), минус АБ, провод 103, шунт RS10 амперметра РА1, провод 305А, АЗВ SF19 «АБ», пр.600, вывод «-АБ» ЗУ.

Цепь питания канала 140 – 160В: ИП600/160В, вывод «+ОП (ИП-ЛЭ)», провод 310, диод VD136, провод 306, АЗВ в шкафу МПСУИД SF10; SF9; SF11;

SF13; SF14; SF35, потребитель, минусовая цепь от провода 600, шунт RS9 КИ-ППУ, провод 168, вывод «-ОП (ИП-ЛЭ)».



1 – цепь непропадающего питания 140В; 2 – цепь заряда аккумуляторной батареи ( $U_{летом}=133-142В$ ;  $U_{зимой}=142-156В$ ); 3 – цепь непропадающего питания 110В; 4 – цепь пропадающего питания 110В

Рисунок 1.8 – Цепи управления после запуска ПСН

Цепь питания канала не пропадающего питания 110В: ИП600/110В, вывод «+ОП»), провод 303, диод VD132, провод 301, далее цепи:

- провод 301, провод 302, подается питание величиной 110 В к АЗВ на панели автоматических выключателей шкафа МПСУиД: SF1 «Управление»; SF3 «Вспомогательный компрессор»; SF4 «Управление силовыми цепями»; SF12 «Выбег»; SF40 «Защита цепей управления»;

- провод 301, АЗВ на панели автоматических выключателей шкафа МПСУиД: SF2 «Прожектор»; SF5 «Буферные фонари»; SF7 «Освещение кабины»; SF8 «Освещение ВВК и МО»; SF17 «Тифон, свисток»; SF31 «Вентиляторы ПСН»; SF39 «Вентиляторы ПЧиЗУ»; SF34 «МКС НП».

Цепь питания канала пропадающего питания 110В: ИП600/110В, вывод «+НП»), пр.303, диод VD132, пр.304, АЗВ в шкафу МПСУиД:

- SF6 «Освещение ходовых частей»;
- SF15 «Продувка главных резервуаров»;
- SF16 «ИП 24В»;
- SF20 «Управление АМК»;
- SF27 «Обогрев стекол».

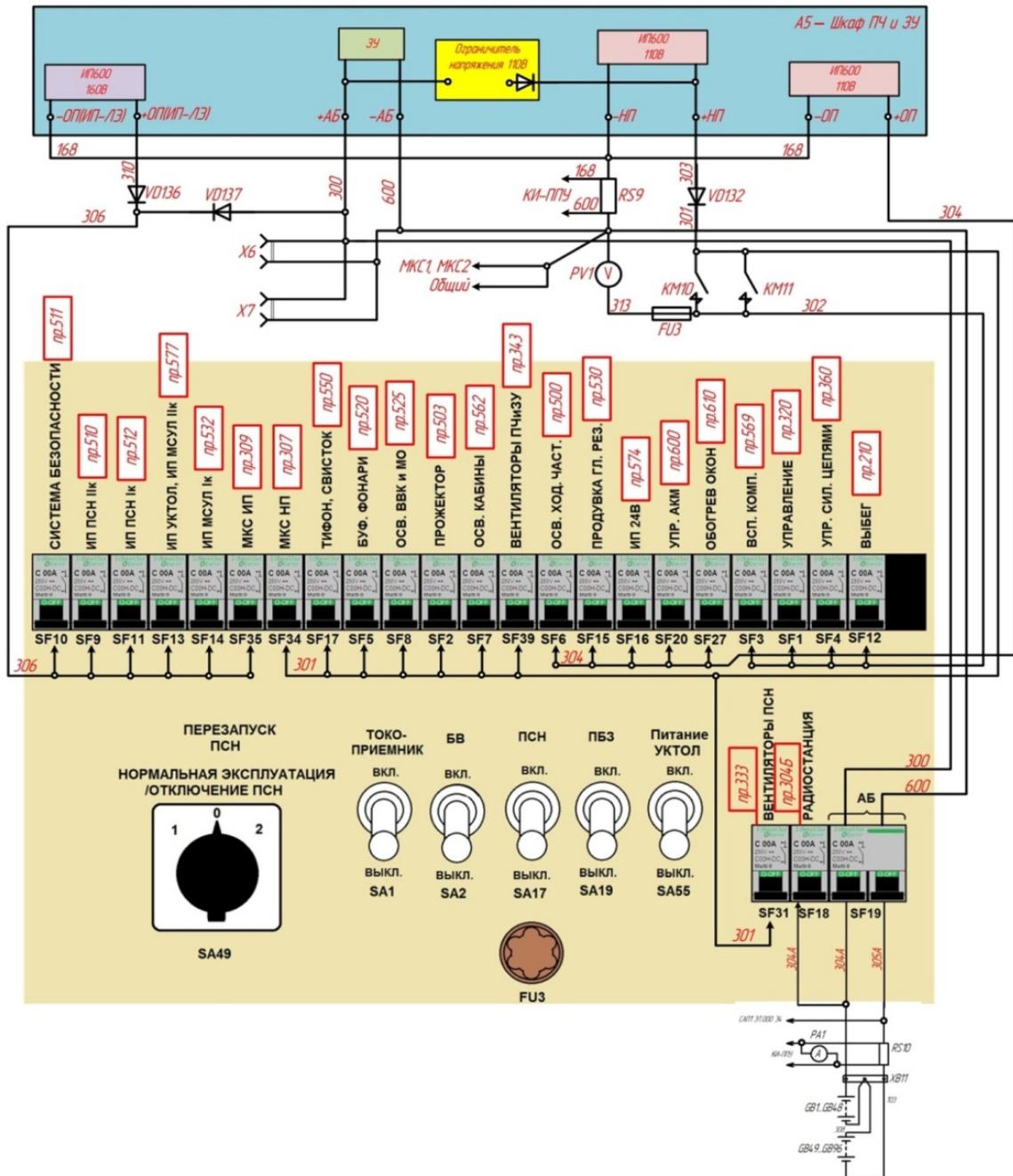


Рисунок 1.9 – Схема запитывания АЗВ на панели автоматических выключателей шкафа МПСУИД

Таблица 1.1 – Характеристика цепей автоматических выключателей бортовой сети постоянного тока напряжением 110В

Питание входных цепей	Входные цепи	Обозначение и наименование автоматического выключателя		Выход цепи	Ток Отсечки А	Цепи нагрузки
		3	4			
1	2	3	4	5	6	7
ПЧиЗУ +ОП (с №015 +НП), КМ 10, КМ11	302	SF1	Управление	320	13	Цепь дифреле (КА1 и КА2); Цепь быстродействующих контакторов (К41, К42); Цепь быстродействующего выключателя (QF1); Цепи токоприемника (КР1), разъединителя (QS1) и заземлителя (QS2); Цепь реле «Возврат защиты» (КМ 17); Цепь реле «Контроль положения сеток ВВК и люка» (KL1); Цепь реле «Управление питанием МГМ1» (KL6); Цепь реле «Включение БВ» (KL9); Цепь реле «Контроль ТМ» (KL10); Цепи реостатных контакторов и контакторов вентиляторов ПСН (К1 - К24, до № 434); Цепи реостатных контакторов и контакторов вентиляторов ПСН блока аппаратов № 1 (с №435); Цепи контроля положения БК, дифреле, СТПР-1000, жалюзи; Цепи электропневматических клапанов «Отпуск тормозов» (Л322), «Блокировки тормозов» (КР23), «Срыв рекуперации» (КР24), «Жалюзи» (КР 10), «Песок» (КР16-КР19); Цепь ПСЗ (тумблер SA 19); Цепь контроля положения стояночного тормоза (SQ10, с № 156); Цепи контроля потока охлаждающего воздуха модулей ПТР (А27 и А28, с № 162 по 192, и с № 254).

Продолжение таблицы 1.1.

1	2	3	4	5	6	7
ПЧиЗУ +0П, КМ10, КМ11 (с №015 +НП)	302 (с №015 - 301)	SF2	Прожектор	503	10	Цепи электромагнитных контакторов прожектора (КМ12 и КМ13), с № 017 - модуль управления прожектором (А21)
ПЧиЗУ +0П (с №015 +НП), КМ 10, КМ11	302	SF3	Всп. комп.	569	10	Цепи управления вспомогательным компрессором (КМ 16, М8) и компрессорным агрегатом (KL11, А15); Цепи электромагнитного клапана (КР11/КЭП11) питательного резервуара РС7
ПЧиЗУ +0П (с №015 +НП), КМ 10, КМ11	302	SF4	Упр. сил. цепями	360	6	Цепи реле сигнала «Тяга» для КЛУБ (KL3, только на машинах, оборудованных КЛУБ); Цепи реле закрытого положения крышек ПСН (KL15, с № 027); Цепи вентилей реверсоров (QR1, QR2) и режимных переключателей (QR3, QR4) и контроля их положений; Цепь реле «I ступени пуска ПСН» (КМ1); Цепь реле «II ступени пуска ПСН» (КМ2, до № 113); Цепи линейных контакторов (К25 - К40); Цепь «Реле перехода» (KL2); Цепи контактора КМ20 (множитель блокировок БВ в цепи пуска ПСН, с № 216)
ПЧиЗУ +0П, КМ10, КМ11 (с №015 +НП)	302 (с №015 - 301)	SF5	Буф. фонари	520	6	Цепи буферных фонарей ELU - EL17.
ПЧиЗУ +0П, КМ10, КМ11 (с №015 +НП)	302 (с №015 - 304)	SF6	Осв. ход. част.	500	6	Цепи освещения ходовых частей (КМ14, EL2-EL9).
ПЧиЗУ +0П (с №015 +НП)	301	SF7	Осв. кабины	562	10	Цепи освещения шкафа приборов безопасности (EL 10); Цепи освещения кабины (EL1 1 - EL 13); Цепи розеток 110В (X8 - X13).

Продолжение таблицы 1.1.

1	2	3	4	5	6	7
ПЧиЗУ +ОП (с №015 +НП)	301	SF8	Осв. ВВК и МО	525	16	Цепи освещения ВВК и МО (EL 19 - EL28, EL33 - EL42); Цепи электромагнитных защелок сеток ВВК (УАВ1 - УАВ3) и люка (УАВ4); Цепь контактора разряда конденсаторов ПСН (КМ 19, с № 005).
ПЧиЗУ +ОП (с №015 +ОП ИП-ЛЭ)	301 (с №015 - 306)	SF9	ИП ПСН Нк	510	16	Источник питания 50 В (→3) цепей: ПСН и ПСН Пк (через переключатель SA49); шкафа защиты ПСН (А1, до № 027); устройства защиты преобразователя статического УЗПС (А12, А13); прибора ПУД (А 18, с № 003 по №215)
ПЧиЗУ +ОП (с №015 +ОП ИП-ЛЭ)	301 (с №015 - 306)	SF10	ИП САУТ (с№ 114 - Система безопасности)	511	16	До № 113: Источник питания 50 В (→1) цепей: -КЛУБ (через SF21); ТКСБМ (через SF22); САУТ (через SF23); СВЛ-ТР (через SF24); резервного питания МКС1, МКС2. На электровозах с № 114: цепи ИП ЛЭ БЛОК, СВЛ-ТР
ПЧиЗУ +ОП (с №015 +ОП ИП-ЛЭ)	301 (с №015 - 306)	SF11	ИП ПСН 1к	512	16	Источник питания 50 В (→2) цепей: ПСН и ПСН 1к (через переключатель SA49); блокировок крышек Г1СН (до № 027); - блока связи и цепи управления системы микроклимата (до № 027).
ПЧиЗУ +ОП (с №015 +НП), КМ 10, КМ11	302	SF12	Выбег	210	3	Цепь «Выбег»; Цепь реле KL14 «Включение СВЛ-ТР»

Продолжение таблицы 1.1.

1	2	3	4	5	6	7
ПЧиЗУ +ОП (с №015 +ОП ИП-ЛЭ)	301 (с №015 - 306)	SF13	ИП УКТОЛ, ИП МПСУ Пк	577	16	Источник питания 50 В (→4) цепей: катушки контактора включения цепей МПСУиД КМ 11 (на электровозах №014- 017 через SF29); управления УКТОЛ. (с № 162 дополнительно через гумблер SA49); резервного питания МКС1, МКС2; питания БС-ДПС/М-БЗС
ПЧиЗУ +ОП ИП-ЛЭ	306	SF14	ИП МПСУ Ик (на электровозах № 015 и с № 027)	532	16	Источник питания (G6) цепей: - катушки контактора включения цепей МПСУиД КМ10
ПЧиЗУ +ОП, кмю, кми (с №015 +НП)	302 (с №015 - 304)	SF15	Продувка главных резервуаров	530	10	Цепь обогрева бака умывальника; Цепь освещения туалетного помещения; Цепи обогрева и продувки главных резервуаров.
ПЧиЗУ +ОП (с №015 +НП), КМЮ, КМ11	302 (с №015 - 304)	SP16	ИП 24 В	574	16	Источник питания 24 В (→5) цепей: электродвигателей стеклоочистителей М9 и М10; электродвигателя солнцезащитной шторки М20; электродвигателя стеклоомывателя М21; нагревательных элементов R41 и R42 обогрева зеркал.
ПЧиЗУ +ОП (с №015 +НП)	301	SP17	Тифон, свисток	550	6	Цепь реле KL12 и электромагнитного контактора КР2 тифона; Цепь реле KL13 и электромагнитного контактора КР3 свистка; Цепь подсветки кабины (EL44); Цепь реле KL4 и KL5 стеклоочистителей; Цепи кабины управления.
+АБ (GB1- GB96)	304А	SF18	Радиостанция	304Б	16	Цепи питания пожарной сигнализации и радиостанции.
ПЧиЗУ +АБ и -АБ	300 600	SF19	АБ	304А 305А	32	Аккумуляторная батарея GB1 - GB96
ПЧиЗУ +ОП	303 (с № 027 - 304)	SF20	Управление АМК	602	6	Цепи контактора обогрева зеркал KL16 и контактора обогрева окон KL17

## Окончание таблицы 1.1.

1	2	3	4	5	6	7
ПЧиЗУ +ОП, SF10, G1	516	SF21	КЛУБ (на электровозах № 002 - 113)	172	6	Цепи питания КЛУБ-У (через гумблер SB27)
ПЧиЗУ +ОП, SF10, G1	517	SF22	ТКСБМ (на электровозах №002- 113)	709	3	Цепи питания ТКСБМ
ПЧиЗУ +ОП, SF10, G1	517	SF23	САУТ (на электровозах № 002- 113)	715	3	Цепи питания САУТ
ПЧиЗУ +ОП, SF10, G1	517	SF24	СВЛ-ТР (на электровозах №002- 113)	176А	6	Цепь питания СВЛ-ТР
ПЧиЗУ +ОП	303 (с № 027 - 304)	SF25	АМК	615	10	Цепь микроклимата кабины
ПЧиЗУ +ОП	303 (с № 027 - 304)	SF27	Обогрев окон	610	25	Цепь блока управления нагревом окон (БУНС) (сх. АВМЮ.421949.002)
ПЧиЗУ +ОП, SF10, G1	651	SF28	Темп, защита ПТР (на электровозах №№ 001,002, 006-013)	650	3	Цепь термопреобразователей А16, А17 и ПНКВ UZ14, UZ15 модулей ПТР
ПЧиЗУ +ОП (с № 005 G4)	301 (с № 005 - 589)	SF29	МСУЛ Пк (на электровозах №001-017)	535/1	10	Цепь катушки контактора включения цепей МПСУиД КМ11
ПЧиЗУ +ОП	304	SF30	Обогрев СВЛ-ТР (на электровозах №015-113)	751	3	Цепи обогрева СВЛ-ТР
ПЧиЗУ +НП	301	SF31	Вентиляторы ПСН (на электровозах с№ 114)	333	10	Цепи вентиляторов ПСН
ПЧиЗУ +НП	301	SF34	МКС ИП (на электровозах № 015 и с № 027)	307	50	Токовая защита междукузовных соединений МКС1 и МКС2
ПЧиЗУ +ОП ИП-ЛЭ	306	SF35	МКС ИП (на электровозах № 015 и с № 027)	309	32	
ПЧиЗУ +НП	301	SF39	Вентиляторы ПЧиЗУ (на электровозах с№ 114)	343	10	Цепи вентиляторов ПЧиЗУ
ПЧиЗУ +НП, КМ10,КМ11	302	SF40	на электровозах с №435	358	10	Цепи реостатных контакторов и контакторов вентиляторов ПСН блока аппаратов № 2 (с № 435); Цепи входного сигнала «БК не включены» пр. 349.

### 1.2.5 Микропроцессорная система управления и диагностики (МПСУиД)

Общее управление электровозом осуществляется МПСУиД, которая обеспечивает заданный алгоритм управления по заложенной в нее программе, которая, при необходимости допускает внесение изменений.

Все устройства, входящие в систему МПСУиД, разделяются на три уровня:

- первый уровень, включающий в себя измерительную подсистему, подсистему защиты от скольжения (боксования и юза), подсистему ПСН и микроклимата кабины;
- второй уровень, включающий в себя микропроцессорную систему управления локомотивом (МСУЛ-А) – связь с пультом управления, связь с цепями управления, межсекционную связь;
- третий уровень, включающий в себя систему автоведения.

Для отображения информации о состоянии электровоза используются мониторы и клавиатура, имеющие непосредственную связь со вторым уровнем.

Подробное описание системы МПСУиД приведено в пятой части Руководства по эксплуатации электровоза 2ЭС6.

Блоки МПСУиД имеют следующие обозначения:

- БЦВ - блок центрального вычислителя;
- БСП - блок связи с пультом управления (ПУ-Эл);
- БУК - блок управления контакторами;
- БВС - блок входных сигналов;
- БС-СИ - блок связи со средствами измерения;
- БС-ДД - блок связи с датчиками давления.

Наименование органов управления, расположенных на пульте машиниста и управляющих сигналах от них, поступающих в систему МПСУиД, приведены в таблице 1.2. Сигнал тумблера SA19 «Отключение ПБЗ» поступает в блок БВС, остальные сигналы – в блок БСП.

Таблица 1.2 – Органы управления

Обозначение на схеме	Органы управления или другие источники входных сигналов МПСУ	Наименование сигнала
1	2	3
<b>S1</b>	Выключатель «Управление»	Включение цепей управления
<b>SA19</b>	Тумблер «ПБЗ»	Отключение защиты от скольжения колесных пар
<b>SA28... SA31</b>	Переключатель «Отключение двигателей» положение «1-2» (для каждой секции)	Отключение двигателей 1 -2

Продолжение таблицы 1.2

1	2	3
<b>SA28... SA31</b>	Переключатель «Отключение двигателей» положение «3-4» (для каждой секции)	Отключение двигателей 3-4
<b>SA28... SA31</b>	Переключатель «Отключение тяговых двигателей» положение «отключена секция» (для каждой секции)	Отключение секции
<b>SA32</b>	Тумблер «Режим работы секции 1» положение «Главная»	Выбор головной секции 1
<b>SA34</b>	Тумблер «Режим работы секции 3» положение «Главная»	Выбор головной секции 3
<b>SA41</b>	Тумблер «Реверсор» положение «Вперед»	Включение реверсора в положение «Вперед»
<b>SA41</b>	Тумблер «Реверсор» положение «Назад»	Включение реверсора в положение «Назад»
<b>SA43</b>	Тумблер «Фиксированная скорость»	Включение режима «Фиксация скорости»
<b>SA45</b>	Джойстик «Тяга» положение «+1»	Переход на следующую позицию
<b>SA45</b>	Джойстик «Тяга» положение «-1»	Переход на предыдущую позицию
<b>SA45</b>	Джойстик «Тяга» положение «+А»	Автоматический набор до ходовой позиции
<b>SA45</b>	Джойстик «Тяга» положение «-А»	Автоматический сброс позиций до ходовой низшего соединения ТЭД или до выбега
<b>SA46</b>	Джойстик «Задатчик силы» положение «+ОВ»	Увеличение уставки силы тяги или тормозной силы
<b>SA46</b>	Джойстик «Задатчик силы» положение «+ОВ»	Уменьшение уставки силы тяги или тормозной силы
<b>SB8</b>	Кнопка «Песок принудительно»	Подача песка
<b>SB11</b>	Кнопка «Принудительное вкл. компрессора»	Включение компрессора
<b>SB12</b>	Тумблер «Освещение ходовых частей»	Включение освещения ходовых частей
<b>SB13</b>	Кнопка «Продувка резервуаров»	Продувка главных резервуаров
<b>SB15...SB18</b>	Тумблер «Токоприемник» (для каждой секции)	Включение разъединителя, выключение заземлителя. подъем токоприемника
<b>SB25</b>	Тумблер «Обогрев кранов»	Включение обогрева кранов
<b>SB27</b>	Тумблер «Компрессор»	Включение компрессоров
<b>SB28</b>	Тумблер «Вентиляторы»	Включение вентиляторов охлаждения тяговых электродвигателей
<b>SB30</b>	Тумблер «Быстродействующий выключатель»	Включение быстродействующего выключателя
<b>SB31</b>	Кнопка «Выбег»	Переход в режим выбега
<b>SB33</b>	Тумблер «Включение мегомметров»	Включение мегомметров
<b>SB47</b>	Кнопка «Отпуск тормозов»	Отпуск тормозов локомотива

Перечень аппаратов, управление которыми осуществляет система МПСУиД через блоки БУК:

- реостатные и линейные электропневматические (на электровозах с № 216 – электромагнитные) контакторы и контакторы вентиляторов ПСНК1 – К40;
- электромагнитные контакторы:
  - КМ1 – включение первой ступени пуска преобразователя;
  - КМ2 – включение второй ступени пуска преобразователя;
  - КМ 10, КМ11 – включение цепей управления;
  - КМ 14 – управление освещением ходовых частей;
  - КМ 15 – обогрев кранов;
  - КМ 17 – возврат защиты.
- электромагнитные вентили:
  - QP1-1 (QP2-1) – положение реверсора «Вперед»;
  - QP1-2 (QP2-2) – положение реверсора «Назад»;
  - QP3-1 (QP4-1) – переключатель «Независимое возбуждение»;
  - QP3-2 (QP4-2) – переключатель «Последовательное возбуждение»;
  - QS1-1 – разъединитель «Включающий»;
  - QS1-2 – разъединитель «Выключающий»;
  - QS2-1 –заземлитель «Включающий»;
  - QS2-2 – заземлитель «Выключающий»;
  - КР1 – управление токоприемником;
  - КР6 – КР9 – продувка и обогрев клапанов главных резервуаров;
  - КР10 – жалюзи ПТР открыты;
  - КР16, КР17 – управление «Песок вперед»;
  - КР18, КР19 – управление «Песок назад»;
  - КР20 (ЭПК) – электропневматический клапан автостопа;
  - КР22 – электро-блокировочный клапан КЭБ2 для отпуска автоматических тормозов локомотива при заторможенном составе поезда;
  - КР23 – электро-блокировочный клапан КЭБ1 для совместного применение автоматических и электрических тормозов локомотива;
  - КР24 – наполнение тормозных цилиндров локомотива при срыве электрического торможения.
- реле промежуточные:
  - КЛ2 – обеспечение подпитки катушки дифференциального реле тяговых двигателей при переходе С-СП;
  - КЛ6 – управление включением мегомметров;
  - КЛ9 – управление быстродействующим выключателем;
  - КЛ11 – управление открытием впускного клапана компрессорного агрегата.

Перечень аппаратов, сигналы о срабатывании которых передаются в систему МПСУиД через блоки БВС:

- электропневматические (на электровозах с № 216 – электромагнитные) контакторы К28, К30, К33, К35, К36, К37, К38, К39, К40 выключены;

- контакторы включения ПСН – КМ1, КМ2 включены;
- включение БВ (через блокировку (QF1, с № 216 – через КМ20);
- включение разъединителя и заземлителя QS1, QS2;
- положение реверсивных переключателей QP1, QP2;
- положение режимных переключателей QP3, QP4;
- разрешение тяги по цепи «Выбег»;
- контроль открытия жалюзи ПТР через включение конечных выключателей SQ4 – SQ7;
- включение переключателей QR1 – QR3;
- включение реле дифференциальной защиты КА, КА2;
- контроль тормозной магистрали KL10;
- включение системы пожарной сигнализации – KL21;
- цепь токоприемника замкнута KL1;
- готовность к запуску блока управления компрессорного агрегата А15.

Входные аналоговые сигналы, используемые системой МПСУиД для выполнения заданного алгоритма управления представлены в таблице 1.3.

**ВНИМАНИЕ! ВО ВРЕМЯ ДВИЖЕНИЯ, КАТЕГОРИЧЕСКИ ЗАПРЕЩАЕТСЯ ПЕРЕВОД КЛЮЧА ВЦУ В РАБОЧЕЙ КАБИНЕ ЭЛЕКТРОВОЗА ИЗ ПОЛОЖЕНИЯ 1 «БЛОКИРОВКА ВКЛЮЧЕНА» В ПОЛОЖЕНИЕ 2 «БЛОКИРОВКА ОТКЛЮЧЕНА» И 3 «СМЕНА КАБИН».**

Таблица 1.3 – Входные аналоговые сигналы

Наименование параметров	Номер канала	Максимальное значение параметра	Обозначение параметра	Датчик
Напряжение контактной сети	1	5040 В	Uks	UZ1, UZ2
Ток якорей тяговых двигателей 1-2	2	±1008 А	Ta1	UZ10
Ток якорей тяговых двигателей 3-4	3	±1008 А	Ia2	UZ11
Ток возбуждения тяговых двигателей 1 -2	4	1008 А	Iv3	UZ7
Ток возбуждения тяговых двигателей 3-4	5	1008 А	Iv4	UZ8
Ток в цепи собственных нужд	6	126 А	Ivsp	UZ9
Напряжение на якорях тяговых двигателей	7	5040 В	Etd	UZ3, UZ4

### 1.3 Управление токоприемниками

#### 1.3.1 Цепи управления работой токоприемников, разъединителей и заземлителей

Для обеспечения требований безопасности обслуживающего персонала служит промежуточное реле KL1. При отключенном реле создается одно из условий подъема токоприемника. Реле KL1 включается при нахождении ВЦУ в положениях 2 «Блокировка отключена» или 1 «Блокировка включена» и включенном автоматическом выключателе SF1 «Управление» (наличие напряжения в проводе 320), если:

- на одной из секций сцепы включен заземлитель (блокировочный контакт QS2 в проводе 347);
- на одной из секций сцепы открыта одна из сеток ВВК или открыт люк выхода на крышу электровоза (включен один из конечных выключателей SQ1, SQ2, SQ3, SQ8 в проводе 347);
- на одной из секций сцепы переключатель перевода силовой цепи на питание от внешнего источника, через розетки X21 и X22, установлен в положение «Ввод в депо» (разомкнут блокировочный контакт Q1 в проводе 347).

Управление работой токоприемника, разъединителя и заземлителя каждой секции осуществляется тумблерами пульта управления SB15 «Токоприемник секция 1», SB16 «Токоприемник секция 2», SB17 «Токоприемник секция 3» и SB18 «Токоприемник секция 4» (рисунок 1.10), имеющими два положения - «Вкл» и «Откл».

Для подъема токоприемника должны быть выполнены условия:

- ВЦУ включено в положениях 2 «Блокировка отключена» или 1 «Блокировка включена»;
- Включен АЗВ SF1 «Управление»;
- Включен АЗВ SF18 «Радиостанция» - включена система автоматического пожаротушения (САП);
- Включен тумблер SA1 «Токоприемник»;
- Закрыты двери ВВК и люк на крышу;
- Переключатель Q1 на блоке аппаратов № 3 находится в нижнем положении;
- Выключены БВ;
- Давление в цепи управления не менее 0,35 МПа.

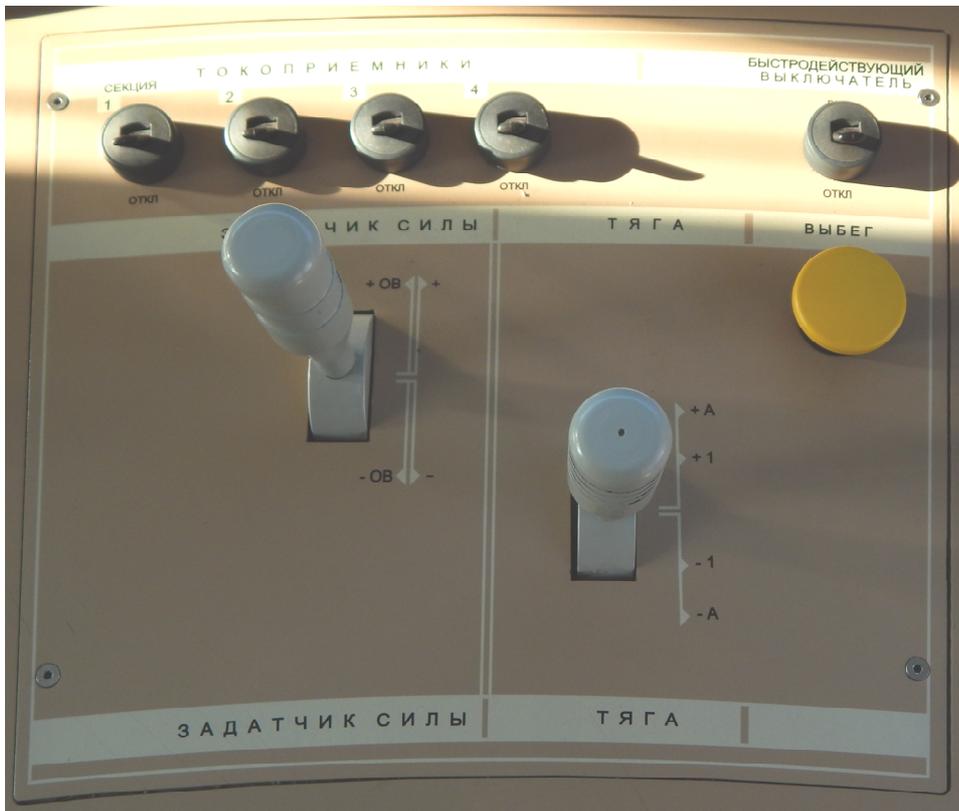


Рисунок 1.10 – Тумблера управления токоприемниками SB15, SB16, SB17, SB18, тумблер «БВ» SB30, кнопка «Выбег» SB31, джойстик SA45 «Тяга», джойстик SA46 «Задатчик силы»

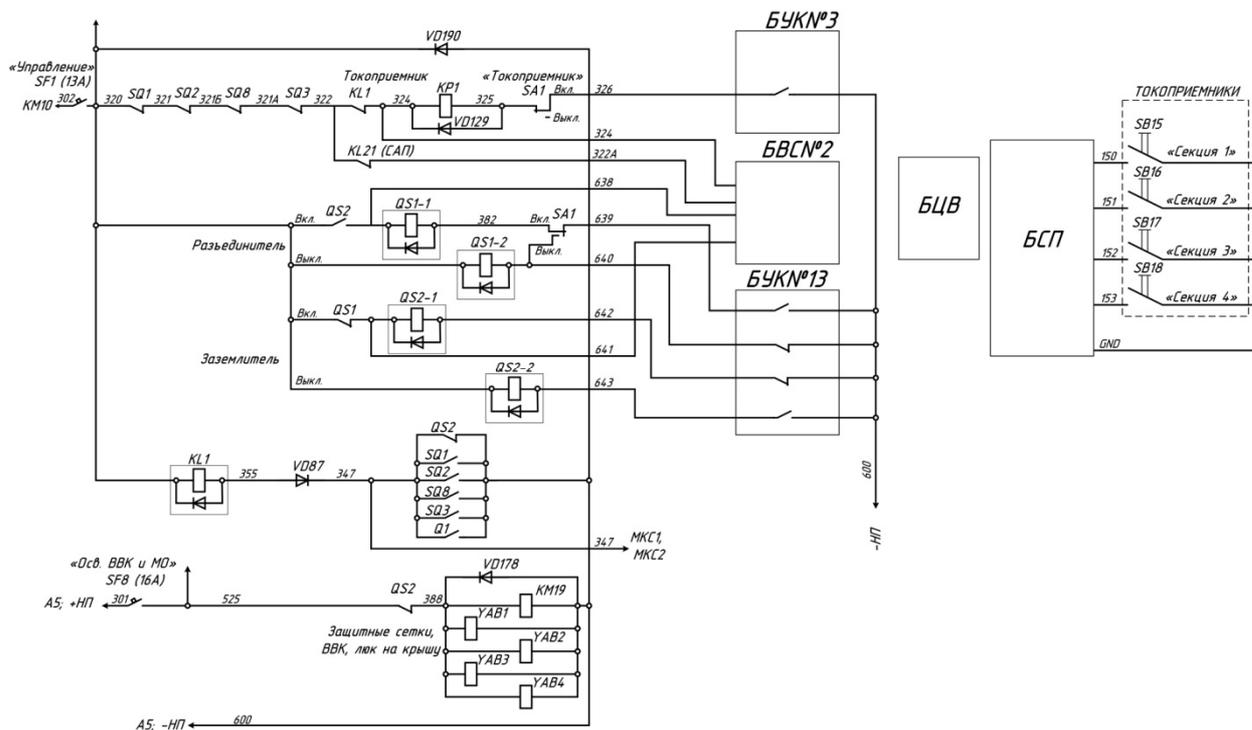


Рисунок 1.11 – Принципиальная схема управления токоприемником, заземлителем и разъединителем

При включении контакторов KM10, KM11 и АЗВ SF1 «Управление» с провода 302 становится под питание провод 320:

– фиксируется разъединитель QS1 в выключенном положении по цепи – провод 320, катушка выключающего вентиля разъединителя QS1-2, провод 640, БУК№13, 600 общий минус;

– фиксируются заземлитель QS2 во включенном положении по цепи – провод 320, блокировка разъединителя QS1, провод 642 (в БВС№2 – поступает сигнал о выключенном положении разъединителя QS1), катушка включающего вентиля заземлителя QS2-1, провод 642, БУК№13, 600 общий минус;

– образуется цепь – провод 320, катушка реле KL1, провод 355, провод 347, блокировка включенного заземлителя QS2, провод 600 общий минус.

При включении реле KL1 размыкается его блокировка в цепи проводов 322 – 324 – размыкается цепь питания вентиля токоприемника КР1 и по проводу 324 в блок БВС№2 поступает сигнал о включении реле KL1.

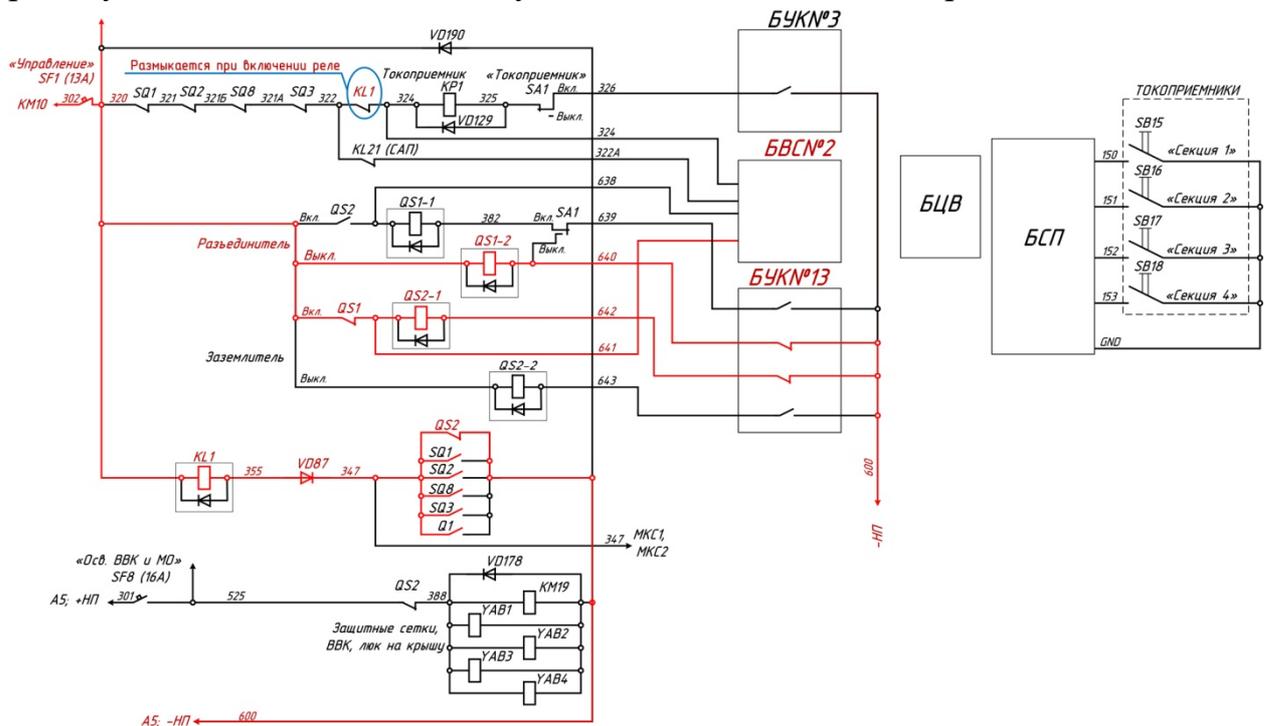


Рисунок 1.12 – Цепи образующиеся после включения контакторов KM10, KM11

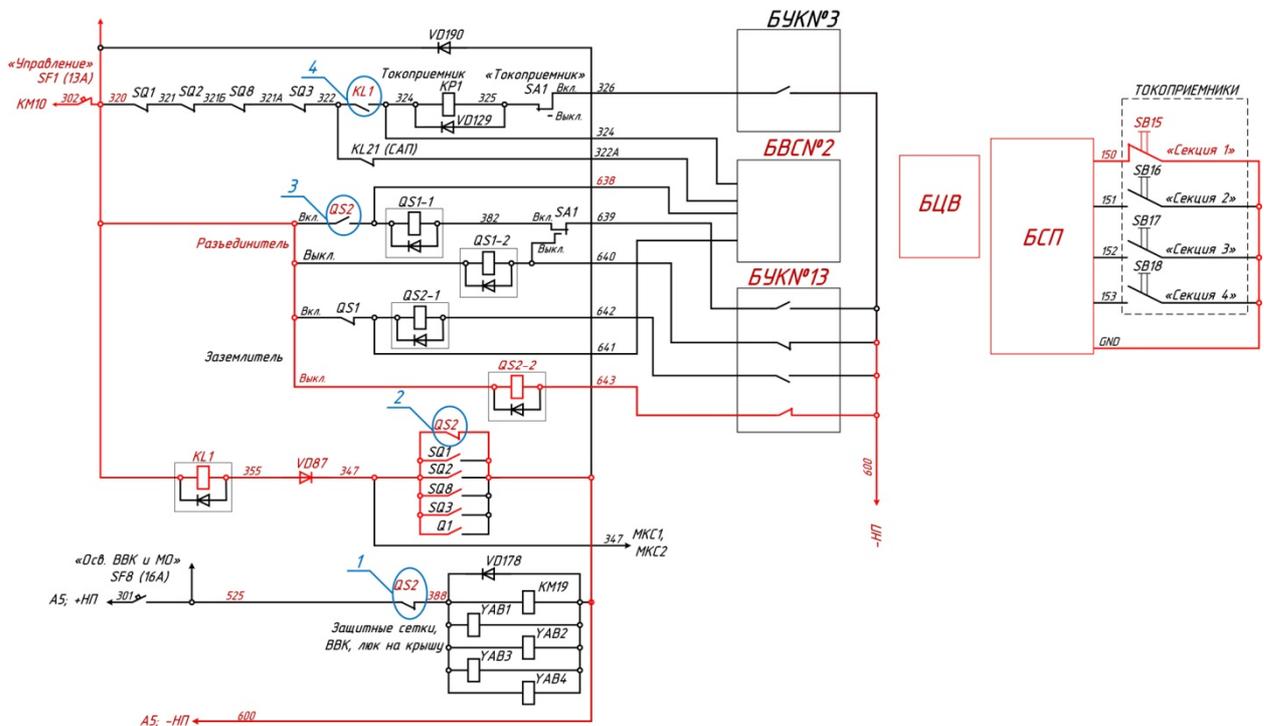
После перевода одного из переключателей SB15 – SB18 в положение «Вкл», при отключенном быстродействующем выключателе, в МПСУИД поступает сигнал на выключение заземлителей и включение разъединителей. По команде БЦВ блок БУК № 13 разъединяет цепь соединения проводов 643 и 600 – обесточивается включающая катушка заземлителя QS2-2. БУК № 13 так же объединяет провода 642 и 600. При этом образуется цепь: провод 320, замкнутая блокировка выключенного разъединителя QS1, провод 641, катушка вентиля QS2-1, провод 642, замкнутые контакты БУК № 13, общий минусовой провод 600. Заземлитель QS2 переключается в положение «Выключен», при этом срабатывает его блокировочное устройство, при этом происходят следующие изменения:

– размыкается блокировка QS2 в цепи проводов 525 – 388 – теряют питания катушки электрических блокировок дверей ВВК и люка на крышу

УАВ1, УАВ2, УАВ3, УАВ4 и катушка контактора КМ19. Двери ВВК и люк на крышу блокируются, а контактор КМ19, в цепи контура разряда высоковольтных цепей ПСН выключается;

– размыкаются контакты блокировка QS2 в цепи проводов 347 – 600. Катушка реле КЛ1 обесточивается и реле выключается. Замыкается блокировка КЛ1 в цепи проводов 322 – 324, подготавливается цепь питания катушки вентиля клапана токоприемника КР1 и по цепи провод 320, контакты блокировок контроля закрытого положения дверей ВВК SQ1 – SQ3 и люка на крышу SQ8, провод 322 блокировка реле КЛ1, провод 324, в блок БВС №2 поступает сигнал о выключенном состоянии реле КЛ1;

– замыкается блокировка QS2 в цепи проводов 320 – 638. Подготавливается цепь питания катушки включающего вентиля разъединителя QS1 и в блок БВС № 2 поступает сигнал о выключенном положении заземлителя QS2.



1 – размыкается блокировка QS2 в цепи 525-388; 2 – размыкается блокировка QS2 в цепи 347-600; 3 – замыкается блокировка QS2 в цепи 320-638; 4 – размыкается блокировка КЛ1 в результате выключения реле

Рисунок 1.13 – Цепи выключения заземлителя QS2 и изменения в цепях управления после включения заземлителя

БЦВ получив сигнал от БВС №2 о выключенном положении заземлителя QS2 всех секций, дает команду БУК№ 13 на включение разъединителя QS1. БУК № 13 производит следующие изменения в схеме:

– разъединяет соединение проводов 640 – 600, катушка включающего вентиля QS1-2 обесточивается;

– объединяет провода 639 и 600. При этом образуется цепь: провод 320, замкнутые блокировки выключенного заземлителя QS2, провод 638, катушка включающего вентиля QS1-1 разъединителя, контакты включенного тумблера SA1 «Токоприемник» на панели защитных выключателей шкафа МПСУиД, провод 639, замкнутые контакты БУК № 13, общий минусовой провод 600.

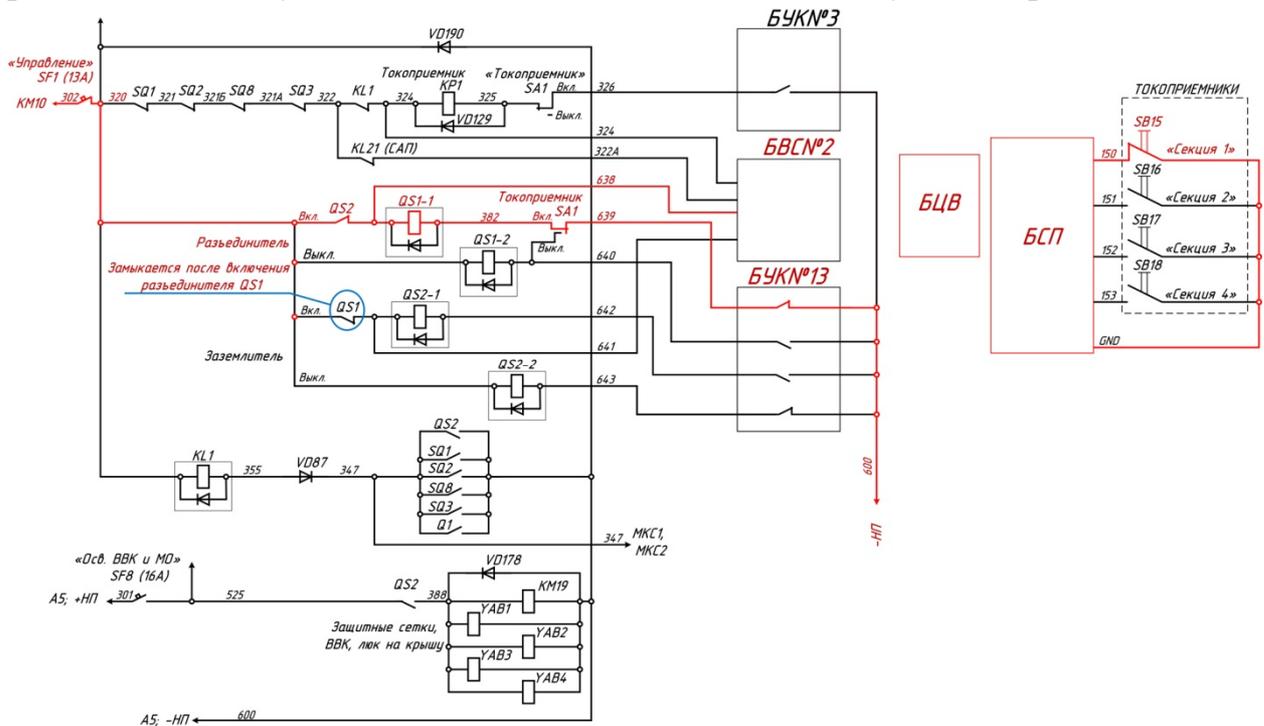


Рисунок 1.14 – Цепи включения разъединителя QS1 и изменения в цепях управления после включения разъединителя

Разъединитель QS1 включается, при этом срабатывает его блокировочное устройство. Размыкается блокировка QS1 в цепи проводов 320 – 641, БВС № 2 получает сигнал о включенном положении разъединителя QS1 и передает его в блок БЦВ. После получения сигнала от блока БВС №2 о выключенном положении заземлителя QS2 и реле KL1 и включенного положении разъединителя QS1 всех секций, а так же отсутствии сигнала о срабатывании системы пожаротушения (замкнута блокировка реле KL21 в цепи проводов 322 – 322А) БЦВ дает команду БУК № 3. БУК №3 объединяет провода 326 и 600, при этом образуется цепь: провод 320, контакты блокировок контроля закрытого положения дверей ВБК SQ1 – SQ3 и люка на крышу SQ8, провод 322 блокировка реле KL1, провод 324, катушка вентиля токоприемника KP1, провод 325, замкнутые контакты тумблера SA1 «Токоприемники», провод 326, замкнутые контакты в БУК № 3, общий минусовой провод 600.

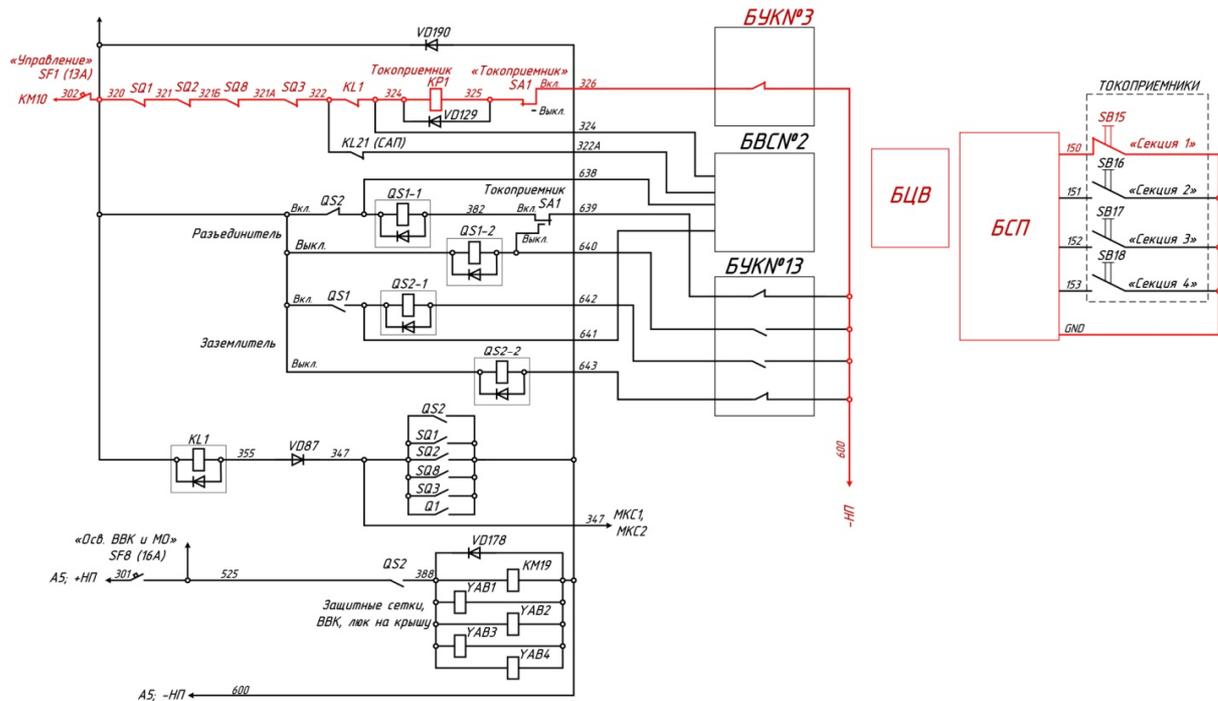


Рисунок 1.15 – Цепь подъема токоприемника

### 1.3.2 Силовая цепь после подъема токоприемника

После подъема токоприемника и касания его контактного провода, образуется цепь (рисунок 1.16): контактный провод, Токоприемник ХА1, провод 001, помехоподавляющий дроссель, провод 002, далее...

- ограничитель перенапряжений FV1;
- замкнутые контакты разъединителя QS1, провод 003.

От провода 003 (крышевой шины) напряжение контактной сети подается:

- неподвижный контакт заземлителя QS2;
- верхний вруб 1 разъединителя Q1;
- конденсаторы системы помехоподавления C1 и C2;
- делитель напряжения R2, провод 072, преобразователь напряжения в код (ПНКВ) UZ1, блок БС-СИ передает информацию в блок БЦВ о наличии высокого напряжения на электровазе. БЦВ формирует сигнал для отображения информации на мониторе;
- силовой контакт быстродействующего выключателя QF1.

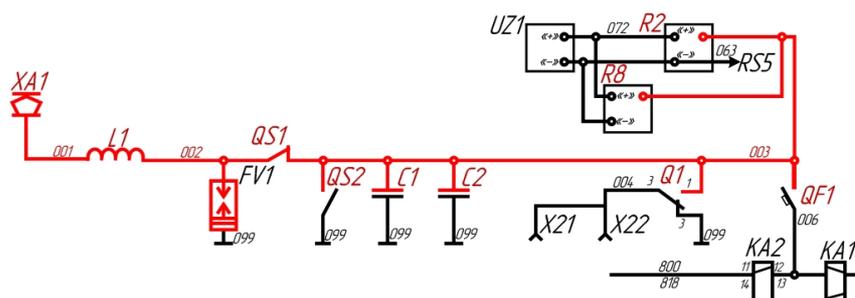


Рисунок 1.16 – Высоковольтные цепи после подъема токоприемника

### 1.3.3 Работа цепи управления при опускании токоприемника

При переключении одного из переключателей «Токоприемник» в положение «Выкл.» (второй токоприемник поднят) БЦВ дает команду БУК № 3 соответствующей секции на опускание токоприемника. БУК № 3 разъединяет соединение проводов 339 и 600, вследствие чего обесточивается катушка вентиля КР1 и токоприемник опускается.

При переводе одного из переключателей «Токоприемники» в положение «Выкл.», если при этом остальные токоприемники были опущены, МПСУиД выдает команду на выключение быстродействующего выключателя, и только после этого – команду на опускание токоприемника («запрет на опускание»).

После перевода всех переключателей токоприемников в положение «Выкл.» при отключенном положении быстродействующего выключателя, в МПСУиД поступает команда на выключение разъединителей и включение заземлителей. БУК № 13 получив сигнал от БЦВ производит следующее:

- разъединяет соединение проводов 640 и 600 – обесточивается катушка включающего вентиля QS1-1;
- объединяются провода 642 и 600 – образуется цепь: провод 302, катушка выключающего вентиля QS1-2 разъединителя. Разъединитель переключается в положение «Отключен» и срабатывает его блокировочное устройство, замыкается блокировка QS1 в цепи проводов 320 – 641 – в блок БВС № 2 поступает сигнал о выключении разъединителя, и подготавливается цепь питания включающего вентиля QS2-1 заземлителя.

БЦВ после получения сигнала о выключении разъединителей всех секций дает команду на включение заземлителя. Получив команду от БЦВ БУК № 13 выполняет:

- разъединяет соединение проводов 643 и 600 – обесточивается катушка выключающего вентиля QS2-2 заземлителя;
- соединяет провода 642 и 600, при этом создается цепь: провод 320, замкнутые контакты блокировки разъединителя в выключенном положении, провод 641, катушка включающего вентиля QS2-1, провод 642, БУК № 3, общий минусовой провод 600.

Заземлитель переключается в положение «Включен», срабатывает его блокировочное устройство:

- замыкаются контакты QS2 в цепи проводов 347 и 600, образуя цепь: провод 320, катушка реле KL1, провод 355, диод VD87, провод 347, контакты блокировки включенного заземлителя QS2, общий минусовой провод 600. Реле KL1 включается, размыкая свои контакты в цепи проводов 322 и 324 – размыкается цепь питания катушки вентиля токоприемника КР1, и по проводу 324 БВС № 2 получает сигнал о включении заземлителя.
- Замыкаются контакты QS2 в цепи проводов 525 и 388, образуя цепь: провод 301, контакты АЗВ SF8 «Освещение ВБК и МО», провод 525, контакты

блокировки QS2, провод 388, параллельно включенные катушки блокировок дверей ВВК и люка на крышу YAB1, YAB2, YAB3, YAB4 и катушка контактора КМ19, общий минусовой провод 600. Разблокируются двери ВВК и люка на крышу, контактор КМ19 включившись, образует контур разряда высоковольтных цепей ПСН.

## 1.4 Аппараты защиты и преобразователи собственных нужд (ПСН)

### 1.4.1 Включение дифференциальных реле (РД), быстродействующего контактора (БК) и быстродействующего выключателя БВ

Включение преобразователя собственных нужд (ПСН) происходит под управлением МПСУИД в единой последовательности команд включения защиты электровоза.

Для включения БВ должны быть соблюдены следующие условия:

- при поднятом токоприемнике, наличие напряжения более 2200 В и не более 4000 В;
- при опущенном токоприемнике, наличие сигнала о открытой одной из дверей ВВК;
- выключенное положение контакторов КМ1 и КМ2;
- выключенное положение реостатных и линейных контакторов;
- включенное положение АЗВ SF1 «Управление» и SF4 «Управление силовыми цепями»;
- включенное положение АЗВ SF31 «Вентиляторы ПСН»;
- при переключении ВЦУ в положении 2 «Блокировка выключена» или положение 1 «Блокировка включена».

Включение защиты электровоза осуществляется тумблером пульта управления SB30 «Быстродействующий выключатель», имеющим два положения – «Вкл.» и «Откл.».

Цепь управления включением защиты запитывается при включении АЗВ SF1 «Управление» по цепи: провод 302, АЗВ SF1 «Управление», провод 320.

При переводе тумблера SB30 «Быстродействующий выключатель» в положение «Вкл.», от провода GND через замкнутые контакты тумблера SB30 и провод 148 сигнал поступает в БСП и подается в блок БЦВ.

БЦВ, при соблюдении условий для включения БВ, дает команду БУК № 7. БУК № 7 соединяет проводом 229 и 600, при этом образуется цепь (рисунок 1.18): провод 320, катушка реле KL9, провод 465, замкнутые контакты SA49 «ПСН», провод 229, БУК № 7, общий минусовой провод 600.

Реле KL9 включившись замыкает свои контакты в цепи проводов 320 и 327 создавая цепь – провод 320, контакты реле KL9, провод 227, и далее:

- провод 227, разомкнутые контакты диффреле КА1;
- провод 227, разомкнутые контакты блокировки QF1 БВ;
- провод 227, сопротивление R140, провод 318, сопротивление R104, провод 338, катушка диффреле КА2, провод 336, катушка диффреле КА1, общий минусовой провод 600. Диффреле КА1 и КА2 не включаются, так ток ограничен сопротивлениями R140 и R104.

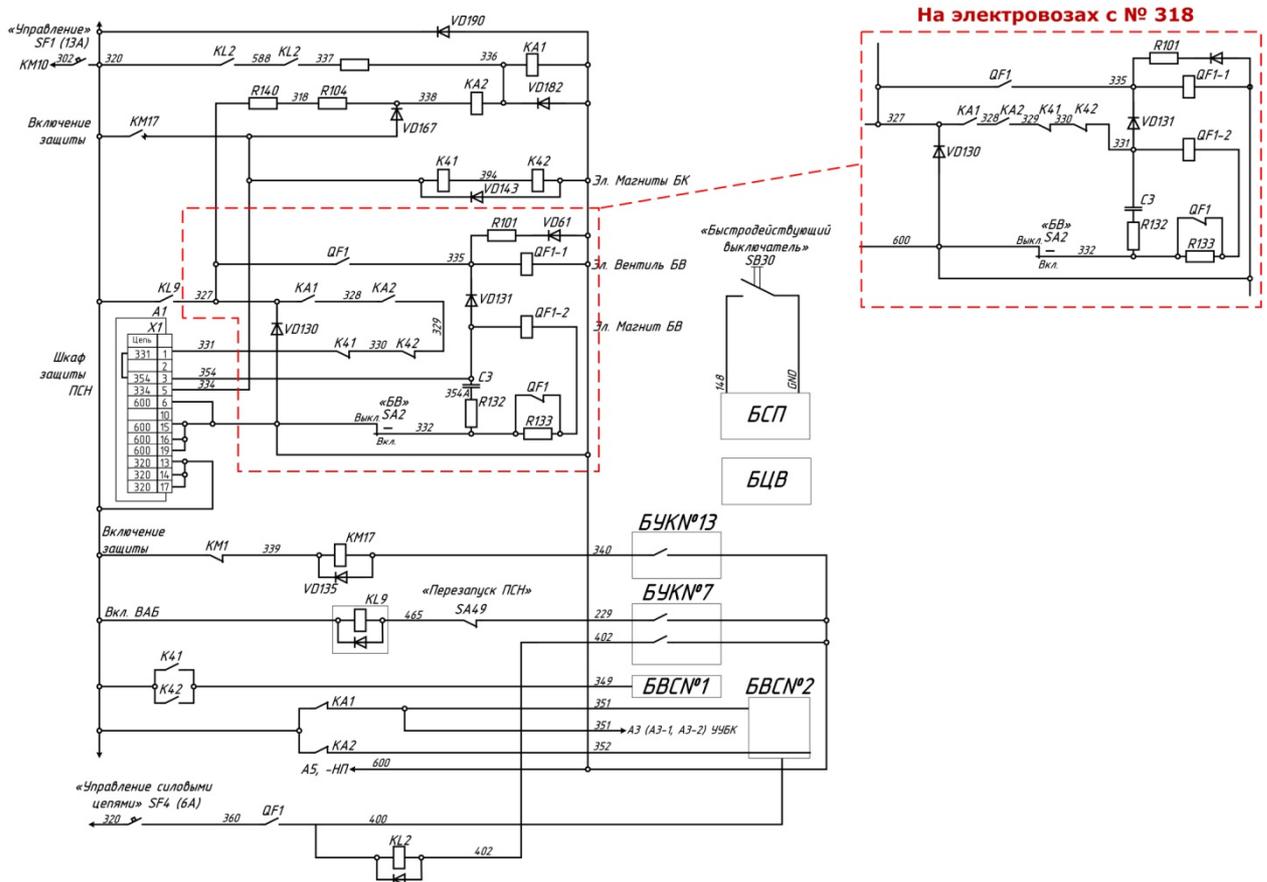


Рисунок 1.17 – Принципиальная схема включения защиты

Включение преобразователя собственных нужд (ПЧ) происходит под управлением МПСУиД в единой последовательности команд включения защиты электровоза.

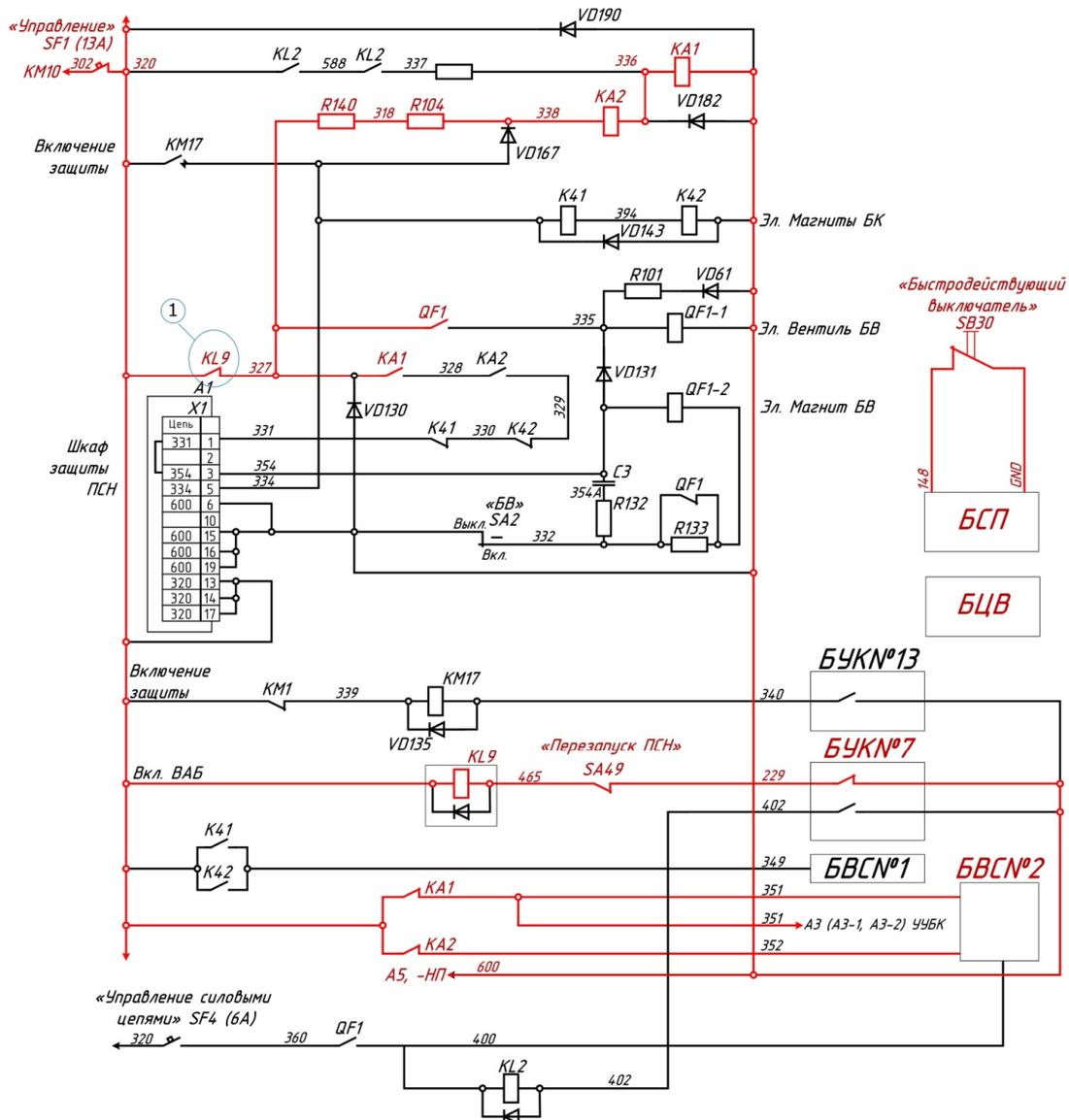
Для включения БВ должны быть соблюдены следующие условия:

- при поднятом токоприемнике, наличие напряжения более 2200 В и не более 4000 В;
- при опущенном токоприемнике, наличие сигнала о открытой одной из дверей ВВК;
- выключенное положение контакторов КМ1 и КМ2;
- выключенное положение реостатных и линейных контакторов;
- включенное положение АЗВ SF1 «Управление» и SF4 «Управление силовыми цепями»;
- включенное положение АЗВ SF31 «Вентиляторы ПЧ»;
- при переключении ВЦУ в положение 2 «Блокировка выключена» или положение 1 «Блокировка включена».

Включение защиты электровоза осуществляется тумблером пульта управления SB30 «Быстродействующий выключатель», имеющим два положения – «Вкл.» и «Откл.».

Цепь управления включением защиты запитывается при включении АЗВ SF1 «Управление» по цепи: провод 302, АЗВ SF1 «Управление», провод 320.

При переводе тумблера SB30 «Быстродействующий выключатель» в положение «Вкл.», от провода GND через замкнутые контакты тумблера SB30 и провод 148 сигнал поступает в БСП и подается в блок БЦВ.



1 – замыкается блокировка KL9 в цепи 320 - 327

Рисунок 1.18 – Цепи включения реле KL9 и цепи образующиеся после его включения

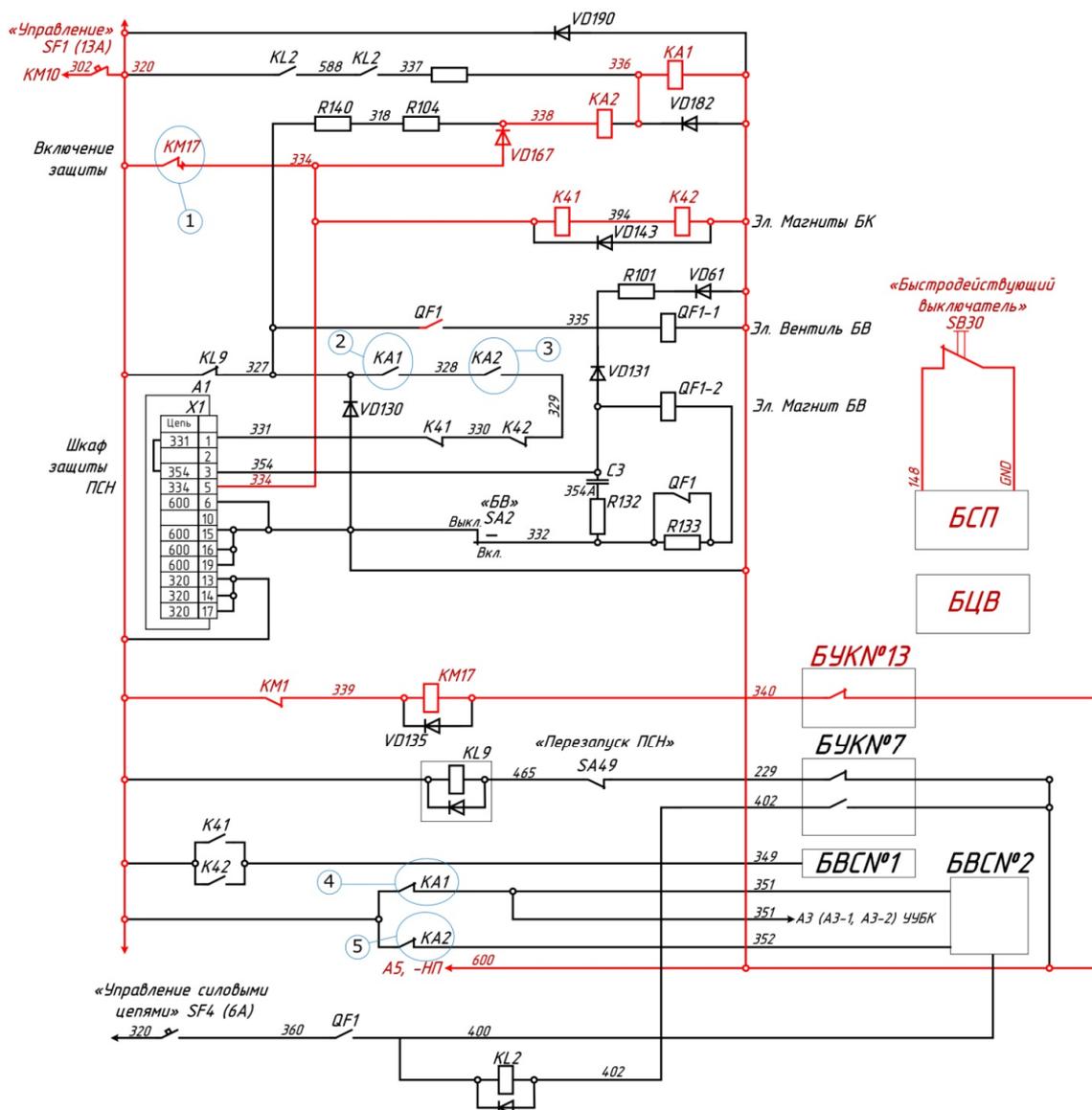
БЦВ, при соблюдении условий для включения БВ, дает команду БУК № 7. БУК № 7 соединяет провода с 229 и 600, при этом образуется цепь: провод 320, катушка реле KL9, провод 465, замкнутые контакты SA49 «ПСН», провод 229, БУК № 7, общий минусовой провод 600.

Реле KL9 включившись замыкает свои контакты в цепи проводов 320 и 327 создавая цепь – провод 320, контакты реле KL9, провод 227, и далее:

- провод 227, разомкнутые контакты диффреле КА1;
- провод 227, разомкнутые контакты блокировки QF1 БВ;

– провод 227, сопротивление R140, провод 318, сопротивление R104, провод 338, катушка диффреле КА2, провод 336, катушка диффреле КА1, общий минусовой провод 600. Диффреле КА1 и КА2 не включаются, так ток ограничен сопротивлениями R140 и R104.

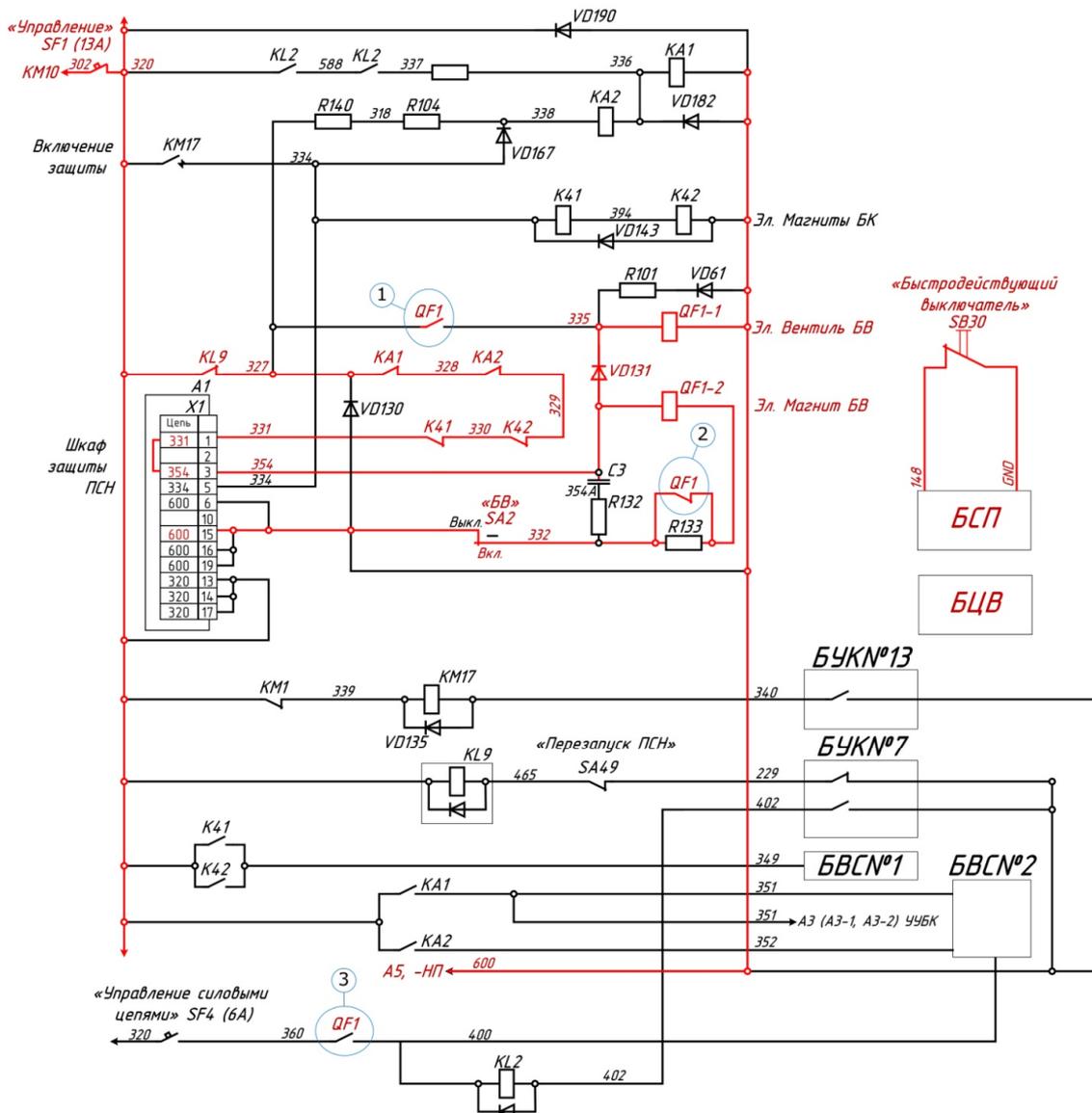
Одновременно с включение реле KL9 БЦВ дает команду БУК №13 на включение на 2 секунды контактору KM17. БУК №13 соединяет провода 340 и 600, при этом образуется цепь: провод 320, замкнутые контакты блокировки выключенного электромагнитного контактора KM1 цепи ПСН, провод 339, катушка электромагнитного контактора KM17, провод 340, БУК №13, общий минусовой провод 600.



1 – замыкается контакт KM17 в цепи 320 – 334; 2 – блокировка диффреле КА1 в цепи 327 – 328; 3 – блокировка диффреле КА2 в цепи 328 – 329; 4 – блокировка диффреле КА1 в цепи 320 – 351; 5 – блокировка диффреле КА2 в цепи 320 – 352

Рисунок 1.19 – Цепи включения контактора KM17 и цепи образующиеся после его включения

Контактор КМ17 замыкает свои силовые контакты в цепи проводов 320 и 334, образуя цепь – провод 320, силовые контакты КМ17, провод 334, и далее:



1 – замыкается блокировка QF1 в цепи 327 – 335; 2 – размыкается блокировка QF1 вводя в цепь сопротивление R133; 3 – замыкается блокировка QF1 в цепи 360 – 400

Рисунок 1.20 – Цепи включения БВ образующиеся после включения дифференциала КА1 и КА2

– провод 334, катушка включающего электромагнита быстродействующего контактора К41, провод 394, катушка включающего электромагнита быстродействующего контактора К42, минусовой провод 600. Включаются быстродействующие контакторы К41 и К42 (если были выключены), срабатывает их блокировочное устройство, производя следующие изменения в цепи:

✓ замыкаются последовательно включенные блокировки К41 и К42 в цепи проводов 329 и 331 – подготавливается цепь включения БВ;

✓ размыкаются параллельно блокировки К41 и К42 в цепь проводов 320 и 349 – в БВС № 1 поступает сигнал о включении обоих быстродействующих контакторов;

– провод 334, кратковременный сигнал «Включение защиты» блока А1 преобразователя собственных нужд;

– провод 334, диод VD167, провод 338, катушка диффреле КА2, провод 336, катушка диффреле КА1, общий минусовой провод 600.

– Диффреле КА1 и КА2 включившись производят следующие изменения:

– размыкается блокировка КА1 в цепи проводов 320 и 351 – в БВС № 1 и в блок АЗ УУБК поступает сигнал о включенном положении диффреле КА1 силовой цепи ТЭД;

– размыкается блокировка КА2 в цепи проводов 320 и 352 – в БВС № 2 поступает сигнал о включенном положении диффреле КА2 силовой цепи ПСН;

– замыкаются последовательно включенные контакты КА1 и КА2 в цепи проводов 327 и 329 – цепь включения БВ.

Быстродействующие контакторы и дифференциальные реле включаются и готовы к работе. Если разность тока в одном витке в окне магнитопровода реле КА1 не превышает 100 А, а в силовых катушках реле КА2 – 8,5 А. При увеличенной разности токов происходит срабатывание защиты и отключение БВ. После отключения контактора КМ 17 (размыкания блокировки КМ1 в цепи питания катушки контактора КМ17), питание катушек дифференциальных реле сохраняется через блокировку промежуточного реле КЛ9 в проводе 327 и резисторы R140, R104.

Получив питание, блок управления шкафа защиты ПСН (А1) формирует сигнал между проводами 331 (А1 Х1:1) – 354 (А1 Х1:3) на включение быстродействующего выключателя, тем самым контролируя включение быстродействующего выключателя и обеспечивая его отключение по требованию шкафа защиты. Таким образом, от автоматического выключателя SF1 «Управление», от проводу 320 образуется цепь: провод 320, замкнутые контакты реле КЛ9, провод 327, блокировочные контакты диффреле КА1, провод 328, блокировочные контакты диффреле КА2, провод 329, блокировочные контакты БК К42, провод 330, блокировочные контакты БК К41, провод 331, блок управления шкафа защиты ПСН А1, провод 354, и далее:

– провод 354, катушка электромагнита БВ QF1-2, замкнутая прямая блокировка БВ QF1, провод 332, контакты включенного тумблера SA2 «БВ», общий минусовой провод 600;

– провод 354, диод VD131, провод 335, катушка электромагнитного вентиля БВ QF1-1, общий минусовой провод 600.

Быстродействующий выключатель включается срабатывает его блокировочное устройство производя следующие изменения в схеме:

– замыкается блокировка QF1 в цепи проводов 327 и 335 – катушка электромагнитного вентиля QF1-1 остается под питанием через собственную блокировку;

– размыкается блокировка QF1 – в цепь катушки электромагнита QF1-2 вводится сопротивление R133, обеспечивающий необходимую величину тока для её удержания.

– Замыкается блокировка QF1 в цепи проводов 360 и 400 – от провода 400 запитывается цепь управления запуска ПСН, питания реостатных, линейных контакторов и реле KL2.

Реле KL2 включается при переходе с 23 на 24 позицию управления тяговыми двигателями – переход с С на СП соединение. По команде БЦВ блок БУК № 7 соединяет провод 402 с общим минусовым проводом 600 – реле KL2 включается замыкая свои последовательно включенные блокировки в цепи проводов 320 и 337, катушка диффреле КА1 подпитывается через реле R103.

На электровозах с № 317 из цепи включения БВ исключен блок управления шкафа защиты ПСН А1.

#### 1.4.2 Силовая цепь после включения БВ

После включения быстродействующего выключателя QF1 образуются следующие цепи: токоприемник XA1, провод 001, разъединитель QS1, провод 002, помехоподавляющий дроссель L1, провод 003, замкнутые силовые контакты БВ QF1, провод 006, и далее:

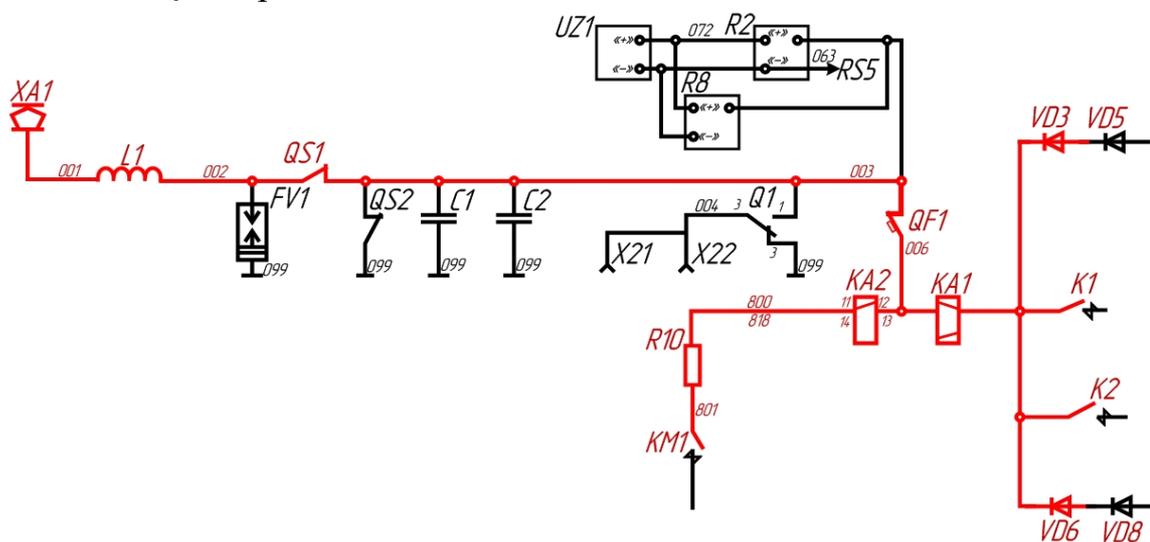


Рисунок 1.21 – Силовые цепи после включения БВ

– провод 006, катушка диффреле КА2, провод 800, демпферное сопротивление R10, разомкнутые контакты электромагнитного контактора KM1 цепи ПСН;

– провод 006, окно диффреле КА1, напряжение подается – силовой диод VD3; разомкнутые контакты реостатного контактора К1; разомкнутые контакты реостатного контактора К2; силовой диод VD4.

### 1.4.3 Цепи управления запуском преобразователя собственных нужд ПСН

Для запуска ПСН должны быть включены на блоке аппаратов № 4:

- АЗВ SF1 «Управление»;
- АЗВ SF4 «Управление силовыми цепями»;
- АЗВ SF11 «ИП ПСН I к»;
- АЗВ SF9 «ИП ПСН II к»;
- АЗВ SF31 «Вентиляторы ПСН»;
- АЗВ SF39 «Вентиляторы ПЧЗУ»;
- Тумблер SA17 «ПСН».

### Цепи управления ПСН электровозов до № 113

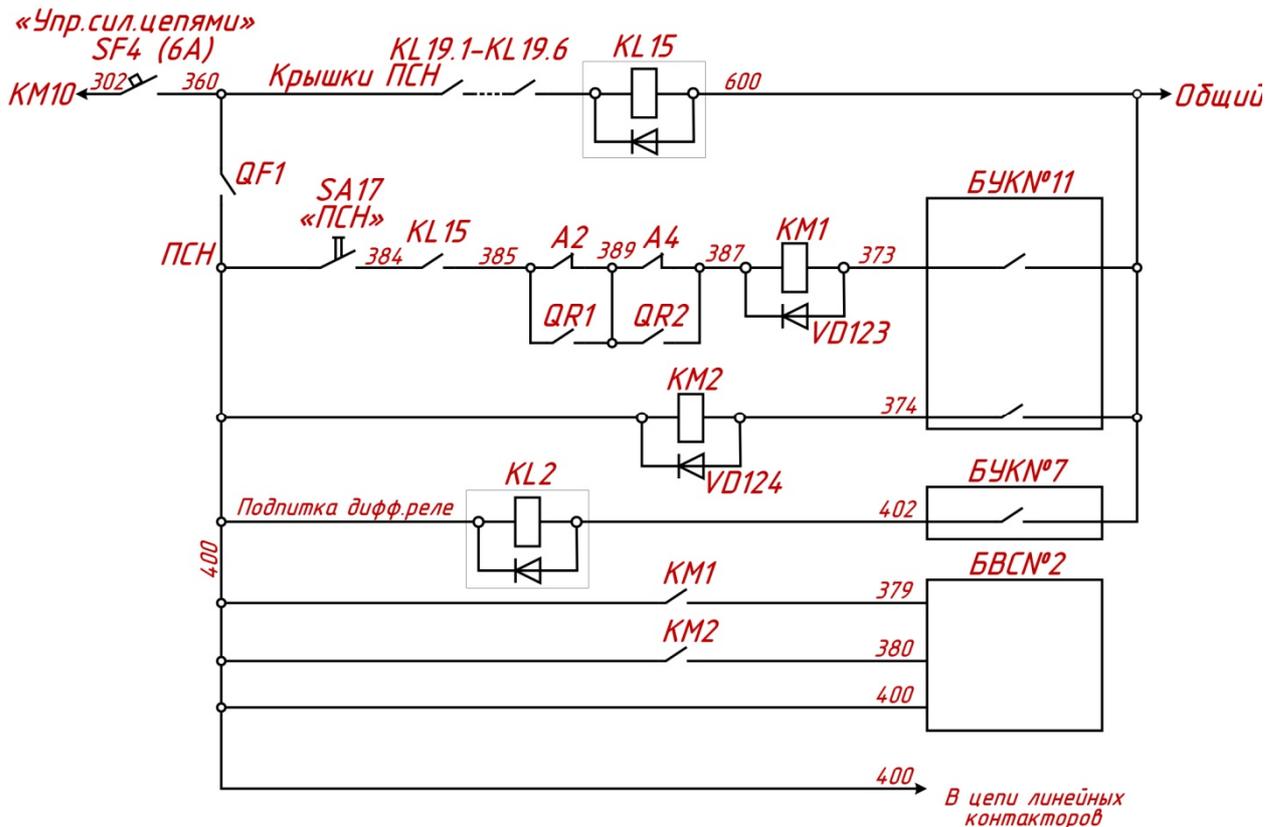


Рисунок 1.22 – Цепь включения ПСН и реле KL2 на электровозах №№ 27 – 113

После включения автоматического выключателя SF4 «Управление силовыми цепями» и включение контактора KM10 (ВЦУ в положение I или II) образуется цепь провод 302, контакты АЗВ SF4 «Управление силовыми цепями», провод 360, последовательно включенные концевые замыкатели крышек ПСН, провод 652, катушка реле контроля крышек ПСН KL19.1-KL19.6, катушка реле KL 15, общий минусовой провод 600. Реле KL15 включается,

замыкаются его контакты в цепи проводов 384 и 385 – подготавливается цепь питания электромагнитного контактора КМ1.

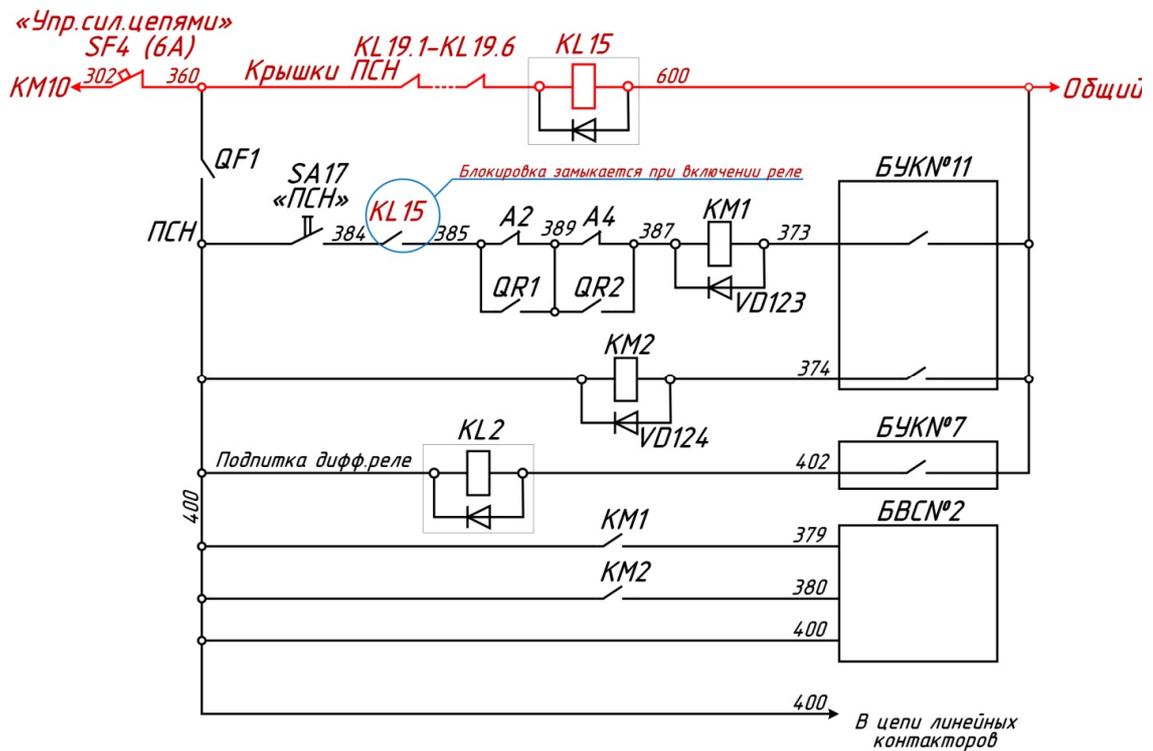


Рисунок 1.23 – Цепи образующиеся при включении ВЦУ

В течение 3 секунд после включения контактора КМ17 выполняется самодиагностика ПСН. При успешной самодиагностике и замыкания блокировочных контактов QF1 включившегося БВ, БЦВ дает команду БУК № 11 на включение электромагнитного контактора КМ1, образуется цепь: провод 302, АЗВ SF4 «Управление силовыми цепями», провод 360, блокировка БВ QF1, провод 400, контакты тумблера SA1 «ПСН», провод 384, контакты реле KL15, провод 385, аппаратный контактор СТПР-1000 А2, провод 389, контактор аппаратный СТПР-600, провод 387, катушка электромагнитного контактора КМ1, провод 373, БУК № 11, общий минусовой провод 600.

Включается электромагнитный контактор I степени запуска ПСН, срабатывает его блокировочное устройство, в цепи управления происходят следующие изменения:

- Размыкается блокировка КМ1 в цепи проводов 320 и 339 – размыкается цепь питания контактора КМ17, снимается команда «Возврат БВ»;
- Замыкается блокировка КМ1 в цепи проводов 400 и 379 – в БВС № 2 поступает сигнал о включении контактора I степени запуска ПСН.

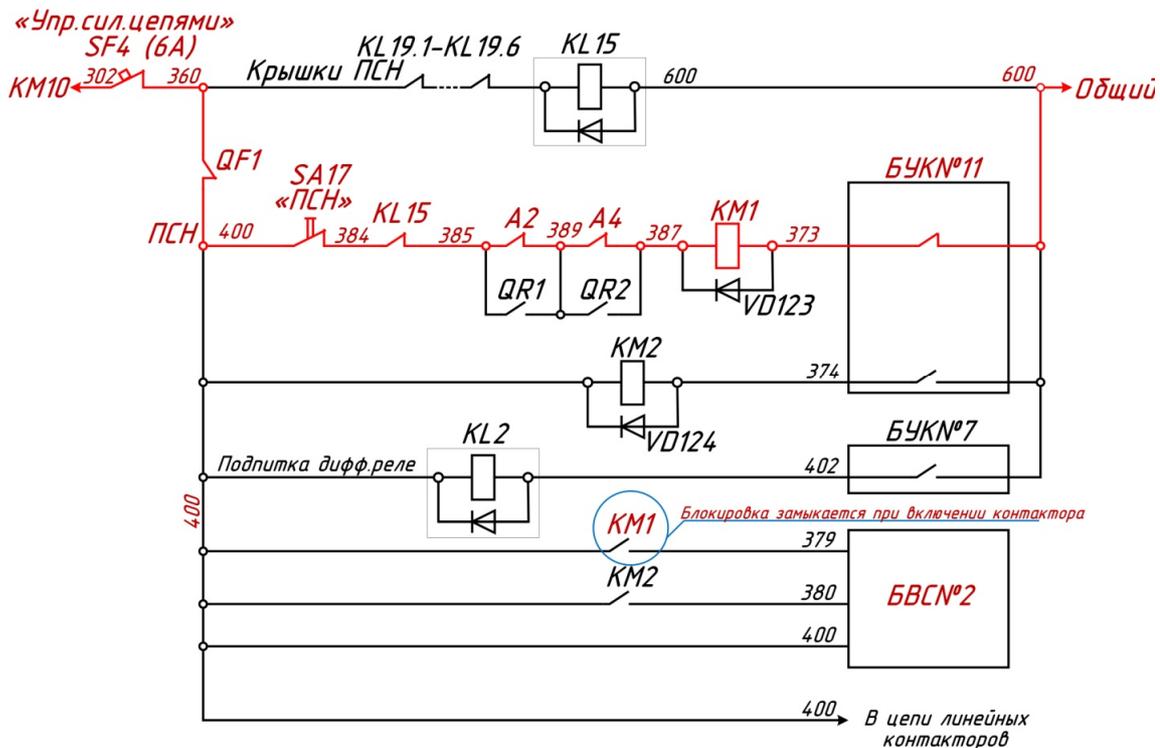


Рисунок 1.24 – Цепь питания контактора КМ1

Через 2 секунды после получения сигнала о включении контактора КМ1, БЦВ дает команду БУК № 11 на включение электромагнитного контактора КМ2, образуется цепь: провод 400, катушка контактора КМ2, БУК № 11, общий минусовой провод 600. Включается электромагнитный контактор II ступени запуска ПСН КМ2, и его блокировочное устройство замыкает контакты в цепи проводов 400 и 380 – в блок БВС № 2 поступает сигнал о включенном положении КМ2. Если через 1 секунду после включения КМ2 не появятся сигналы контроля включенного состояния контакторов ПСН, производится выключение контакторов КМ1 и КМ2, повторное включение ПСН производится только после выключения и повторного включения БВ.

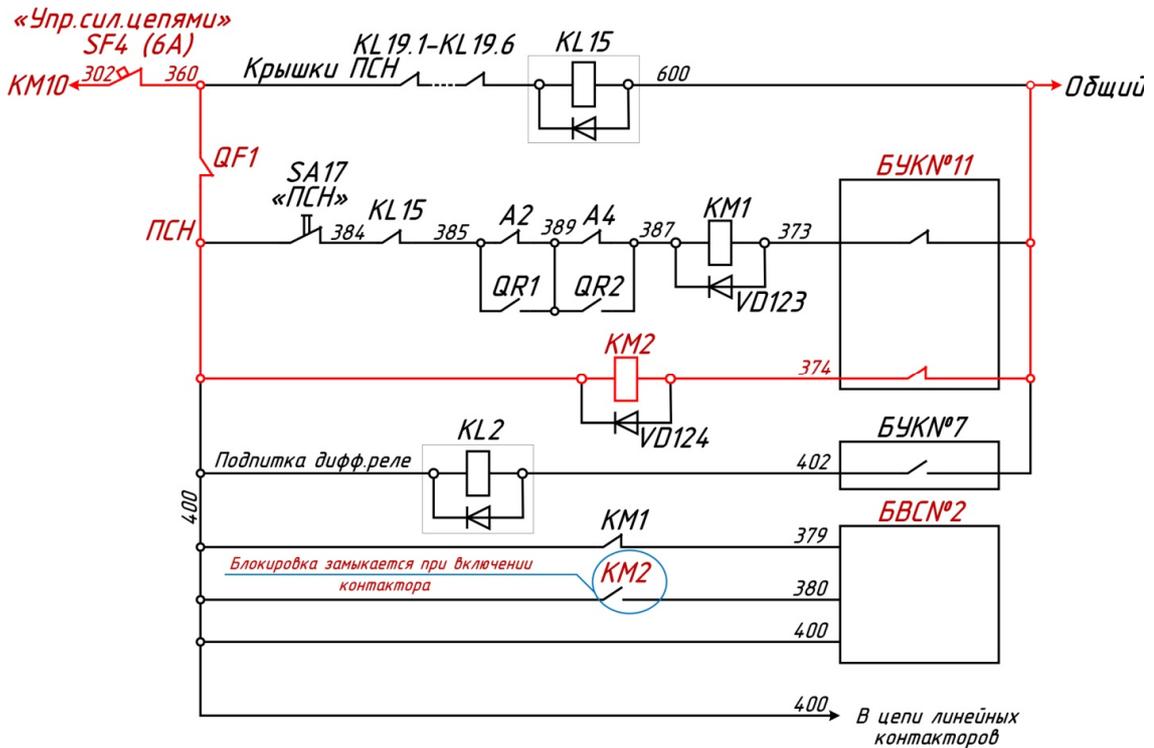


Рисунок 1.25 – Цепь питания контактора КМ2

Блокировки переключателей QR1 и QR2 в цепи катушки контактора КМ1 обеспечивают включение I ступени пуска ПСН при выводе из работы одного из статических преобразователей СТТР-1000 или СТТР-600.

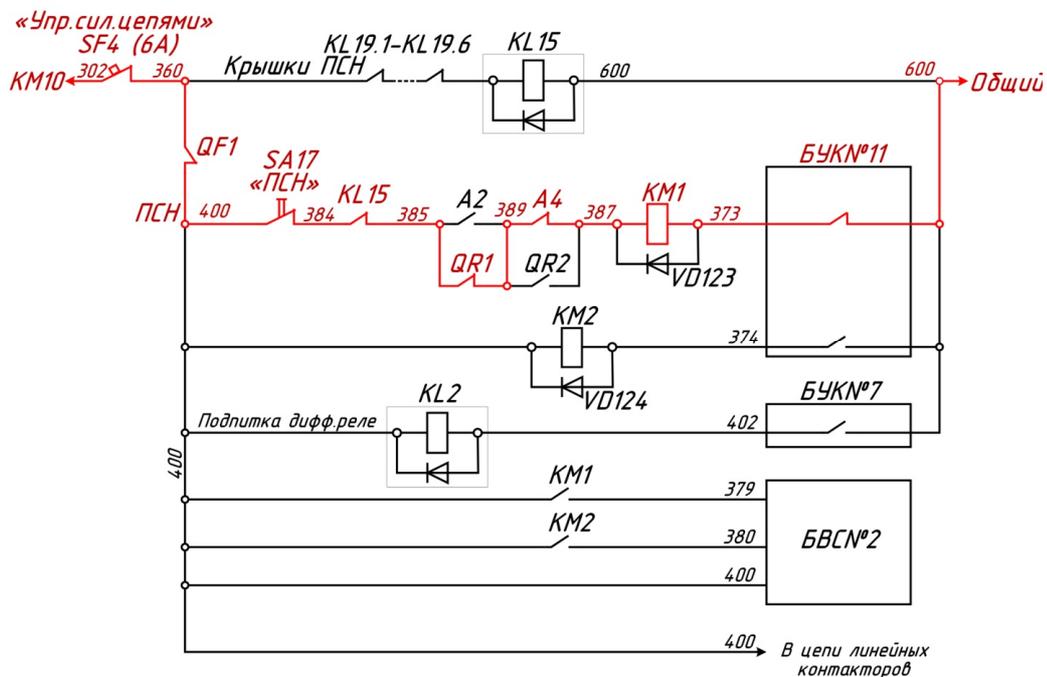


Рисунок 1.26 – Цепь питания контактора КМ1 при неисправности шкафа СТТР-100 (нож QR1 в нижнем положении)

### Цепи управления ПСН электровозов №№ 114, 148-151 и с № 178

На электровозах №№ 114, 148 – 151 и с № 178, в связи с модернизацией ПСН, изменена цепь питания катушки КМ1 – при штатной эксплуатации ПСН

(когда формирование канала 600 В выполняется от СТПР-1000) питание осуществляется через блокировку переключателя QR2, контакт А4 (СТПР-600) – разомкнут.

На электровозах с № 216 внесены изменения в электрическую схему подачи питания в провод 400 – замыкающий контакт быстродействующего выключателя QF1 подает питание на катушку контактора КМ20, а уже в свою очередь контактор КМ20 включившись, подает питание в цепь провода 400.

Для поддержания температурного режима в компонентах преобразователя собственных нужд (шкаф защиты, СТПР-1000, СТПР-600, шкаф ПЧиЗУ) размещаются вентиляторы обдува. На электровозах до № 113 запуск вентиляторов ПСН производился после включения аккумуляторной батареи. На электровозах с № 114 питание контактора КМ2 II ступени пуска ПСН осуществляется через автоматический выключатель SF31 «Вентиляторы ПСН». В целях сохранения зарядки аккумуляторной батареи, на электровозах с № 114 также внесены следующие изменения в электрическую схему:

– пуск вентиляторов шкафа ПЧиЗУ осуществляется через автоматический выключатель SF39 «Вентиляторы ПЧиЗУ», после включения II ступени пуска ПСН;

– пуск вентиляторов СТПР-600 осуществляется через автоматический выключатель SF31 «Вентиляторы ПСН» после включения I ступени пуска ПСН через блокировку переключателя QR2 (только когда использована схема резервирования СТПР-1000).

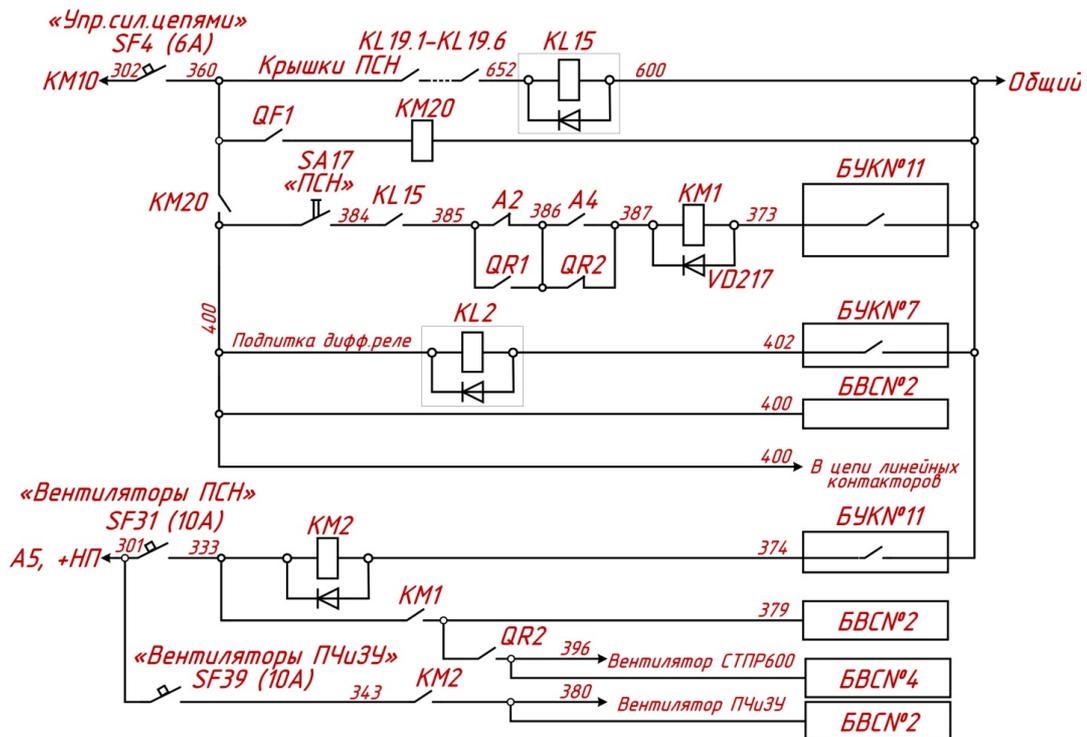


Рисунок 1.27 – Цепи включения ПСН, реле KL2 и KL15 и вентиляторов ПСН на электровозах с № 114 (с учетом последующей модернизацией)

При включении ВЦУ и включении контакторов КМ10 и КМ11 образуется цепь, провод 302, АЗВ SF4 «Управление силовыми цепями» (6А), провод 360 и далее:

- провод 360, разомкнутая блокировка контактора КМ20;
- провод 360, разомкнутая блокировка быстродействующего выключателя QF1;
- провод 360, последовательно включенные концевые замыкатели крышек ПСН, провод 652, катушка реле контроля крышек ПСН KL19.1-KL19.6, катушка реле KL 15, общий минусовой провод 600. Реле KL15 включается, замыкаются его контакты в цепи проводов 384 и 385 – подготавливается цепь питания электромагнитного контактора КМ1.

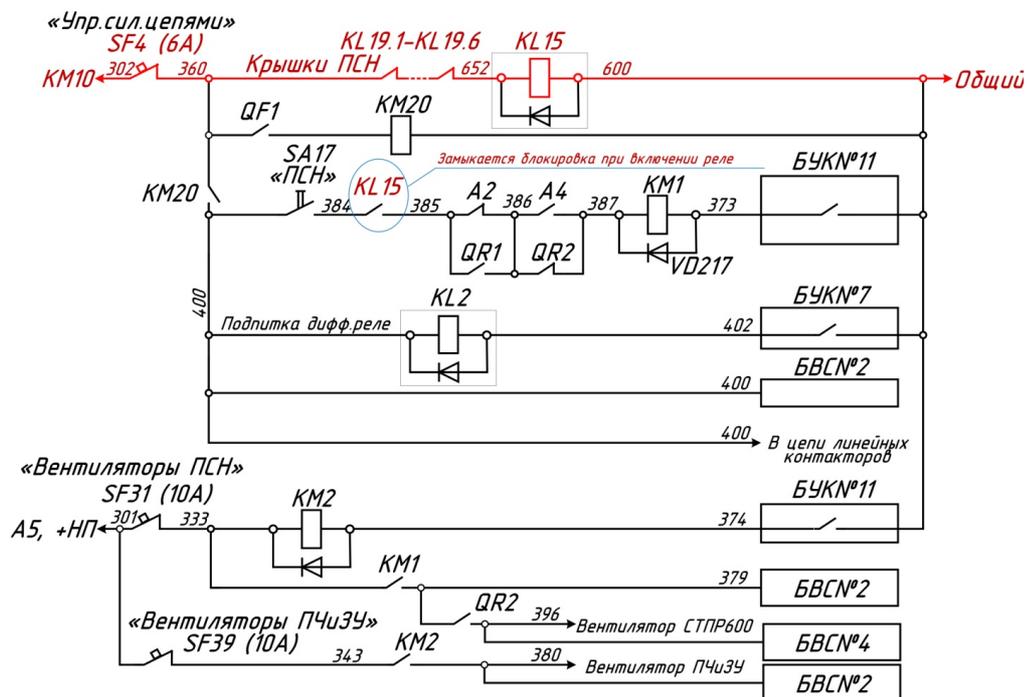


Рисунок 1.28 – Цепи включения реле KL15

В течение 3 секунд после включения контактора КМ17 выполняется самодиагностика ПСН. При включении быстродействующего выключателя QF1 замыкается его блокировка при этом образуется цепь – провод 360, блокировка QF1, катушка контактора КМ20, провод 600 общий минус. Контакт КМ20 включается и замыкает свою блокировку в цепи проводов 360 – 400, создавая цепь питания катушки электромагнитного контактора КМ1.

При успешной самодиагностики и замыкания блокировочных контактов QF1 включившегося БВ, БЦВ дает команду БУК № 11 на включение электромагнитного контактора КМ1, образуется цепь: провод 400 контакты тумблера SA1 «ПСН», провод 384, контакты реле KL15, провод 385, аппаратный контактор СТПр-1000 А2, провод 386, контакты переключателя QR2, провод 387, катушка электромагнитного контактора КМ1, провод 373,

БУК № 11, общий минусовой провод 600. Контактёр КМ1 включившись производит следующие изменения в цепи управления:

- размыкается блокировка КМ1 в цепи проводов 320 и 339 – размыкается цепь питания контактора КМ17, снимается команда «Возврат БВ»;
- замыкается блокировка КМ1 в цепи проводов 333 и 379 – в БВС № 2 поступает сигнал о включении контактора I ступени запуска ПСН.

Через 2 секунды после получения сигнала о включении контактора КМ1, БЦВ дает команду БУК № 11 на включение электромагнитного контактора КМ2, образуется цепь: провод 301, АЗВ SF31 «Вентиляторы ПСН» (10А), провод 333, катушка контактора КМ2, провод 374, БУК № 11, общий минус.

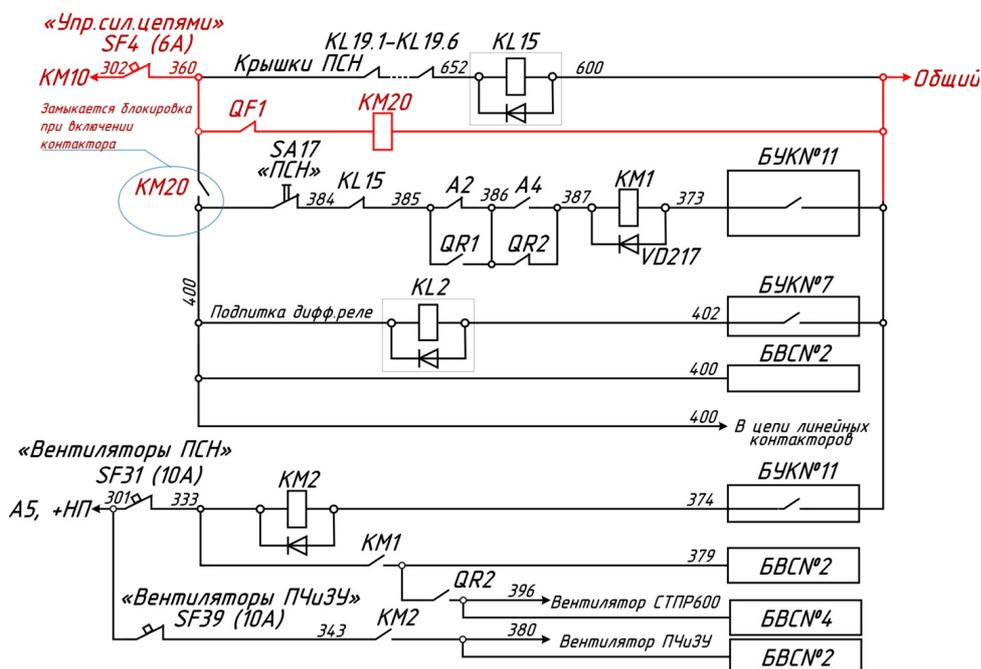


Рисунок 1.29 – Цепь включения контактора КМ20

Контактёр II ступени запуска ПСН КМ1 включившись замыкает свою блокировку в цепи проводов 343 – 380, образуя цепь – провод 301, контакты АЗВ SF39 «Вентиляторы ПЧиЗУ» (10А), провод 343, блокировка контактора КМ2, провод 380 и далее:

- провод 380 – в блок БВС № 4 поступает сигнал о включении контактора КМ2;
- провод 380 вентиляторы шкафа ПЧиЗУ А5.

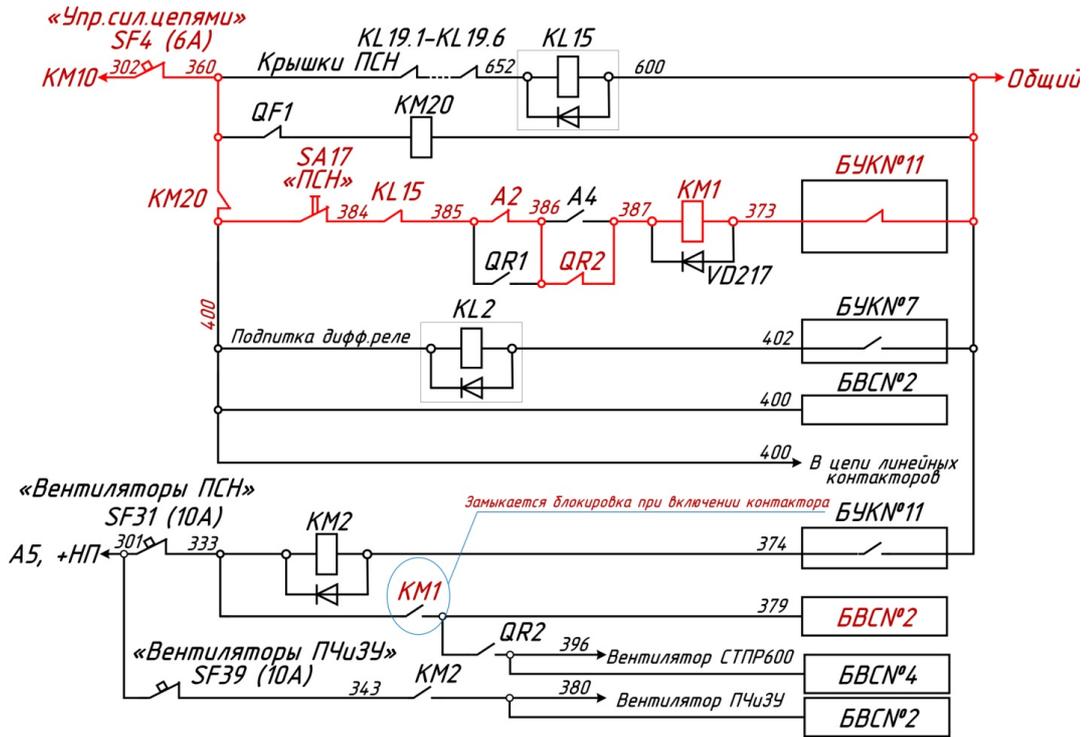


Рисунок 1.30 – Цепь включения контактора КМ1

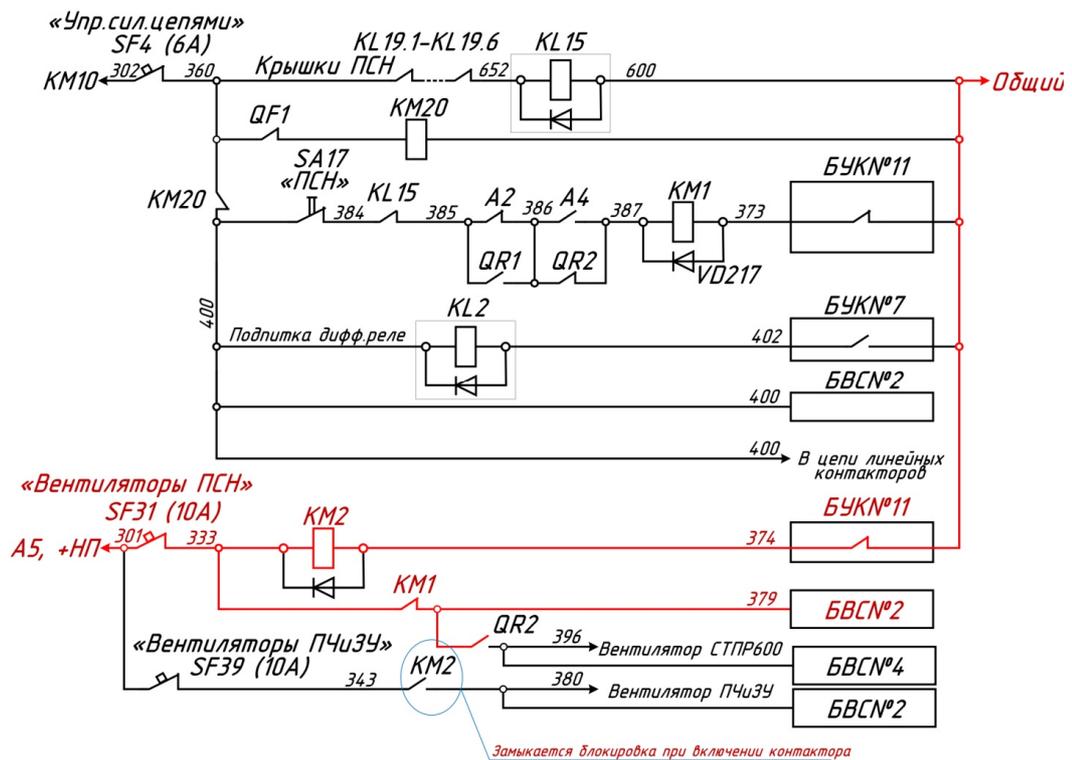


Рисунок 1.31 – Цепь включения контактора КМ2

### Цепи управления ПСН электровозов с № 475

На электровозах с № 475, в связи с исключением преобразователя СТПр-600 внесены изменения в электрическую схему подачи питания на катушку контактора КМ1- при штатной эксплуатации (СТПр-1000 включен в работу), питание осуществляется через аппаратную блокировку СТПр-1000 (А2) и замкнутую блокировку переключателя QR2, находящегося в рабочем положении. При сборе схемы резервирования, питание катушки контактора

КМ1 (для сохранения нормальной работы схемы электровоза) будет, осуществляется, через замкнутые блокировки находящихся в аварийном положении переключателей QR1 и QR2. Также, на данных электровозах исключена цепь питания вентиляторов СТПР-600 в проводе 396.

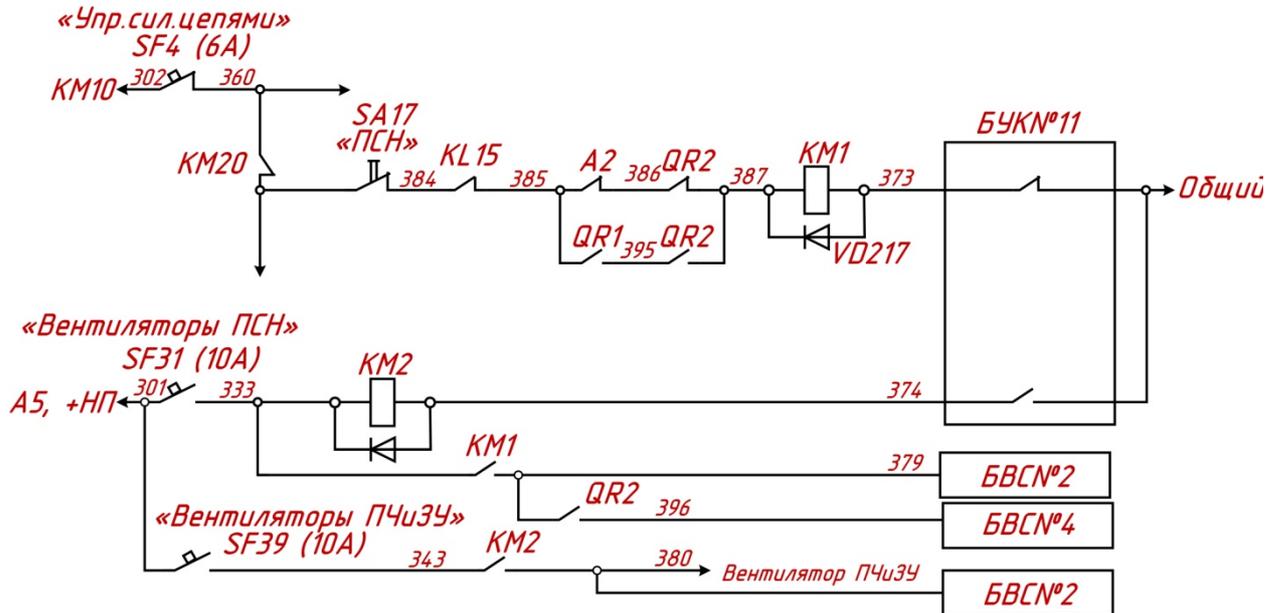


Рисунок 1.32 – Цепи включения ПСН и вентиляторов ПСН на электровозах с №475

### Цепи управления ПСН электровозов с № 550

На электровозах с № 550 в проводе 343 установлена блокировка термодатчика SQ11. При работе ПСН на II ступени пуска, при срабатывании датчика SQ11, происходит отключение контакторов КМ1 и КМ2 и на мониторе МСУЛ выводится соответствующая информация.

## 1.4.4 Силовая цепь запуска ПСН

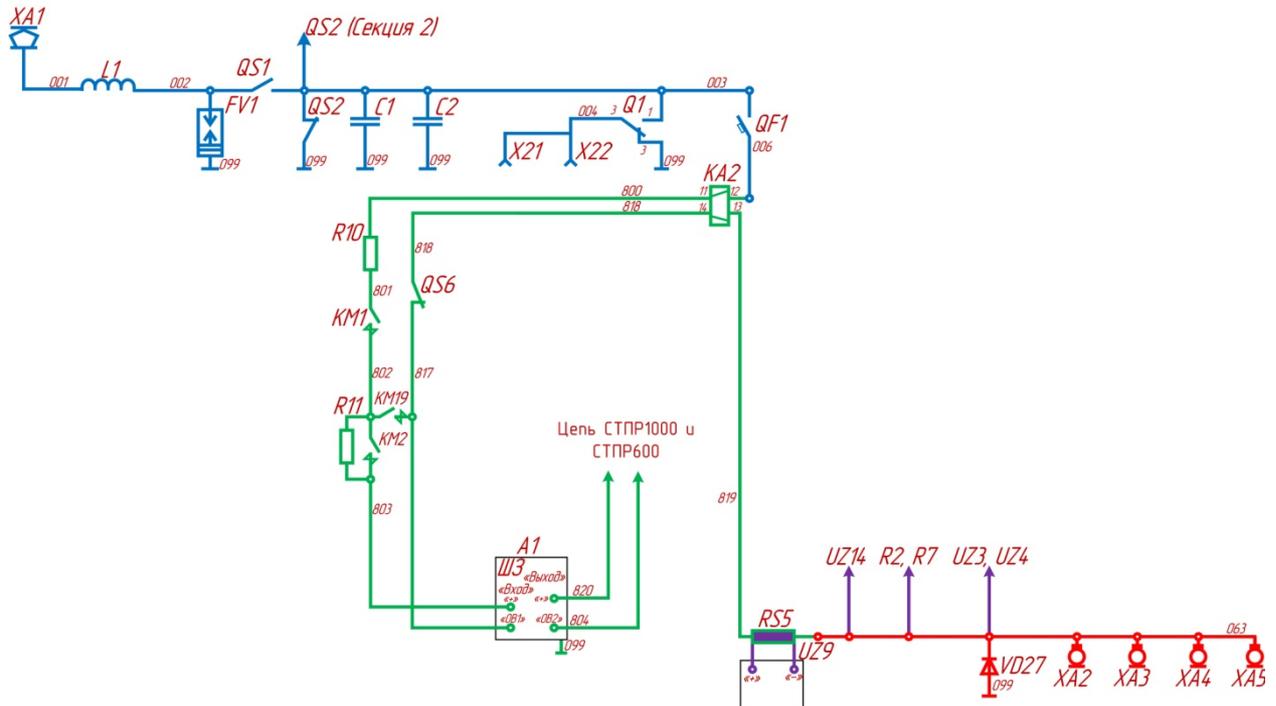


Рисунок 1.33 – Высоковольтная цепь запуска ПСН

При включении БВ производится автоматическая диагностика преобразователя собственных нужд. При успешно диагностике ПСН производится его запуск в две ступени.

## I ступень запуска ПСН

После включения БВ и контактора КМ1 I ступени запуска ПСН образуется цепь (рисунок 1.33): контактная сеть, токоприемник ХА1, шина 001, помехоподавляющий дроссель L1, шина 002, разъединитель QS1, шина 003, силовые контакты БВ QF1, катушка диффреле КА2, шина 800, демпферное реле R10 (1,05 Ом), шина 801, электромагнитный контактор I ступени КМ1, шина 802, пусковое сопротивление R11 (14,9 Ом), шина 803, вход шкафа защиты ПСН ТЗ А1, выход шкафа «ОВ1» А1, шина 817, разъединитель QS6, шина 818, катушка диффреле КА2, шина 819, шунт системы измерения RS5, шина 063, токоотводящие устройства ХА2 – ХА5, минусовая рельсовая цепь.

## II ступень запуска ПСН

На I ступени пуска ПСН в его силовую цепь введены резисторы: пусковой R11 (14,9 Ом) и демпферный R10 (1,05 Ом). Через 2 секунды после включения контактора КМ1 включается контактор КМ2 II ступени запуска ПСН. Включившись силовые контакты КМ2 шунтируют пусковое сопротивление R11.

### 1.4.5 Выключение БВ

Оперативное выключение БВ производится переводом тумблера SB30 «Быстродействующий выключатель» в положение «Откл», после чего формируется сигнал «Выключение БВ», по которому БУК разрывает минусовую цепь реле KL9 и напряжение 110 В снимается с катушек БВ.

Требование на отключение БВ каждой отдельной секции формируется, если ток, потребляемый ПСН превышает 120 А:

- в течение 0,15 секунд на I ступени пуска ПСН;
- в течение 8,0 секунд на II ступени пуска ПСН.

Требование на отключение БВ всех секций формируется, если:

- в течение 0,3 секунды напряжение контактной сети превышает 4100 В;
- на время, более 0,4 секунды пропало питание с вентиля рабочего токоприемника (для предотвращения пережога контактного провода).

Перед выдачей команды на отключение БВ, МПСУиД предварительно производит выключение линейных и реостатных контакторов тяговых электродвигателей (К1 – К4, К9...К40) и контакторов включения ПСН (КМ1, КМ2).

Внутреннее токовое защитное отключение БВ происходит при достижении тока уставки срабатывания – 2700 А путем расцепления защелки силовых контактов БВ.

Команда на выключение контакторов ПСН КМ1 и КМ2 выдается, если:

- тумблер SB30 «Быстродействующий выключатель» переведен в положение «Откл»;
- в течение 1 секунды отсутствует сигнал включенного состояния контактов ПСН КМ1 или КМ2;
- при напряжении контактной сети менее 2200 В и более 4000 В (при возвращении напряжения в допустимый диапазон запуск ПСН произойдет автоматически).

Тумблер SA2 в шкафу блока аппаратов № 4 служит для отключения неисправного быстродействующего выключателя своей секции путем разрыва минусовой цепи электромагнита БВ.

Переключатель SA49 «Перезапуск ПСН» предназначен для перезагрузки ПСН в ручном режиме.

Тумблер SA17 «ПСН» в шкафу МПСУиД служит для отключения ПСН данной секции при неисправностях.

Статического преобразователя СТТР-1000 переключателями QR1 и QR2, от автоматического выключателя SF1 «Управление», через блокировки QR1 и QR2 в проводе в проводах 389 и 396 в БВС поступает сигнал об отключении СТТР-1000 (рисунок 1.34).

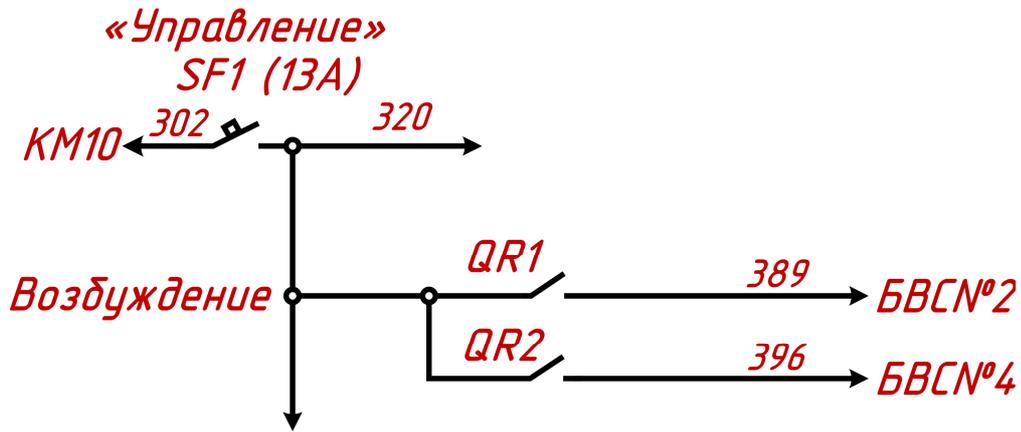


Рисунок 1.34 – Цепь формирования сигнала об отключении СТПр-1000

#### 1.4.6 Описание силовых электрических цепей преобразователя собственных нужд

##### 1.4.6.1 Общие сведения о цепях преобразователя собственных нужд

Преобразователь собственных нужд (ПСН), преобразуя высоковольтное напряжение контактной сети 3 кВ, осуществляет:

- по командам, поступающим от МПСУиД, управление величиной тока обмоток возбуждения тяговых двигателей по схеме независимого возбуждения в режимах тяги и электрического торможения;
- по командам, поступающим от МПСУиД, обеспечение плавного пуска и регулирования частоты вращения асинхронных электродвигателей вспомогательных машин (вентиляторов охлаждения ТЭД, компрессорного агрегата и на электровозах до № 293 вентиляторов мультициклонных фильтров очистки воздуха) путем изменения величины и частоты подводимого трехфазных переменного тока;
- питание цепей управления электровозом напряжением постоянного тока величиной 110 В;
- заряд аккумуляторной батареи;
- питание электрооборудования системы микроклимата;
- питание электрооборудования кабины управления однофазным переменным током напряжением 220 В.

Конструкция преобразователя собственных нужд постоянно совершенствуется заводом-изготовителем. Поэтому, на электровозах №№ 001 – 014 и 016 – 026 устанавливались преобразователи собственных нужд типа ПСН-200 (первый вариант ПСН), в настоящее время произведена смена ПСН-200 на ПСН-210-3 (второго варианта ПСН). На электровозах № 015, и с № 027 устанавливается преобразователь типа ПСН-210-3 (второй вариант ПСН). На электровозах № 114 и с № 179 по № 474 устанавливаются модернизированные

ПСН-2103М4 (третий вариант ПСН). На электровозах с № 475 не устанавливаются СТПР-600.

Схема подключения преобразователей собственных нужд к высоковольтной цепи секции на всех электровозах однотипна независимо от конструкции ПСН. Преобразователи собственных нужд подключается к напряжению контактной сети 3 кВ после быстродействующего выключателя QF1 через дифференциальное реле КА2, которое обеспечивает защиту цепи ПСН. Срабатывание дифференциального реле КА2 приводит к отключению быстродействующего выключателя QF1.

Для начала работы ПСН требуется наличие следующих условий:

- подано низковольтное напряжение питания микропроцессорной части аппаратуры ПСН;
- напряжение контактной сети должно быть в пределах от  $2200^{+5\circ}$  до  $4000^{+5\circ}$  В;
- включен БВ.

Комплект преобразователя собственных нужд ПСН 210-3 состоит из трех функциональных шкафов, ножей и переключателей резервирования.

Таблица 1.4 – Обозначения и назначения элементов ПСН на электрической схеме

№ п/п	Название оборудования	Назначение	Обозначение на схеме
1	Шкаф защиты ЗТ М4	– активное подавление высоковольтных помех, содержащихся во входном напряжении 3 кВ; – отключение аппаратуры ПСН от контактной сети с выдачей дискретного сигнала в МПСУиД при существенном повышении напряжения контактной сети для сохранения работоспособности аппаратуры	A1
2	Статический преобразователь СТПР-1000	– преобразование входного напряжения контактной сети в напряжение 64 В частотой 500 Гц с управляемым значением тока, поступающим в обмотки возбуждения тяговых двигателей; – формирование тракта электропитания с выходным напряжением 600 В.	A2
3	Статический преобразователь СТПР-600	Обеспечивает преобразование постоянного входного напряжения 3000 В в напряжение постоянного тока 600 В для питания преобразователей частоты и системы микроклимата кабины машиниста.	A4

Продолжение таблицы 1.4

№ п/п	Название оборудования	Назначение	Обозначение на схеме
4	Шкаф ПЧ и ЗУ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- электропитание вентиляторов обдува тяговых двигателей и тормозного компрессора;</li> <li>- заряд аккумуляторной батареи 140 В;</li> <li>- электропитание потребителей 110В пропадающего и непропадающего каналов питания;</li> <li>- электропитание пяти источником питания ИП-ЛЭ.</li> </ul>	A5
	Нож резервирования QR1	Используется при выходе из строя шкафа СТПР1000	QR1
	Нож резервирования QR2	Используется при выходе из строя СТПР600	QR2
	Нож резервирования QR3	Используется при неисправности канала ПЧ тормозного компрессора	QR3
	Нож резервирования QR4	Используется при выходе неисправности канала ПЧ вентилятора охлаждения тяговых двигателей М1 и М2	QR4
	Нож резервирования QR5	Используется при неисправности канала ПЧ вентилятора охлаждения тяговых двигателей М3 и М4, а так же при неисправности канала ПЧ тормозного компрессора	QR5

#### 1.4.6.2 Описание силовой цепи ПСН на электровозах №№ 015, 027 – 113, 115 – 147, 152 – 177 (второй вариант ПСН)

На электровозах №№ 015, 027 – 113, 115 – 147, 152 – 177 устанавливается преобразователь собственных нужд ПСН-210-3, в конструкции которого изменено количество и назначение шкафов и цепи их соединения. Из схемы ПСН убраны блоки РН-3000, а их функции выполняет статический преобразователь СТПР-1000. В схеме оставлено по одному статическому преобразователю СТПР-1000 (А2) и СТПР-600 (А4).

В данном ПСН, статический преобразователь СТПР-1000 преобразует входное напряжение контактной сети:

- в напряжение с управляемым значением тока, поступающим в обмотки возбуждения ТЭД;
- в напряжение постоянного тока 600 В.

Канал напряжения 600 В с выхода СТПР-1000 является резервным.

Статический преобразователь СТПР-600 обеспечивает преобразование постоянного входного напряжения 3000 В в напряжение постоянного тока 600 В для питания через преобразователь частоты ПЧЗУ (А5), цепей асинхронных



обмоток возбуждения тяговых двигателей и канала 600 В. При этом, СТПР-600 (А4) находится в резерве, а при выходе из строя канала 600 В СТПР-1000М4, будет обеспечивать питание шкафа ПЧиЗУ. В этом варианте изменено штатное (рабочее) положение ножей переключателей QR2 – вниз.

Таблица 1.5 – Положение ножей переключателей резервирования ПСН

Позиционное обозначение	Нормальная эксплуатация	Отказ СТПР - 1000	Отказ РН-600	Отказ канала ТК	Отказ канала ВО ТД 1,2	Отказ канала ВО ТД 3,4
QR1	Вверх	<b>Вниз</b>	Вверх	Вверх	Вверх	Вверх
QR2	Вверх	Вверх	<b>Вниз</b>	<b>Вниз</b>	<b>Вниз</b>	<b>Вниз</b>
QR3	Вверх	Вверх	Вверх	<b>Вниз</b>	Вверх	Вверх
QR4	Вверх	Вверх	Вверх	Вверх	<b>Вниз</b>	Вверх
QR5	Вверх	Вверх	Вверх	<b>Вниз</b>	Вверх	<b>Вниз</b>

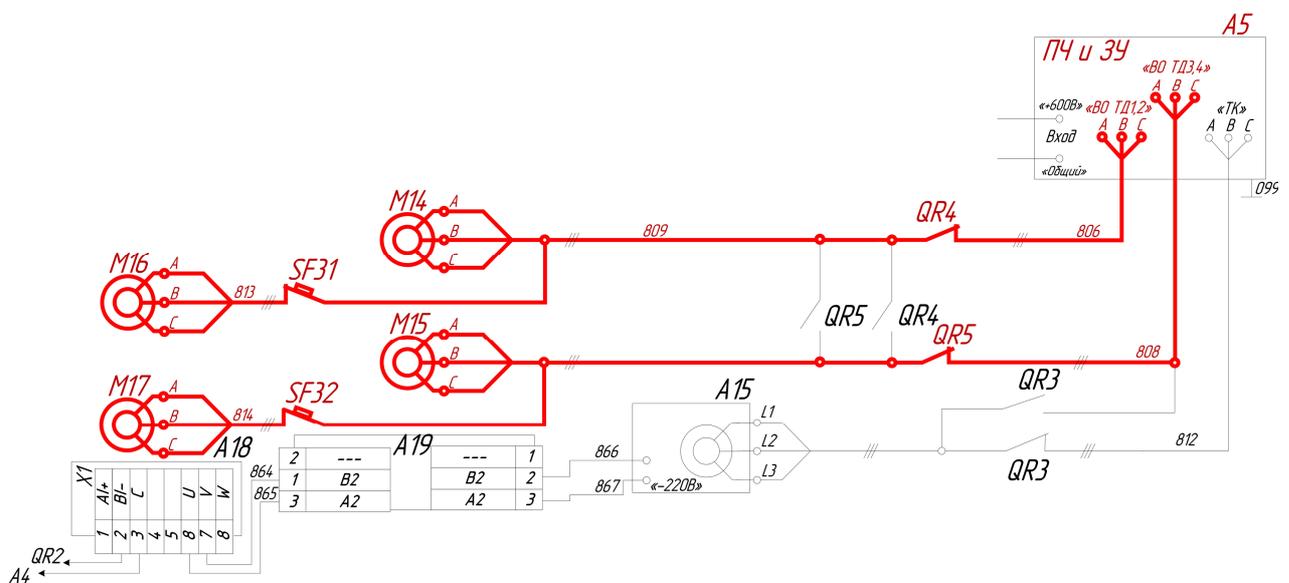


Рисунок 1.36 – Цепь вентиляторов охлаждения тяговых двигателей от шкафа ПЧиЗУ

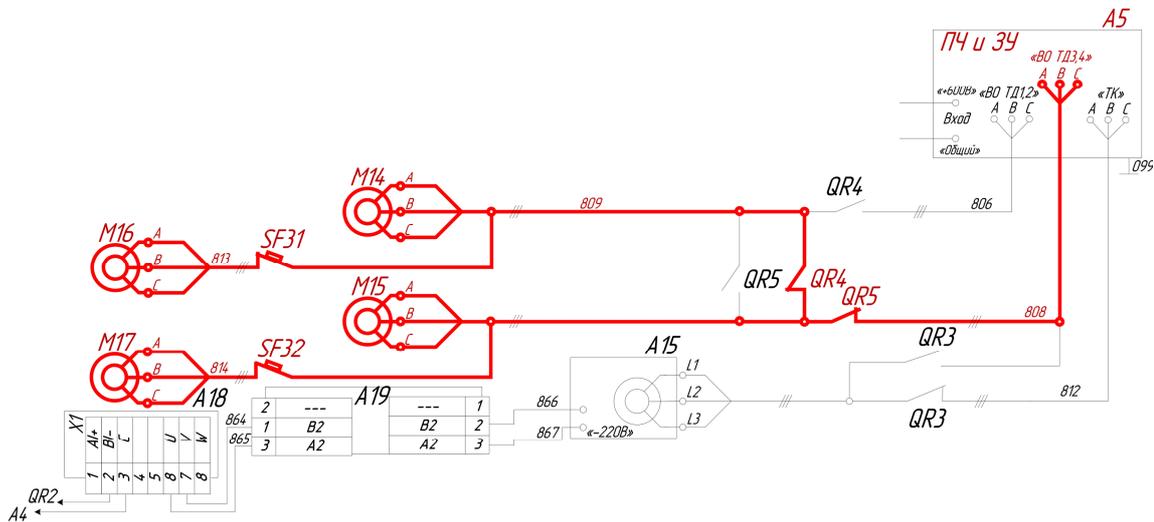


Рисунок 1.37 – Цепь вентиляторов охлаждения ТЭД при неисправности канала ПЧ «ВО 1,2 ТД», переключатель QR4 в нижнем положении

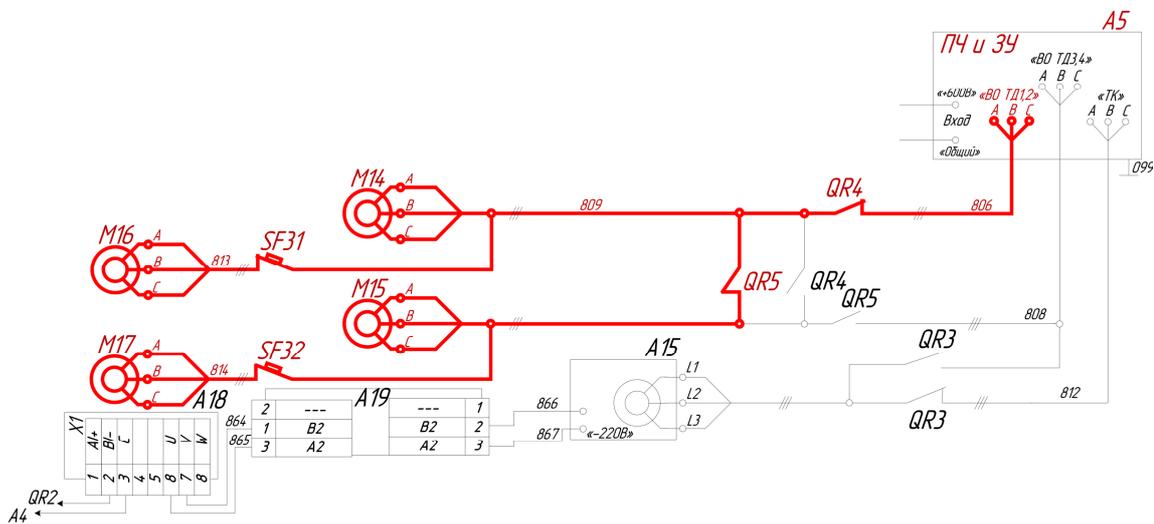


Рисунок 1.38 – Цепь вентиляторов охлаждения ТЭД при неисправности канала ПЧ «ВО 3,4 ТД», переключатель QR5 в нижнем положении

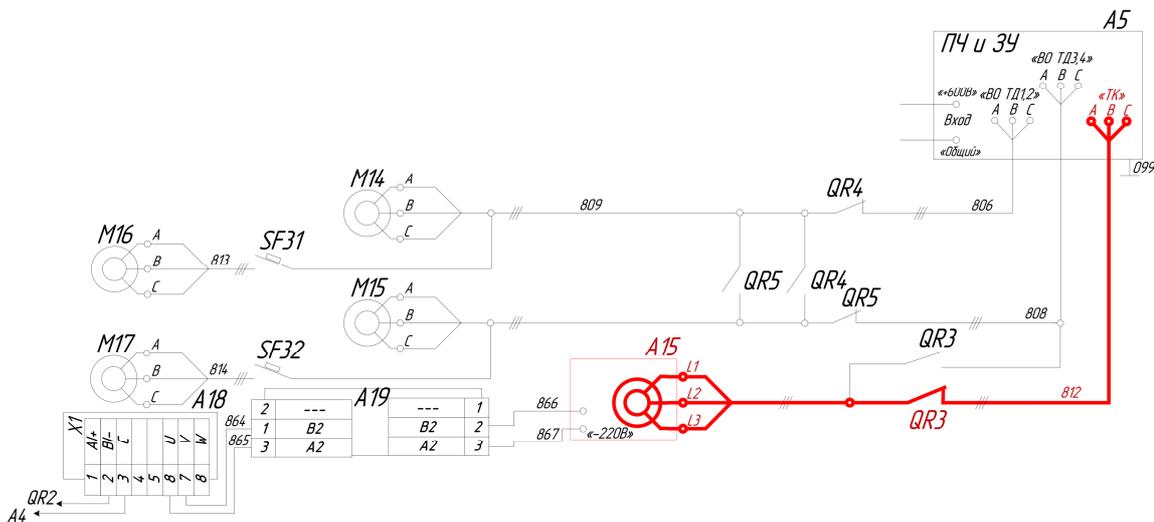


Рисунок 1.39 – Цепь тормозного компрессора от шкафа ПЧиЗУ

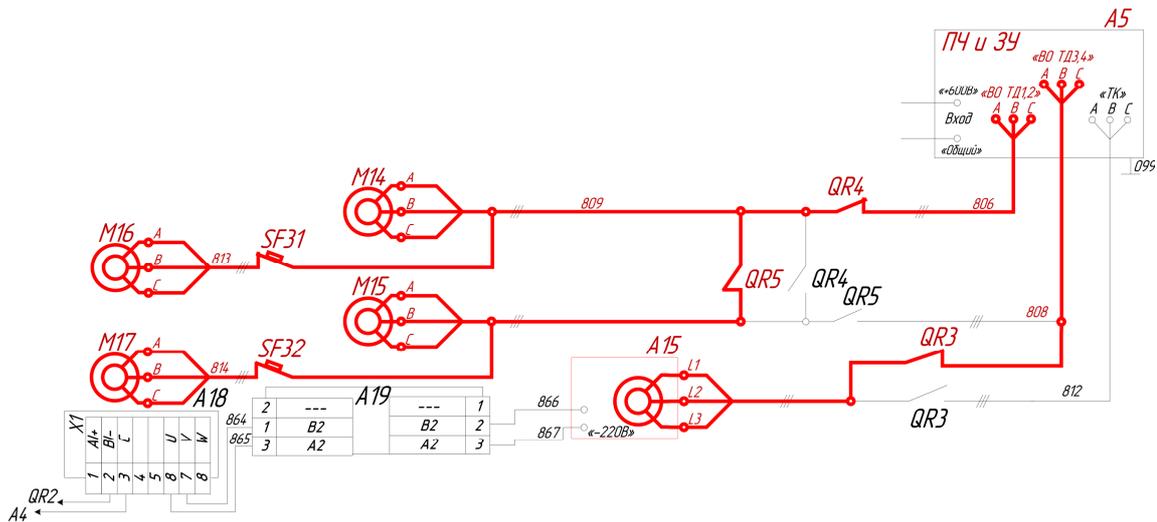


Рисунок 1.40 – Цепь тормозного компрессора при неисправности канала ПЧ «ТК», переключатель QR3 и QR5 в нижнем положении

#### 1.4.6.4 Отличия в схеме ПСН на электровозах №№ 114, 148 – 151 и с № 178 (третий вариант ПСН)

При неисправности одного из каналов СТПр-1000М4 возможны следующие варианты работы:

- при неисправности канала питания независимых обмоток возбуждения тяговых электродвигателей производится переключение схемы на последовательное возбуждение ТЭД, при этом СТПр-1000М4 (А2) продолжает формировать 600 В для питания шкафов ПЧиЗУ;
- при неисправности канала 600 В СТПр-1000М4 (А2), но исправной работе каналов питания независимых обмоток возбуждения тяговых электродвигателей, производится переключение переключателя QR2 в верхнее положение для подключения СТПр-600М4 (А4) (формирование резервного тракта питания 600 В), дальнейшее следование с независимым возбуждением ТЭД;
- в случае выхода из строя общей для всех каналов части (инвертора) СТПр-1000М4 (А2) производится переключение схемы на последовательное возбуждение тяговых электродвигателей, переключатель QR1 переводится в нижнее положение (отключение СТПр-1000М4), переключатель QR2 переводится в верхнее положение (формирование резервного тракта питания 600 В через СТПр-600М4).

Схемы подключения электродвигателей вспомогательных аппаратов электровоза остались без изменений и аналогичны схеме, используемой ранее, на ПСН-210-3.

Обобщенное состояние переключателей QR1 и QR2 контролируется цепями управления. Контроль состояния этих переключателей выполнен отдельно. Схема подключения СТПр-1000М4 приведена на рисунке 1.36.

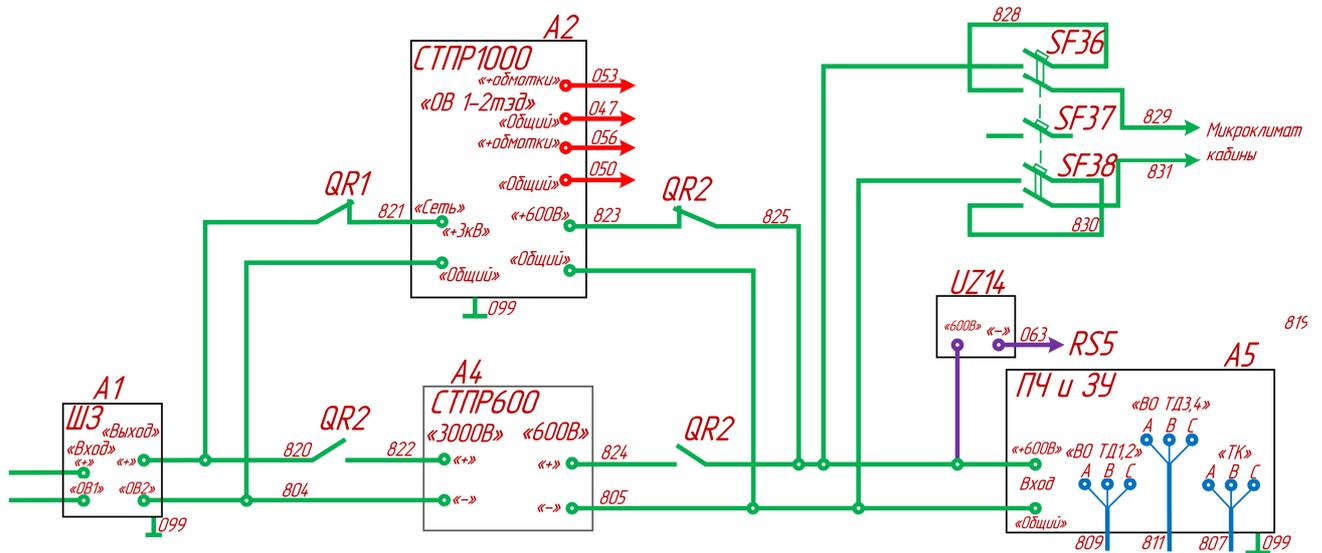


Рисунок 1.41 – Схема подключения СТПр-1000М4 на электровозах №№ 114, 148 – 151 и с № 178 (второй вариант ПСН)

Отличия в схеме ПСН на электровозах с №№ 192, 193 и 217 – 245 На электровозах №№ 192, 193 и 217 – 245 выполнена модернизация ПСН с установкой преобразователя частоты ПЧиЗУ (А5) с резервированием выходных каналов аварийными переключателями «МВ» и «МК», расположенными в верхней части шкафа ПЧиЗУ (рисунок 1.42). Однако, при проведении модернизации, переключатели QR3 – QR5 на блоке аппаратов не демонтированы.

**ВНИМАНИЕ! ВО ВРЕМЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ, НОЖИ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЕЙ QR3 – QR5 НА ЭЛЕКТРОВОЗАХ №№ 192, 193 И 217 – 245 ДОЛЖНЫ НАХОДИТСЯ В ВЕРХНЕМ ПОЛОЖЕНИИ. НЕ ДОПУСКАЕТСЯ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЕ НОЖЕЙ QR3 – QR5 ПРИ НАЛИЧИИ АВАРИЙНЫХ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЕЙ НА ШКАФУ ПЧиЗУ.**

На электровозах №№ 192, 193 и с № 217 силовые цепи нагрузки электродвигателей вентиляторов охлаждения тяговых двигателей МВ1-2 и МВ3-4 объединены и подключены к первому каналу преобразователя ПЧиЗУ (рисунок 1.43). Второй преобразователь находится в холодном резерве.

Данной схемой предусмотрено резервирование каналов с помощью переключателей «МВ» и «МК», расположенных на шкафу ПЧиЗУ и имеющих три положения – «1», «2» и «3». Нормальное положение данных переключателей – «1».

При возникновении неисправности, машинисту необходимо перевести на пульте машиниста в кабине управления тумблеры SB27 «Компрессоры» и SB28 «Вентиляторы» в положение «Выкл.», и **не ранее, чем через 1,5 минуты** произвести переключение схемы резервирования путем переключения тумблеров шкафа ПЧиЗУ. При возникновении аварии ПЧ МВ1-2 или ПЧ МВ3-4 необходимо перевести переключатель «МВ» на шкафу ПЧиЗУ в положение «2». При возникновении аварии ПЧ МК – перевести переключатель «МК» на

шкафу ПЧиЗУ в положение «2». В данном случае питание будет производиться от преобразователя, находившегося в холодном резерве.



Рисунок 1.42 – Аварийные переключатели «МВ» и «МК» резервирования выходных каналов вентиляторов охлаждения ТЭД и тормозного компрессора

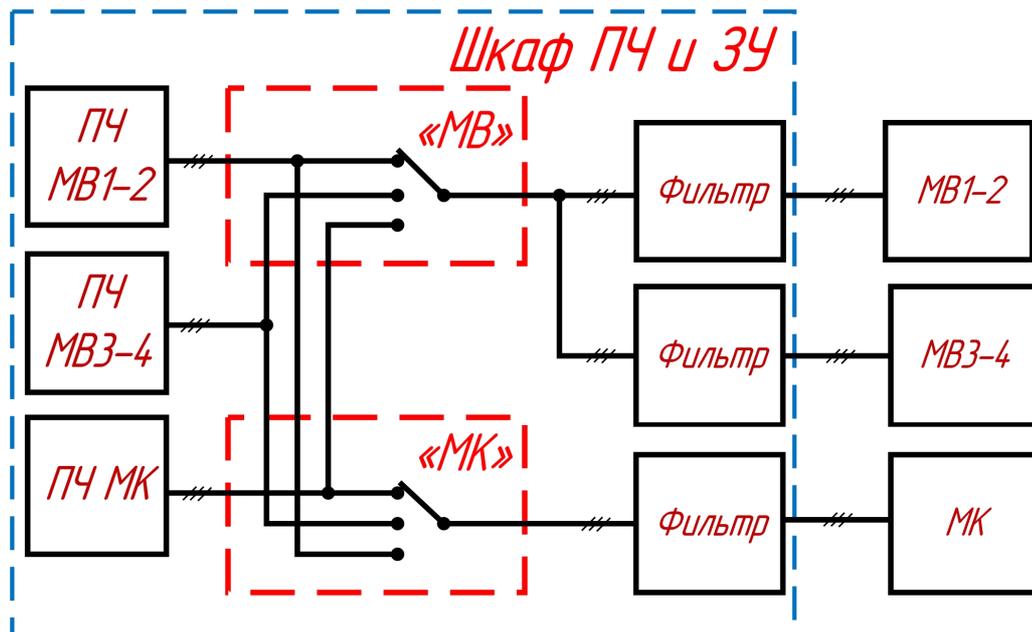


Рисунок 1.43 – Принципиальная схема подключения силовых цепей МВ и МК на электровозах №№ 192, 193, и с № 217

При повторном отказе в работе цепей питания, возможна работа шкафа ПЧиЗУ в аварийном режиме, для обеспечения возможности следования к месту ремонта. В данной ситуации, машинисту необходимо перевести на пульте машиниста в кабине управления тумблеры SB27 «Компрессоры» и SB28 «Вентиляторы» в положение «Выкл.» и не ранее, чем через 1,5 минуты

произвести переключение схемы резервирования шкафа ПЧиЗУ. При возникновении аварии ПЧ МВ1-2 и ПЧ МВ3-4 необходимо перевести переключатель «МВ» на шкафу ПЧиЗУ в положение «2» или «3». При возникновении аварии ПЧ МК необходимо перевести переключатель «МК» на шкафу ПЧиЗУ в положение «2» или «3». В данном аварийном режиме будет работать один преобразователь ПЧиЗУ, обеспечивая одновременную работу МВ1-2, МВ3-4 и МК. Пуск и остановка преобразователя ПЧиЗУ производится тумблером БВ28 «Вентиляторы» на пульте управления машиниста. В данном режиме управление отсутствует, и вращение двигателей вентиляторов и компрессора происходит на частоте 35 Гц. Порядок включения переключателей приведен в таблице 1.6.

Таблица 1.6 – Порядок включения переключателей МВ и МК

Положение «МВ»	Режим работы схемы резервирования	Положение «МК»
1	Резервирование не используется	1
2	Отказ ПЧ МВ	1
1	Отказ ПЧ МК	2
2	Аварийный режим (отказ МВ и МК)	2
1	Аварийный режим (повторный отказ МК)	3
3	Аварийный режим (повторный отказ МВ)	1

**ВНИМАНИЕ! ВО ВРЕМЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ, НОЖИ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЕЙ QR3 – QR5 НА ЭЛЕКТРОВОЗАХ №№ 192, 193 И 217 – 245 ДОЛЖНЫ НАХОДИТСЯ В ВЕРХНЕМ ПОЛОЖЕНИИ. НЕ ДОПУСКАЕТСЯ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЕ НОЖЕЙ QR3 – QR5 ПРИ НАЛИЧИИ АВАРИЙНЫХ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЕЙ НА ШКАФУ ПЧиЗУ.**

#### *1.4.6.6 Отличия в схеме ПСН на электровозах с № 246*

На электровозах начиная с № 246, оборудуемых преобразователями ПЧиЗУ (А5) с резервированием выходных каналов переключателями «МВ» и «МК», на блоке аппаратов № 3 переключатели QR3 – QR5 не устанавливаются.

Схема цепей ПСН одной секции для данных электровозов показана на рисунке 1.21.



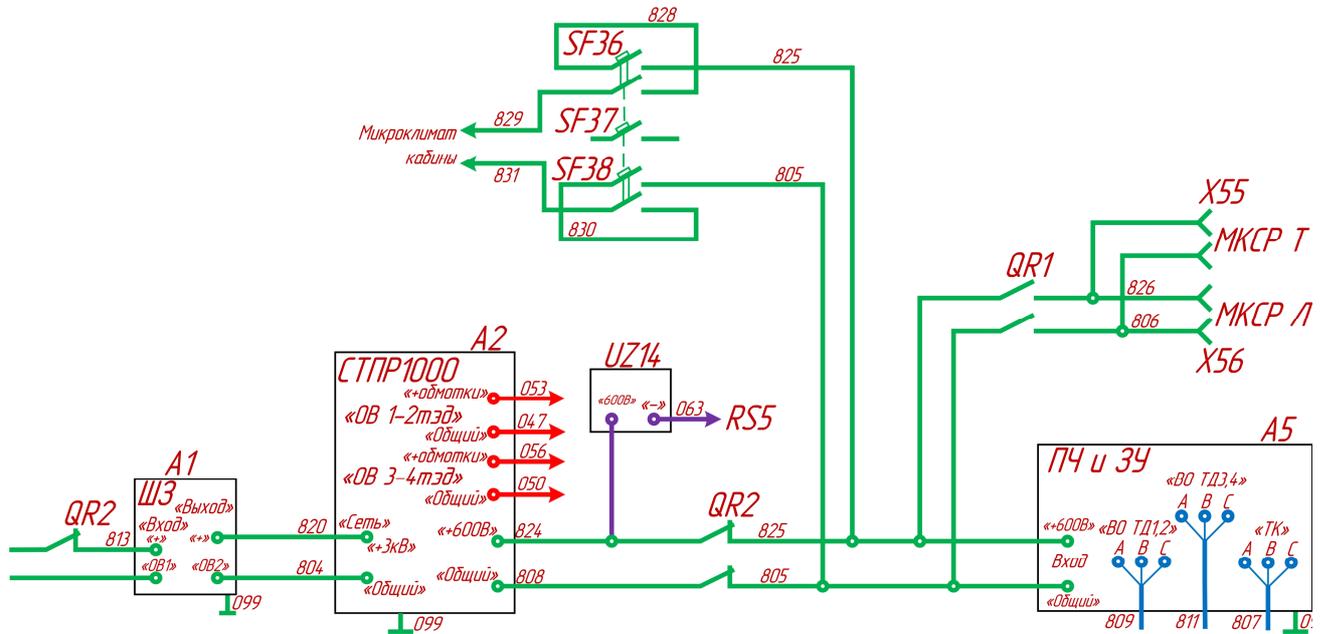


Рисунок 1.45 – Схема ПСиН на электровозах с № 475

#### 1.4.6.7 Характеристики выходных цепей блоков ПСиН

Блок СТПР-1000 обеспечивает:

- преобразование входного напряжения контактной сети в напряжение с управляемым значением тока, поступающим в обмотки тяговых двигателей (64 В, 500 Гц);
- формирование резервного тракта электропитания с выходным напряжением 600 В.

Блок СТПР-600 обеспечивает преобразование входного напряжения 3000 В в напряжение постоянного тока 600 В для питания преобразователей частоты и системы микроклимата кабины машиниста.

Блок ПЧиЗУ обеспечивает:

- обеспечивает преобразование постоянного тока напряжения 600 В в регулируемые по частоте и амплитуде напряжения 380 В, 50 Гц, для электропитания вентиляторов обдува ТЭД и турбокомпрессоров;
- заряд АБ напряжением 140 В;
- электропитание потребителей 110 В.

## 1.5 Цепи включения вспомогательного компрессора

После постановки ВЦУ в одно из положений «II. Блокировка отключена» или «I. Блокировка включена» и замыкания контакторов КМ10 и КМ11, при условии включения автоматического выключателя SF3 «Вспомогательный компрессор» образуются цепь (рисунок 1.46) – провод 302, АЗВ SF3 «Вспомогательный компрессор», провод 569, и далее:

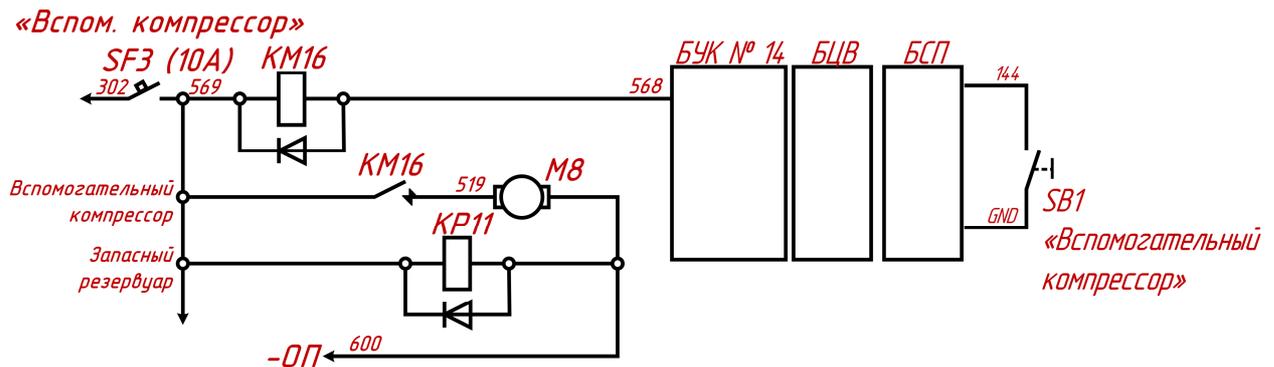


Рисунок 1.46 – Схема включения вспомогательного компрессора

- провод 569, катушка электропневматического клапана КЭП11, общий минусовой провод 600 – КЭП11 откроется и обеспечит проход сжатого воздуха из резервного резервуара РС7 (объемом 150 л) в пневматическую магистраль цепей управления электровозом (рисунок 1.47), а в дальнейшем, после включения компрессорного агрегата, обеспечит зарядку резервуара из питательной магистрали;
- провод 569, подготавливает цепь питания катушки электромагнитного контактора КМ16;
- провод 569, разомкнутый силовой контакт КМ17.

Контроль величины давления сжатого воздуха в трубопроводах пневматических цепей управления осуществляет датчик-преобразователь давления (ДД-И) ВР7 (рисунок 1.47), который передает эту информацию в МПСУиД. О величине давления в пневматических цепях управления электровозом, машинист может убедиться по экрану монитора в кабине управления, либо по манометру в машинном отделении.

В случаях низкого давления сжатого воздуха в резервном резервуаре РС7, используется вспомогательный компрессор.

Включение вспомогательного компрессора осуществляется кнопкой без фиксации пульта управления SB1 «Вспомогательный компрессор».

При нажатии кнопки SB1, команда с БСП подается в МПСУиД и если давление в цепях управления менее 0,45 МПа (4,5 кгс/см<sup>2</sup>), блок БУК № 14 создает цепь – провод 569, катушка КМ16, провод 568, БУК № 14, общий минусовой провод 600.

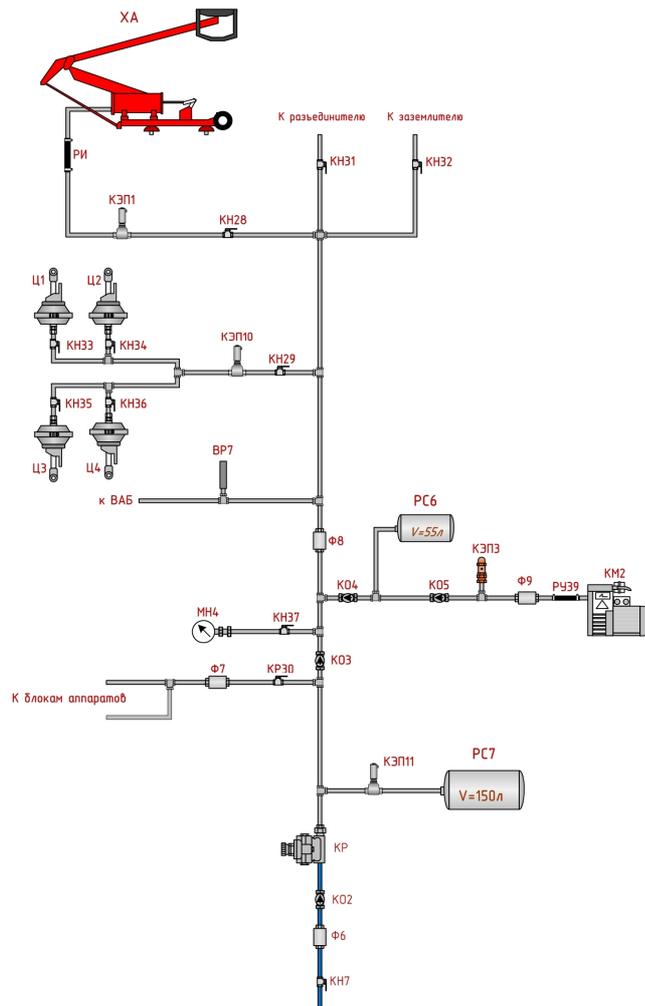


Рисунок 1.47 – Пневматические цепи управления на электровозах до № 469

Контактор КМ 16 включится и замыкает свои силовые контакты образуя цепь – провод 569, контакты КМ16, провод 519, электродвигатель М8 привода вспомогательного компрессора, общий минусовой провод 600.

При возрастании давления воздуха в цепях управления до 0,6 МПа (6,0 кгс/см<sup>2</sup>), по сигналу датчика-преобразователя давления ВР7, МПСУиД снимает питание с катушки контактора КМ16.

Электрической схемой электровоза предусмотрена возможность включения вспомогательного компрессора, как от аккумуляторной батареи, так от розеток подключения внешних источников питания Х6 и Х7.

На схеме пневматической магистрали цепей управления (рисунок 1.47) вспомогательный компрессор имеет обозначение КМ2. После включения, вспомогательный компрессор закачивает воздух в цепи управления и резервуар РС6 (объемом 55 л). Для предотвращения создания повышенного давления в магистрали вспомогательного компрессора, установлен предохранительный клапан КЭП3, отрегулированный на срабатывание при давлении 0,75 МПа (7,5 кгс/см<sup>2</sup>).

## 1.6 Работа тормозного компрессорного агрегата

### 1.6.1 Цепи управления работой компрессорного агрегата

Запуск компрессорной установки производится включением тумблера SB27 «Компрессоры» или нажатием и удержанием кнопки SB11 «Принудительное включение МК».

Цепи управления компрессорной установки запитываются после включения АЗВ SF3 «Вспомогательный компрессор».

Запуск компрессора возможен при наличии сигнала «Готовность», который формируется в блоке управления компрессорным агрегатом при условии:

- отсутствия признаков обратного вращения винтового блока;
- на панели управления компрессорного агрегата отжата кнопка «Авария»;
- температура масла в компрессоре ниже  $115^{\circ}\text{C}$ ;
- на компрессорных агрегатах типа ДЭН и АКВ выключен тумблер обогрева масла.

Автоматический режим работы компрессоров каждой секции устанавливается требованиями на запуск при давлении в питательной магистрали менее  $0,76\text{ МПа}$  ( $7,6\text{ кг/см}^2$ ) и снятием данного требования при давлении в питательной магистрали  $0,92\text{ МПа}$  ( $9,2\text{ кг/см}^2$ ) и более.

Различают режимы работ компрессорных агрегатов: без открытия нагнетательного клапана («холостой ход»), и с открытием нагнетательного клапана («нагнетание»). Команды на запуск двигателя компрессорного агрегата и на открытие впускного клапана подаются в блок управления компрессорным агрегатом А15.

Включение компрессора в автоматическом режиме осуществляется тумблером пульта управления SB27 «Компрессоры» (рисунок 1.48), имеющим два положения «Вкл» и «Откл».

При переводе тумблера SB27 в положение «Вкл», МПСУид ведущей секции выдает в межсекционную линию связи команду «Включение компрессора». По команде «Включение компрессора», при наличии на блоке БВС сигнала «Готовность» от блока управления компрессорным агрегатом (А15) и отсутствии сигнала о запрете работы компрессора, происходит запуск двигателя компрессорного агрегата на «холостом ходу», с частотой тока, задаваемой преобразователем (ПЧ-МК) ПСН:

- при давлении в питательной магистрали менее  $0,8\text{ МПа}$  ( $8,0\text{ кгс/см}^2$ ), устанавливается режим с плавным увеличением частоты тока от 0 до 55 Гц в течение 10 секунд;
- при давлении в питательной магистрали от  $0,8$  до  $0,9\text{ МПа}$  (от  $8,0$  до  $9,0\text{ кгс/см}^2$ ) частота тока определяется по формуле:

$$f = 25 + (0,9 - P) \cdot 300,$$

где:  $f$  – частота,

$P$  – давление в питательной магистрали.

- при давлении в питательной магистрали более 0,9 МПа (9,0 кгс/см<sup>2</sup>), частота снижается до 25 Гц.



Рисунок 1.48 – Тумблера и кнопки на пульте управления машиниста: тумблер SB27 «Вентиляторы», тумблер SB27 «Компрессоры», переключатель SA41 «Направление движения» (реверсор), тумблер SA41 «Фиксированная скорость», кнопка SB37 «Отпуск тормоза», кнопка SB8 «Песок», кнопка SB3 «Тифон», кнопка SB4 «Свисток»

К блоку управления компрессорным агрегатом А15 через автоматический выключатель SF3 «Вспомогательный компрессор» (рисунок 1.26) подводится напряжение цепей управления для питания оборудования компрессора и напряжение для открытия нагнетательного клапана, а по проводу 586 с блока управления снимается сигнал «Готовность» (готовность компрессорного агрегата к запуску). ПСН производит запуск двигателя компрессорного агрегата по команде МПСУиД при наличии сигнала «Готовность».

При давлении в питательной магистрали в пределах от 0,76 до 0,92 МПа (от 7,6 до 9,2 кгс/см<sup>2</sup>), наличии команды «Включение компрессора» и заданной частоте в ПЧ-МК ПСН, блок БЦВ дает команду на включение реле KL11. Блок

БУК создает цепь питания катушки реле KL11 (рисунок 1.49): провод 302, контакты АЗВ SF3 «Вспомогательный компрессор», провод 569, катушка реле KL11, провод 583, БУК №2, общий минусовой провод 600. Получив питание, реле KL11 через свои контакты в проводе 591 обеспечивает подачу напряжения к блоку управления компрессором А15 для открытия нагнетательного клапана. Происходит нагнетание сжатого воздуха в питательную магистраль.

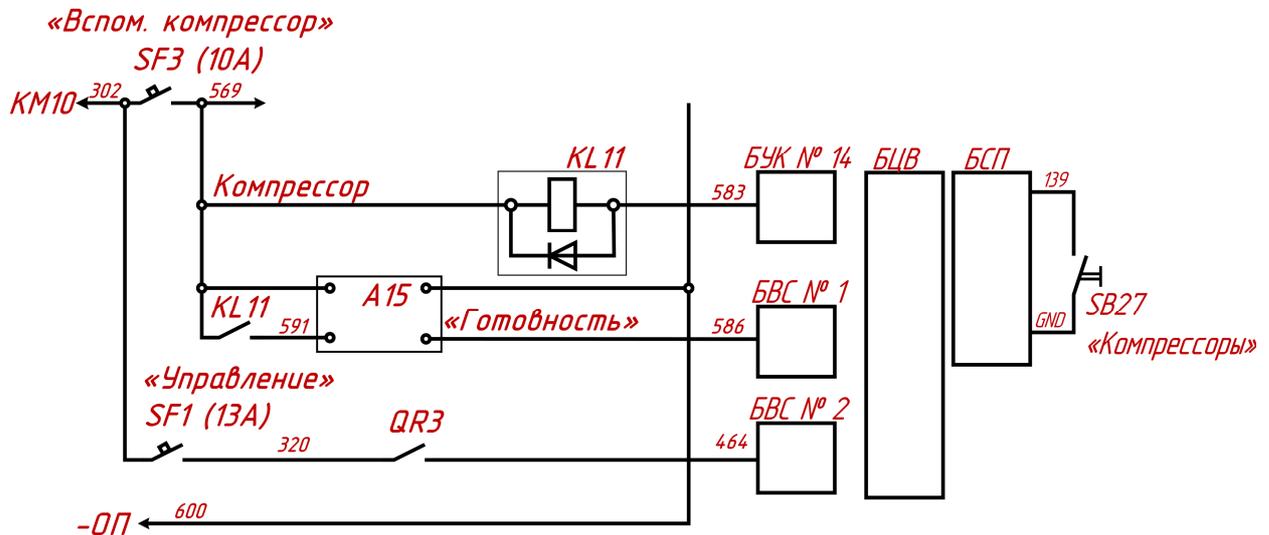


Рисунок 1.49 – Схема цепей управления компрессорным агрегатом

При достижении давления в питательной магистрали электровоза величины 0,88 МПа (8,8 кг/см<sup>2</sup>), МПСУиД подается команда «Выключение компрессоров ведомых секций», на ведомых секциях БУК снимает питание с катушки реле KL11, закрываются нагнетательные клапаны компрессоров и ПЧ-МК ПСН в течение 30 секунд снижает величину заданной частоты тока до 10 Гц, а затем производит остановку двигателя. Компрессор ведущей секции продолжает работать. Если при работающем компрессоре ведущей секции, в питательной магистрали произойдет снижение давления ниже 0,82 МПа (8,2 кг/см<sup>2</sup>), компрессоры ведомых секций запускаются вновь с открытием нагнетательных клапанов.

При достижении давлением в питательной магистрали электровоза величины 0,92 МПа (9,2 кг/см<sup>2</sup>), МПСУиД подается команда «Выключение компрессора», на ведущей секции БУК снимает питание с катушки реле KL11, закрывается нагнетательный клапан компрессора и ПЧ-МК ПСН в течение 30 секунд снижает величину заданной частоты тока до 10 Гц, а затем производит остановку двигателя.

Сигналы о запрете работы компрессора появляются в случае отсутствия сигнала «Готовность» от блока управления компрессорным агрегатом в интервале времени от 1 до 10 секунд от момента задания в ПЧ-МК ПСН частоты не равной «0», МПСУиД фиксируется «Обратное вращение МК», компрессор выключается и его работа блокируется. На мониторе машиниста в

кабине управления выводится соответствующее диагностическое сообщение. Блокировка снимается при помощи клавиатуры монитора (последовательное нажатие кнопок 1, 4, 0). В случае пропадания сигнала «Готовность» от блока управления компрессорным агрегатом на время более 15 секунд – работа компрессора запрещается до снятия в межсекционной линии связи команды «Включение компрессора» – отключения тумблера пульта машиниста SB27.

Нажатии на пульте машиниста кнопки SB 11 «Принудительное вкл. МК» (рисунок 1.50; поз.22, рисунок 1.51), ведущая секция задает в межсекционную линию связи команду «Включение компрессора», что приводит к запуску двигателя компрессора, принудительному включению реле KL11 и открытию нагнетательного клапана в независимости от величины давления в питательной магистрали электровоза.

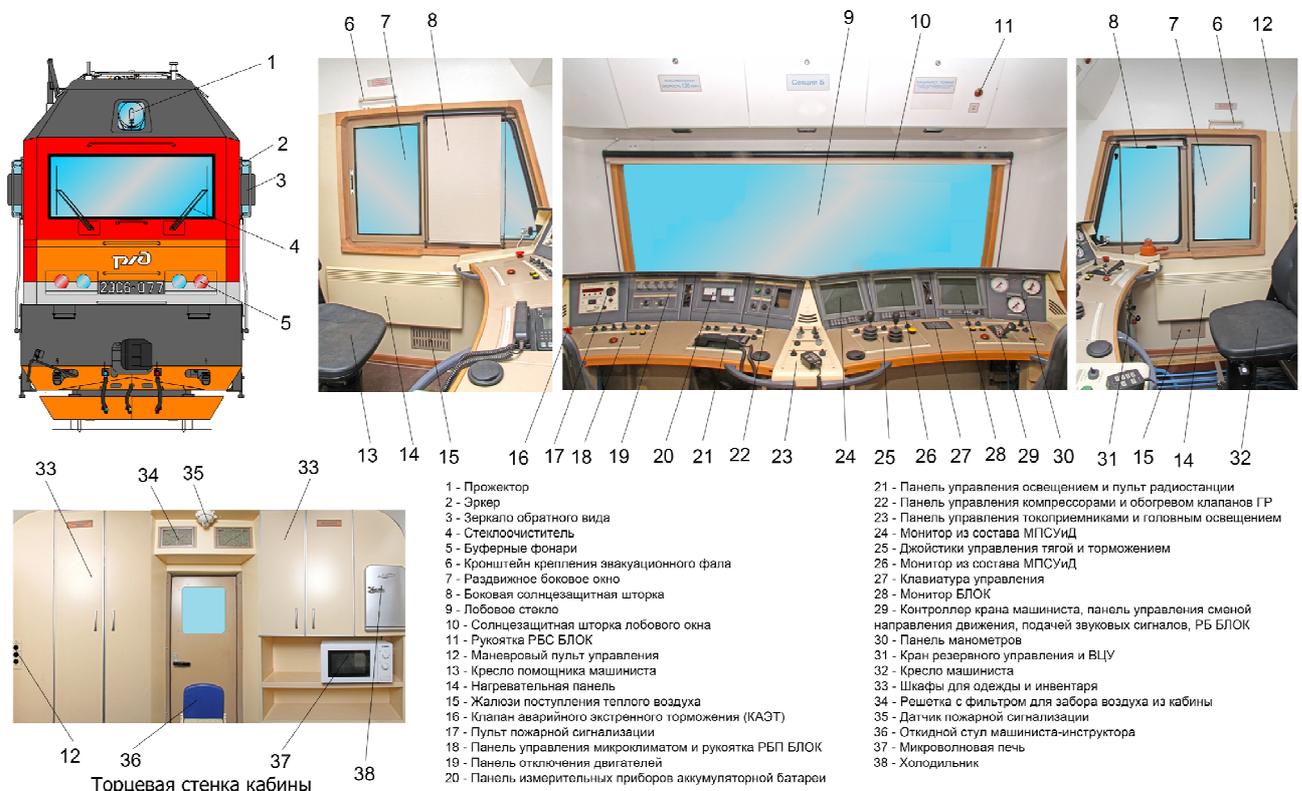


Рисунок 1.50 – Кабина управления



Рисунок 1.51 – Панель управления компрессорами и обогрева клапанов ГР

В зимнее время (с 21 октября по 4 мая) при наличии от тумблера SB27 команды «Включение компрессора», наличии на блоке БВС сигнала «Готовность» и отсутствии сигнала о запрете работы компрессора, в целях прогрева, каждые 30 минут продолжительностью 5 минут производится запуск двигателя компрессорного агрегата ведомых секция на «холостом ходу».

### 1.6.2 Силовые цепи компрессорного агрегата

При получении команды на запуск компрессорного агрегата от блок ПЧиЗУ образуется цепь (рисунок 1.39): канал «ТК» блока ПЧиЗУ, провод 812, нож трехполюсного переключателя QR3, провод 807, агрегат компрессорный.

На электровозах с №246 в цепи питания компрессорным агрегатом отсутствует переключатель QR3 (рисунок 1.44).

На электровозах №№ 015, 027 – 113, 115 – 147, 152 – 177 (оборудованных ПСН-210-3) при наличии сигнала о резервировании канала питания компрессорного агрегата от ПЧиЗУ путем переключения QR3, задание необходимой для работы компрессора частоты тока осуществляет ПЧ-ВО 3,4 (рисунок 1.40). Сигнал о резервировании канала питания компрессорного агрегата поступает в БВС через автоматический выключатель БН «Управление», через блокировку QR3, по проводу 464 (рисунок 1.49).

При резервировании канала питания компрессорного агрегата переводом переключателя QR3 в нижнее положение при получении команды от блока БЦВ команды на запуск компрессора от ПЧиЗУ образуется следующая цепь: канал «ВО ТЭД3,4» блока ПЧиЗУ, провод 808, контакты переключателя QR3, переключенного в нижнее положение, провод 807, компрессорный агрегат.

## 1.7 Схема подключения электродвигателей вентиляторов охлаждения ТЭД и отсасывающих фильтров модулей мультициклонных фильтров

### 1.7.1 Цепи управления работой вентиляторов охлаждения тяговых электродвигателей

Управление работой вентиляторов охлаждения тяговых двигателей осуществляется тумблером SB27 «Вентиляторы» (рисунок 1.48), имеющего положение «Вкл.» и «Откл.».

При переводе тумблера SB28 «Вентиляторы» в положение «Вкл» и наличии сигнала о включении ПСН (включении контакторов запуска ПСН КМ1 и КМ2), преобразователями частоты ПСН (ПЧ-ВО 1,2 и ПЧ-ВО 3,4) для асинхронных электродвигателей (М14, М15) вентиляторов охлаждения тяговых двигателей задается требуемая частота тока в диапазоне от 12 до 50 Гц летом (с 5 мая по 20 октября) и от 35 до 50 Гц зимой (с 21 октября по 4 мая).

Работа трехфазных асинхронных электродвигателей М14 и М15 вентиляторов охлаждения тяговых двигателей производится под управлением МПСУиД. Требуемая частота тока электродвигателей вентиляторов охлаждения ТЭД определяется в зависимости от максимального тока якоря или возбуждения тяговых двигателей (в зависимости от того, какой показатель больше). Это происходит за счет регулирования частоты питающего тока ПЧ ПСН.

При работе тяговых электродвигателей на независимом возбуждении и токах возбуждения больше 600 А, на период пуска компрессорного агрегата (на время 25 секунд от момента задания частоты в ПЧ-МК более «0»), максимальное значение частоты тока ПЧ-ВО ограничивается значением 25 Гц.

При переводе тумблера SB28 «Вентиляторы» в положение «Откл», частота тока в ПЧ-ВО задается равной «0».

### 1.7.2 Силовые цепи вентиляторов охлаждения тяговых электродвигателей и отсасывающих фильтров системы мультициклонных фильтров

Система охлаждения тяговых двигателей в каждой секции включает в себя два вентилятора с трехфазными асинхронными электродвигателями: первый М14 – для охлаждения ТЭД первой тележки, второй М15 - для охлаждения ТЭД второй тележки.

На электровозе № 015, а также на электровозах с № 027 каждый электродвигатель вентилятора охлаждения ТЭД получает трехфазное питание по отдельному каналу преобразователя частоты ПЧиЗУ (А5) (рисунок 1.35).

При получении команды от БЦВ о запуске вентиляторов ТЭД от блока ПЧиЗУ образуются цепи (рисунок 1.36):

- канала «ВО ТЭД1,2» ПЧиЗУ, провод 806, контакты переключателя QR4 включенного в штатное положение (вверх), провод 809, далее образуются две цепи:
  - ✓ провод 809, электродвигатель М14 вентилятора охлаждения 1 и 2 ТЭД;
  - ✓ провод 809, автоматический выключатель SF31, провод 813, электродвигатель М16 вентилятора мультициклонных фильтров.
- Канал «ВО ТЭД3,4» ПЧиЗУ, провод 808, контакты переключателя QR5 включенного в штатное положение (вверх), провод 811, далее образуются две цепи:
  - ✓ Провод 811, электродвигатель М15 вентилятора охлаждения 3 и 4 ТЭД;
  - ✓ провод 811, автоматический выключатель SF32, провод 815, электродвигатель М17 вентилятора мультициклонных фильтров.

Данной схемой предусмотрено резервирование цепей питания каждого электродвигателя вентилятора по другим каналам шкафа ПЧ с помощью переключателей QR4 и QR5. При неисправности канала «ВО ТЭД1,2», для резервирования канала вентиляторов охлаждения 1 и 2 ТЭД переключается нож QR4 в нижнее положение, после чего электродвигатель М14 запитывается от канала «ВО ТЭД3,4». При неисправности канала «ВО ТЭД3,4», переключается QR5 в нижнее положение, при этом двигатели М15 запитываются от канала «ВО ТЭД1,2» ПЧиЗУ.

На электровозах с № 294 цепи вентиляторов мультициклонных фильтров очистки воздуха аннулированы.

## 1.8 Цепи клапанов продувки и обогрева выпускных кранов главных резервуаров и цепи обогрева обратного клапана

### 1.8.1 Цепи управления продувки главных резервуаров

Электрические цепи клапанов продувки и обогрева выпускных клапанов главных резервуаров и цепи обогрева обратного клапана подключены к каналу пропадающего питания (+ОП, –ОП), через автоматический выключатель SF15 «Продувка главных резервуаров» (рисунок 1.2).

Продувка выпускных кранов главных резервуаров производится, как в ручном, так и в автоматическом режиме.

Ручной режим продувки выпускных клапанов главных резервуаров осуществляется нажатием кнопки SB13 «Продувка резервуаров» (рисунок 1.51) на пульте управления. Сигнал о нажатии кнопки SB13 с БСП поступает в МПСУиД и БУК создает цепь (рисунок 1.52): провод 304, АЗВ SF15 «Продувка главных резервуаров», провод 530, катушка контактора KM15, провод 571, БУК № 3, общий минусовой провод 600.

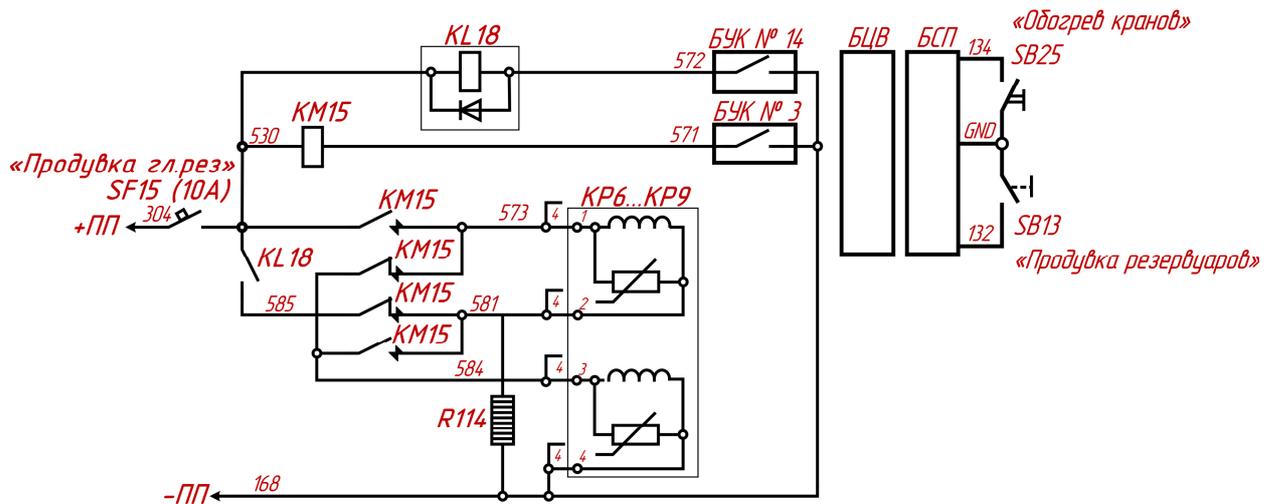


Рисунок 1.52 – Схема цепей управления клапанами продувки главных резервуаров и обогрева спускных клапанов и обратного клапана на электровозах по № 434

Включившись, контакторы KM 15 создают цепь последовательного включения секций катушек клапанов продувки выпускных клапанов KP6 - KP9 каждой секции: провод 304, АЗВ SF15, провод 530, замкнутые силовые контакты контактора KM15 провод 573, катушки клапанов KP6...KP8, провод 581, силовые контакты контактора KM15, провод 584, катушки выпускных клапанов KP8...KP9, общий минусовой провод 600.

## **ВНИМАНИЕ! ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ОДНОКРАТНОЙ ПРОДУВКИ ГЛАВНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ В РУЧНОМ РЕЖИМЕ НЕ ДОЛЖНА ПРЕВЫШАТЬ 10 СЕКУНД.**

Автоматический режим продувки выпускных кранов главных резервуаров осуществляется под управлением МПСУиД. При наличии в межсекционной линии связи команды «Включение компрессора» (включен тумблер SB27 «Компрессора») и работы компрессорного агрегата в режиме «холостого хода» (нагнетательный клапан закрыт), МПСУиД каждые 15 минут производит включение контактора КМ15 и продувку выпускных кранов главных резервуаров. При работе компрессорного агрегата одной из секций, МПСУиД через 5 секунд после каждого открытия нагнетательного клапана осуществляет включение контактора КМ 15 и в течение 1,2 секунд производит продувку выпускных клапанов главных резервуаров данной секции.

### 1.8.2 Цепи управления обогрева спускных клапанов главных резервуаров

Обогрев выпускных клапанов главных резервуаров и обратного клапана осуществляется включением тумблера SB25 «Обогрев кранов» на пульте управления. Так как продувка и обогрев выпускных клапанов главных резервуаров осуществляется переключением секций катушек клапанов КР6 – КР9, электрической схемой электровоза предусмотрен запрет на одновременное включение продувки и обогрева выпускных клапанов, кнопка SB13 «Продувка резервуаров» на пульте управления должна быть отжата (снято питание с контактора КМ15, чьи контакторные элементы расположены в цепи катушек клапанов продувки).

Сигнал о включении тумблера SB25 «Обогрев кранов» с БСП поступает в МПСУиД и БУК создает минусовую цепь питания катушек реле KL18 всех секций. Включившись реле KL18 обеспечивает подачу питания на кольцевой нагревательный элемент обратного клапана R114 и встречное включение секции катушек клапанов КР6 – КР9 каждой секции. Встречно включенные секции катушек клапанов продувки, выделяя тепло, будут производить нагрев выпускных кранов (рисунок 1.53).

Электровозы с № 435 оборудуются клапанами продувки КР6 – КР9 с нагревательными элементами. При включении контактора КМ15, катушки клапанов обеспечивают продувку главных резервуаров. При включении реле KL18 получают питание нагревательные элементы клапанов (рисунок 1.53).

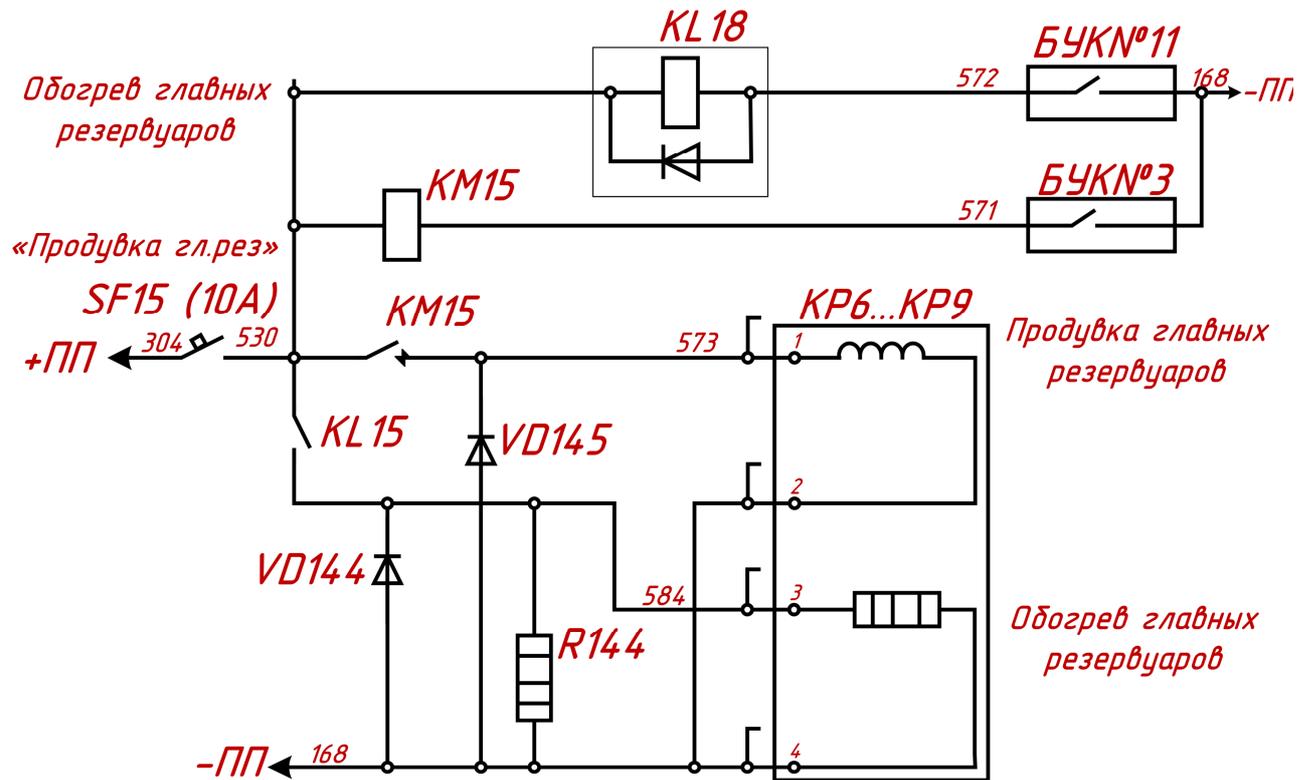


Рисунок 1.53 – Схема цепей управления клапанами продувки главных резервуаров и обогрева спускных клапанов и обратного клапана на электровозах с № 435

## 1.9 Цепи управления подачей песка

Подача песка на электровозе может осуществляться непрерывно или импульсно, в автоматическом режиме по команде МПСУиД или принудительно.

### 1.9.1 Принудительная подача песка

При нажатии на пульте машиниста кнопки SB8 «Песок принудительно» (рисунок 1.48), сигнал поступает в МПСУиД, и при скорости более 10 км/ч осуществляется импульсная подача песка под все секции сцепа. При этом, на головных секциях создается цепь питания катушек электропневматических клапанов КР16 (КЭП16) и КР17 (КЭП17), а на прицепных секциях - катушек КР18 (КЭШ 8) и КР19 (КЭП19). Длительность импульсов 0,8 секунды с интервалом между импульсами 5 секунд.

При нажатии и удержании кнопки SB8 «Песок принудительно» Блок БВС передает данную команду БЦВ в БУК №3 на создание цепи питания катушек электропневматических клапанов КР16 (КЭП16) и КР17 (КЭП17) на ведущих секциях и катушек КР18 (КЭШ 8) и КР19 (КЭП19) на ведомых. При этом образуются цепи (рисунок 1.354):

- ✓ ведущая секция – провод 302, включенный АЗВ SF1 «Управление», провод 320, и далее двумя параллельными путями...
    - провод 320, катушка клапана КР16, провод 463, диод VD69, провод 234...
    - провод 320, катушка клапана КР17, провод 234...
- и далее от провода 234 общей цепью, БУК № 3, общий минусовой провод 600.

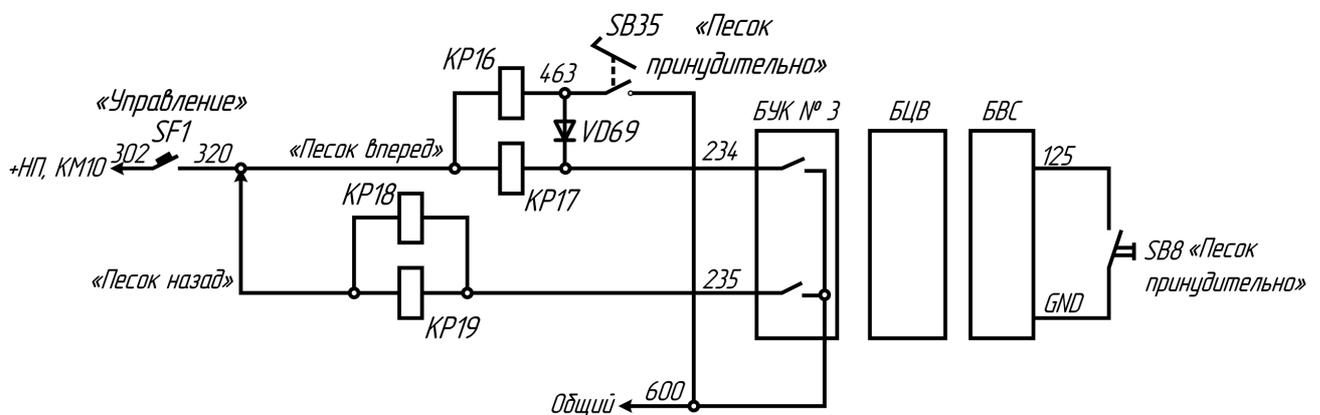


Рисунок 1.54 – Цепи управления подачей песка

- ✓ ведомая секция – провод 302, включенный АЗВ SF1 «Управление», провод 320, параллельно включенные клапана КР18 и КР19, провод 234, БУК № 3, общий минусовой провод 600.

При нажатии на ножную педаль SB35 «Песок принудительно» (рисунок 1.54), создается цепь питания (независимо от скорости и направления движения и без участия МПСУиД) – провод 302, включенный АЗВ SF1 «Управление», провод 320, катушка электропневматического клапана КР16 (КЭП16), замкнутые контакты ножной педали SB35 «Песок принудительно», общий минусовой провод 600. Осуществляется непрерывная подачи песка под 1 колесную пару головной секции.

### 1.9.2 Автоматическая подача песка

Команда МПСУиД на непрерывную подачу песка под передние по ходу движения колесные пары тележек каждой секции сцепа, задается ведущей секцией в межсекционную линию связи, если:

- ✓ при скорости движения больше 10 км/ч давление в тормозных цилиндрах ведущей секции больше 0,32 МПа (3,2 кг/см<sup>2</sup>);
- ✓ при скорости движения больше 10 км/ч давление в тормозной магистрали ведущей секции менее 0,32 МПа (3,2 кг/см<sup>2</sup>).

Команда МПСУиД на импульсную подачу песка под колесные пары одной из секций, в зависимости от направления движения, задается, если:

- ✓ в режимах выбега, пневматического торможения или в режиме последовательного возбуждения ТЭД, от блока связи системы защиты от скольжения (БС-ДПС-БЗС) поступает сигнал о скорости проскальзывания (боксования или юза) любой колесной пары более 1,5 км/ч. Длительность первого импульса 2 секунды, последующих 1,5 секунды с интервалом между импульсами 1,5 секунды;
- ✓ в режиме независимого возбуждения ТЭД, от блока связи системы защиты от скольжения (БС-ДПС-БЗС) поступает сигнал о скорости проскальзывания (боксования) любой колесной пары более 3,0 км/ч. Длительность первого импульса 1,5 секунды с интервалом между импульсами 1,5 секунды.

С увеличением скорости проскальзывания, интервал между импульсами уменьшается.

## 1.10 Защита от скольжения (боксования и юза) колесных пар

Система защиты от скольжения колесных пар (ПСЗ) представляет собой взаимосвязь устройств выявления боксования и юза и МПСУиД.

К устройствам выявления боксования и юза относятся датчики пути и скорости (ДПС, расположенные на осях колесных пар) и блок связи с ДПС и защиты от скольжения (БС-ДПС-БЗС), входящие в комплект САУТ (на электровозах с № 114 – в комплект БЛОК). Питание блока БС-ДПС-БЗС осуществляется от источника питания G4 через автоматический выключатель SF13 «ИП УКТОЛ. ИП МСУЛ II к» (1.3).

Система защиты устроена таким образом, что в режиме «Тяга» схема работает на выявление боксования колесных пар, в режиме «Электрическое торможение» – юза.

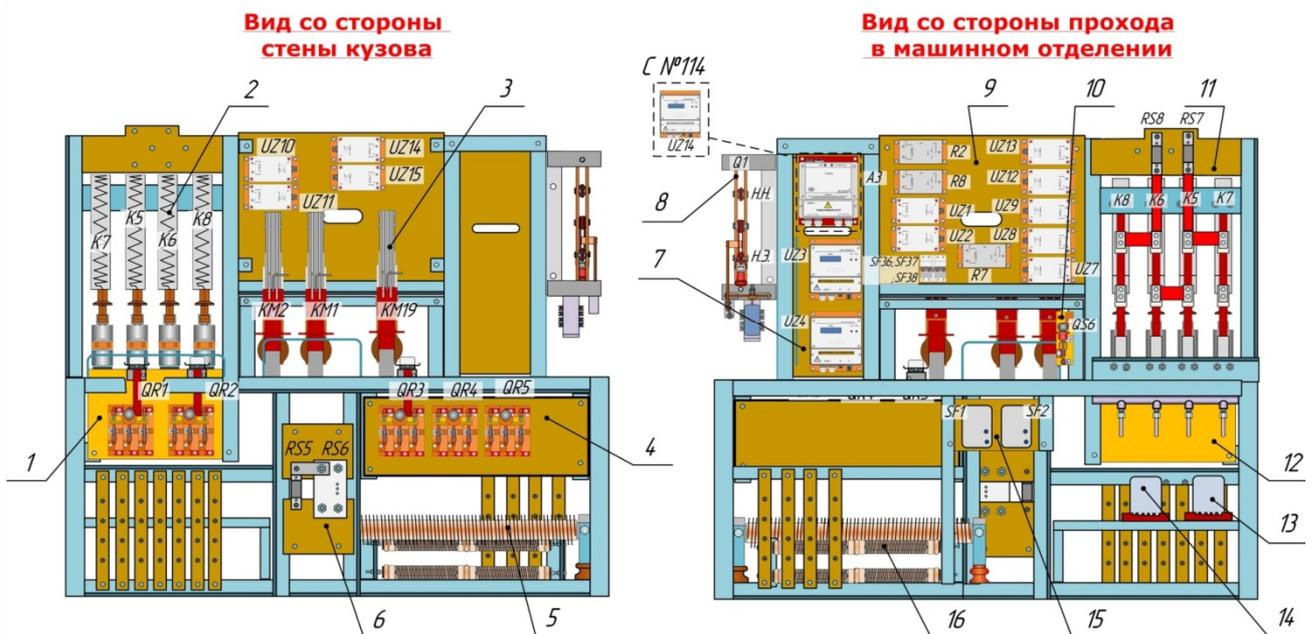
Работа системы защиты от скольжения активируется после включения тумблера SA19 «ПБЗ» (рисунок 1.3), после чего в БВС, по проводу 401 подается сигнал «Включение противоскользящей защиты» и на всех секциях разрешается формирование команд на подачу песка, выдачи речевых сообщений при выявлении боксования (юза) колесных пар, регулирование силы тяги или электрического торможения. При выключенном тумблере SA19 «ПБЗ», на экране монитора в кабине машиниста красным цветом светится индикатор «ПСЗ выкл».

При следовании электровоза по участку, датчики ДПС преобразуют скорость вращения колесной пары в пропорциональное количество импульсов, передаваемые в блок БС-ДПС-БЗС, где вычисляется и сравнивается скорость вращения каждой колесной пары и в линию связи RS485 формируется сигнал скольжения (боксования или юза) колесных пар.

При получении сигнала о скольжении колесных пар, МПСУиД выдает речевое сообщение «Боксование 1 (2, 3, 4) оси, 1 (2, 3, 4) секции», на мониторе машиниста загорается светодиод с номером проскальзывающей колесной пары, и осуществляется импульсная подача песка под передние колесные пары всех тележек по ходу движения электровоза, до прекращения скольжения. Одновременно, МПСУиД, определяет требуемую при конкретной скорости скольжения (боксования или юза), величину снижения силы тяги, с таким расчетом, чтобы после прекращения скольжения восстановилось тяговое усилие, действовавшее на момент возникновения боксования или юза.

## 1.11 Измерение сопротивления изоляции тяговых двигателей и ПСН

Для измерения сопротивления изоляции в силовые цепи электровоза введены измерители (мегомметры МГМ) UZ3 и UZ4, расположенные на блоке аппаратов № 3 (рисунок 1.55), которые обеспечивают машиниста информацией о сопротивлении изоляции между обмоткой якоря и корпусом тягового двигателя, выводимой на монитор пульта управления.



1, 12 – панель переключателей (QR1;QR2 – резервирование СТПР-1000 и СТПР-600); 2 – контактор электропневматический ПК-21 ЭТ, без блокировочных контактов (K5, K6, K7, K8); 3 – контактор электромагнитный 1KM.016 (KM1, KM2, KM19); 4 – панель переключателей (QR3;QR4;QR5 – резервирования вспомогательных машин) на электровозах с № 246 не устанавливаются; 5 – резистор (R10); 6 – панель шунтов; 7 – панель Мегомметров и управления БК (с №114 панель мегомметров); 8 – переключатель (Q1); 9 – панель датчиков (ДН, ПНКВ); 10 – разъединитель ГВ-25В (QS6); 11 – панель шунтов; 13 – реле дифференциальное РДЗ-068-01 (КА2); 14 – реле дифференциальное РДЗ-068 (КА1); 15 – панель выключателей; 16 – блок резисторов (R11)

Рисунок 1.55 – Блок аппаратов № 3

Питание +50 В для измерителей UZ3 и UZ4 подается из схемы МПСУиД (с БЦВ), через контакт реле KL6 в проводе 515 (рисунок 1.56).

При наличии в каждой секции в БВС (в проводе 324) сигнала о закрытии высоковольтных камер, люка выхода на крышу и включения реле KL1, а также сигнала о выключенных тяговых двигателях (отсутствует сигнал от преобразователей напряжения в код UZ10 и UZ11 о наличии тока в цепи якорей), БУК создает питание катушки реле KL6 (провод 348) по двум вариантам:

- вручную, когда при отсутствии команды на подъем токоприемников (тумблеры SB15 – SB18 «Токоприемники» находятся в положении «Откл»)

- и наличии от преобразователя напряжения в код UZ1 сигнала о напряжении контактной сети менее 200 В, нажата кнопка SB33 «Включение мегомметров» (сигнал «Включение мегомметров» с БСП поступает в МПСУиД и БУК создает цепь питания катушки реле KL6);
- автоматически, когда при поднятых токоприемниках (включен один из тумблеров SB15 – SB18 «Токоприемники») и наличии от преобразователя напряжения в код UZ1 сигнала о напряжении контактной более 2000 В, МПСУиД через 5 секунд после выключения тяговых двигателей, не реже одного раза в 30 минут, на 95 секунд включает реле KL6.

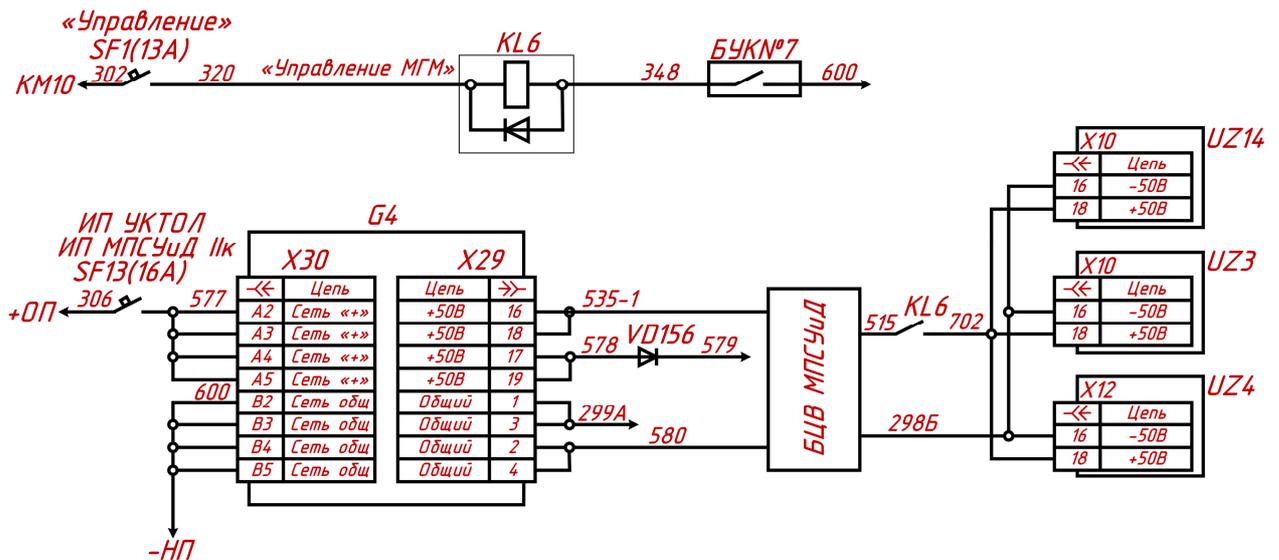


Рисунок 1.56 – Цепи управления мегомметром

**ВНИМАНИЕ!** Критичный уровень изоляции между обмоткой якоря и корпусом тягового двигателя составляет менее 1,5 Мом (1,2 МОм в эксплуатации).

На электровозах с № 114 для измерения сопротивления изоляции в цепи ПСН устанавливается измеритель UZ14 (рисунок 1.41).

## 1.12 Цепи освещения

### 1.12.1 Цепи включения освещения ходовых частей

Питание цепи освещения ходовых частей осуществляется через автоматический выключатель SF6 «Освещение ходовых частей» (рисунок 1.3), от провода 304 по цепи пропадающего питания после запуска ПСН (рисунок 1.57). При включении на пульте машиниста тумблера SB12 «Освещение ходовых частей», сигнал с БСВ поступает в МПСУиД и далее в межсекционную линию связи, и на каждой секции БУК №11 создает цепь питания катушки контактора КМ 14 по цепи – провод 304, АЗВ SF6 «Освещение ходовых частей), провод 501, катушка электромагнитного контактора КМ14, провод 502 БУК №11, общий минусовой провод 600. Включившись, контакторы КМ 14 замыкают силовые контакты в цепи проводов 500 и 501 цепи питания ламп EL2 – EL9 освещений ходовых частей на своей секции.

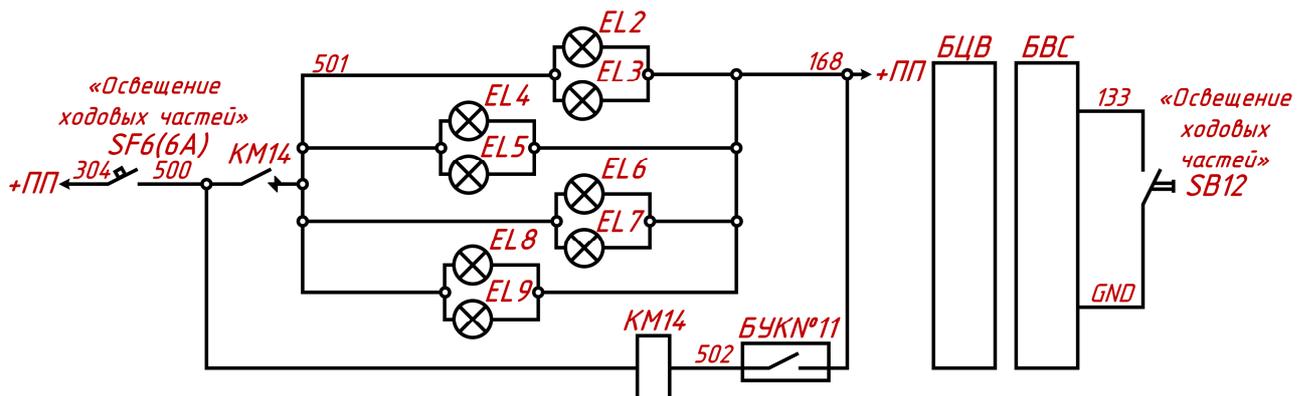


Рисунок 1.57 – Цепи освещения ходовых частей

### 1.12.2 Цепи включения освещения кабины, шкафа приборов безопасности и подсветки пульта и кабины управления

Питание цепей освещения кабины управления, шкафа приборов безопасности и внутрикузовных розеток 110 В осуществляется через автоматический выключатель SF7 «Освещение кабины» (рисунок 1.58).

Включение освещения шкафа приборов безопасности (лампы EL10) производится тумблером SA11, размещенным в шкафу приборов безопасности. Включение и выключение освещения кабины управления производится переключателем пульта управления SA6 «Освещение кабины», имеющим три положения: «Ярко», «Откл» и «Тускло». При постановке переключателя SA6 в положение «Ярко», получают питание лампы

освещения кабины управления EL 11 – EL13. При постановке переключателя SA6 в положение «Тускло», в цепь ламп освещения кабины вводится резистор R143.

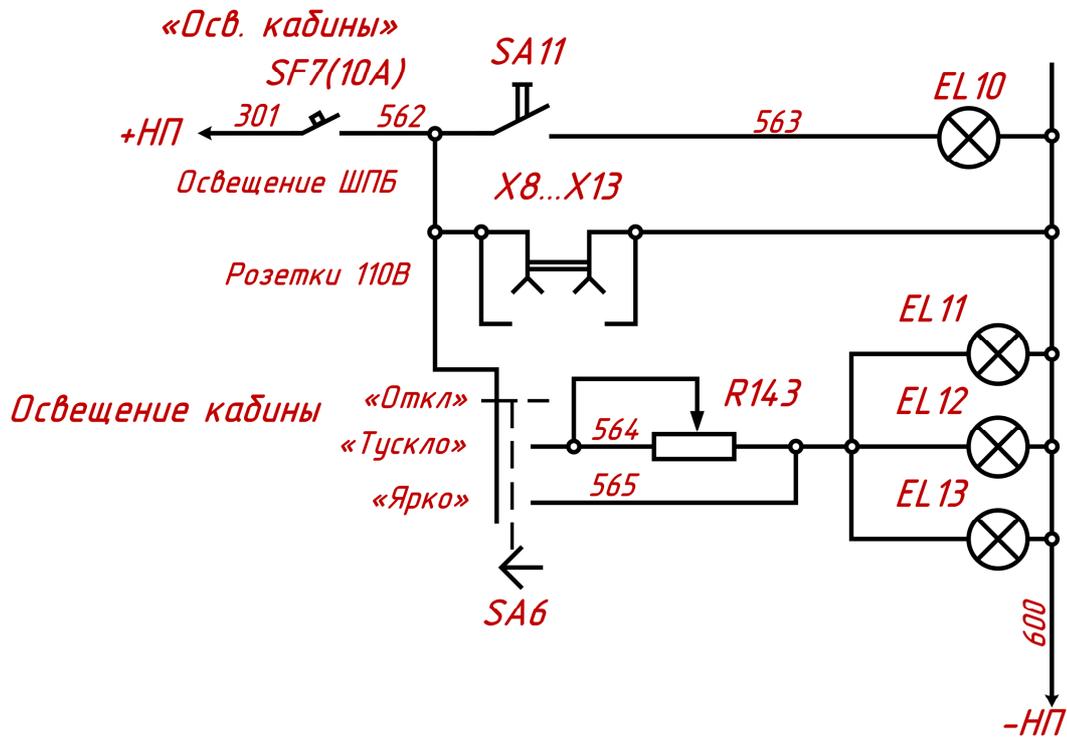


Рисунок 1.58 – Цепи освещения кабины управления, шкафа приборов безопасности и питания розеток 110 В

При включенном автоматическом выключателе SF7 напряжение 110 В подается на внутрикузовные розетки X8 – XI1.

Питание цепей подсветки пульта и кабины управления осуществляется через автоматический выключатель SF17 «Тифон, свисток» (рисунок 1.3). Для подсветки кабины управления используется светильник фиолетового цвета EL44. Включение светильника подсветки кабины управления осуществляется тумблером пульта управления SB2 «Подсветка кабины». Подсветка пульта управления включает в себя местное освещение при помощи ламп накаливания и освещение приборов при помощи панелей со светодиодами. Включение и регулировка яркости подсветки пульта управления используется поворотом рукоятки регулировочного резистора R72 «Местное освещение» (рисунок 1.59).

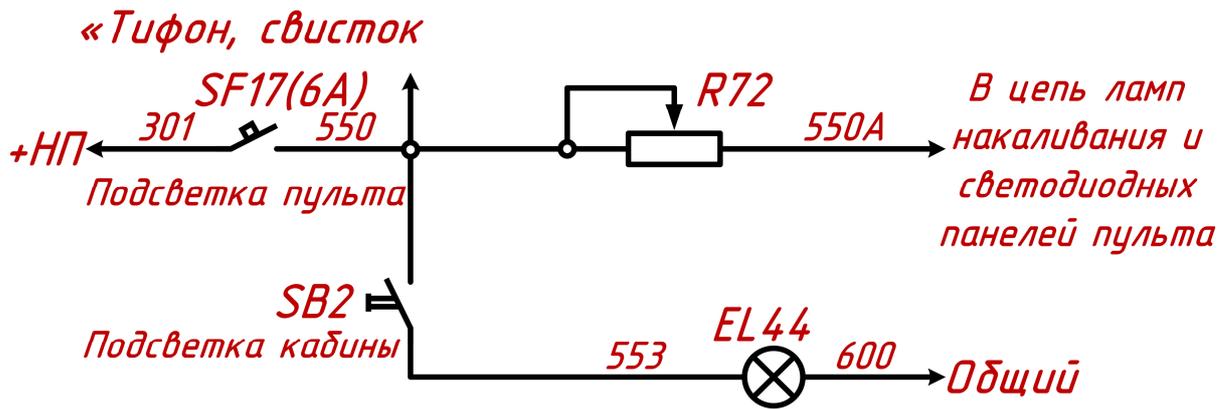


Рисунок 1.59 – Цепи подсветки кабины управления и подсветки пульта

### 1.12.3 Цепи освещения машинного отделения и высоковольтных камер

Питание цепей освещения машинного отделения и высоковольтных камер осуществляется через автоматический выключатель SF8 «Освещение ВВК и МО» (рисунок 1.3).

Для включения освещения высоковольтной камер необходимо переключатель SA13 перевести в положение «Вкл.», после чего питание 110 В получают лампы EL33 – EL42.

Для включения освещения машинного отделения необходимо включить один из двух переключателей SA 14 (расположен в тамбуре) или SA15 (расположен в машинном отделении), после чего питание 110 В получают лампы EL19 – EL28.

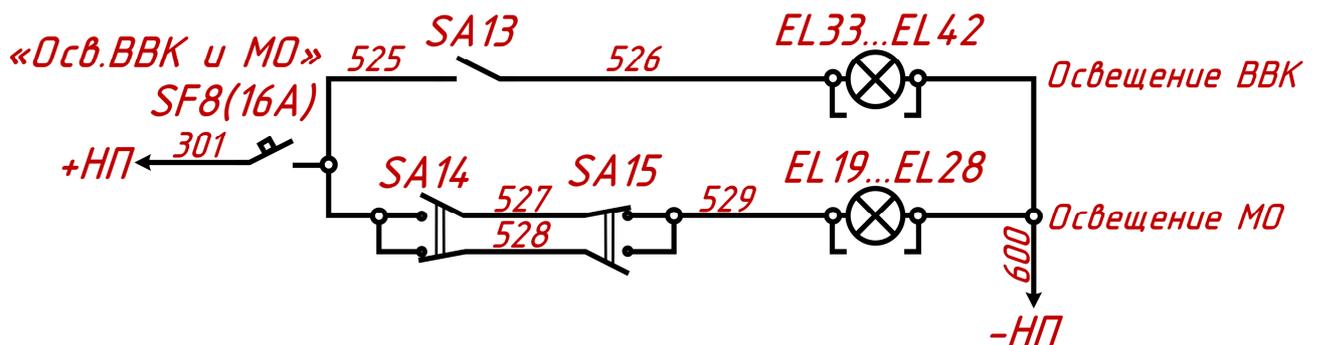


Рисунок 1.60 – Цепи освещения ВВК и машинного отделения

#### 1.12.4 Цепи включения прожектора и буферных фонарей

Питание цепей прожектора осуществляется через автоматический выключатель SF2 «Прожектор» расположенного в шкафу МПСУиД (блок аппаратов №4, рисунок 1.3).

Включение прожектора производят переключателем пульта управления SA10 «Прожектор», имеющим три положения: «Откл.», «Тускло» и «Ярко».

На электровозах № № 001 – 016 после установки переключателя SA10 «Прожектор» в положение «Тускло», образуется цепь – провод 302, АЗВ SF2 «Прожектор», провод 503, катушка контактора KM12, провод 504, замкнутые контакты переключателя SA10 «Прожектор» в положение «Тускло», общий минусовой провод 600. KM 12, который включившись, своим контактом подает питание 110 В на лампу прожектора EL1 по цепи – провод 302, АЗВ SF2 «Прожектор», провод 503, сопротивление R30, R30А, провод 509, замкнутые силовые контакты KM12, провод 561, лампа прожектора EL1, общий минусовой провод 600. После установки переключателя SA10 «прожектор» в положение «Ярко», также получает питание катушка электромагнитного контактора KM 12 по цепи – провод 302, АЗВ SF2 «Прожектор», провод 503, катушка контактора KM12, провод 504, диод VD163, провод 503, замкнутые контакты переключателя SA10 «Прожектор» в положение «Ярко», общий минусовой провод 600. Электромагнитный контактор KM12 включившись, замыкает свои контакт в цепи питания лампы прожектора EL1 и в цепи питания катушки электромагнитного контактора KM13. Включившись, электромагнитный контактор KM 13 шунтируя значительную часть добавочного резистора R30 в цепи прожектора, обеспечивая яркое свечение лампы (рисунок 1.61).

На электровозах с № 017 питание лампы прожектора осуществляется через модуль питания прожектора А21, который обеспечивает плавный разогрев нити лампы режимом ограничения тока при включении и переходах между режимами «Тускло» и «Ярко». В режиме «Ярко» на лампу выдается номинальное напряжение лампы, в режиме «Тускло» – половинное от номинального напряжение (рисунок 1.62).

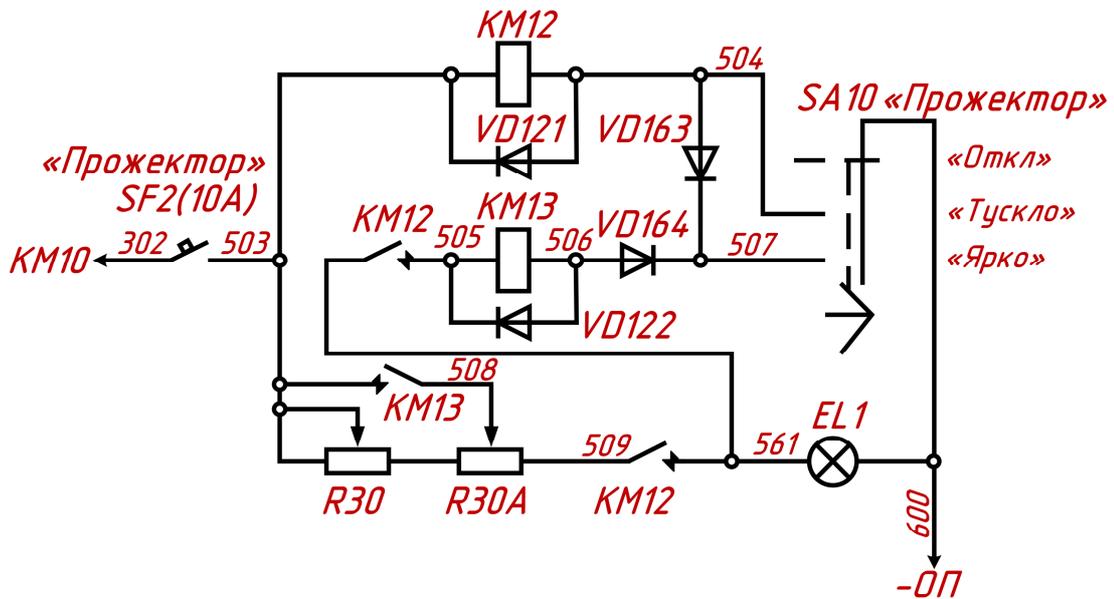


Рисунок 1.61 – Цепь включения прожектора на электровозах №№ 001 – 016

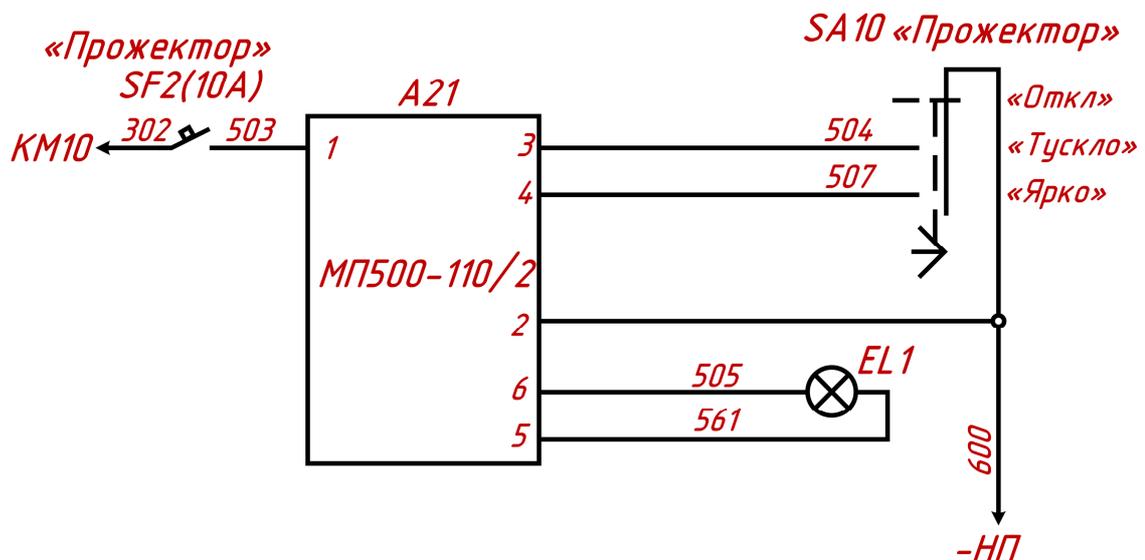


Рисунок 1.62 – Цепь включения прожектора на электровозах с № 017

Питание цепей буферных фонарей осуществляется через автоматический выключатель SF5 «Буферные фонари» расположенного в шкафу МПСУИД (рисунок 1.3).

Включение буферных фонарей производят переключателями SA7 «Фонарь буферный правый» и SA8 «Фонарь буферный левый». Каждый переключатель имеет три положения: «Красный», «Откл» и «Белый», при этом получают питание соответствующие лампы EL 14 – EL 17 (рисунок 1.63).

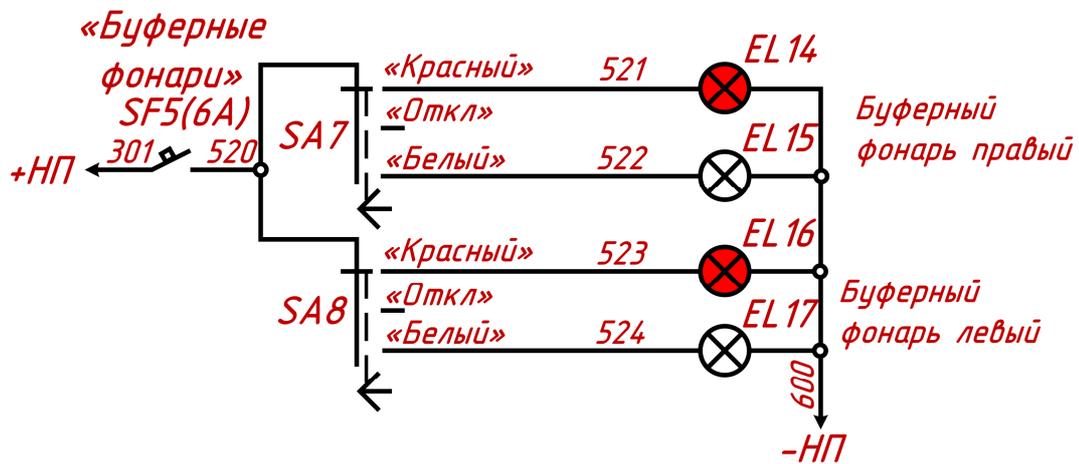


Рисунок 1.63 – Цепи буферных фонарей

### 1.13 Цепи обогрева бака умывальника и освещения туалетного помещения

Питание обогрева бака умывальника и освещения туалетного помещения осуществляется через автоматический выключатель SF15 «Продувка гл. рез.» только на секции 1, к АЗВ SF15 питание подается после запуска ПСН.

Для подогрева воды в бак умывальника встроен нагревательный элемент R40, который получает питание после установки расположенного на баке умывальника тумблера SB10 «Обогрев», в положение «Вкл». Параллельно нагревательному элементу R40 через добавочный резистор R131 включен светодиод VD181, сигнализирующий о работе нагревателя.

Для освещения туалетного помещения необходимо включить тумблер SA16, расположенный на стенке помещения (рисунок 1.64).

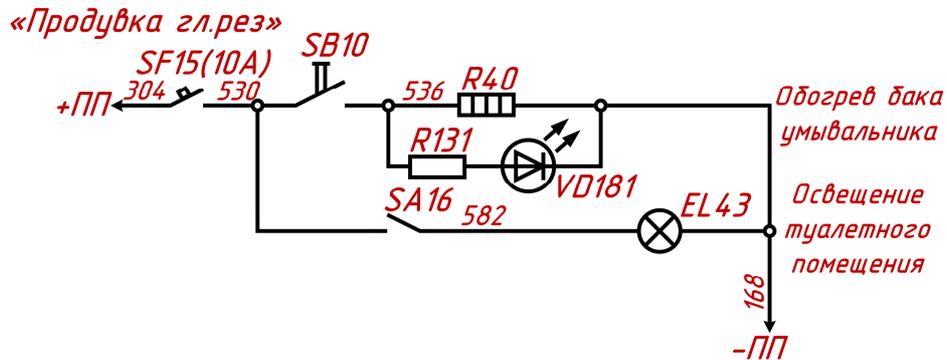


Рисунок 1.64 – Цепи обогрева бака умывальника и освещения туалетного помещения

### 1.14 Цепи включения электропневматических вентилях тифона и свистка

Питание вентилях тифона и свистка осуществляется через автоматический выключатель SF17 «Свисток, тифон» (рисунок 1.65).

На электровозах до № 113 при нажатии на кнопку SB3 (со стороны машиниста) или SB5 (со стороны помощника машиниста) «Тифон», питание поступает на катушку электромагнитный клапана тифона КР2 (КЭП2) и катушку реле KL12 по цепи – провод 301, АЗВ SF17 «Тифон, свисток», провод 550, замкнутые контакты SB3 (SB5 или SB36), провод 551, параллельно включенные катушки электромагнитного клапана тифона КР2 и реле KL12. Получив питание, реле KL12 замыкает свои блокировки в цепи проводов 172 и 173 (рисунок 1.65) и от автоматического выключателя SF21 «КЛУБ-У» (рисунок 1.3) формируется сигнал в цепь БРК КЛУБ-У.

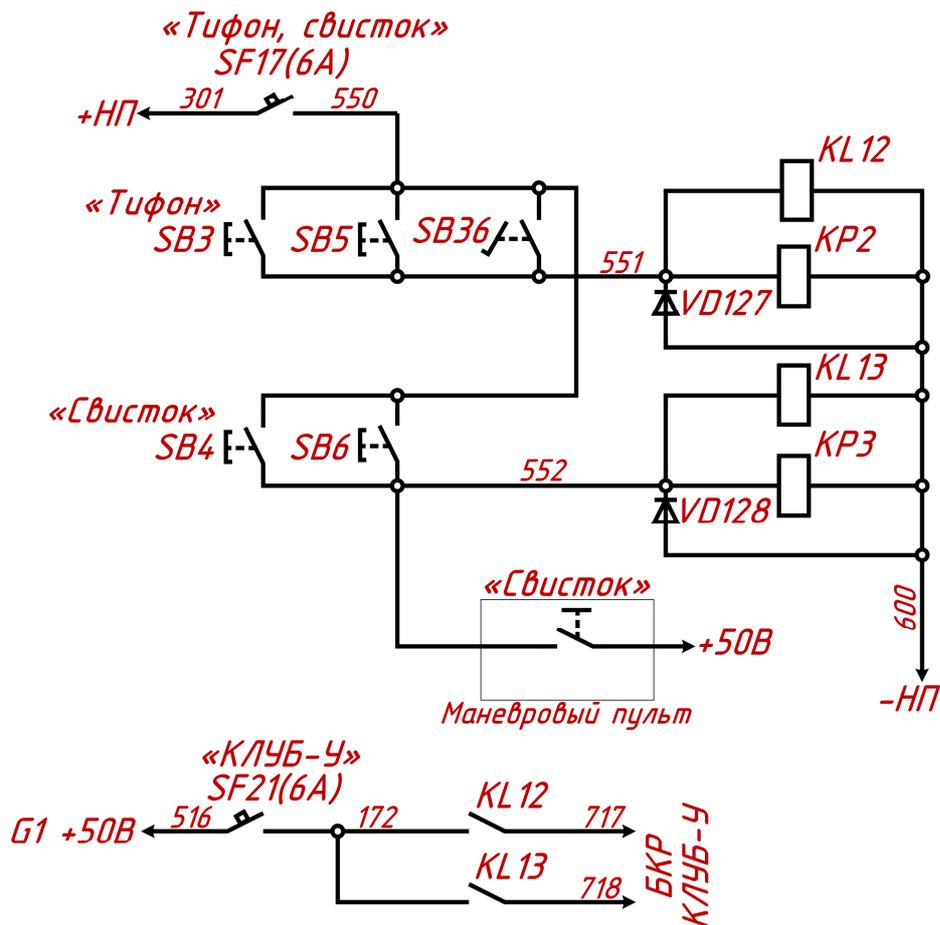


Рисунок 1.65 – Цепи включения электропневматических вентилях тифона и свистка на электровозах №№001 – 113

При нажатии на кнопку SB4 (со стороны машиниста) или SB6 (со стороны помощника машиниста) «Свисток», питание поступает на катушку электромагнитный клапана свистка КР3 (КЭП3) и катушку реле KL3. Получив питание, реле KL3 замыкает свои блокировки и от автоматического

выключателя SF21 «КЛУБ-У» формируется сигнал в цепь БРК КЛУБ-У (рисунок 1.65).

На электровозах с № 114 аннулированы реле KL12 и KL13, а сигналы о подаче питания в цепь включения электромагнитных клапанов подачи звуковых сигналов КР2 и КР3 поступают в БВС (рисунок 1.66).

Схемой электровоза предусмотрена возможность управления подачей сигнала малой громкости с маневрового пульта. При нажатии кнопки «Свисток» маневрового пульта, питание подается непосредственно на электромагнитный клапан КР3.

Машинист электровоза имеет возможность подать сигнал большой громкости, подав питание на электромагнитный клапан КР2 путем нажатия на ножную педаль с электрическим контактом SB36.

Подачу сигнала большой громкости также можно произвести, нажав на ножную педаль, расположенную на рабочем месте машиниста. При нажатии на педаль произойдет открытие расположенного на трубопроводе питательной магистрали пневматического клапана КПС (тип КС-15) и подача сжатого воздуха к тифону РВН.

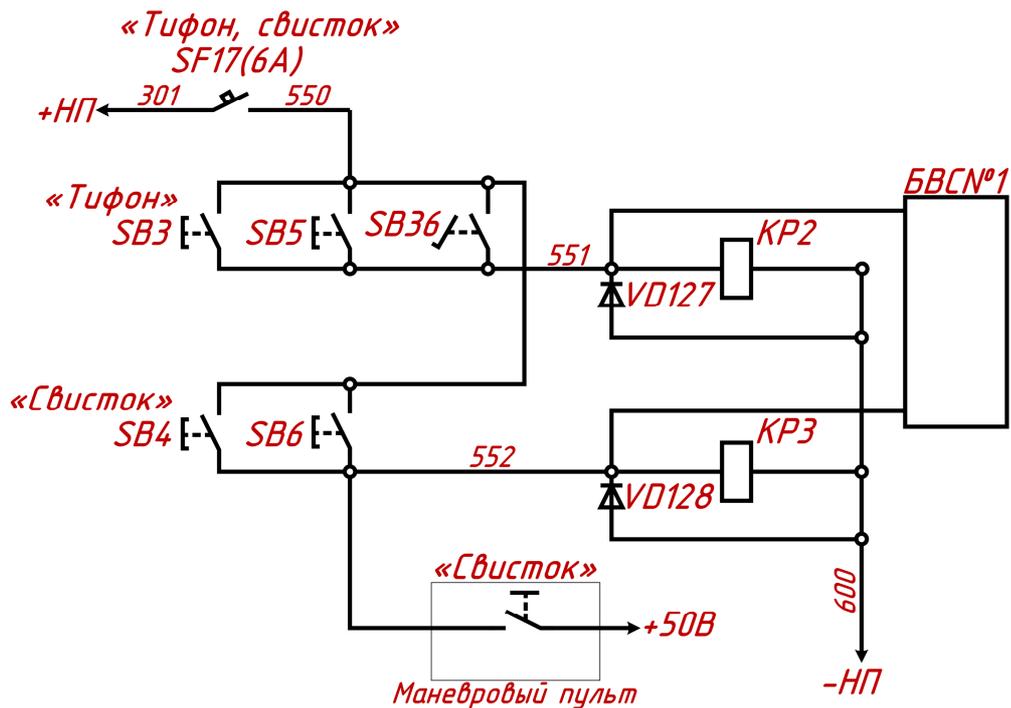


Рисунок 1.66 – Цепи включения электропневматических вентилях тифона и свистка на электровозах с № 114

### 1.14 Цепи включения обогрева стекол, зеркал заднего вида и микроклимата

Управление обогревом стекол и зеркал заднего вида производится при помощи переключателей «Обогрев стекол» и «Обогрев зеркал» пульта управления системой микроклимата (ПУ АМК), имеющих два положения - «Вкл» и «Откл» (рисунок 1.67). Питание цепи обогрева стекол и зеркал заднего вида осуществляется через автоматические выключатели SF20 «Управление АМК» и SF27 «Обогрев окон». Блок коммутации обеспечивает управление и подачу напряжения к аппаратуре системы микроклимата. Питание блока коммутации системы микроклимата (БК АМК) напряжением 110 В осуществляется через автоматический выключатель SF25 «АМК» после запуска ПСН, напряжением 24 В – с источника G5, напряжением 50 В с источника G4 через БЦВ. Для включения питания обогрева зеркал заднего вида и обогрева стекол используются электромагнитные контакторы KL16 и KL7. Цепь обогрева зеркал получает питание 24 В от источника после включения электромагнитного контактора KL16. После включения электромагнитного контактора KL17 получает питание блок управления нагревом стекол (БУНС), который управляет нагревательными элементами лобового и боковых окон R42 – R44.

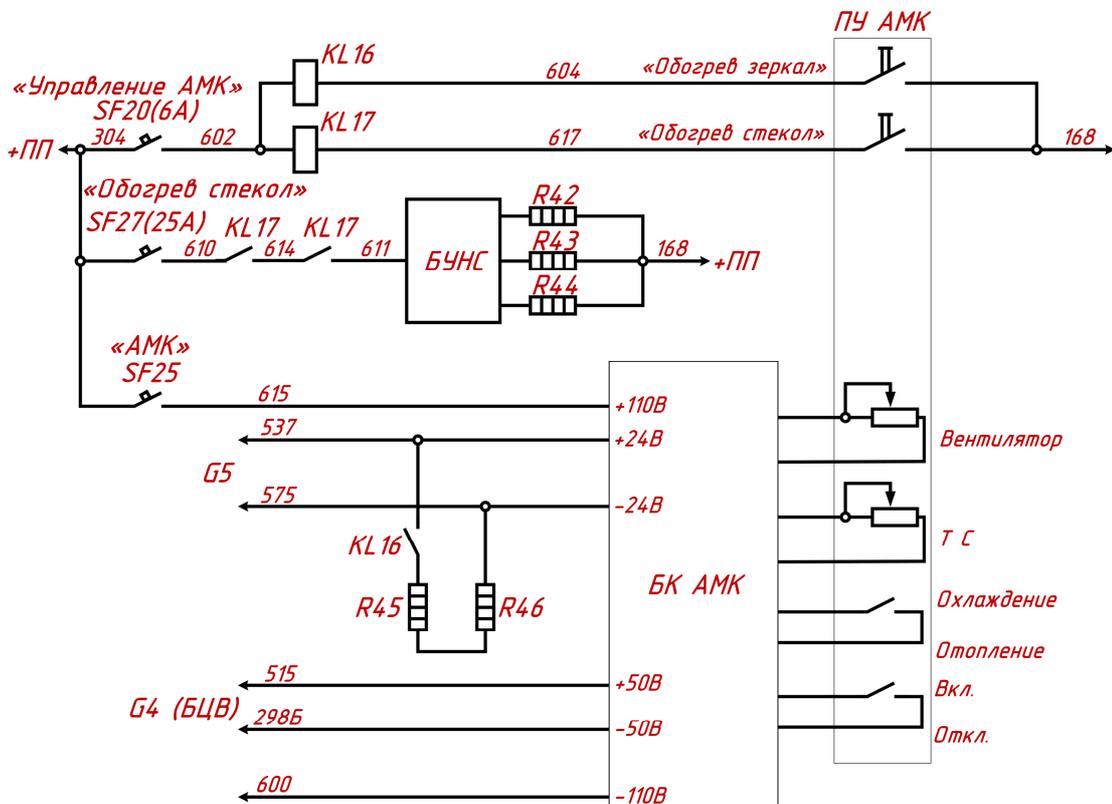


Рисунок 1.67 – Цепи включения обогрева стекол, зеркал заднего вида и микроклимата

Напряжение 380 и 220 В для питания системы микроклимата, нагревательных панелей и бытовых приборов формируется преобразователем частоты в кабине управления. Напряжение 600 В постоянного тока с выхода ПСН, поступает на преобразователь частоты через автоматические выключатели SF36, SF37 и SF38.

## 1.15 Цепи управления напряжением 24 В

### 1.15.1 Общие сведения

К цепям управления напряжением 24 В относятся цепи питания электродвигателей стеклоочистителей М9 и М10, электродвигателя стеклоомывателя М21 и электродвигателя солнцезащитной шторки М20. Питание данных цепей управления осуществляется от источника питания G5, преобразующего напряжение 110 В в напряжение 24 В. Напряжение 110 В поступает на источник питания G5 через автоматический выключатель SF16 «ИП 24 В» (рисунок 1.68).

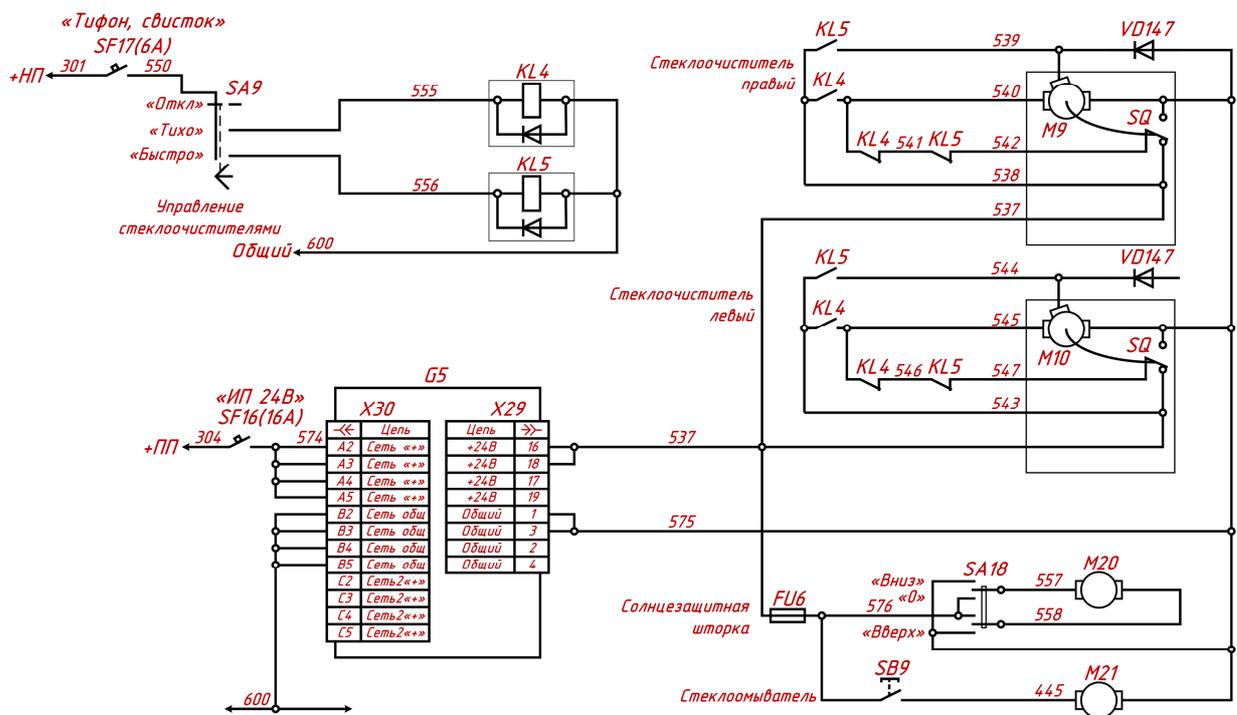


Рисунок 1.68 – Схема цепей стеклоочистителей, солнцезащитной шторки и стеклоомывателей

### 1.15.2 Цепи управления стеклоочистителями

Питание напряжением 110 В катушек реле стеклоочистителей KL4 и KL5 осуществляется через автоматический выключатель SF17 «Тифон, свисток». Управление стеклоочистителями производится переключателем пульта машиниста SA9 «Стеклоочиститель», который имеет три положения: «Откл.», «Тихо» и «Быстро» (рисунок 1.68).

При постановке переключателя SA9 в положение «Тихо» получает питание катушка реле KL4. Реле KL4 включается и подает напряжение 24 В с источника питания G5 на электродвигатели привода стеклоочистителей М9 и

М10 приводов стеклоочистителей. Стеклоочистители начинают работать на медленной скорости.

Для увеличения интенсивности работы стеклоочистителей, переключатель SA9 переводят в положение «Быстро» и получает питание катушка реле KL5. Реле KL5 включается и подает напряжение 24 В с источника питания G5 на электродвигатели привода стеклоочистителей М9 и М10 приводов стеклоочистителей. Стеклоочистители начинают работать на повышенной скорости.

При переводе переключателя SA9 в положение «Откл», теряют питание катушки реле KL5 и KL6, и их контакты размыкают цепь питания электродвигателей М9 и М10. Если стеклоочиститель остался не в крайнем положении, через замкнувшиеся контакты реле KL5 и KL6, и контакты доводчика стеклоочистителей SQ создают цепь питания электродвигателя данного стеклоочистителя с провода 537 (+24 В), который возвращает стеклоочиститель в крайнее положение. После того, как стеклоочиститель занял крайнее положение, контакт доводчика SQ размыкается и электродвигатель теряет питание.

### 1.15.3 Цепи управления солнцезащитной шторкой

Подъем и опускание солнцезащитной шторки производится с помощью переключателя пульта управления SA18 «Солнцезащитная шторка». Переключатель имеет два рабочих не фиксированных положения «Вверх» и «Вниз», и одно нулевое положение с фиксацией (рисунок 1.68).

При постановке переключателя в одно из рабочих положений, через предохранитель FU6 с провода 537 (+24 В) получает питание электродвигатели М20, который опускает или поднимает солнцезащитную шторку. Для остановки шторки в нужном месте необходимо отпустить переключатель SA18, и он займет нулевое положение, разорвав цепь питания электродвигателя.

### 1.15.4 Цепи управления стеклоомывателем

Для включения электродвигателя стеклоомывателя необходимо нажать и удерживать кнопку SB9. При нажатой кнопке, через предохранитель FU6 с провода 537 (+24 В) получает питание электродвигатели стеклоомывателя М21 (рисунок 1.68).

## 1.16. Цепи управления тормозным и пневматическим оборудованием

### 1.16.1 Общие сведения

Система управления тормозным и пневматическим оборудованием включает в себя преобразователи давления измерительные ДД-И, сигнализаторы давления и электропневматические клапаны блока тормозного оборудования локомотива.

Сигналы с преобразователей давления измерительных ДД-И поступают в блок связи с датчиками давления (БС-ДД) системы МПСУиД, величина давления выводится на экран монитора в кабине управления (рисунок 1.69), их показания используются при сборе электрических схем цепей управления:

- преобразователи давления измерительные ВР3 и ВР4 – давление в тормозных цилиндрах первой и второй тележки одной секции;
- преобразователь давления измерительный ВР5 – давление в тормозной магистрали секции;
- преобразователь давления измерительный ВР6 – давление в питательной магистрали секции;
- преобразователь давления измерительный ВР7 – давление в магистрали цепей управления секции.

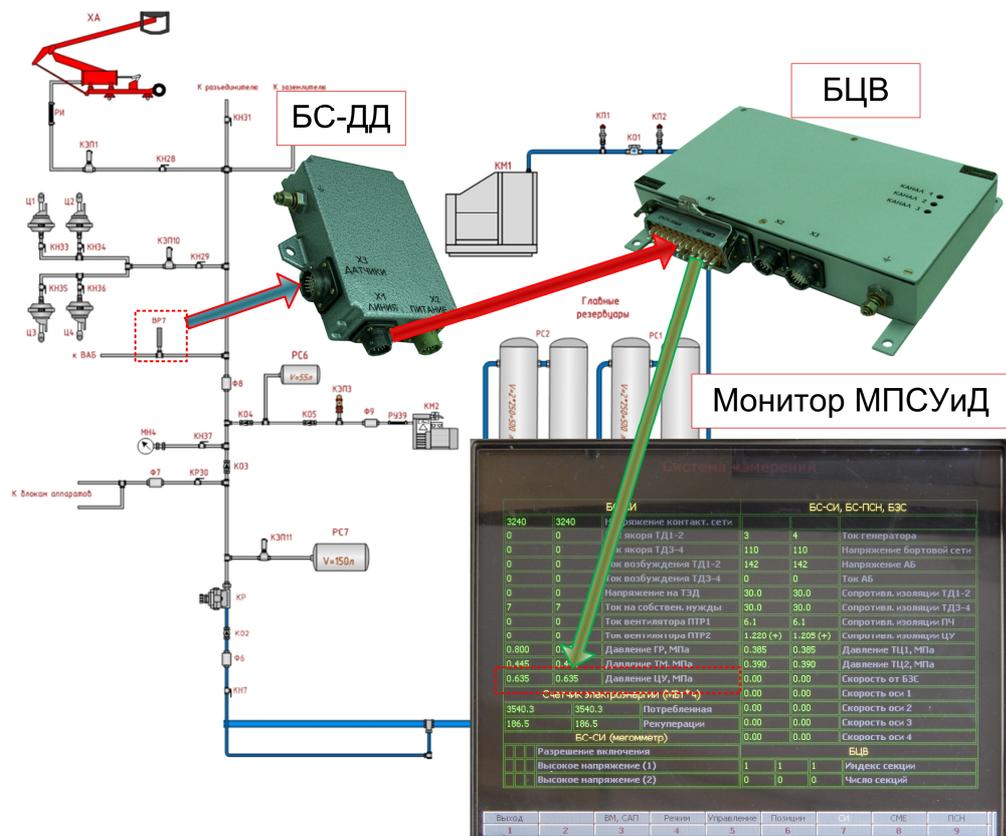


Рисунок 1.69 – Упрощенная схема передачи информации о давлении в цепи управления в МПСИД

Сигнализаторы давления (на электровозах до № 054 датчик усл. № 418, в схеме цепей управления – КР21) создают цепь реле KL10 – реле контроля состояния тормозной магистрали.

КР22, КР23 и КР24 – электропневматические вентили блока тормозного оборудования локомотива.

### 1.16.2 Цепь электропневматического вентиля «Отпуск тормоза»

Для отпуска тормозов локомотива, при приведенных в действие автоматических тормозах состава, используется импульсная кнопка SB37 «Отпуск тормоза» (рисунок 1.49). Она обеспечивает срабатывание электропневматического вентиля КР22 (рисунок 1.70), который управляет работой электро-блокировочного клапана КЭБ2.

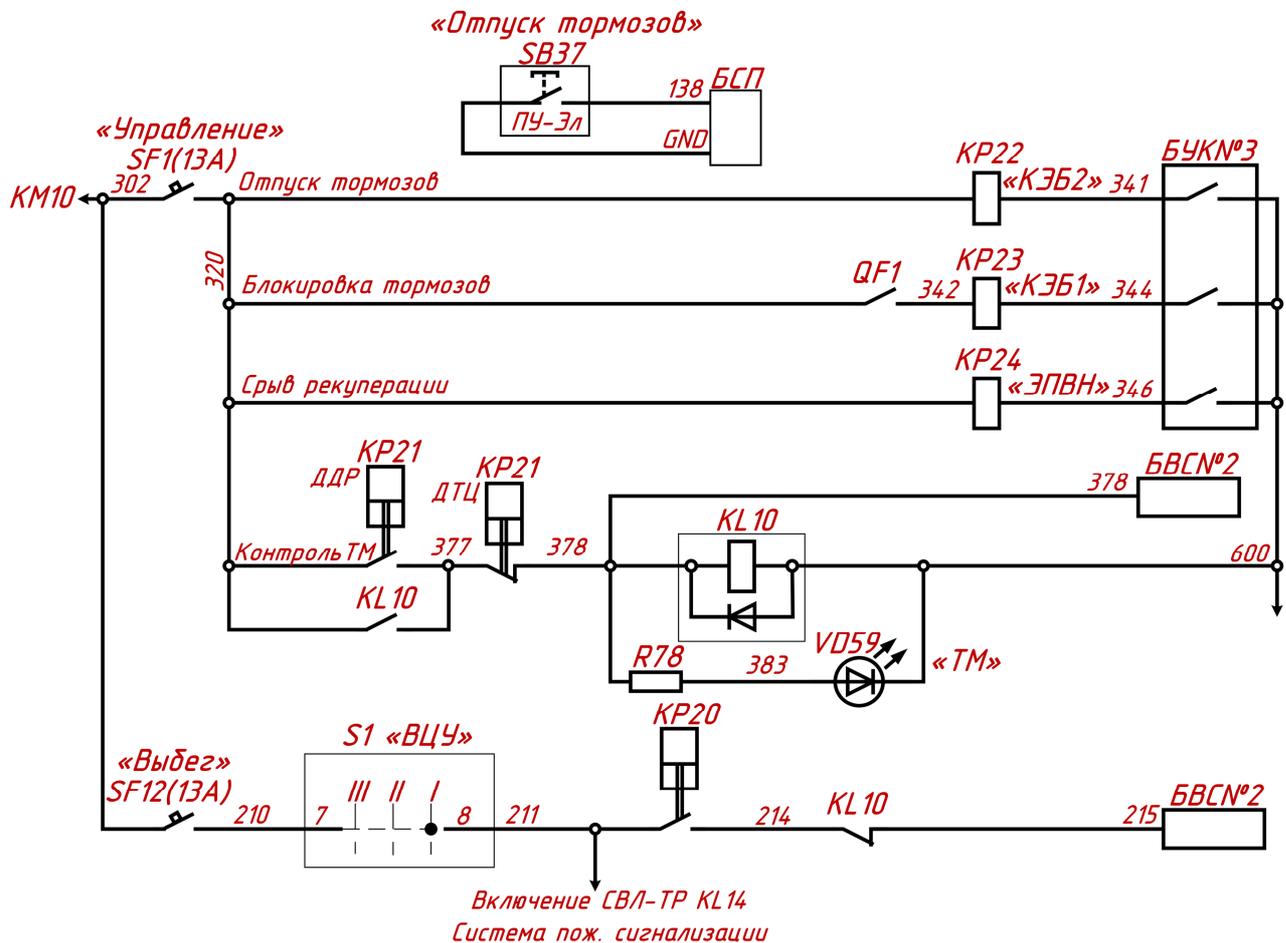


Рисунок 1.70 – Схема электрических цепей управления тормозного оборудования

При нажатии и удержании кнопки SB37 «Отпуск тормоза» БЦВ, получив сигнал об этом от БСП, передает команду БУК №3 на создание цепи электро-блокировочного клапана КР22 по цепи – провод 302, АЗВ SF1 «Управление», провод 320, катушка вентиля КР22 КЭБ2, провод 341, БУК №3, общий

минусовой провод 600. Электро-блокировочный клапан КЭБ2 срабатывает и обеспечивает отпуск автоматических тормозов локомотива.

На электровозах до № 015 устанавливался переключатель «Отпуск тормоза» SA47. Переключатель SA47 «Отпуск тормоза» имеет три положения «0», «1» и «2». Положение «0» соответствует выключенному состоянию, т.е. питание с электропневматического вентиля КР22 снято, при переключении из положения «0» в положение «1» питание также снято (соответствует отжату состоянию кнопки SB37). После установки переключателя SA47 из фиксированного положение «1» в импульсное (нефиксированное) положение «2» (соответствует нажатому состоянию кнопки SB37) создается цепь электропневматического вентиля КР22. Электроблокировочный клапан КЭБ2 срабатывает и обеспечивает отпуск автоматических тормозов локомотива. После установки переключателя SA47 в положение «1» (кнопка SB37 отжата) команда отпуск тормоза отменяется, цепь КР22 разрывается, КЭБ2 возвращается в исходное положение.

#### 1.16.3 Цепь электропневматического вентиля «Блокировка тормоза»

При сборе схемы электрического торможения БЦВ дает команду БУК №3 на сбор цепи электропневматического вентиля КР23 – провод 302, АЗВ SF1 «Управление», провод 320, блокировка QF1 (замкнута при включенном ВАБ), провод 342, катушка вентиля КР23 КЭБ1, БУК №3, общий минусовой провод 600. КЭБ1 срабатывает и обеспечивает отпуск автоматических тормозов локомотива.

Команда «Блокировка тормоза» отменяется при переходе в режим «Выбег».

#### 1.16.4 Цепь электропневматического вентиля «Срыв рекуперации»

При срыве электрического торможения подается команда «Срыв рекуперации», система МПСУиД создает цепь электропневматического вентиля КР24 – провод 302, АЗВ SF1 «Управление», провод 320, катушка вентиля КР24 ЭПВН→ БУК №3, общий минусовой провод 600. Вентиль ЭПВН обеспечивает наполнение тормозных цилиндров до давления 0,13 – 0,14 МПа. Команда «Срыв рекуперации» отменяется после нажатия кнопки SB31 «Выбег» (рисунок 1.48).

#### 1.16.5 Цепь «Контроль ТМ»

Цепь «Контроль ТМ» предназначена для сигнализации машинисту и выдачи сигнала в систему МПСУиД для разбора цепей тягового режима или электрического торможения при нарушении целостности тормозной

магистральной (ТМ). Работа схемы обеспечивается пневматическими клапанами КР21 воздействующих на свои микро-выключатели:

ДДР – микро-выключатель клапана канала дополнительной разрядки;

ДТЦ – микро-выключатель клапана канала тормозных цилиндров.

При снижении давления воздуха в тормозной магистрали в канале дополнительной разрядки воздухораспределителя создается давление воздуха, замыкается контакт микро-выключателя ДДР. Контакт микро-выключателя ДТЦ замкнут при отсутствии давления воздуха в канале тормозных цилиндров. При этом создается цепь – провод 302, АЗВ SF1 «Управление», провод 320, контакты КР21 ДДР, провод 377, контакты КР21 ДТЦ, провод 378 и далее:

- провод 378, катушка реле KL10, провод 600. Реле KL10 включается замыкая свою блокировку в цепи проводов 320 и 377, шунтируя блокировку КР21 ДДР. Это обеспечивает «запоминание» полученного сигнала обрыва после выхода воздуха из канала дополнительной разрядки и размыкании контактов микро-выключателя клапана ДДР. Так же реле KL10 вторым контактом разрывает соединение проводов 214 и 215 в цепи «Выбег». По команде «Выбег» система МПСУиД разбирает схему тягового режима.
- провод 378, в БВС уходит сигнал «Обрыв тормозной магистрали».
- провод 378, сопротивление R78, провод 380, светодиод VD59, общий минусовой провод 600. На пульте управления получает питание светодиод VD59, который загораясь, сигнализирует машинисту об обрыве тормозной магистрали.

При срабатывании воздухораспределителя на торможение в канале тормозного цилиндра создается давление воздуха, контакт микро-выключателя клапана ДТЦ в цепи проводов 377 и 378 размыкается, пропадает цепь питания катушки реле KL10 – восстанавливается цепь «Выбег», пропадает цепь питания светодиода VD59 и он гаснет, в МПСУиД пропадает сигнал «Обрыв тормозной магистрали».

## II. Цепи моторного режима и электрического торможения

### 2.1 Цепи выбора режимов работы тяговых электродвигателей

#### 2.1.1 Общие сведения

Управление режимами включения и работы тяговых электродвигателей осуществляется с пульта управления электровозом и происходит под управлением системы МПСУиД.

Перед включением и управлением работой тяговых электродвигателей производится задание условий их включения:

- выбор секции, через БВ которой будет собираться схема последовательного соединения ТЭД (выбор головной или прицепной секции);
- задание отключаемых из работы тяговых двигателей или секций;
- задание направления движения (назад или вперед);
- задание вида возбуждения (последовательное или независимое).

Все операции по заданию условий работы тяговых электродвигателей производятся только при выключенных линейных и реостатных контакторах. До окончания операций (срабатывание аппаратов высоковольтного оборудования) по заданию условий работы тяговых электродвигателей, включение линейных и реостатных контакторов блокируется программой МПСУиД.

#### 2.1.2 Выбор головной/прицепной секции

После постановки ВЦУ в одно из положений «II. Блокировка отключена» или «I. Блокировка включена», проходит идентификация сцепа, и каждой секции из состава электровоза присваивается порядковый номер (0, 1, 2 или 3). Выбор секций сбора схемы последовательного соединения ТЭД осуществляется тумблерами SA32 «Режим работы секций 1» и SA34 «Режим работы секций 3» расположенными на пульте управления (поз.19, рисунок 1.27) и имеющими два положения – «Головная» и «Прицепная» (рисунок 2.1).

На секции, выбранной в качестве головной, при управлении тяговыми двигателями на «С» – соединении, сбор силовой схемы будет происходить через быстродействующий выключатель данной секции, а БУК на этой секции будет выполнять включение и выключение линейных и реостатных контакторов (в соответствии с таблицами 2.2 и 2.3).

Для выбора на двухсекционном электровозе в качестве головной секции, той секции, с которой ведется управление, тумблер SA32 «Режим работы секций 1» переводится в положение «Головная», при этом по проводу 111

(рисунок 2.2), сигнал поступает в БСП и далее в МПСУиД и межсекционную линию связи. Если на двухсекционном электровозе, на секции, с которой ведется управление, переключатель SA32 «Режим работы секций 1» находится в положении «Прицепная», то сигнал от БСП с этой секции отсутствует (отсутствует соединение проводов GND и 111), и в качестве головной, автоматически выбирается прицепная секция, на которой БУК будет производить включение и выключение реостатных и линейных контакторов в соответствии с таблицами 2.2 и 2.3.



Рисунок 2.1 – Переключатели выключения ТЭД или секций SA28, SA29, SA30, SA31. Переключатели выбора режима работы секций SA32 и SA34

Для выбора на трехсекционном электровозе (с бустерной секцией) в качестве головной секции, той секции, с которой ведется управление, тумблер SA32 «Режим работы секций 1» переводится в положение «Головная». Если на трехсекционном электровозе, на секции, с которой ведется управление, переключатель SA32 «Режим работы секций 1» находится в положении «Прицепная», то в качестве головной секции автоматически выбирается другая

крайняя секция. При этом на трехсекционном электровозе головной может быть только одна из крайних секций, две другие – прицепные.

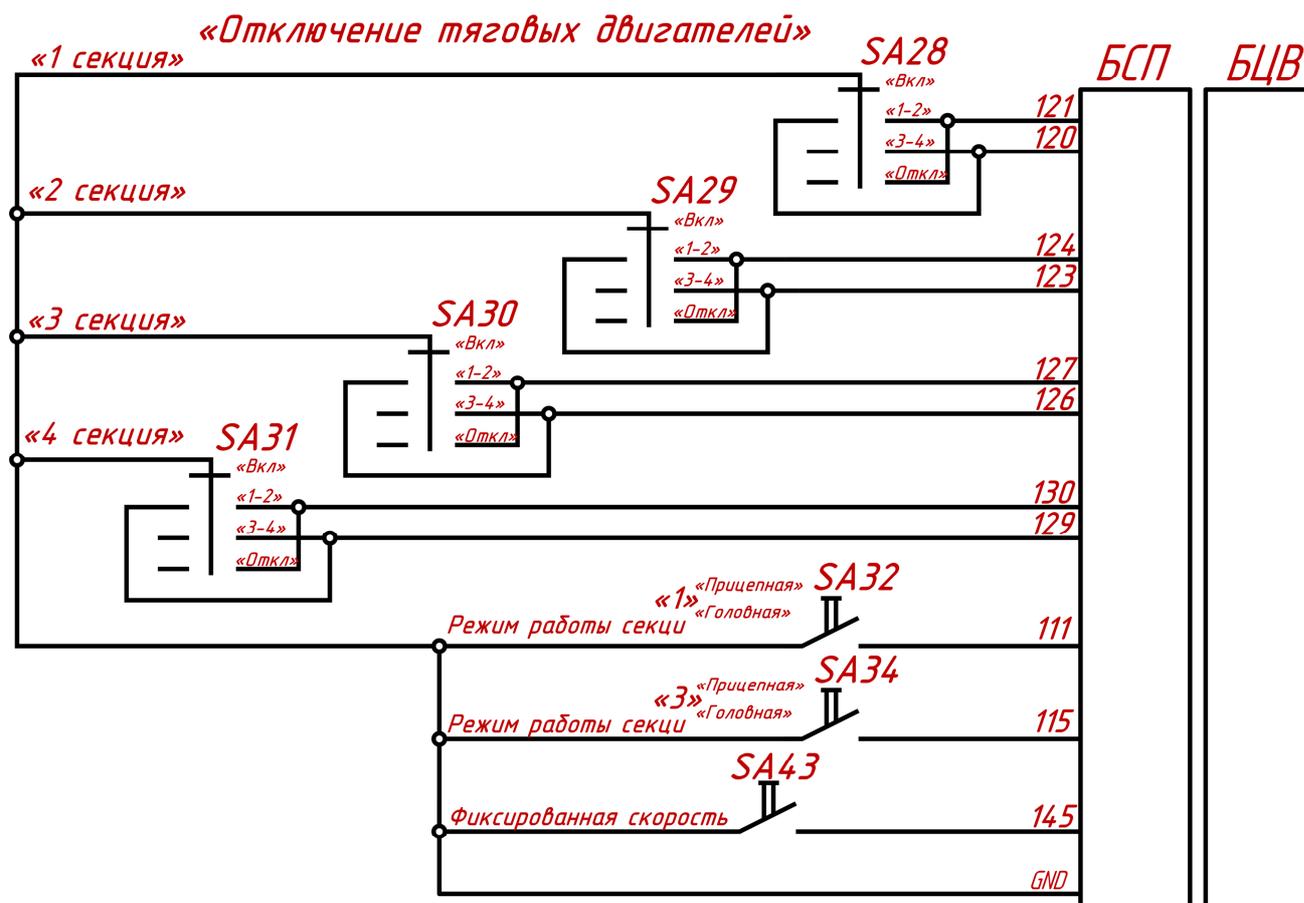


Рисунок 2.2 – Электрические цепи переключателей отключения ТЭД и секций SA28, SA29, SA30, SA31 и тумблеров выбора режима работы секций SA32 и SA34

Для выбора на четырехсекционном электровозе головных секций, на той секции, с которой ведется управление, тумблеры SA32 «Режим работы секций 1» (для первых двух секций) и SA34 «Режим работы секций 3» (для задних двух секций) переводятся в положение «Головная». Таким образом, для каждой из двух секций четырехсекционного электровоза устанавливается порядок работы электрической схемы как для двухсекционного электровоза.

Если для одной из секций, переключателями SA28, SA29, SA30 и SA31 «Отключение тяговых двигателей» с пульта управления ведущей секции задана команда на отключение всех тяговых двигателей, команды от переключателей SA32 «Режим работы секций 1» и SA34 «Режим работы секций 3» для данной секции блокируются, и секция идентифицируется как прицепная.

### 2.1.3. Отключение из работы тяговых двигателей или секций

Выбор отключаемых из работы тяговых двигателей или секций осуществляется переключателями пульта управления головной секции

«Отключение тяговых двигателей» SA28 «1 секция», SA29 «2 секция», SA30 «3 секция» и SA31 «4 секция» (рисунок 2.1), каждый из которых имеет четыре положения:

- «Вкл» – все тяговые двигатели данной секции включены в работу»;
- «1-2» – тяговые двигатели 1 и 2 данной секции отключены;
- «3-4» – тяговые двигатели 3 и 4 данной секции отключены;
- «Откл» – данная секция выведена из работы.

При переводе любого из переключателей SA28, SA29, SA30 или SA31 в положения «1-2», «3-4» и «Откл», сигнал с БСП ведущей секции поступает в МПСУИД и межсекционную линию связи (рисунок 2.2), и на секции с отключенными тяговыми двигателями или секции выведенной из работы устанавливается порядок включения линейных контакторов в соответствии с таблицей 2.2.

#### 2.1.4. Задание направления движения – реверсирование

Выбор направления движения электровоза осуществляется переключателем пульта управления головной секции SA41 «Реверсор» (рисунок 1.26), имеющем три положения: «Вперед», «Откл» и «Назад».

При переводе переключателя SA41 «Реверсор» в положение «Вперед», сигнал по цепи 142 поступает в БСП (рисунок 2.3) и далее в МПСУИД и при отсутствии от ДПС сигнала о скорости движения электровоза более 5 км/ч, в межсекционную линию связи задается команда «Вперед».

По команде «Вперед», в зависимости от идентификации секций, БУК на головных секциях создает цепь – провод 302, АЗВ SF4 «Управление силовыми цепями», провод 360, и далее...

- в ведущей секции – провод 360, параллельно включенные катушки QR1-1 и QR2-1 вентилей реверсора, провод 365, БУК №2, общий минусовой провод 600. Реверсор разворачивается в положение «Вперед»;
- в ведомой секции – провод 360, параллельно включенные катушки QR1-2 и QR2-2 вентилей реверсора, провод 368, БУК №2, общий минусовой провод 600. Реверсор разворачивается в положение «Назад».

После того, как реверсоры займут одно из положений «Вперед» или «Назад», замыкаются их соответствующие блокировки, создавая дополнительную минусовую цепь вентилей реверсоров через блокировочные контакты линейных контакторов K27 или K28 и контакторов KM10 и KM11 в проводах 600А и 600Б. Наличие данной цепи исключает поворот реверсора под током, после включения линейных контакторов при сборе схемы тягового или тормозного режимов.

Аналогичным образом работа электрической схемы электровоза осуществляется при переводе переключателя SA41 «Реверсор» в положение «Назад», и задании в межсекционную линию связи соответствующей команды.

Реверсор в ведущей секции разворачивается в положение «Назад», а в ведомой в положение «Вперед».

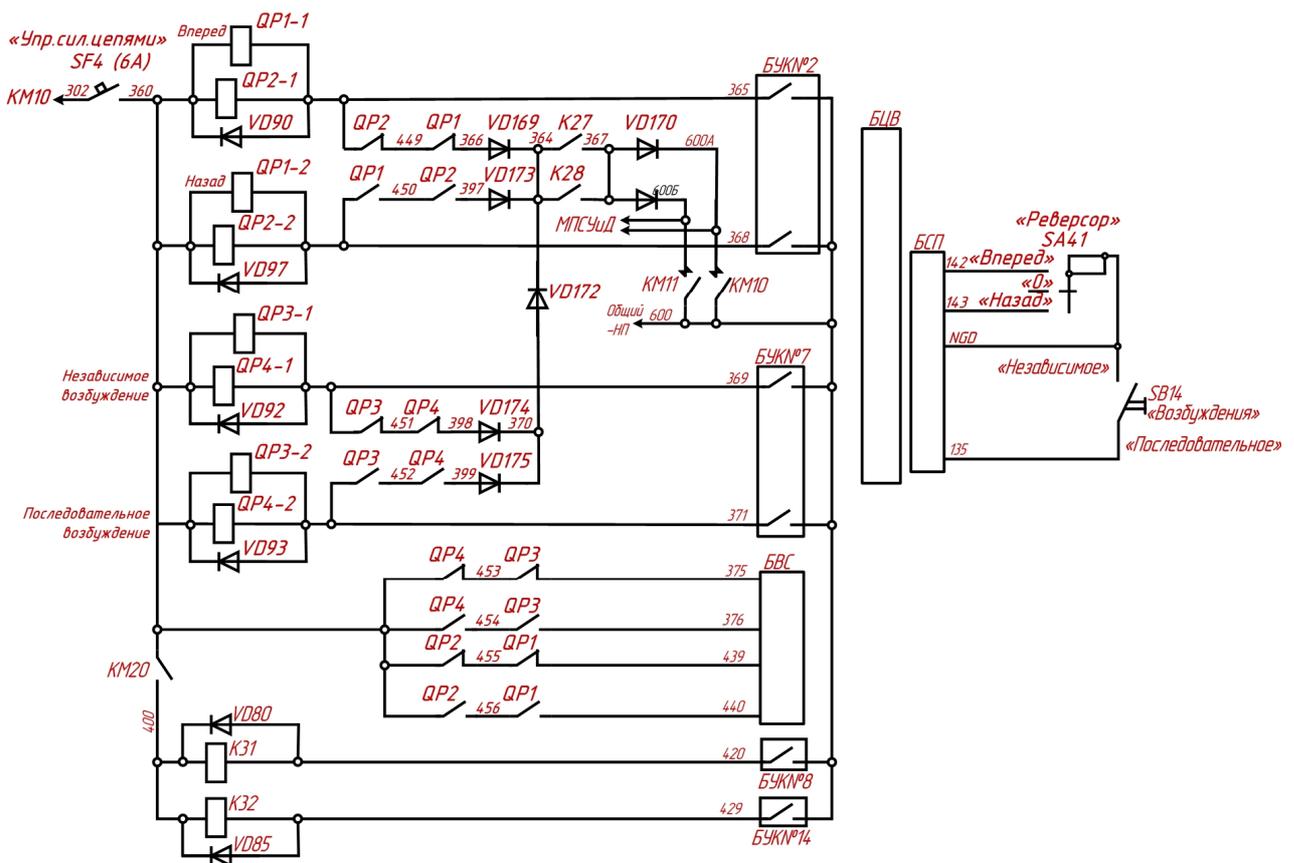


Рисунок 2.3 – Цепи управления реверсорами, режимными переключателями и линейными контакторам К31 и К32

Контроль положения реверсоров (входные сигналы от цепей управления «Вперед» или «Назад») осуществляется БВС через блокировочные контакты QP1 и QP2 в проводах 439 и 440.

### 2.1.5. Выбор режима возбуждения тяговых двигателей

Выбор режим возбуждения тяговых двигателей осуществляется переключателем пульта управления головной секции SB14 «Возбуждение», имеющем два положения: «Независимое» и «Последовательное». Основным режимом работы тяговых двигателей электровоза является независимое возбуждение.

При переводе переключателя SB14 «Возбуждение» в положение «Независимое», сигнал по проводу 135 поступает в БСП и далее в МПСУИД и при наличии от всех секций сигнала, об отсутствии отключенных статических преобразователей СТПр-1000 (рисунок 1.15), в межсекционную линию связи задается команда «Тяга при независимом возбуждении».

По команде «Тяга при независимом возбуждении», БУК №7 на всех секциях создает цепь: провод 302, АЗВ SF4 «Управление силовыми цепями»,

параллельно включенные катушки QR3-1 и QR4-1, провод 369, БУК №7, общий минусовой провод 600. Режимные переключатели QR3 и QR4 переключаются в положение «Независимое положение». БУК №8 создает цепь (рисунок 2.3) питания катушек линейных контакторов К31 (если не отключены 1 и 2 ТЭД), а БУК №14 линейному контактору К32 (если не отключены 3 и 4 ТЭД). Включившись, контакторы К31 и К32 подключают обмотки возбуждения тяговых двигателей к управляемым выпрямителям А2 (А7 и А8 – для схем электровозов до 027), которые входят в состав СТПр-1000 преобразователя собственных нужд.

При переводе переключателя SB14 «Возбуждение» в положение «Последовательное», снимается сигнал с провода 135 и БСП, и МПСУиД задает в межсекционную линию связи команду «Тяга при последовательном возбуждении».

По команде «Тяга при последовательном возбуждении», БУК №7 на всех секциях создает цепь: провод 302, АЗВ SF4 «Управление силовыми цепями», провод 360, параллельно включенные катушки QR3-2 и QR4-2 вентиля «Последовательное возбуждение» режимных переключателей, провод 371, БУК № 7, общий минусовой провод 600. БУК №8 снимает питание с катушек линейного контактора К31, а БУК №14 с К32. Одновременно, МПСУиД осуществляет запрет отключения быстродействующих контакторов К41 и К42 от УУБК.

После того, как режимные переключатели займут одно из положений «Независимое» или «Последовательное», замыкаются их соответствующие блокировки, создавая дополнительную минусовую цепь вентиля переключателей через блокировочные контакты линейных контакторов К27 или К28 и контакторов КМ10 и КМ11 в проводах 600А и 600Б. Наличие данной цепи исключает поворот режимных переключателей под током, после включения линейных контакторов при сборе схемы тягового или тормозного режимов.

Контроль положения режимных переключателей (входные сигналы от цепей управления «Независимое» или «Последовательное») осуществляется БВС через блокировочные контакты QR3 и QR4 в проводах 375 и 376.

При сборе моторного режима или электрического торможения включаются МПСУиД дает команду на включение БУК №8 линейного контактора К31, а БУК №14 – К32 (рисунок 2.3). При этом образуется цепь питания обмоток возбуждения тяговых двигателей (рисунок 2.4):

- 1-2 ТЭД – «+ обмотки» шкафа А2 СТПр-1000, провод 053, контакты 6-5 режимного переключателя QR3, провод 055, контакты 2-1 режимного переключателя QR3, быстродействующий контактор К41, реактор L2, провод 039, шунт системы измерения RS3, провод 041, обмотка возбуждения ТЭД М1, провод 043, обмотка возбуждения ТЭД М2, провод

045, линейный контактор К31, провод 047, «Общий» шкафа А2 СТПР-1000;

- 3-4 ТЭД – «+ обмотки» шкафа А2 СТПР-1000, провод 056, контакты 6-5 режимного переключателя QP4, провод 058, контакты 2-1 режимного переключателя QP4, быстродействующий контактор К42, реактор L3, провод 042, шунт системы измерения RS4, провод 044, обмотка возбуждения ТЭД М3, провод 046, обмотка возбуждения ТЭД М4, провод 048, линейный контактор К32, провод 050, «Общий» шкафа А2 СТПР-1000.

Особенности цепей возбуждения в зависимости от номера локомотива приведены на рисунках 2.4, 2.5 и 2.6.

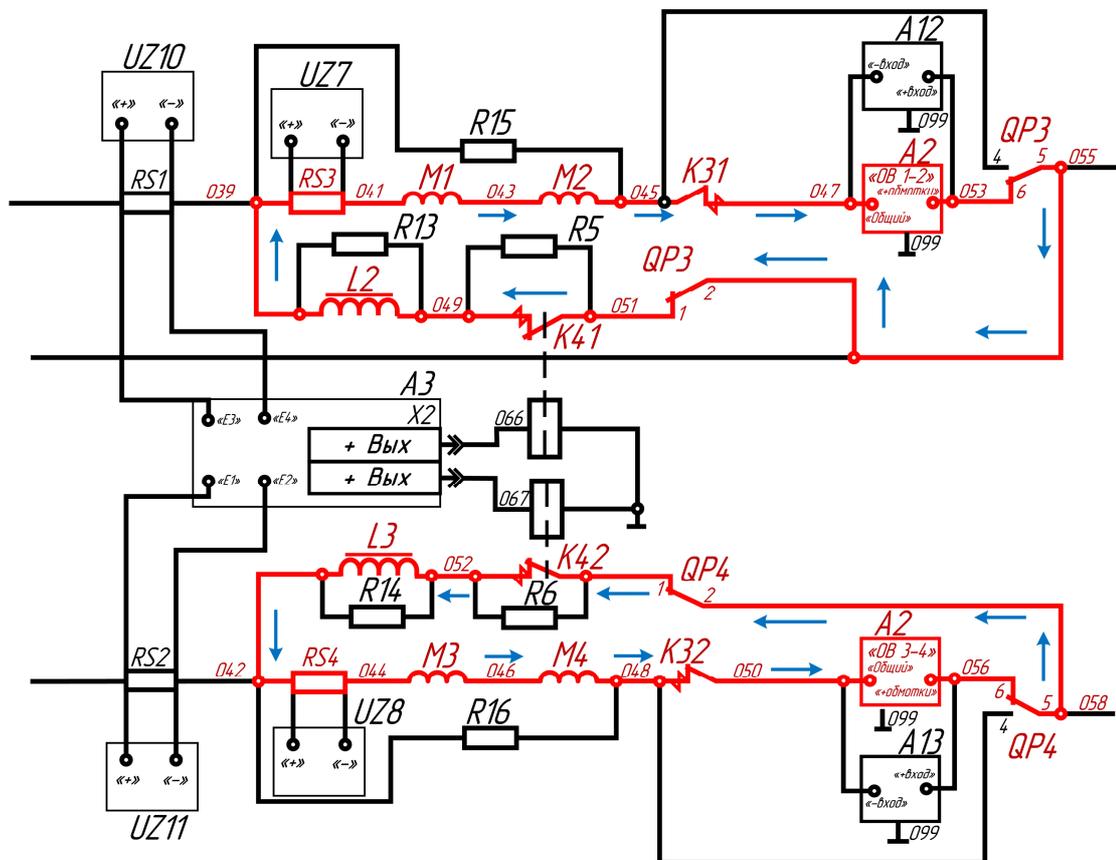


Рисунок 2.4 – Цепи питания обмоток возбуждения одной секции на электровозах до № 113

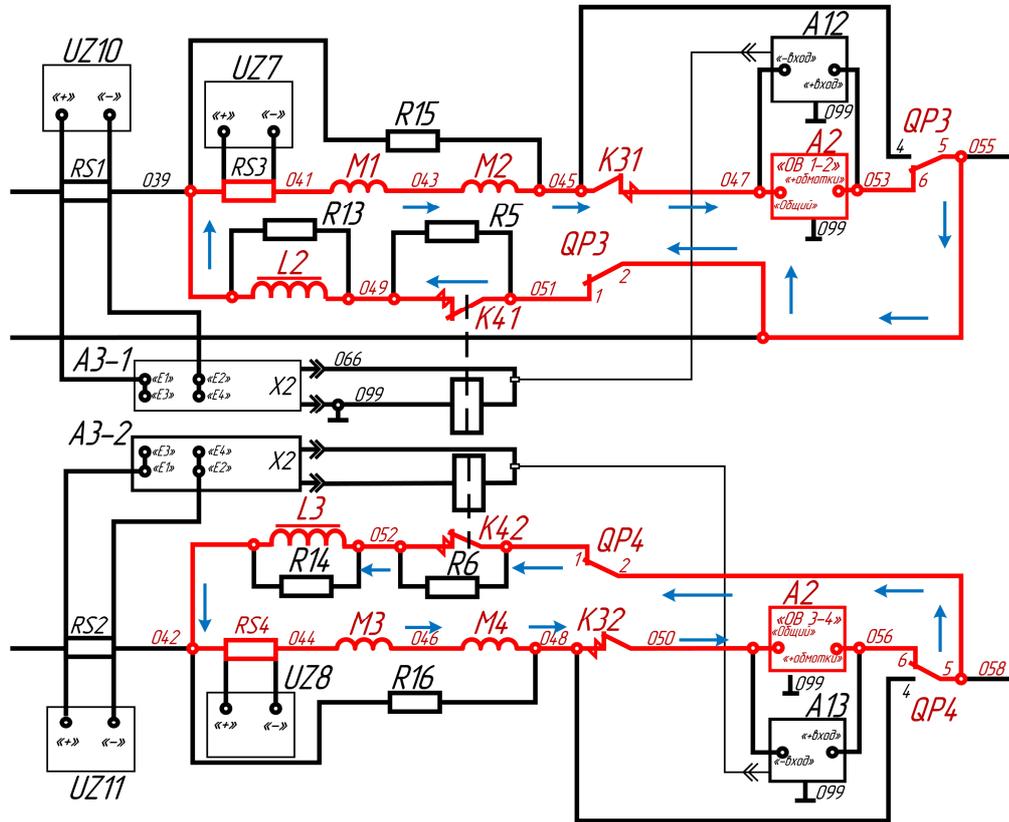


Рисунок 2.5 – Цепи питания обмоток возбуждения одной секции на электровозах №№ 114 – 349

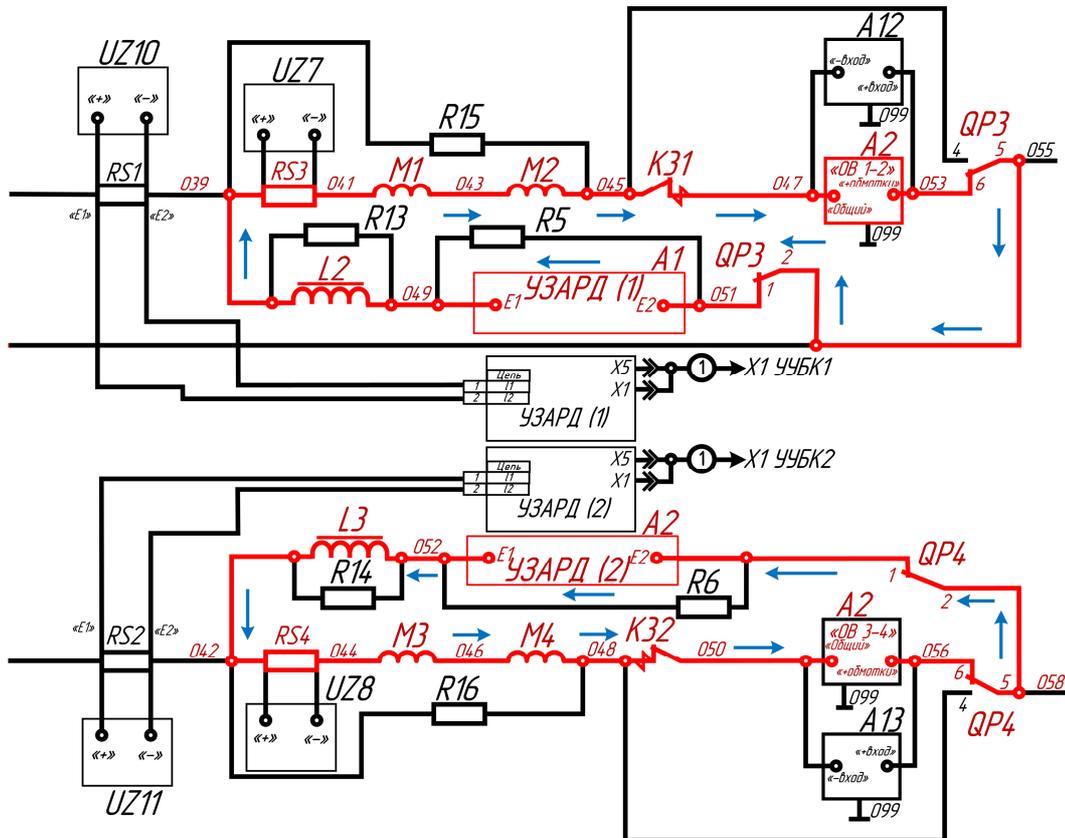


Рисунок 2.6 – Цепи питания обмоток возбуждения одной секции на электровозах № 246 и с № 651

Последовательное возбуждение тяговых двигателей обеспечивается путем переключения режимных переключателей QP3 и QP4. Цепь обмоток возбуждения электродвигателей каждой тележки последовательно включается в цепь якорей ТЭД, при этом линейные контакторы K31 и K32 не включаются.

При последовательном возбуждении отсутствует возможность регулирования тока возбуждения тяговых двигателей, следовательно, установившаяся скорость движения зависит от нагрузки электровоза. Режим электрического торможения при последовательном возбуждении не возможен.

На рисунке 2.7 показаны цепи протекания токов по обмоткам двигателей одной секции при последовательном возбуждении.

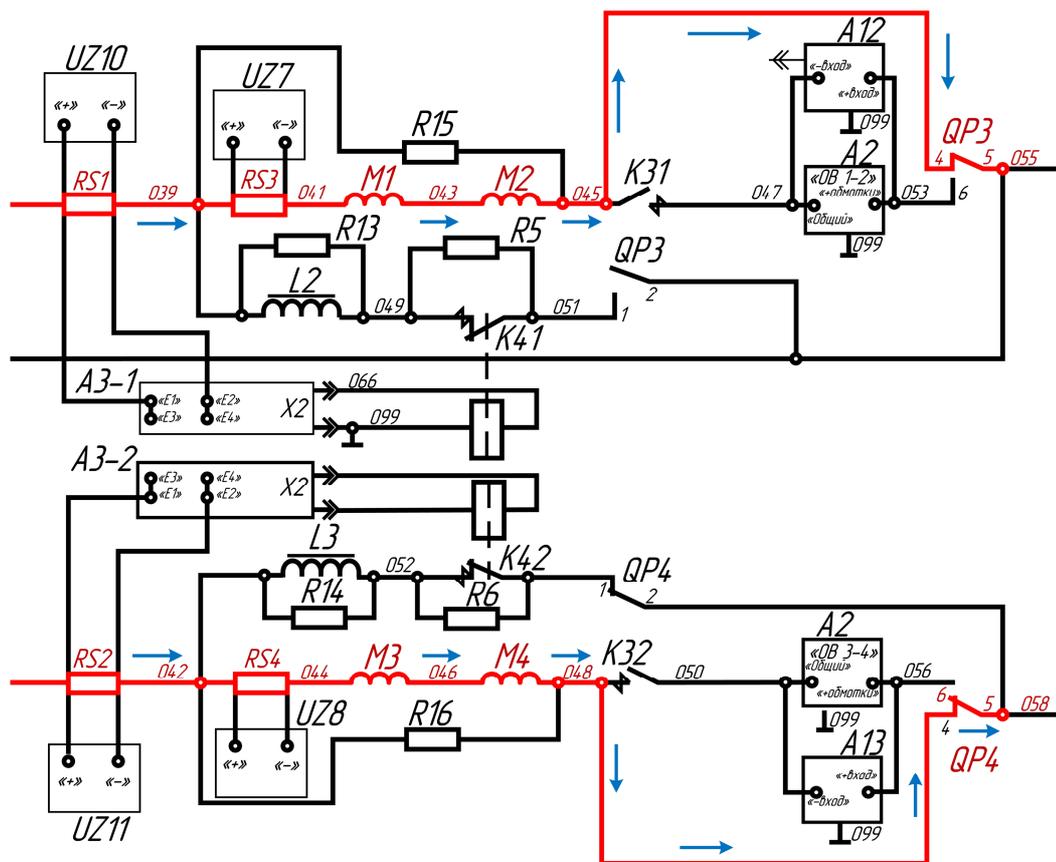


Рисунок 2.7 – Цепи протекания тока в режиме последовательного возбуждения тяговых двигателей одной секции

#### 2.1.6. Цепь формирования входного сигнала «Выбег»

При формировании входного сигнала «Выбег» от цепей управления, МПСУиД выдается запрет на сбор схемы тягового режима или режима электрического торможения, а при следовании в режиме тяги или электрического торможения, силовая схема электровоза переходит в режим выбега. Формирование входного сигнала «Выбег» осуществляется при разрыве цепи последовательно соединенных контактов различных устройств.

Непосредственно цепь «Выбег» запитывается через автоматический выключатель SF12 «Выбег» (рисунок 1.3). При постановке выключателя цепей (ВЦУ) S1 в положение «I. Блокировка включена» (рисунок 2.8), замыкаются его контакты в цепи проводов 210 – 211 (на электровозах №№ 001 – 002 в проводах 214 – 215, на электровозах №№ 003 – 106 в проводах 214 – 211).

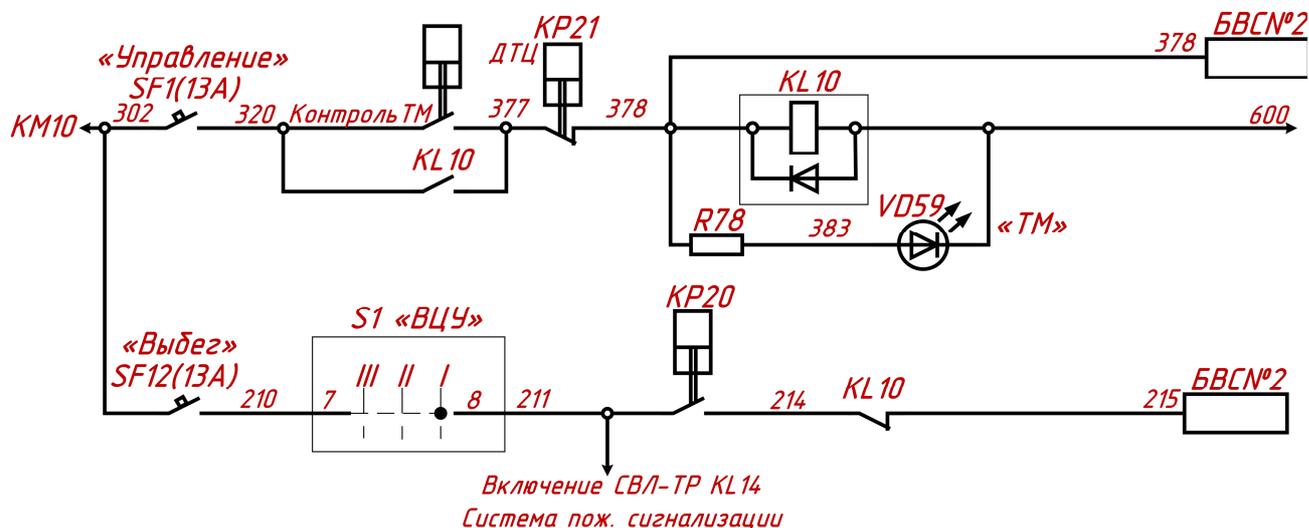


Рисунок 2.8 – Цепь формирования входного сигнала «Выбег» и питания «реле контроля ТМ» KL10

После включения ключа ЭПК KP20, образуется цепь – провод 302, АЗВ SF12 «Выбег», провод 210, замкнутые контакты 7-8 ВЦУ S1, провод 211, контакт включенного ЭПК KP20, провод 214, контакты выключенного реле KL10 «Контроль ТМ», провод 215, БВС. В МПСУид поступает сигнал «Разрешение тяги», позволяющий осуществлять сбор различных режимов ведения электровоза (рисунок 2.8).

Снятие сигнала «Разрешение тяги» и формирование входного сигнала «Выбег» в МПСУид через БВС (провод 215) происходит в следующих случаях:

- при отключении автоматического выключателя SF12 «Выбег»;
- при переводе ВЦУ из положения «I. Блокировка включена» в положение «II. Блокировка отключена» или «III. Смена кабин»;
- при выключении ключа ЭПК KP20;
- при применении экстренного торможения или при обрыве тормозной магистрали (срабатывание «Реле контроля ТМ» KL10 – разбор моторного режима);
- по требованию системы пожарной сигнализации.

При срабатывании воздухораспределителя и появлении давления в канале дополнительной разрядки срабатывает микро-выключатель ДДР KP21 замыкая контакты в цепи проводов 320 и 377, при этом образуется цепь – провод 302, АЗВ SF1 «Управление», провод 320, замкнутые контакты KP21 включенного реле ДДР, провод 377, контакты KP21 микро-выключателя ДТЦ,

замкнутые при отсутствии давления в канале тормозных цилиндров, провод 378, и далее...

- провод 378, блок БВС поступает сигнал с пульта о необходимости разбора схемы тягового режима или электрического торможения передается в МПСУ<sub>иД</sub>, а на мониторе – индикация «ТМ» на красном фоне;
- провод 378, сопротивление R78, провод 383, светодиод VD59, общий минусовой провод 600. В кабине загорается светодиод VD59 «ТМ»;
- провод 378, катушка «Реле контроля ТМ» KL10, общий минусовой провод 600. KL10 включается.

KL10 включившись производит следующие изменения с схеме:

- размыкает контакты в цепи проводов 214 и 215, блок БВС поступает сигнал с пульта о необходимости разбора схемы тягового режима передается в МПСУ<sub>иД</sub>;
- замыкается блокировка в цепи проводов 320 и 377, шунтируя контакты КР21 микро-выключателя ДДР, предотвращая обесточивание реле KL10 до срабатывания ДТЦ.

При наполнении воздухом распределителем канала тормозных цилиндров локомотива срабатывает микро-выключатель КР21 ДТЦ, который размыкая свои контакты в цепи проводов 377 и 378 – обесточивает катушку реле KL10 – пропадает сигнал по проводу 378 в БВС о срабатывании «реле контроля защиты» и замыкаются контакты реле KL10 в цепи проводов 214 и 215 (формируется цепь «выбега»).

При необходимости, входной сигнал «Выбег» можно сформировать путем нажатием на кнопку SB31 «Выбег» пульта управления электровозом.

## 2.2 Цепи управления электровозом в режиме тяги

### 2.2.1 Условия для формирования режима «Тяга»

Управление режимами работы тяговых электродвигателей (режимы «Тяга» или «Электрическое торможение») формируется при выполнении следующих условий:

- на головной секции от провода 400, через блокировку контактора КМ20 (рисунок 1.20), на электровозах до № 215 (ри.1.17) – через блокировку быстродействующего выключателя QF1, в БВС имеется сигнал о включении быстродействующего выключателя;
- на всех секциях отсутствует команда «Возврат защиты» (после отключения контактора «Возврат защиты» КМ 17 и включения контактора I ступени запуска ПСН КМ1 прошло не менее 2 секунд);
- на всех секциях от провода 439 (440) в БВС есть сигнал (рисунок 2.3) об установке реверсоров в положение «Вперед» («Назад»);
- на всех секциях от провода 375 (376) в БВС есть сигнал об установке режимных переключателей в положение «Независимое» («Последовательное»);
- на секции, с которой ведется управление, сформирован входной сигнал «Разрешение тяги» в МПСУиД («Реле контроля ТМ» KL0 без питания, ВЦУ в положение «I. Блокировка включена», ключ ЭПК КР20 включен);
- на секции, с которой ведется управление, с БСП в МПСУиД поступает сигнал о включении на пульте управления тумблера SB28 «Вентиляторы»;
- от момента последнего отключения силовой цепи тяговых двигателей по причине срабатывания БВ прошло не менее 15 секунд;
- от системы безопасности САУТ (на электровозах с № 114 от системы БЛОК) в кодовой линии связи МПСУиД отсутствует сигнал «Выключение тяги»;
- на секции, с которой ведется управления, от датчика преобразователя давления ВР5 в БС-ДД МПСУиД поступает сигнал о давлении в тормозной магистрали не менее 0,45 МПа (4,5 кгс/см<sup>2</sup>);
- при любом включенном режиме возбуждения тяговых двигателей, от преобразователя напряжения UZ1 в БС-СИ МПСУиД поступает сигнал о напряжении контактной сети в диапазоне от 2200 до 4000 В;
- при включенном режиме независимого возбуждения от всех секций с не отключенными ТЭД, МПСУиД по линии RS485 получены сигналы: о готовности от управляющих процессоров УУБК АЗ-1 и АЗ-2, о готовности СТПР от блоков связи ПСН, а также от БВС (провод 380) о включении контактора II ступени запуска ПСН КМ2 (1.13);

- при включенном режиме последовательного возбуждения тяговых двигателей и подключенном внешнем источнике питания к розеткам X21 (X22), от преобразователя напряжения UZ1 в БС-СИ МПСУиД поступает сигнал о напряжении в диапазоне от 200 до 600 В.

При невыполнении хотя бы одного из вышеперечисленных условий МПСУиД выдает запрет формирования режима «Тяга» (номер позиции и величина тока возбуждения устанавливаются равными «0»).

### 2.2.2 Управление режимом «Тяга»

Для задания номера позиций управления тяговыми двигателями при последовательном возбуждении используется джойстик пульта управления SA45 «Тяга» (рисунок 1.7), имеющий четыре нефиксированных положения: «+А», «+1», «-1» и «-А» и одно фиксированное исходное положение.

Для регулирования интенсивности силы тяги при работе тяговых двигателей в режиме независимого возбуждения используется джойстик пульта управления SA46 «Задатчик силы» (рисунок 1.7), имеющий два нефиксированных положения: «+ОВ», «-ОВ» и одно фиксированное положение.

Набор (сброс) позиций, как на независимом, так и на последовательном возбуждении тяговых двигателей, производится постановкой джойстика SA45 «Тяга» из исходного положения в положение «+1» («-1») или «+А» («-А»).

При этом БУК по команде МПСУиД замыкает или размыкает цепь питания катушек соответствующих данной позиции линейных и реостатных контакторов (таблицы 2.2, 2.3, 2.4 и 2.5).

При ручном режиме набора (сброса) позиций необходимо джойстик SA45 «Тяга» после каждой установки в положение «+1» или «-1», возвращать в исходное положение. Трогание с места всегда производится по команде «+1» джойстика SA45 «Тяга».

Для автоматического набора (сброса) позиций до первой ходовой необходимо джойстик SA45 «Тяга» переместить в положение «+А» или «-А». При обратном перемещении рукоятки джойстика SA45 «Тяга» из положения «+А» в исходное положение, команда «+1» игнорируется.

При движении на выбеге со скоростью допускающей включение ходовой позиции по команде «+1» происходит сбор силовой схемы без включения реостатных контакторов на максимально возможном соединении тяговых двигателей.

При независимом возбуждении тяговых двигателей, путем постановки джойстика SA46 «Задатчик силы» в положения «+ОВ» или «-ОВ» осуществляется задание требуемого тягового усилия и набор (сброс) позиций в автоматическом режиме, а также осуществляется переключение режимов «Тяга – Торможение». Переход на выбег, без разбора силовой схемы, производится

путем постановки джойстика SA46 «Задатчик силы» в положения «-ОВ» и заданием силы тяги равной «0». По истечению одной минуты движения в этом режиме автоматически произойдет разбор силовой схемы.

Управление электровозом в ручном режиме может производиться с маневрового пульта при помощи двух кнопок: «+1» (набор по одной позиции) и «-А» (сброса позиций в «0»).

Включение системы «Автоведение» производится вводом команды с клавиатуры монитора и подтверждением данной команды кратковременной установкой рукоятки джойстика SA45 «Тяга» в положение «+1». В данном режиме, задаваемая сила тяги и номер позиции выдаются по командное системы «Автоведение». Любая команда джойстика SA45 «Тяга» или SA46 «Задатчик силы» переводит систему «Автоведение» в режим «Советчик».

### 2.2.3 Работа вентиляторов пуска-тормозных резисторов

При следовании электровоза на позициях, как в режиме тяги, так и в режиме реостатного торможения, осуществляется принудительное охлаждение пуска-тормозных резисторов (ПТР) при помощи вентиляторов с электродвигателями постоянного тока с последовательным возбуждением М11 и М12, включенными в цепь пуска-тормозных резисторов R3 и R4.

При следовании электровоза на позициях, как в режиме тяги, так и в режиме реостатного торможения, БУК по команде МПСУиД создает цепь питания катушек контактором К5, К6, К7 и К8 двигателей вентиляторов охлаждения пуска-тормозных резисторов (ПТР) по одному из двух вариантов (таблица 2.1) в зависимости от номера позиции и токов якорей ТЭД (рисунок 2.9).

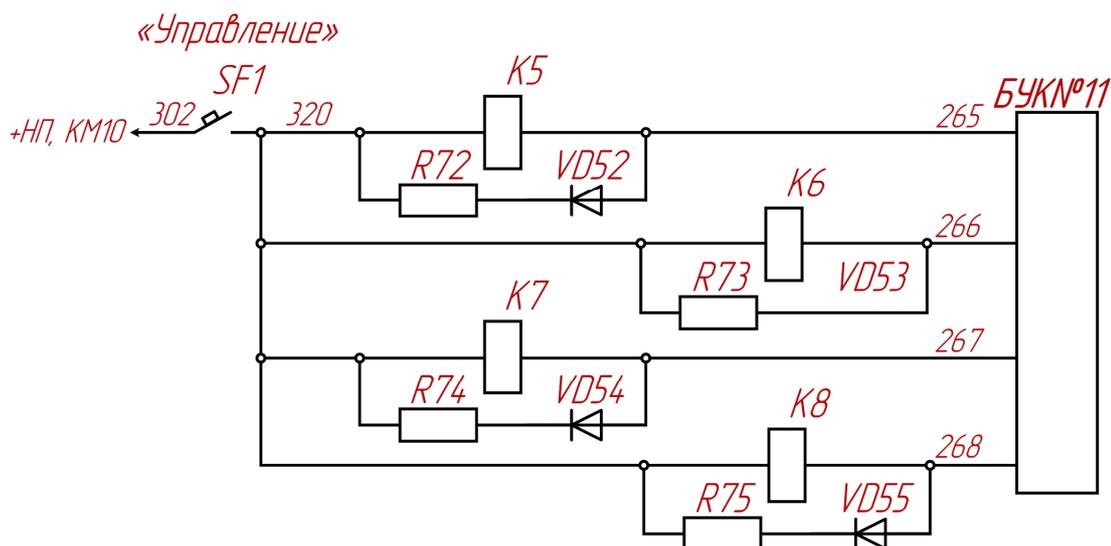


Рисунок 2.9 – Цепи управления контакторами вентиляторов охлаждения ПТР

Таблица 2.1 – Условия включения двигателей вентиляторов в зависимости от номера позиции и токов якорей ТЭД

Позиция	Вариант 1	Вариант 2
Тяговый режим		
0	Вентиляторы отключены	
1 – 19	Независимо от тока якоря	-
20 – 22	-	Независимо от тока якоря
23	Вентиляторы отключены	
24 – 38	Независимо от тока якоря	-
39 – 43	-	Независимо от тока якоря
44	Вентиляторы отключены	
45 – 57	Независимо от тока якоря	-
58, 59	$I_a > 750 \text{ A}$	$I_a < 640 \text{ A}$
59 – 64	Независимо от тока якоря	
65	Вентиляторы отключены	
Реостатное торможение С, СП		
0	Вентиляторы отключены	
1 – 16	Независимо от тока якоря	-
17 – 23	-	Независимо от тока якоря
Реостатное торможение П		
0	Вентиляторы отключены	
1 – 15	Независимо от тока якоря	-
16 – 23	-	Независимо от тока якоря

Двигатели вентиляторов М11 и М12 получают питание от напряжения, подающегося на пусковые резисторы при протекании якорного тока тяговых двигателей.

Включение двигателя вентилятора охлаждения пуско-тормозного резистора R4 (М12) в тяговом режиме производится через 1 секунду после включения двигателя вентилятора охлаждения пуско-тормозного резистора R3 (М11), за исключением режима реостатного торможения, когда их включение производится одновременно.

При первом варианте включения вентиляторов МПСУиД дает команду БУК №2 для включения контакторов К7 и К8 – при этом образуется цепь (рисунок 2.9) – провод 302, SF1 «Управление», провод 320, и далее:

- провод 320, катушка контактора К7, провод 267, БУК №2, общий минусовой провод 600;
- провод 320, катушка контактора К8, провод 268, БУК №2, общий минусовой провод 600.

Включившись контакторы К7 и К8 и электродвигатели вентиляторов подсоединены к резисторам R3 и R4 (рисунок 2.10).

При создании условий для перехода на второй вариант работы вентиляторов ПТР МПСУиД дает команду БУК№2 на включение контакторов К5 и К6, создается цепь – провод 302, SF1 «Управление», провод 320, и далее:

- провод 320, катушка контактора К5, провод 265, БУК №2, общий минусовой провод 600.
- провод 320, катушка контактора К6, провод 266, БУК №2, общий минусовой провод 600.

Включившись, контакторы К5 и К6 создают цепь электродвигатели вентиляторов подсоединены к обводу резисторов R3 и R4 (рисунок 2.10).

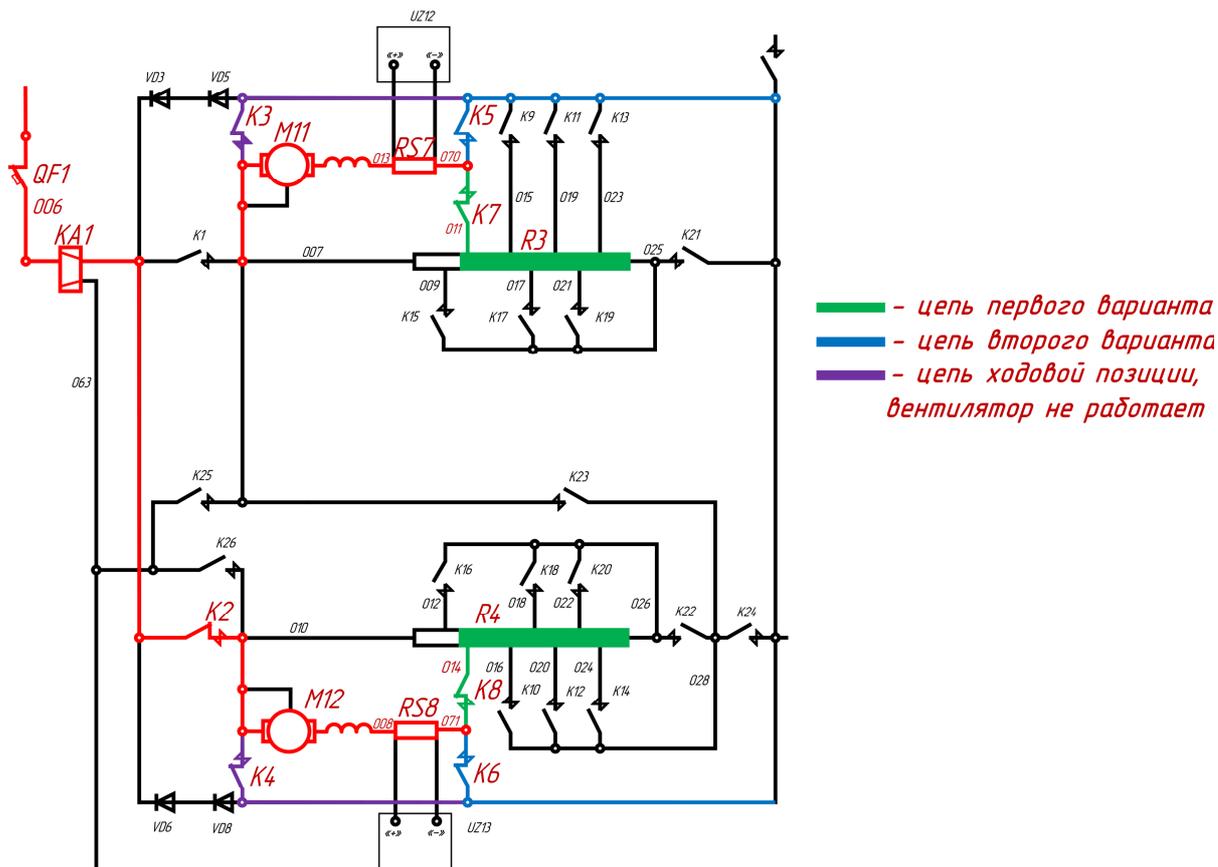


Рисунок 2.10 – Схема питания электродвигателей вентиляторов охлаждения пуско-тормозных резисторов

Переключение двигателей вентиляторов охлаждения ПТР со схемы по варианту 1 на схему по варианту 2 выполняется с задержкой не более 1,5 секунд, а переключение со схемы по варианту 2 на схему по варианту 1 – не более 0,3 секунд.

На ходовых позициях 23, 44 и 65 контакторы К3 и К4 шунтируют пуско-тормозные резисторы R3, R4 и цепи питания двигателей M11, M12.

Переключение двигателей вентиляторов со схемы по варианту 1 на схему по варианту 2 выполняется с задержкой не более двух секунд, а переключение со схемы по варианту 2 на схему по варианту 1 без задержки.

Если на реостатных позициях ток в цепях двигателей вентиляторов охлаждения ПТР любой секции в течение 1 секунды более 300 А или в течение

2 секунд более 250 А, МПСУиД вырабатывает сигнал аварийного режима с выдачей информации на монитор и производит принудительное переключение ТЭД на ходовую позицию более низкого соединения (при следовании на С соединении происходит разбор моторного режима; при следовании на СП – переход на ходовую 23 позицию С соединения; при следовании на П – переход на 44 ходовую позицию СП соединения).

В тестовом режиме (при отсутствии напряжения контактной сети) на 1 позиции включаются К7 и К8 на позициях 2 и выше К5 и К6.

#### 2.2.4 Работа привода жалюзи пуско-тормозных резисторов

Для открытого доступа охлаждающего воздуха к пуско-тормозным резисторам, одновременно с включением контакторов вентиляторов охлаждения ПТР, БЦВ дает команду БУК № 13 на создание цепи питания электропневматического вентиля привода жалюзи ПТР КР10, при этом образуется цепь (рисунок 2.11) – провод 302, АЗВ SF1 «Управление», провод 320, катушка электропневматического вентиля привода жалюзи ПТР КР10, провод 644, БУК № 13, общий минусовой провод 600.

При открытии жалюзи замыкаются последовательно включенные контакты герконов SQ4...SQ7 при этом по проводу 393 в БВС №2 поступает сигнал (рисунок 2.11). При отсутствии сигнала в МПСУиД в течении 5 секунд об открытии жалюзи, происходит разбор схемы моторного режима.

Через 2 минуты после разбора схемы тягового или тормозного режима и остановки двигателей вентиляторов охлаждения пуско-тормозных резисторов, БУК снимает питание с электропневматического вентиля привода жалюзи ПТР КР10.

Величина потока охлаждающего воздуха в модулях ПТР контролируется датчиками А27 и А28, с выдачей сигнала в БВС по проводам 470 и 471.

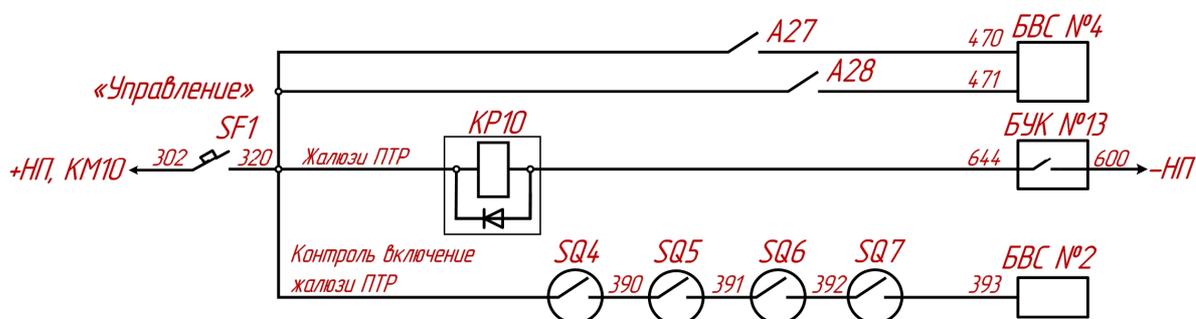


Рисунок 2.11 – Цепи управления привода жалюзи

## 2.2.5 Цепи управления линейными и реостатными контакторами

На электровозе 2ЭС6 управление моторным режимом и электрическим торможением производится по средствам включения (выключения) линейных и реостатных контакторов:

- линейные контактора – К27...К40;
- реостатные контактора – К1...К4, К9...К26;
- контактора управления вентиляторами ПТР – К5...К8.

При задании позиции не равной «0» и наличии всех условий для формирования режима «Тяга», БУК по команде МПСУиД создает цепь питания катушек линейных и реостатных контакторов. Питание катушек реостатных контакторов К1 – К4 и К9 – К24 на электровозах до № 434 осуществляется по проводу 320 через автоматический выключатель «Управление», а катушек линейных контакторов К25 – К40 – по проводу 400 через автоматический выключатель SF4 «Управление силовыми цепями», через блокировочный контакт быстродействующего выключателя QF1 (на электровозах с № 216 – через блокировочный контакт контактора КМ20) (рисунок 2.12). На электровозах с № 435 питание катушек реостатных контакторов блоков аппаратов № 1 и № 2 разделено – катушки реостатных контакторов блока аппаратов № 1 получают питание по проводу 320 от автоматического выключателя SF1 «Управление», а блока аппаратов № 2 – по проводу 358 от автоматического выключателя SF40 «Защита цепей управления» (рисунок 2.13). Включение реостатных контакторов на секции со всеми отключенными тяговыми двигателями не производится.

При включенных линейных и реостатных контакторах МПСУиД производится контроль аварийных режимов в силовой цепи тяговых двигателей у всех секций с не отключенными ТЭД. «Аварийный режим в цепи ТЭД» устанавливается, если:

- на время более 0,4 секунды пропадают сигналы правильного положения реверсивных (в проводах 439 или 440) и режимных (в проводах 375 или 376) переключателей (рисунок 2.3);
- на время более 0,4 секунды пропадает сигнал включенного положения БВ (в проводе 400, рисунок 1.11);
- на позициях с 1 по 44 на время более 1,8 секунды пропадает сигнал о включении контактора К30 (в проводе 414, рисунок 2.12), шунтирующего переходные диоды СП-П VD18 – VD26;
- на позициях с 1 по 23 на время более 1,8 секунды пропадает сигнал о включении контактора К36 (в проводе 417 рисунок 2.12) шунтирующего переходные диоды С-СП VD9 – VD17;
- в течение 0,2 секунды ток якоря любого тягового двигателя менее 135 А или более 800 А;

- при независимом возбуждении тяговых двигателей, разница токов якорей параллельных ветвей одной секции в течение 0,8 секунды больше 180 А (при отсутствии боксования колесных пар) или 360 А (при боксовании колесных пар);
- при независимом возбуждении тяговых двигателей в течение 0,8 секунды отклонение токов возбуждения от заданного превышает 75 А;
- при независимом возбуждении тяговых двигателей в течение 0,8 секунды отклонение ЭДС тяговых двигателей секции от расчетной превышает 1200 В.

При задании номера позиции равного «0», БУК по команде МПСУиД создает цепь питания катушек линейных и реостатных контакторов тяговых двигателей (переход в режим «Выбег»). Автоматическое выключение линейных и реостатных контакторов и переход в режим «Выбег» происходит, если:

- выявлен «Аварийный режим в цепи ТЭД»;
- у ведущей секции отсутствует цепь формирования входного сигнала «Выбег» (провод 215, рисунок 2.4);
- от системы безопасности САУТ (на электровозах с № 114 от системы БЛОК) в кодовую линию связи МПСУиД поступил сигнал «Выключение тяги»;
- в течение 0,5 секунды напряжение контактной сети не находится в диапазоне от 2200 до 4000 В при независимом возбуждении тяговых двигателей, в диапазоне от 2200 до 4000В при последовательном возбуждении тяговых двигателей, и в диапазоне от 200 до 600 В при последовательном возбуждении тяговых двигателей и питании от внешнего источника;

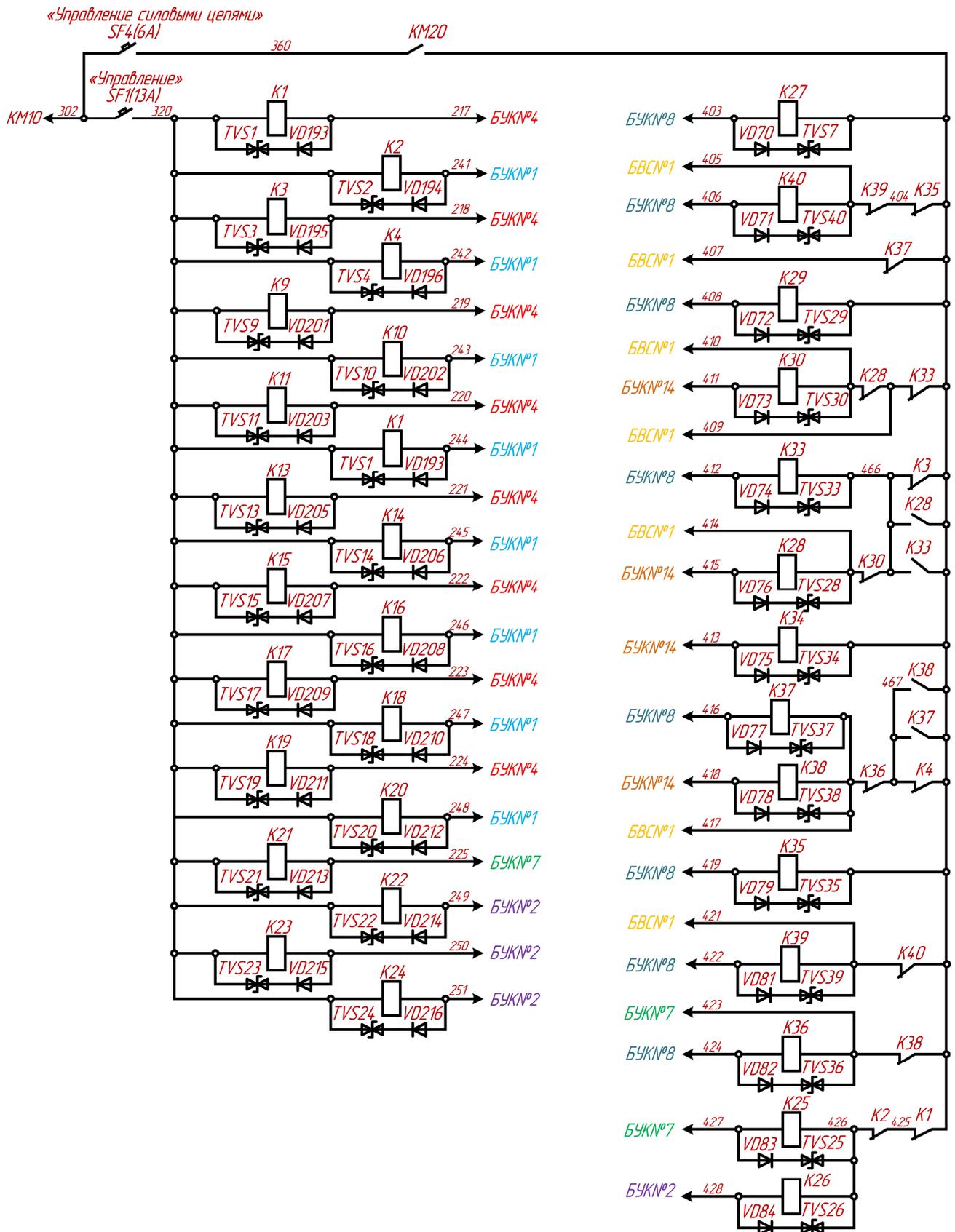


Рисунок 2.12 – Цепи управления линейными и реостатными контакторами (на электровозах до № 434)

- в течение 1 секунды в МПСУиД по линии связи RS485 от любой секции с не отключенными ТЭД 1-2 отсутствует сигнал готовности от управляющих процессоров УУБК-1 (А3-1) или от любой секции с не отключенными ТЭД

3-4 отсутствует сигнал готовности от управляющих процессоров УУБК-2 (А3-2);

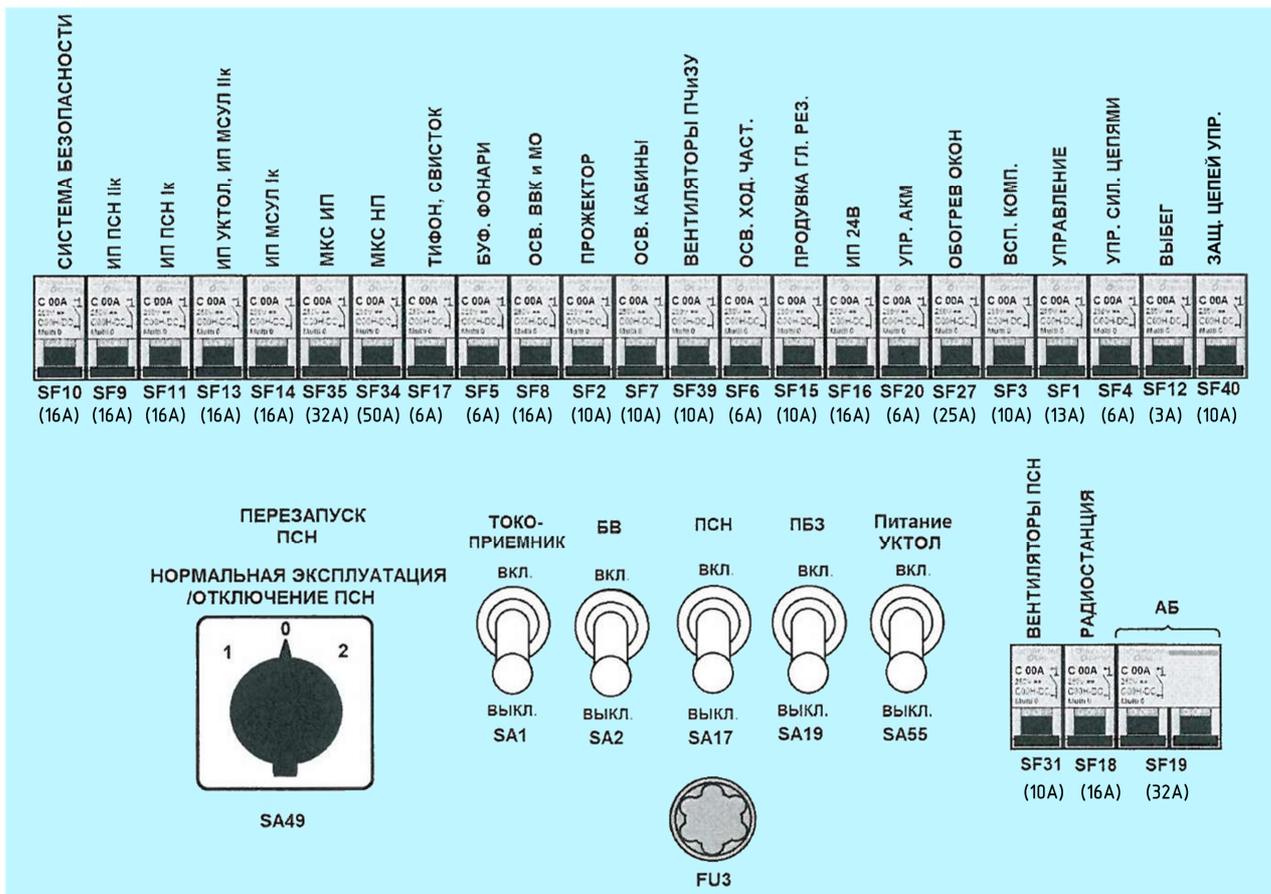


Рисунок 2.13 – Панели автоматических выключателей на шкафу блока аппаратов № 4 (шкаф МПСУиД)

- в течение 0,2 секунды в МПСУиД по линии связи RS485 ПСН от любой секции с не отключенными ТЭД отсутствует сигнал о готовности СТТР от блоков связи ПСН;
- в течение 5 секунд от тех секций отсутствует сигнал об открытом положении жалюзи ПТР (провод 393, рисунок 2.11);
- в течение 0,3 секунды от датчика преобразователя давления ВР5 в БС-ДД МПСУиД поступает сигнал о давлении в тормозной магистрали менее 0,27 Мпа (рисунок 2.14);
- При наличии хотя бы одного из вышеперечисленных условий, МПСУиД выдает в БУК команду на выключение части реостатных контакторов для ввода в цепь пусковых резисторов, а далее – на выключение всех остальных контакторов.

Принудительное переключение линейных и реостатных контакторов и переход на ходовую позицию низшего соединения или уменьшения заданной силы тяги на 50 %, БУК по команде МПСУиД производит если:



- ступенчатым изменением сопротивления пусковых резисторов R3 и R4. Переключение силовых цепей пусковых резисторов производится с помощью реостатных контакторов (K1 – K4, K9 – K24);
- изменением величины тока возбуждения тяговых двигателей. Регулирование тока возбуждения (магнитного потока) тяговых электродвигателей осуществляется статическими преобразователями напряжения (СТПР-1000), входящими в состав преобразователя собственных нужд (ПСН) и управляемых микропроцессорной системой управления и диагностики (МПСУиД);
- изменением схемы соединения групп тяговых двигателей. Переключение тяговых двигателей при переходе с одного соединения на другое производится с помощью линейных контакторов (K27 – K30, K33 – K40).

Все включения реостатных и линейных контакторов осуществляет МПСУиД через блоки управления контакторами (БУК-3), входящими в ее состав.

Линейные контакторы K27 – K30 и K33 – K40 обеспечивают три вида соединения тяговых электродвигателей всех секций электровоза:

С – последовательное соединение;

СП – последовательно-параллельное соединение;

П – параллельное соединение.

Алгоритм МПСУиД обеспечивает включение линейных контакторов K27 – K40 в соответствии с данными таблицы 2.2.

Переключателями SA28 – SA31 «Отключение тяговых двигателей» (рисунок 2.1), расположенными на пульте машиниста, производится изменение алгоритма включения линейных контакторов и отключение неисправных тяговых электродвигателей.

Для предотвращения разрыва силовой цепи при переключениях контакторов и переходе с одного соединения тяговых двигателей на другое, применены разделительные диоды VD9 – VD17 и VD18 – VD26.

Электровоз имеет 65 позиций включения реостатных контакторов в тяговом режиме, из которых 23, 44 и 65 являются ходовыми (безреостатными). На этих позициях пусковые резисторы R3 и R4 полностью шунтируются реостатными контакторами, а вентиляторы охлаждения модулей пуско-тормозных резисторов (ПТР) отключаются. Последовательность включения реостатных контакторов при различных соединениях тяговых электродвигателей приведена в таблицах 2.3 – 2.5.

На ходовых позициях (23, 44, 65) при независимом возбуждении тяговых двигателей, возможно регулирование скорости управлением величины тока возбуждения тяговых двигателей. Реакторы L2 и L3 включены одновременно в контуры обмоток возбуждения и цепь якорей двигателей, что обеспечивает для управления тягового двигателя динамическую обратную связь по току возбуждения.

Таблица 2.2 – Порядок включения линейных контакторов

Соединение	Режим работы	K27	K28	K29	K30	K31	K32	K33	K34	K35	K36	K37	K38	K39	K40
«С»	Головная, включены все двигатели	+	-	+	+	+	+	-	+	-	+	-	-	+	-
	Головная, отключены двигатели 1, 2	-	+	-	-	-	+	-	+	-	+	-	-	+	-
	Головная, отключены двигатели 3, 4	+	-	-	-	+	-	+	-	-	+	-	-	+	-
	Прицепная (бустерная), включены все двигатели	+	-	+	+	+	+	-	+	-	+	-	-	-	+
	Прицепная (бустерная), отключены двигатели 1, 2	-	+	-	-	-	+	-	+	-	+	-	-	-	+
	Прицепная (бустерная), отключены двигатели 3, 4	+	-	-	-	+	-	+	-	-	+	-	-	-	+
	Прицепная (бустерная), отключены все двигатели	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-
«СП»	Для всех секций, включены все двигатели	+	-	+	+	+	+	-	+	-	-	+	+	-	-
	Для секции при наличии отключенных двигателей	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
«П»	Для всех секций, включены все двигатели	+	+	-	-	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-
	Для секции, при отключении двигателей 1,2	-	+	-	-	-	+	-	+	-	-	-	+	-	-
	Для секции, при отключении двигателей 3, 4	+	-	-	-	+	-	+	-	-	-	+	-	-	-

Регулирование тока возбуждения осуществляется по закону:

$$I_B = I_{B0} + k \cdot I_{Я},$$

где:  $I_{B0}$  – задание минимального тока возбуждения, установленное системой управления;

$k$  – коэффициент компаундирования обратной связи по току якоря;

$I_{Я}$  – ток якоря группы тяговых двигателей.

Такой закон регулирования предоставляет возможность изменять жесткость тяговых характеристик электровоза в процессе движения поезда в зависимости от условий сцепления и уровня нагрузки.

### 2.3 С соединение моторного режима независимого возбуждения

На С соединении моторного режима в качестве рабочих используются пуско-тормозные резисторы секции выбранной машинистом «Головной», для чего машинист переключает тумблер SA32 (рисунок 2.1) в положение головная, для определения ведущей секции «Головной» или в положение «Прицепная» (определение ведомой секции «Головной»). При формировании сигнала на сбор моторного режима С соединения тяговых двигателей с независимым возбуждением, БЦВ дает команду БУК на создание цепей питания реостатных и линейных контакторов (рисунок 2.12):

- «Головной» секции:
  - ✓ БУК №1 – реостатные контактора K2;
  - ✓ БУК №2 – реостатные контактора K22, K23;
  - ✓ БУК №7 – реостатный контактор K21;
  - ✓ БУК №8 – линейные контактора K27, K31, K29, K36, K39;
  - ✓ БУК №14 – линейные контактора K30, K32, K34;
- «Прицепная» секция:
  - ✓ БУК №8 – линейные контактора K40, K27, K31, K29, K36;
  - ✓ БУК №14 – линейные контактора K30, K32, K34.

После включения реостатных и линейных контакторов собирается цепь С соединения моторного режима с полностью введенными пуско-тормозными сопротивлениями (20,296 Ом) секции определенной как «Головная», через БВ QF1 этой же секции.

Образуется цепь (рисунок 2.15) – «Головная» секция токоприемник XA1, шина 001, помехоподавляющий дроссель L1, крышевой разъединитель QS1, быстродействующий выключатель QF1, «окно» диффреле KA1, реостатный контактор K2, ПТР R4, реостатный контактор K22, реостатный контактор K23, ПТР R3, реостатный контактор K21, линейный контактор K27, контакты 1-2 реверсора QP1, обмотка якоря ТЭД М1, обмотка якоря ТЭД М2, контакты 5-6 реверсора QP1, шунт системы измерения RS1, катушка реактора L2, контакты быстродействующего контактора K41, контакты 1-2 режимного переключателя QP3, линейный контактор K30, линейный контактор K29, контакты 10-11 реверсора QP2, обмотка якоря ТЭД М3, обмотка якоря ТЭД М4, контакты 8-9 реверсора QP2, шунт системы измерения RS2, катушка реактора L3, контакты быстродействующего контактора K42, контакты 10-8 режимного переключателя QP4, линейный контактор K34, линейный контактор K36, междукузовной разъем X4, междукузовное соединение, разъем X3 «Прицепной» секции, пластина на панели XB1, линейный контактор K40, линейный контактор K27, контакты 4-6 реверсора QP1, обмотка якоря ТЭД М2, обмотка якоря ТЭД М3, контакты 3-2 реверсора QP1, шунт системы измерения RS1, катушка реактора L2, контакты быстродействующего контактора K41, контакты

1-2 режимного переключателя QP3, линейный контактор K30, линейный контактор K29, контакты 7-8 реверсора QP2, обмотка якоря ТЭД М4, обмотка якоря ТЭД М3, контакты 11-12 реверсора QP2, шунт системы измерения RS2, катушка реактора L3, контакты быстродействующего контактора K42, контакты 10-8 режимного переключателя QP4, линейный контактор K34, линейный контактор K36, межкузовной разъем X4, межкузовное соединение, разъем X3 «Головной» секции, пластина на панели XB1, линейный контактор K39, «окно» диффреле КА1, токоотводящие устройства XA2...XA5, колесные пары, минусовая рельсовая цепь.

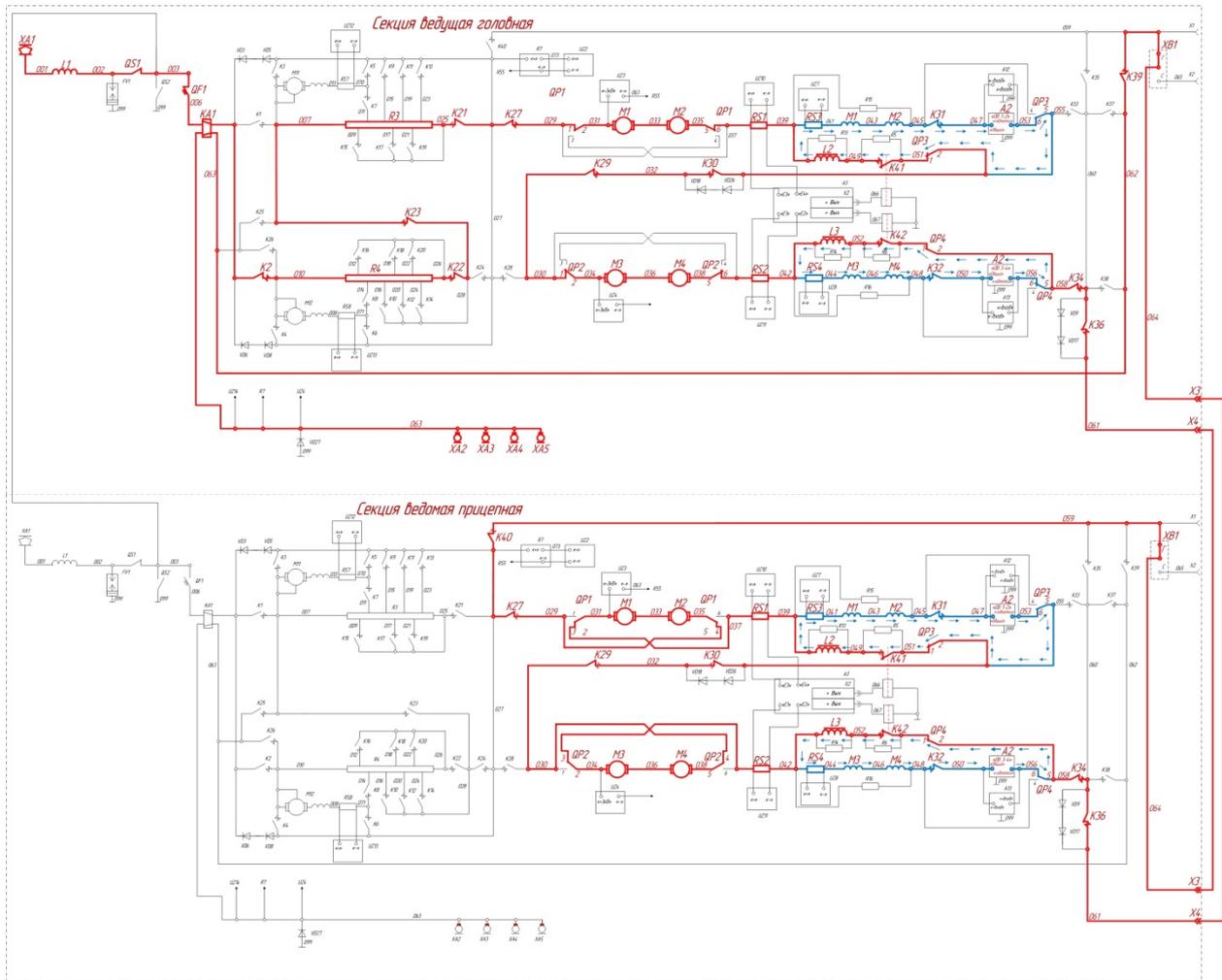


Рисунок 2.15 – Цепь первой позиции С соединения, независимого возбуждения ТЭД

Электрическая цепь обмоток возбуждения ТЭД описан в пункте 2.1.5. При переходе на последующие позиции происходит включение выключение реостатных контакторов (согласно таблицы 2.3) с уменьшением величины сопротивления ПТР. Схема электрической цепи на 23 ходовой позиции (рисунок 2.16). Установлено следующее предельное время работы на каждой реостатной позиции:

- 20 секунд – позиции 1...15;
- 30 секунд – позиции 16...22.

Таблица 2.2 – Последовательность включения реостатных контакторов с 1 по 23 позиции последовательного соединения («С») тяговых электродвигателей

Номер поз	R пуск, Ом	K1	K2	K3	K4	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15	K16	K17	K18	K19	K20	K21	K22	K23	K24
1	20,296	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-
2	14,298	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+	+	+	-
3	10,980	-	+	-	-	+	-	+	+	+	-	-	-	+	-	+	-	-	+	+	-
4	8,3995	-	+	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	-	+	+	-
5	6,6169	-	+	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	+	-
6	5,9995	-	+	-	-	+	-	-	+	-	+	-	-	+	+	-	+	-	-	+	-
7	5,1594	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	+	+	-	-	-	+	+	-
8	4,5860	-	+	-	-	+	-	+	-	-	-	+	-	+	+	-	-	-	+	+	-
9	3,9000	-	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
10	3,4949	-	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-
11	2,8895	-	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	+	-
12	2,3241	-	+	-	-	+	+	-	+	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	+	-
13	2,0027	-	+	-	-	+	+	-	+	-	-	+	+	-	+	+	-	-	-	+	-
14	1,5835	-	+	-	-	+	+	-	+	-	-	+	+	+	+	+	-	-	-	+	-
15	1,3862	-	+	-	-	+	+	-	+	-	-	+	+	+	+	-	+	-	-	+	-
16	1,0794	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-
17	0,9722	+	+	-	-	+	-	-	-	-	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	+
18	0,7106	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	+
19	0,5372	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+
20	0,3435	+	+	-	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+
21	0,2388	+	+	-	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+
22	0,1037	+	+	-	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+
23	0,0	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	-	+	+	+	+	-	+	+	-

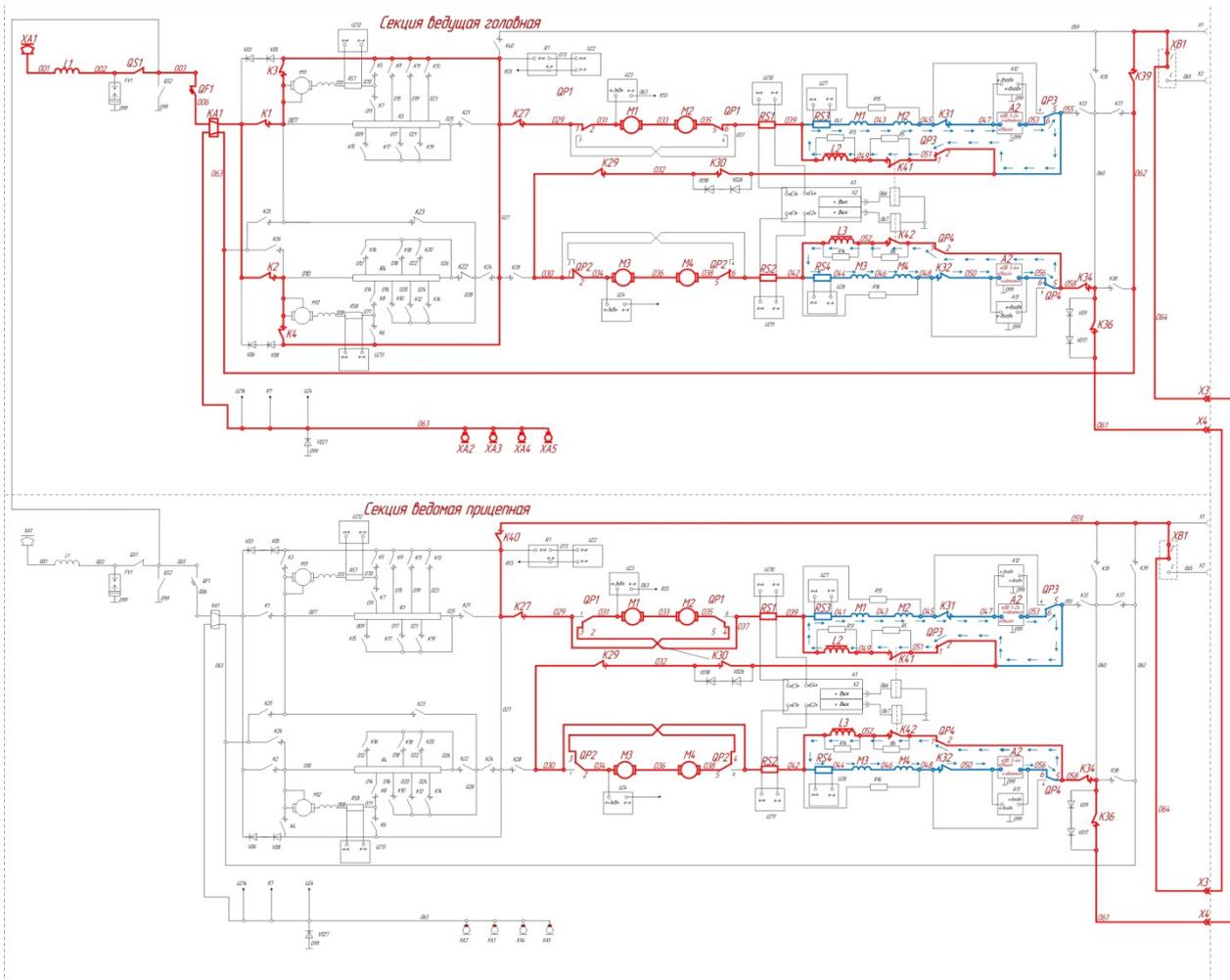


Рисунок 2.16 – Цепь 23 позиции С соединения, независимого возбуждения ТЭД

## 2.4 СП соединение моторного режима независимого возбуждения

Переход с С соединения на СП осуществляется переводом джойстика SA45 «Тяга» в положение «+». Переход С-СП возможен при токе якоря ТЭД менее 650 А.

МПСУиД при создании условий для перехода на СП соединение дает команду БУК на изменение силовых цепей ТЭД в следующей последовательности в три этапа.

### 1 этап

#### – В «Головной» секции

- ✓ БУК №1 выключает реостатные контактора K4, K10, K20;
- ✓ БУК №4 выключает реостатные контактора K1, K3, K11, K15, K17, K19.
- ✓ Остаются включенными реостатные контактора K2, K9, K18, K22, K23.

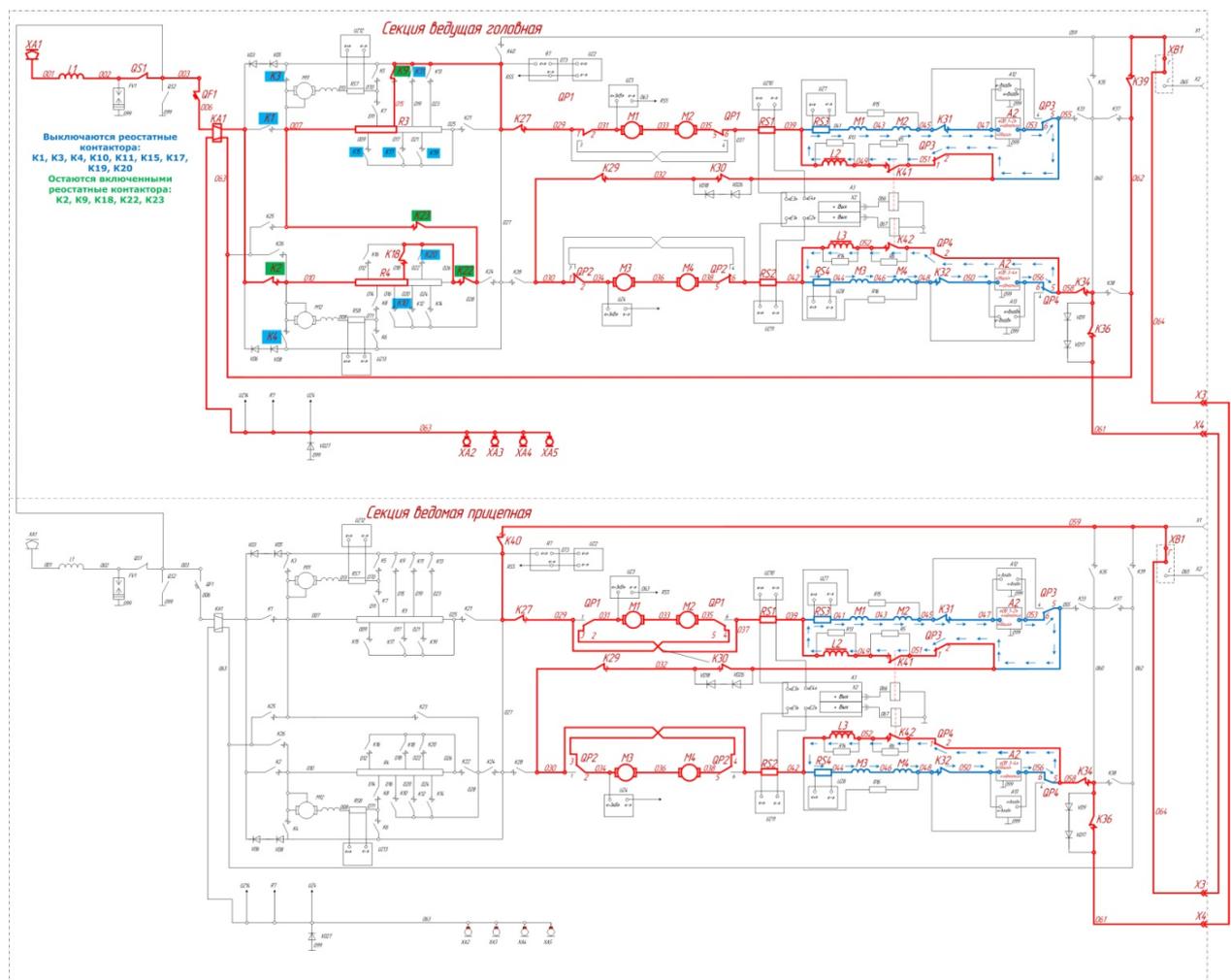


Рисунок 2.17 – Изменения силовой цепи на первом этапе перехода с последовательного соединения тяговых двигателей на последовательно-параллельное

## 2 Этап

### – В «Прицепной» секции

- ✓ БУК №1 включает реостатные контактора К2, К18;
- ✓ БУК №2 включает реостатные контактора К22, К23;
- ✓ БУК №4 включает реостатный контактор К9.

### – В обеих секциях

- ✓ БУК №8 выключает линейные контактора К36, в цепь ТЭД вводятся переходные диоды VD7.

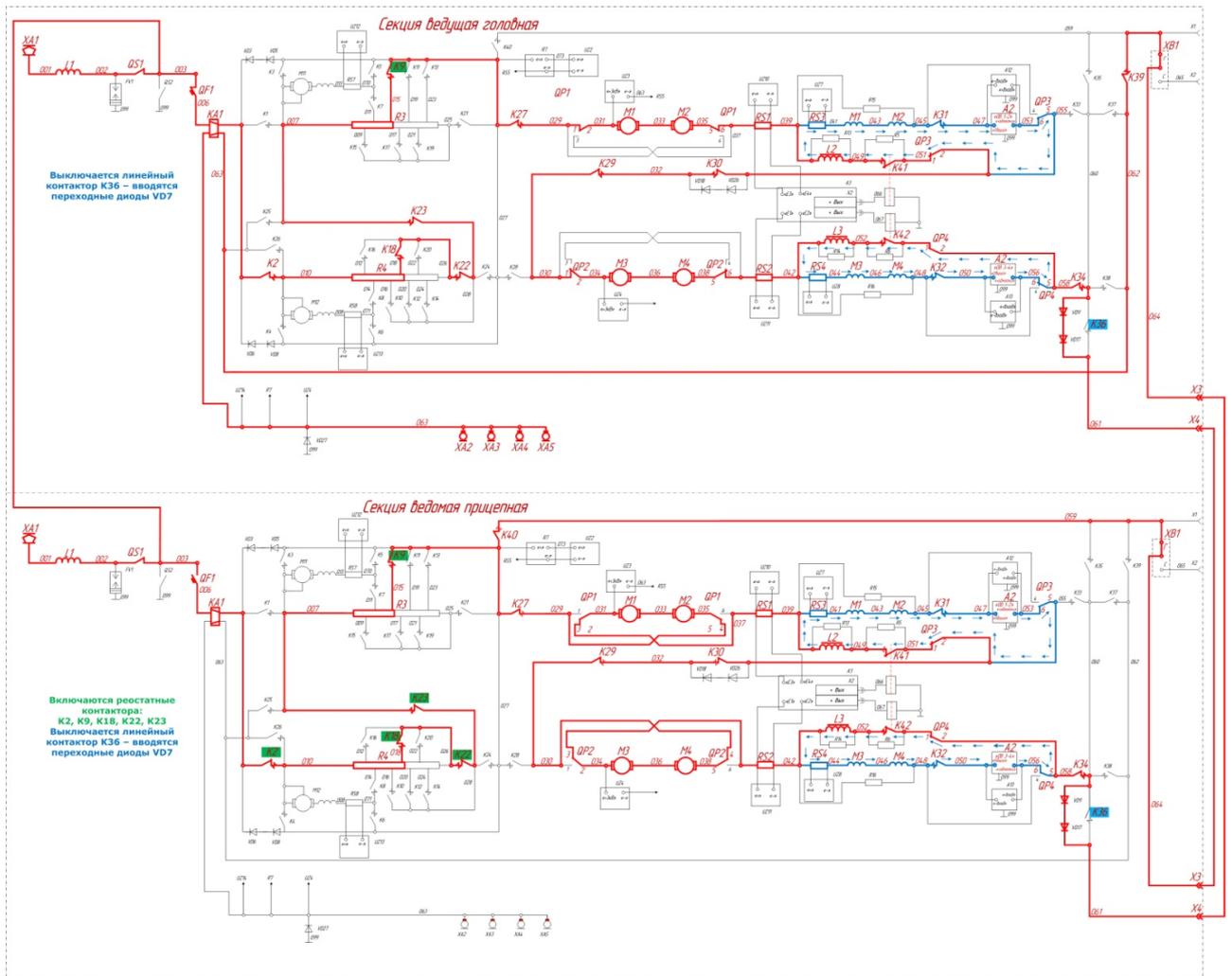


Рисунок 2.18 – Изменения силовой цепи на втором этапе перехода с последовательного соединения тяговых двигателей на последовательно-параллельное

## 3 этап

### – На всех секциях

- ✓ БУК №8 включает линейный контактор К37;
- ✓ БУК №14 включает линейный контактор К38.

### – Каждая секция подключается к своей минусовой цепи:

- ✓ на «Головной» секции БУК №8 выключает линейный контактор К39;

✓ на «Прицепной» секции выключает линейный контактор K40.

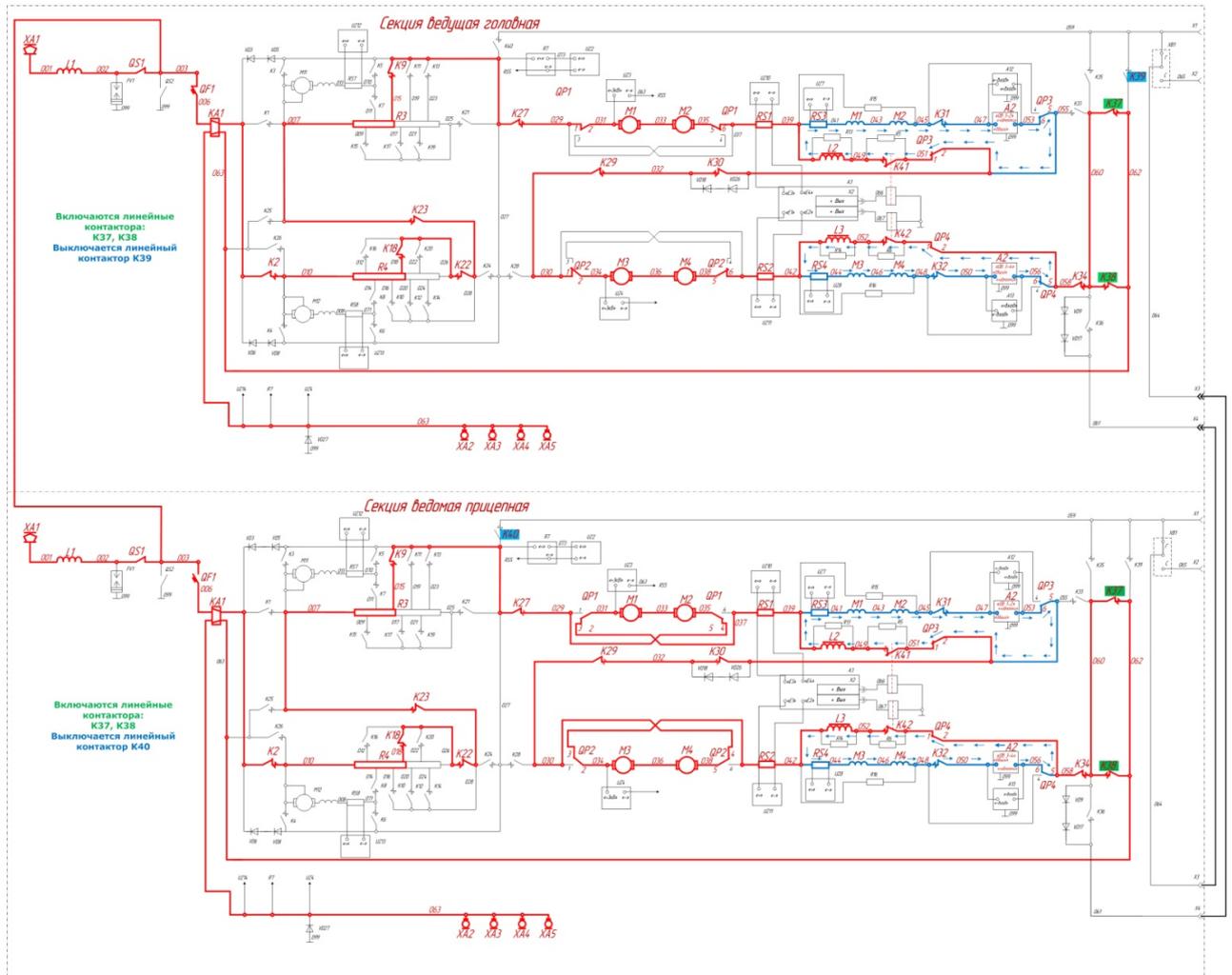


Рисунок 2.19 – Изменения силовой цепи на третьем этапе перехода с последовательного соединения тяговых двигателей на последовательно-параллельное

В результате изменения силовых электрических цепей образуются две параллельные цепи через быстродействующие выключатели QF1, с введенными пуско-тормозными сопротивлениями общей величиной 5,9 Ом.

Образуются две параллельные цепи:

– в ведущей секции – токоприемник XA1, помехоподавляющий дроссель L1, разъединитель QS1, быстродействующий выключатель QF1, «окно» диффреле KA1, реостатный контактор K2, часть ПТР R4, реостатный контактор K18, реостатный контактор K22, реостатный контактор K23, часть ПТР R3, реостатный контактор K9, линейный контактор K27, контакты 1-2 реверсора QP1, обмотка якоря ТЭД M1, обмотка якоря ТЭД M2, контакты 5-6 реверсора QP1, шунт системы измерения RS1, катушка реактора L2, контакты быстродействующего контактора K41, контакты 1-2 режимного переключателя QP3, линейный контактор K30, линейный контактор K29, контакты 10-11 реверсора QP2, обмотка якоря ТЭД M3, обмотка якоря ТЭД M4, контакты 8-9 реверсора QP2, шунт системы измерения RS2, катушка реактора L3, контакты

быстродействующего контактора К42, контакты 10-8 режимного переключателя QP4, линейный контактор К34, параллельно включенные линейные контактора К37 и К38, «окно» диффреле КА1, токоотводящие устройства ХА2 – ХА5, колесные пары, минусовая рельсовая цепь.

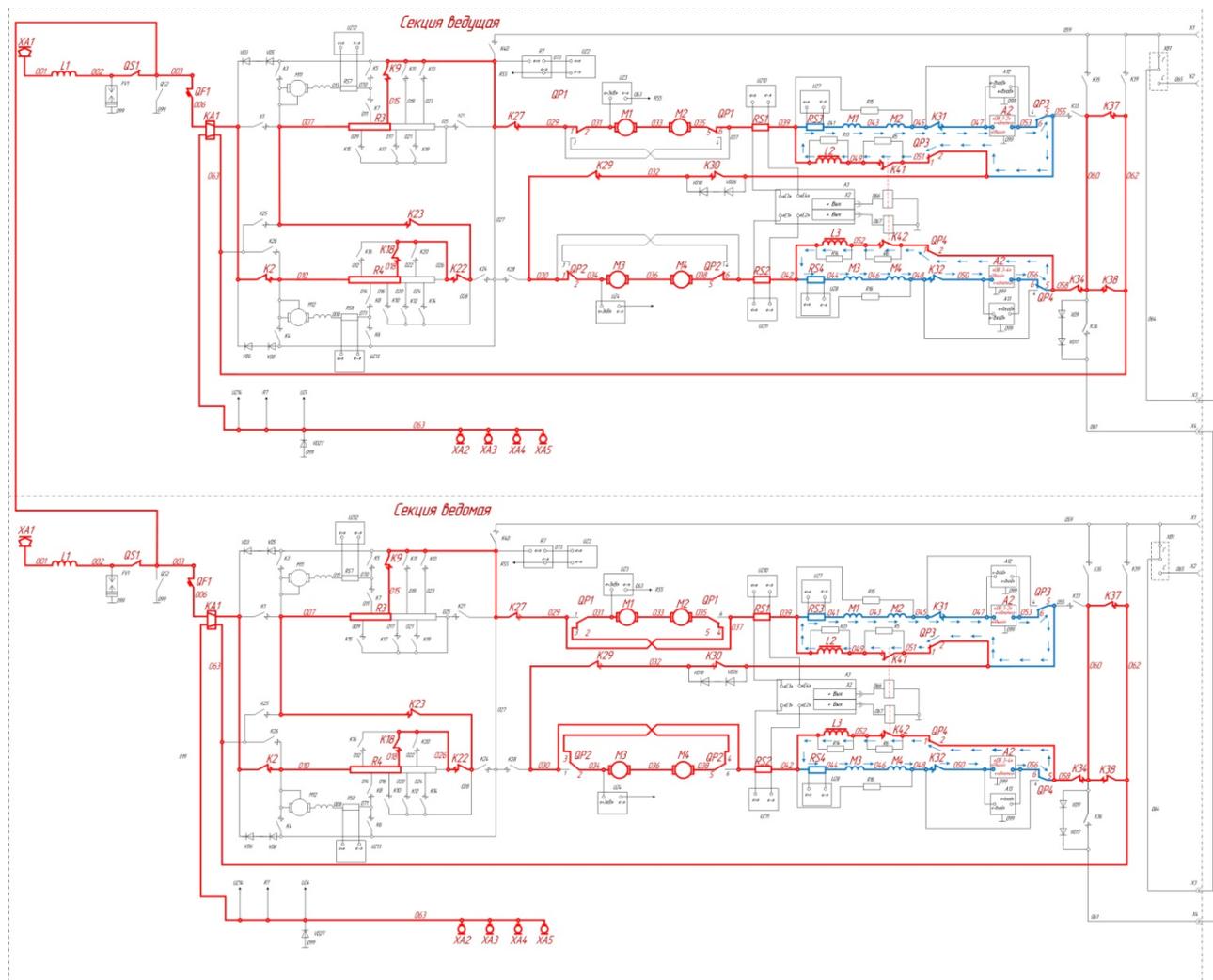


Рисунок 2.20 – Цепь 24 позиции СП соединения, независимого возбуждения ТЭД

– в ведомой секции образуется цепь – токоприемник ХА1, помехоподавляющий дроссель L1, разъединитель QS1, быстродействующий выключатель QF1, «окно» диффреле КА1, реостатный контактор К2, часть ПТР R4, реостатный контактор К18, реостатный контактор К22, реостатный контактор К23, часть ПТР R3, реостатный контактор К9, линейный контактор К27→ контакты 4-6 реверсора QP1, обмотка якоря ТЭД М2, обмотка якоря ТЭД М3, контакты 3-2 реверсора QP1, шунт системы измерения RS1, катушка реактора L2, контакты быстродействующего контактора К41, контакты 1-2 режимного переключателя QP3, линейный контактор К30, линейный контактор К29, контакты 7-8 реверсора QP2, обмотка якоря ТЭД М4, обмотка якоря ТЭД М3, контакты 11-12 реверсора QP2, шунт системы измерения RS2, катушка реактора L3, контакты быстродействующего контактора К42, контакты 10-8

режимного переключателя QR4, линейный контактор К34, параллельно включенные линейные контактора К37 и К38, «окно» дифреле КА1, токоотводящие устройства ХА2...ХА5, колесные пары, минусовая рельсовая цепь.

При переходе на последующие позиции происходит включение выключение реостатных контакторов (согласно таблицы 2.4) с уменьшением величины сопротивления ПТР. Схема электрической цепи на 44 ходовой позиции. Установлено следующее предельное время работы на каждой реостатной позиции не более 30 секунд.

Таблица 2.4 – Последовательность включения реостатных контакторов с 24 по 44 позиции последовательно-параллельного соединения («СП») тяговых электродвигателей

Номер поз.	R пуск, Ом	K1	K2	K3	K4	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15	K16	K17	K18	K19	K20	K21	K22	K23	K24
24	5,9000	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	+	-
25	5,1594	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	+	+	-	-	-	+	+	-
26	4,5860	-	+	-	-	+	-	+	-	-	-	+	-	+	+	-	-	-	+	+	-
27	3,9000	-	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
28	3,5970	-	+	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-
29	3,1485	-	+	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-	+	-
30	2,7293	-	+	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+	+	-	-	+	-	-	+	-
31	2,1489	-	+	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	-	+	-
32	1,8238	-	+	-	-	+	+	-	+	-	-	+	+	-	+	-	+	-	-	+	-
33	1,5170	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
34	1,3185	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	+
35	1,1278	+	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	+	-	-	-	+
36	0,9707	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
37	0,7960	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+
38	0,6525	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+	+	-	-	+	-	-	-	+
39	0,5372	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+
40	0,3947	+	+	-	-	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	-	-	+	-	-	+
41	0,2861	+	+	-	-	-	+	-	+	-	-	-	+	+	+	-	+	+	-	-	+
42	0,1910	+	+	-	-	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	-	+	-	-	-	+
43	0,1037	+	+	-	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+
44	0,0	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+

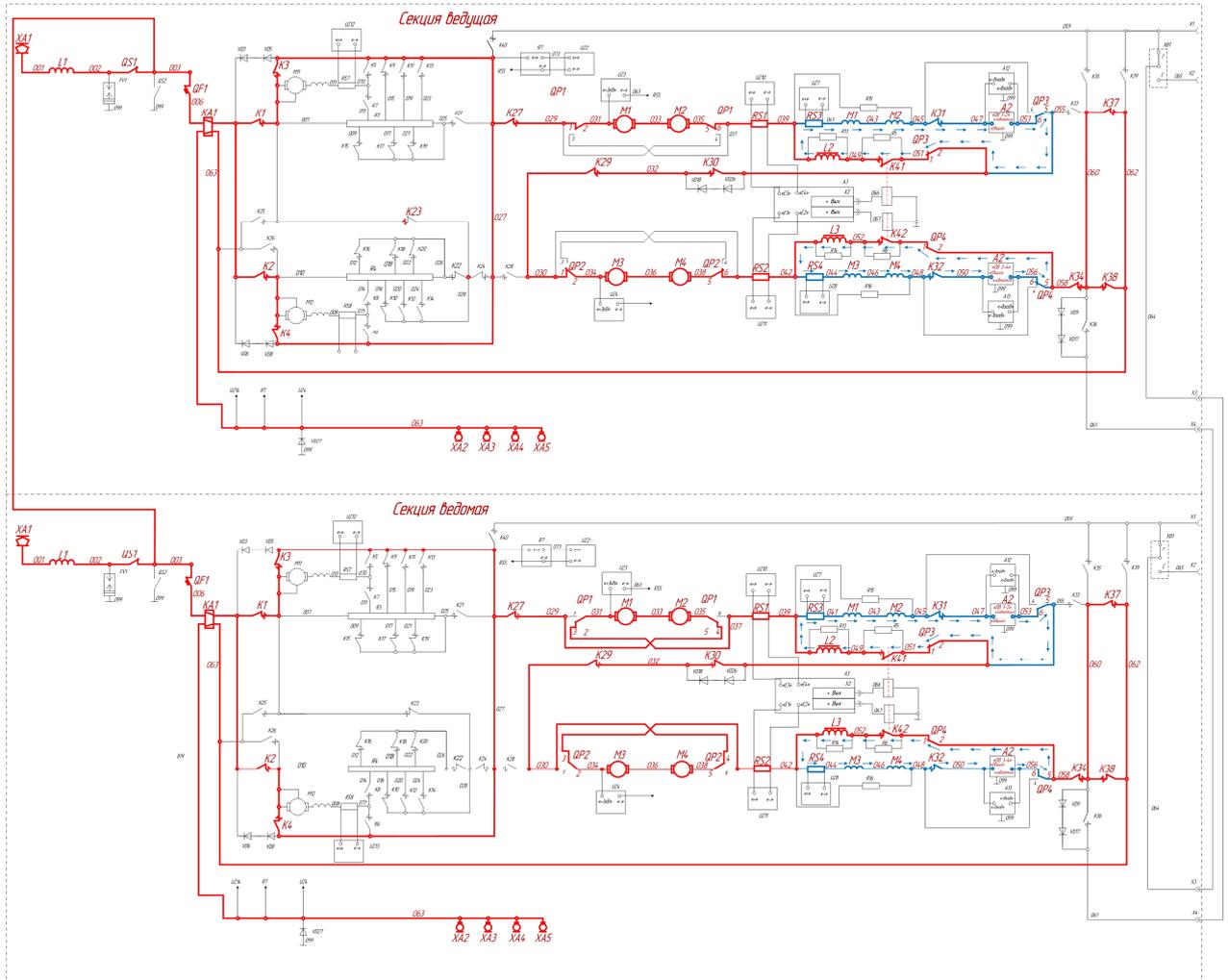


Рисунок 2.21 – Цепь 44 (ходовой) позиции СП соединения, независимого возбуждения ТЭД

## 2.5 П соединение моторного режима независимого возбуждения

Переход с СП соединения на параллельное соединение осуществляется переводом джойстика SA45 «Тяга» в положение «+». Переход СП-П возможен при токе якоря ТЭД менее 570 А, дополнительно если скорость более 37 км/ч в течении 30 секунд или более 43 км/ч.

МПСУиД при создании условий для перехода на П соединение дает команду БУК на изменение силовых цепей ТЭД в следующей последовательности в два этапа.

### 1 этап

*На всех секциях:*

- БУК №1 выключает реостатные контактора К4, К10, К16, К20;
- БУК №4 выключает реостатные контактора К3, К9, К11, К15, К19;
- БУК №2 выключает реостатный контактор К23;
- БУК №7 включает реостатный контактор К21;
- Включенными остаются реостатные контактора К1, К2, К17, К18, К21, К22, К24.

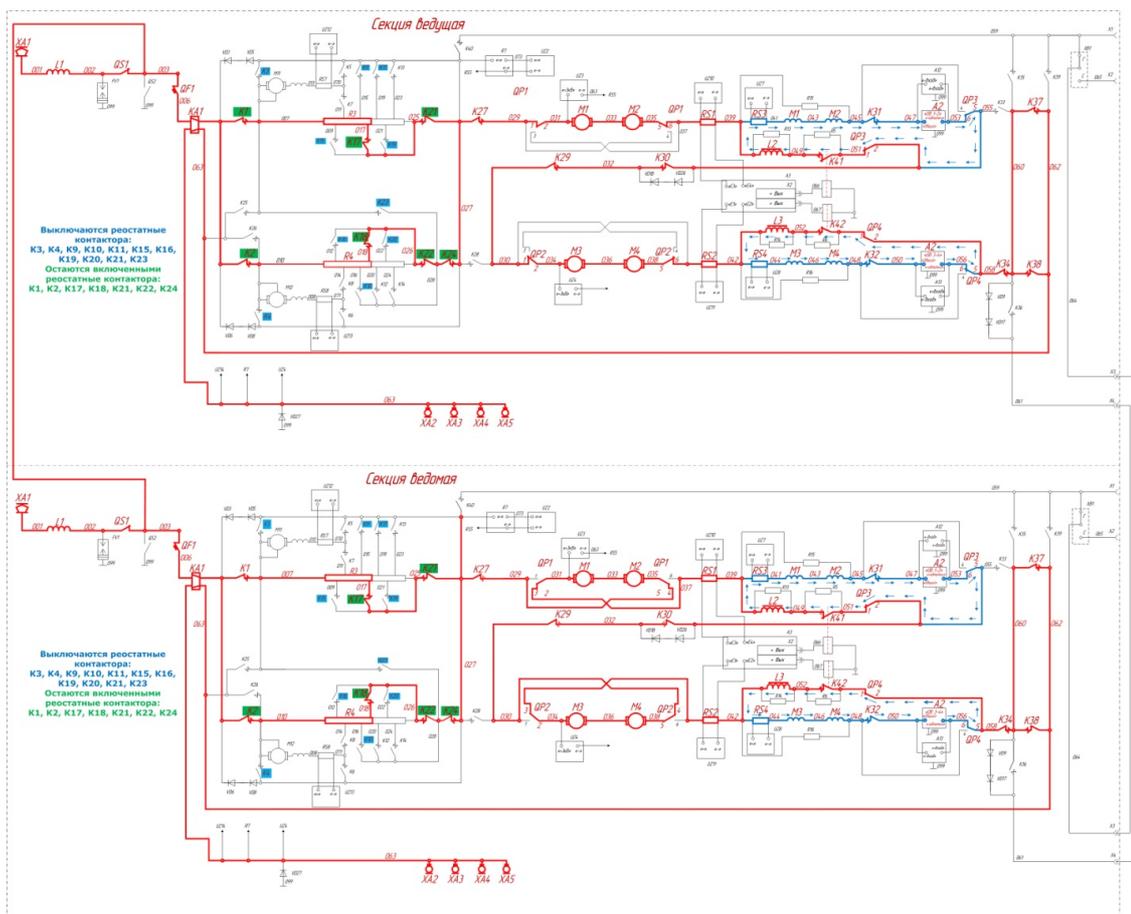


Рисунок 2.22 – Изменения силовой цепи на первом этапе перехода с последовательно-параллельного соединения тяговых двигателей на параллельное

## 2 этап

*На всех секциях* выключается линейный контактор К30, в цепь тяговых двигателей вводится переходные сопротивления VD18-VD26.

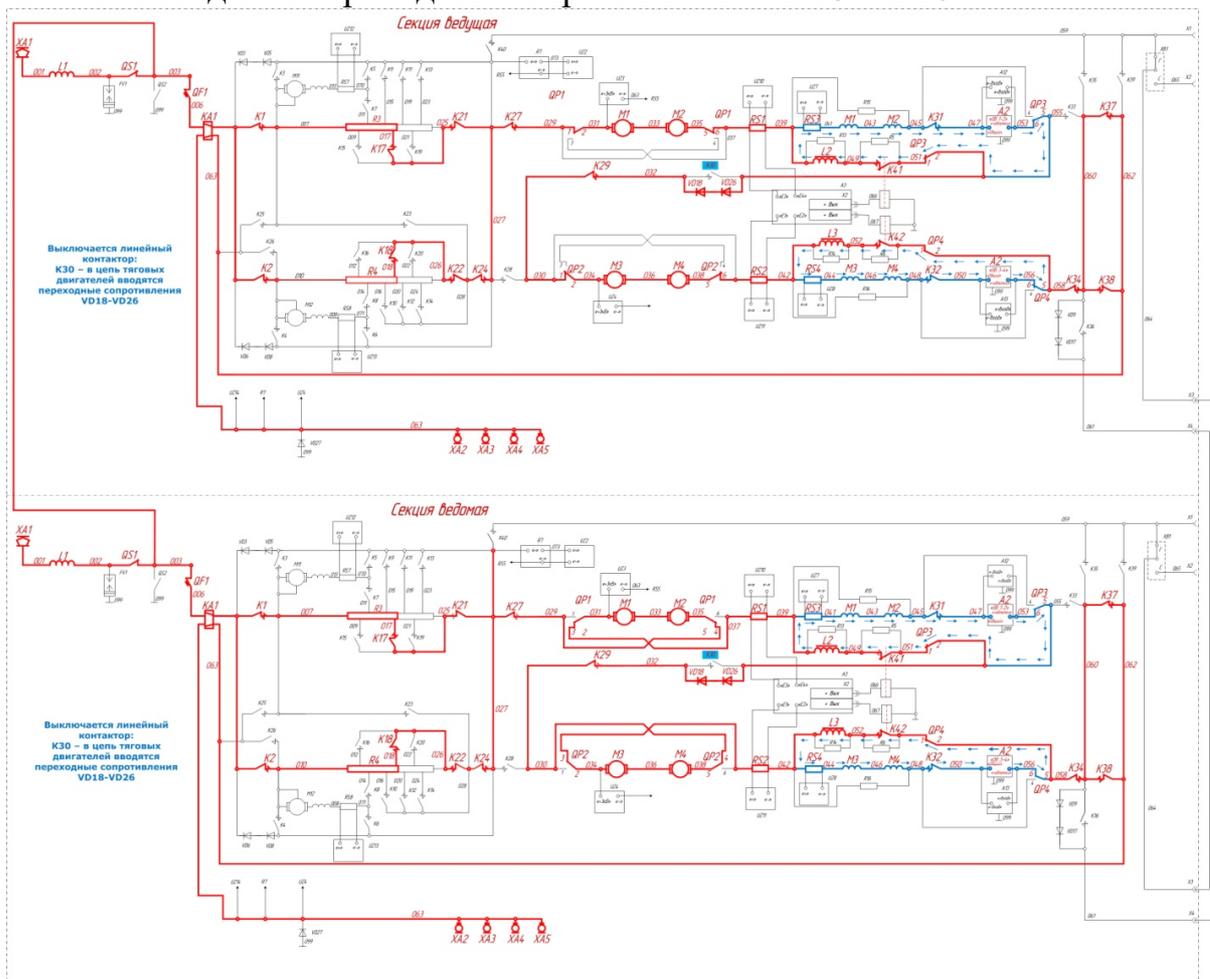


Рисунок 2.23 – Изменения силовой цепи на втором этапе перехода с последовательно-параллельного соединения тяговых двигателей на параллельное

## 3 этап

*На всех секциях:*

- БУК №14 включает линейный контактор К28;
- БУК №8 включает линейный контактор К33;
- БУК №8 выключает линейный контактор К29.

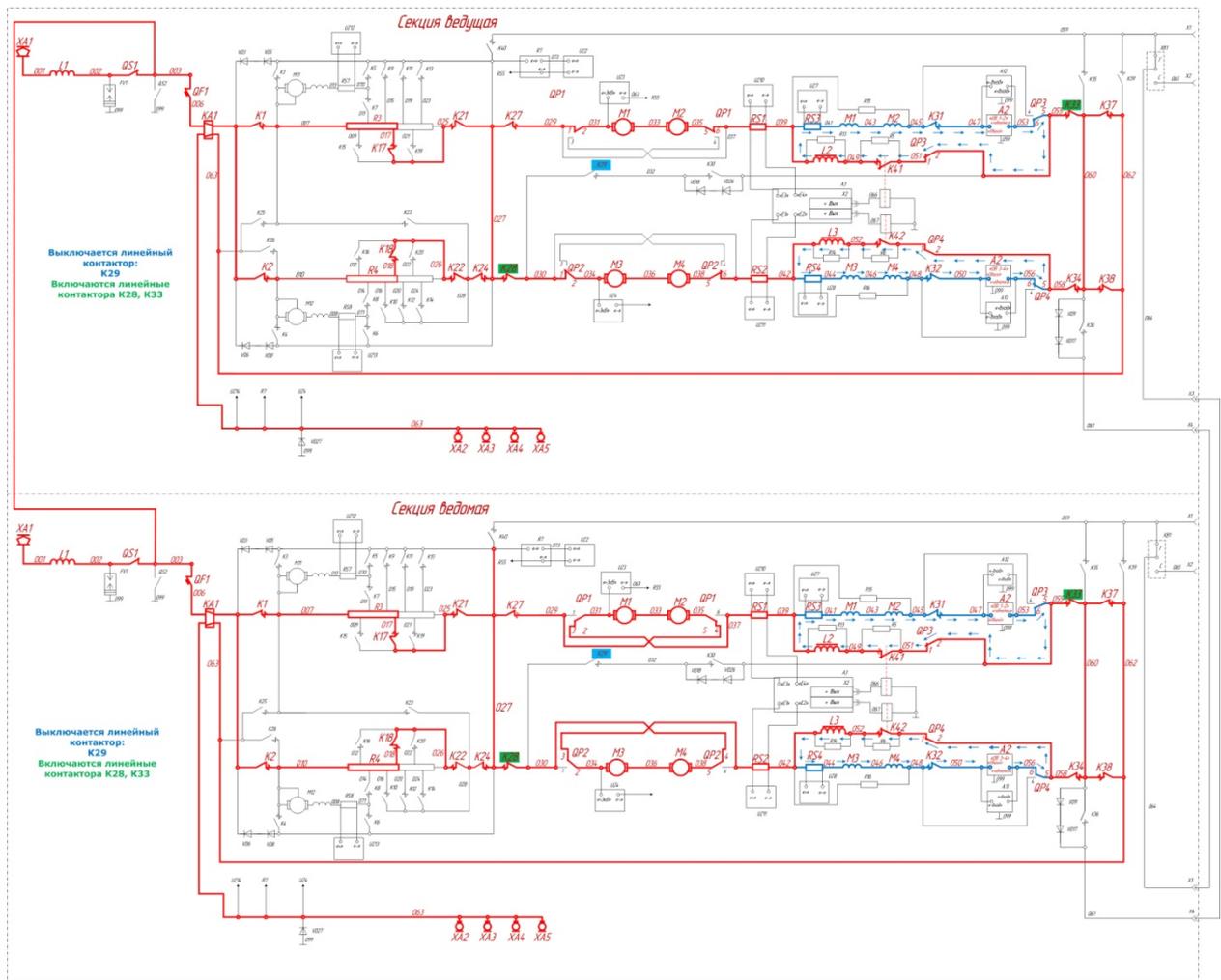


Рисунок 2.24 – Изменения силовой цепи на втором этапе перехода с последовательно-параллельного соединения тяговых двигателей на параллельное

В результате изменения силовой цепи тяговых двигателей образуется цепь 45 позиции параллельного соединения с введенными пуско-тормозными сопротивлениями общей величиной 2,0744 Ом.

Образуется четыре параллельные цепи:

– Ведущая секция – токоприемник XA1, помехоподавляющий дроссель L1, разъединитель QS1, быстродействующий выключатель QF1, «окно» диффреле КА1, далее двумя параллельными цепями:

✓ реостатный контактор K1, часть ПТР R3, реостатный контактор K17, реостатный контактор K21, линейный контактор K27, контакты 1-2 реверсора QP1, обмотка якоря ТЭД M1, обмотка якоря ТЭД M2, контакты 5-6 реверсора QP1, шунт системы измерения RS1, катушка реактора L2, контакты быстродействующего контактора K41, контакты 1-2 режимного переключателя QP3, линейный контактор K33, линейный контактор K37, далее общей цепью со второй цепью...

✓ реостатный контактор K2, часть ПТР R4, реостатный контактор K18, реостатный контактор K22, реостатный контактор K24, линейный контактор K28, контакты 10-11 реверсора QP2, обмотка якоря ТЭД M3, обмотка якоря



✓ реостатный контактор К2, часть ПТР R4, реостатный контактор К18, реостатный контактор К22, реостатный контактор К24, линейный контактор К28, контакты 7-8 реверсора QP2, обмотка якоря ТЭД М4, обмотка якоря ТЭД М3, контакты 11-12 реверсора QP2, шунт системы измерения RS2, катушка реактора L3, контакты быстродействующего контактора К42, контакты 10-8 режимного переключателя QP4, линейный контактор К34, К38, далее общей цепью со второй цепью...

Далее общей минусовой цепью, «окно» диффреле КА1, шунт RS6 счетчика электроэнергии, токоотводящие устройства ХА2...ХА5, колесные пары, земля. Между двумя параллельными цепями образуется уравнивающий ток по проводу 027.

При переходе на последующие позиции происходит включение выключение реостатных контакторов (согласно таблицы 9.1.4.3.1) с уменьшением величины сопротивления ПТР.

Установлено следующее предельное время работы на каждой реостатной позиции:

- 20 секунд – позиции 45...60;
- 12 секунд – позиции 61...64.

Таблица 2.5 – Последовательность включения реостатных контакторов с 45 по 65 позиции параллельного соединения («П») тяговых электродвигателей

Номер поз.	R пуск, Ом	K1	K2	K3	K4	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15	K16	K17	K18	K19	K20	K21	K22	K23	K24
45	2,0744	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	+	+	-	+	+	-	+
46	1,5183	+	+	-	-	+	-	+	+	+	-	-	-	+	-	+	-	+	+	-	+
47	1,4039	+	+	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	-	+	-	+
48	1,2586	+	+	-	-	+	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	+
49	1,1862	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-	+
50	0,9707	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+
51	0,8654	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-	+
52	0,7853	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-	-	+
53	0,6273	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+	-	+	-	-	-	-	-	+
54	0,5372	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+
55	0,4503	+	+	-	-	-	+	-	+	-	-	-	+	+	+	-	-	+	-	-	+
56	0,3872	+	+	-	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	-	+	-	-	-	+
57	0,3436	+	+	-	-	+	+	-	+	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+
58	0,2678	+	+	-	-	+	+	+	-	-	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-	+
59	0,2525	+	+	-	-	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+

Продолжение таблицы 2.5

Номер поз.	R пуск, Ом	K1	K2	K3	K4	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15	K16	K17	K18	K19	K20	K21	K22	K23	K24	
60	0,1910	+	+	-	-	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	
61	0,1195	+	+	-	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	-	-	-	-	+
62	0,0622	+	+	-	-	+	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	-	+	-	-	-	+
63	0,0464	+	+	-	-	+	-	+	-	+	-	+	+	+	-	+	-	-	+	-	-	+
64	0,0330	+	+	-	-	+	-	-	-	+	-	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-	+
65	0,0	+	+	+	+	+	-	-	-	+	-	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-	+

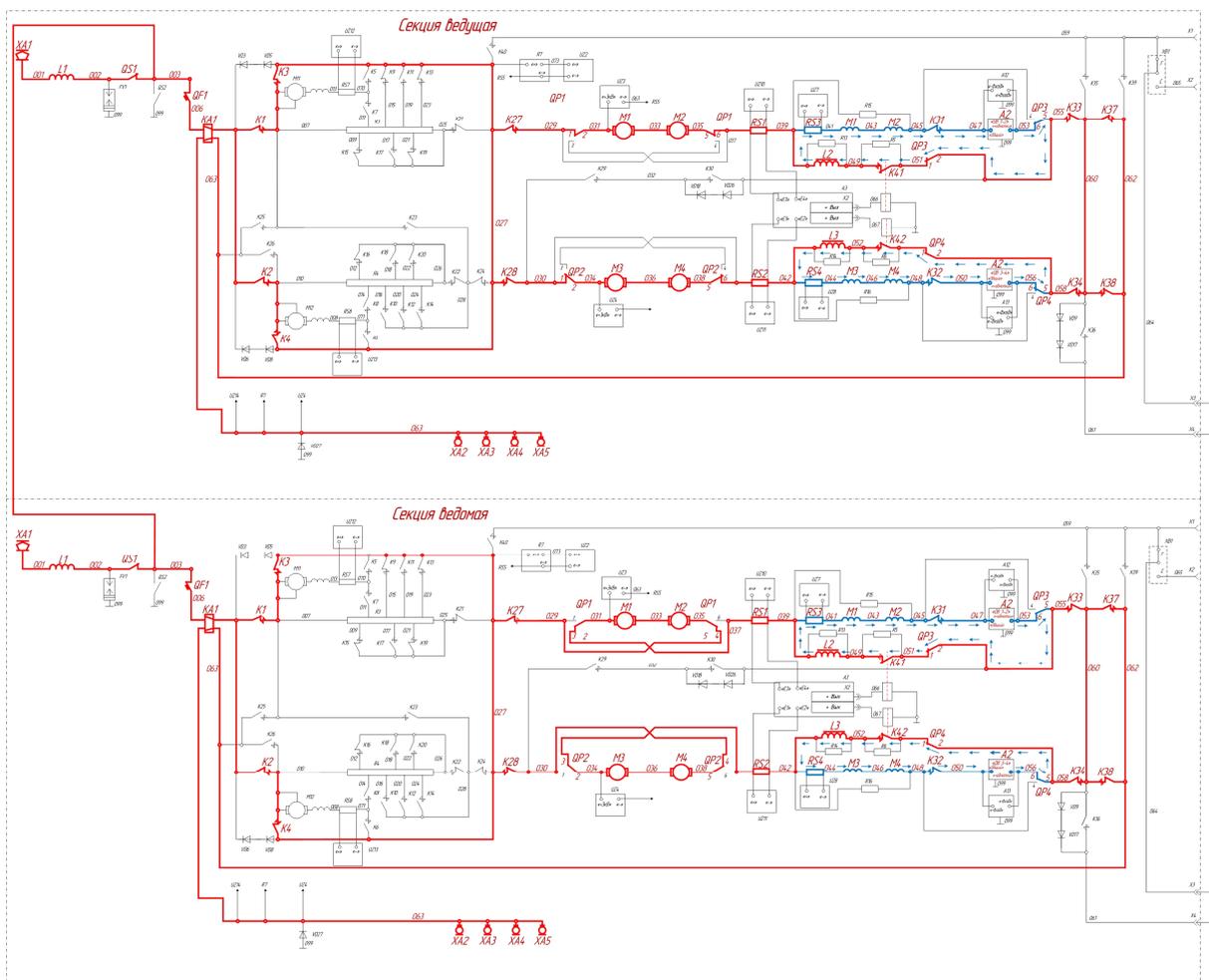


Рисунок 2.26 – Цепь 65 позиции П соединения, независимого возбуждения ТЭД

## 2.6 Силовые аварийные схемы силовых цепей ТЭД

При возникновении неисправности тяговых двигателей предусмотрен их вывод из цепи переключателями SA28 – SA 31 (рисунок 2.1), рассмотрено выше в пункте 2.1.3. При выключении из цепи неисправного ТЭД, МПСУИД производит сбор моторного режима в соответствии с таблицей 2.2, при этом в работе остаются в зависимости от соединения:

- на С соединении – 6 ТЭД;
- на СП – 4 ТЭД (секции с исправными двигателями);
- на П – 6 ТЭД.

Пример силовой цепи моторного режима на последовательном соединении тяговых двигателей при неисправности 3-4 ТЭД ведомой секции, показан на рисунке 2.27.

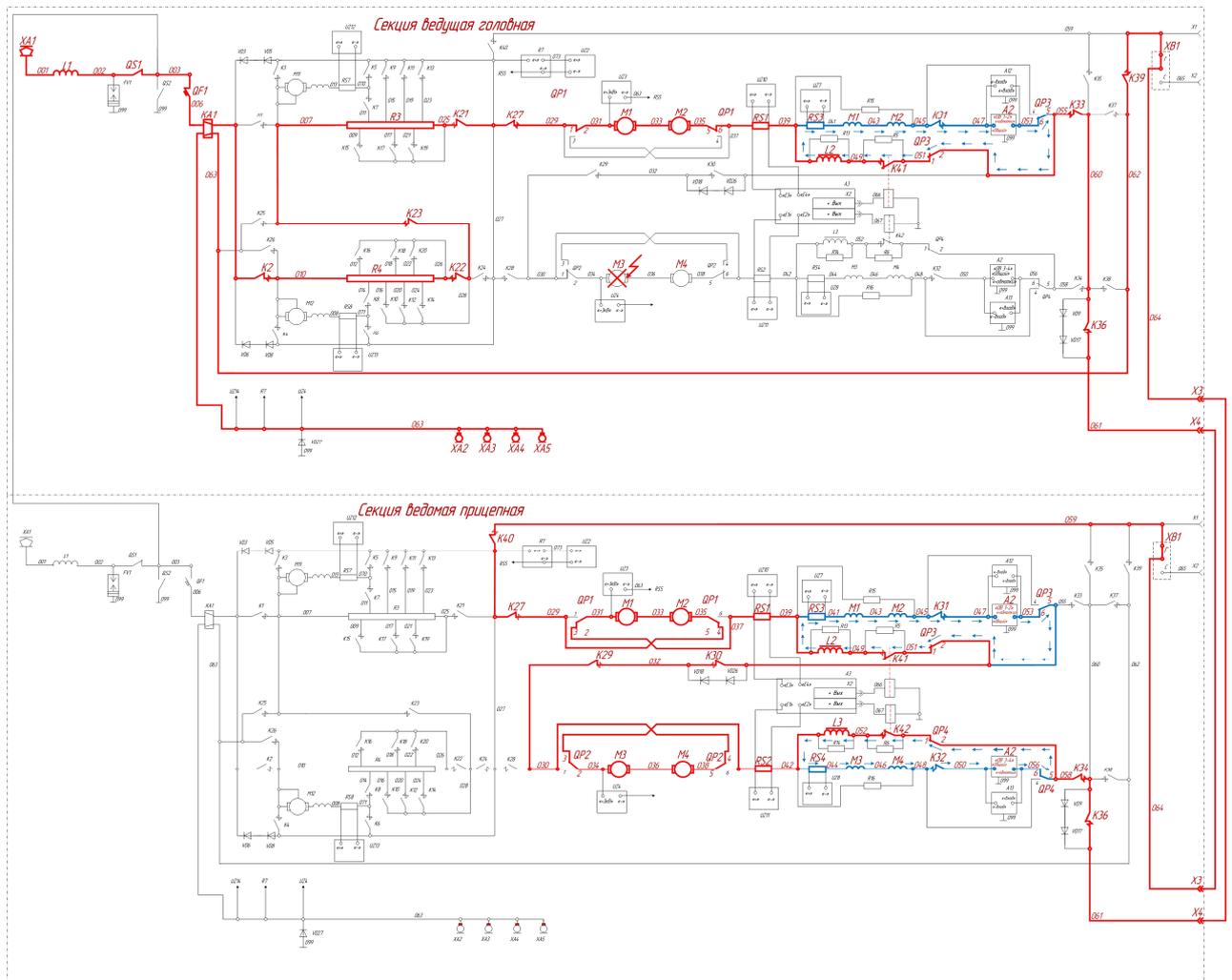


Рисунок 2.27 – Силовая цепь моторного режима С соединения при неисправности 3-4 ТЭД ведомой секции

## 2.7 Электрическое торможение

### 2.7.1 Управление режимом «Электрическое торможение»

Переход в режим электрического торможения возможен только при независимом возбуждении тяговых двигателей. На электровозе применяются два вида режима электрического торможения: рекуперативное и реостатное.

Включение режима «Электрическое торможение» возможно при выполнении требований, указанных в п. 2.2.1.

Перевод силовой схемы из режима «Выбег» в режим электрического торможения при любой скорости производится командой джойстика SA46 «Задатчик силы» в положении «– ОВ» и одновременным заданием требуемого тормозного усилия. В зависимости от скорости движения и напряжения в контактной сети силовая схема включится на максимально возможном в режиме рекуперативного или реостатного торможения «СП» – соединении тяговых двигателей (при недостаточной скорости – на «С» – соединении). При отсутствии информации о скорости движения производится включение реостатного торможения на «П» – соединении. При уменьшении скорости движения, когда рекуперативное торможение на соединениях «СП» или «С» становится невозможным, схема автоматически переходит в режим электродинамического торможения (ЭДТ).

На каждой секции при задании тормозной силы не менее 7 %, БУК выдается команда на включение электро-блокировочного клапана КР23 (КЭБ1) «Блокировка тормозов». При задании тормозной силы менее 7 % команда на включения клапана КР23 снимается.

В процессе электрического торможения, при необходимости, можно произвести смену соединения тяговых двигателей «С» или «СП». Для этого, при заданной тормозной силе, джойстик SA45 «Тяга» переводят в положение «+А» для перехода «С» – «СП» или «–А» – для перехода «СП» – «С». Переход производится с провалом тормозной силы до нуля за (2 – 5) секунд.

Для перехода из режима «Электрическое торможение» в режим «Тяга» необходимо уменьшить заданную тормозную силу до «О», для чего джойстик SA46 «Ток возбуждения» из положения «– ОВ» переводится в исходное положение и затем, командой «+ОВ», задается требуемое тяговое усилие.

Аварийное выключение режима «Электрического торможения» и переход в режим «Выбег» производится если:

- выявлен «Аварийный режим в цепи ТЭД» (см. п. 2.2.5);
- в течение 0,5 секунды напряжение контактной сети не находится в диапазоне от 2200 до 4000 В;

- в течение 1 секунды в МПСУиД по линии связи RS485 от любой секции с не отключенными ТЭД отсутствует сигнал готовности от управляющих процессоров УУБК (А3-1, А3-2);
- в течение 0,2 секунды в МПСУиД по линии связи RS485 ПСН от любой секции с не отключенными ТЭД отсутствует сигнал о готовности СТПР от блоков связи ПСН;
- в режиме электродинамического торможения в течение 5 секунд отсутствует сигнал об открытом положении жалюзи от тех секций, где требуется их открытое положение (в проводе 393, рисунок 2.11);
- в течение 0,3 секунды от датчика преобразователя давления ВР5 в БС-ДД МПСУиД поступает сигнал о давлении в тормозной магистрали менее 0,32 МПа;
- в течение 0,3 секунды от одного из датчиков преобразования давления ВР3 или ВР4 в БС-ДД МПСУиД поступает сигнал о давлении тормозных цилиндрах более 0,15 МПа;
- в течение 0,5 секунды от системы защиты от скольжения колесных пар в МПСУиД поступает сигнал о сильном (более 10 км/ч на ходовой позиции и 8 км/ч на реостатной) боксовании любой из колесных пар электровоза;
- ток вентилятора охлаждения ПТР на любой из секций электровоза в течение 1 секунды более 300 А или в течение 2 секунд более 250 А;
- ток якоря любого тягового двигателя в течение 60 секунд превышает 600 А.

В случае выключения аварийного режима «Электрического торможения» или снижения скорости движения ниже 5 км/ч, БУК каждой секции выдает команду на включение электропневматических вентилях КР24 (ЭПВН) «Срыв рекуперации» и происходит наполнение тормозных цилиндров. Снятие питания с вентилях КР24 БУК производит при нажатии кнопки SB21 «Выбег» или SB37 «Отпуск тормоза».

## 2.7.2 Силовые цепи «Электрического торможения»

### 2.7.2.1 Общие сведения

Рекуперативное торможение возможно только в тех случаях, когда суммарная электро-движущая сила (ЭДС) тяговых двигателей превышает уровень напряжения в контактной сети, что обеспечивает возможность обратного протекания тока в цепи тяговых электро-двигателей через силовые диоды VD3, VD4.

### 2.7.2.2 Рекуперативное торможение С соединения ТЭД

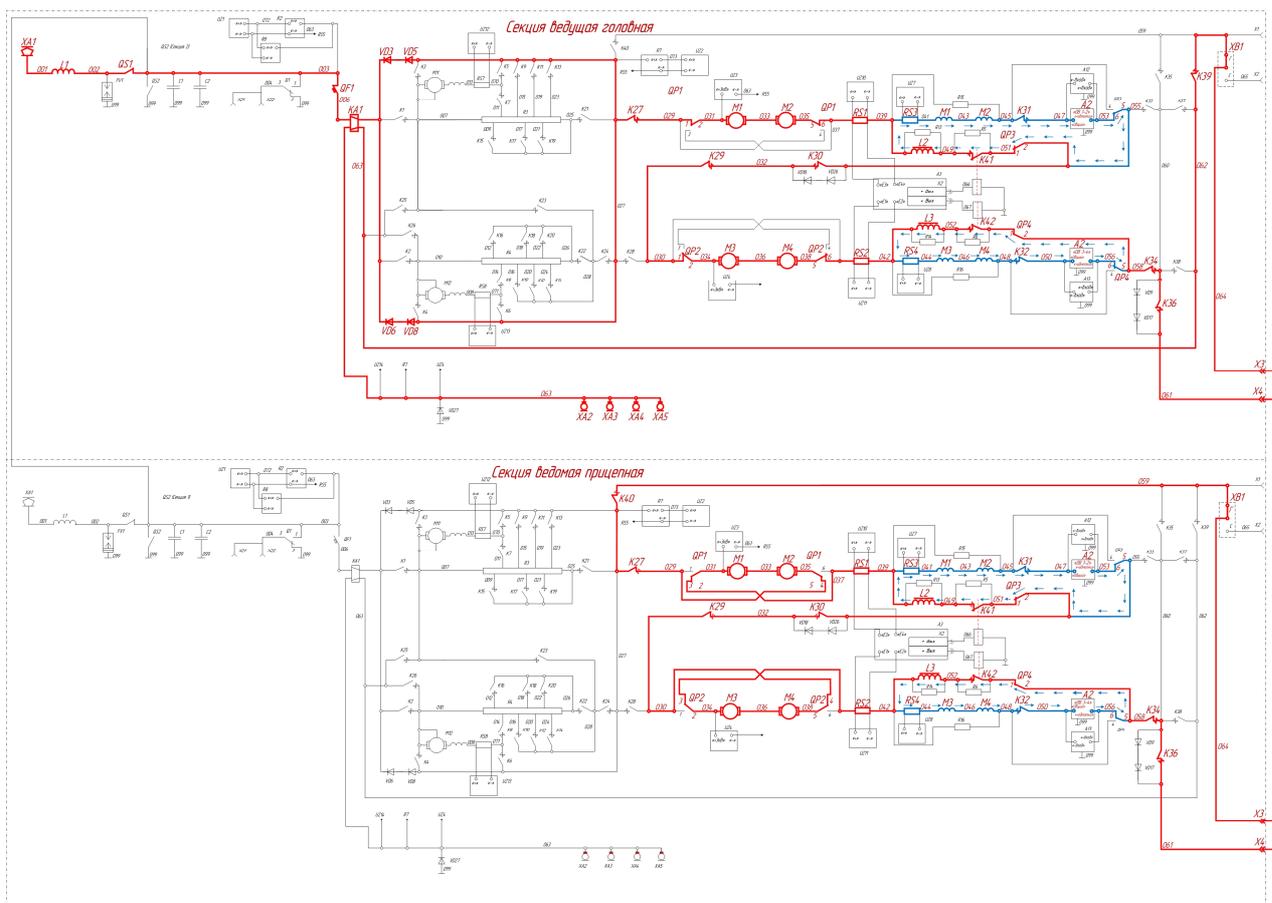


Рисунок 2.22 – Цепь рекуперативного торможения последовательного соединения тяговых двигателей

При условии сбора последовательного соединения ТЭД рекуперативного торможения МПСУиД дает команду для включения линейных контакторов в соответствии с таблицей 2.2.

БУК включает линейные контактора:

- в ведущей секции: K27, K31, K30, K29, K32, K34, K36, K39;
- в ведомой секции: K40, K27, K31, K30, K29, K32, K34, K36.

При этом образуется цепь (рисунок 2.22) – ведущая секция, обмотка якоря ТЭД М3, контакты 2-1 реверсора QP1, линейный контактор K27, параллельными цепями силовые диоды VD3 и VD4, «окно» диффреле KA1, разъединитель QS1, помехоподавляющий дроссель L1, токоприемник XA1, контактная сеть, потребитель, «земля», ведущая секция колесные пары, ТОУ XA2...XA5, «окно» диффреле KA1, линейный контактор K39, пластина на панели XB1 →междукузовной разъем X3, междукузовное соединение, разъем X4 ведомой секции, линейный контактор K36, линейный контактор K34, контакты 8-10 режимного переключателя QP4, быстродействующий выключатель K42, катушка реактора L3, шунт RS2 системы измерения, контакты 12-11 реверсора QP2, обмотка якоря ТЭД М3, обмотка якоря ТЭД М4, контакты 8-7 реверсора

QP2, линейный контактор K29, линейный контактора K30, контакты 2-1 режимного переключателя QP3, быстродействующий выключатель K41, катушка реактора L2, шунт RS1, контакты 3-2 реверсора QP1, обмотка якоря ТЭД М1, обмотка якоря ТЭД М2, контакты 5-4 реверсора QP1, линейный контактор K27, линейный контактор K40, пластина на панели ХВ1 →междукузовной разъем Х3, междукузовное соединение, разъем Х4 ведущей секции, линейный контактор K36, линейный контактор K34, контакты 8-10 режимного переключателя QP4, быстродействующий выключатель K42, катушка реактора L3, шунт RS2 системы измерения, контакты 9-8 реверсора QP2, обмотка якоря ТЭД М4, обмотка якоря ТЭД М3, контакты 11-10 реверсора QP2, линейный контактор K29, линейный контактор K30, контакты 2-1 режимного переключателя QP3, быстродействующий выключатель K41, катушка реактора L2, шунт RS1 системы измерения, контакты 6-5 реверсора QP1, обмотка якоря ТЭД М2, обмотка якоря ТЭД М1.

### 2.7.2.3 Реостатное торможение (ЭДТ) С соединения ТЭД

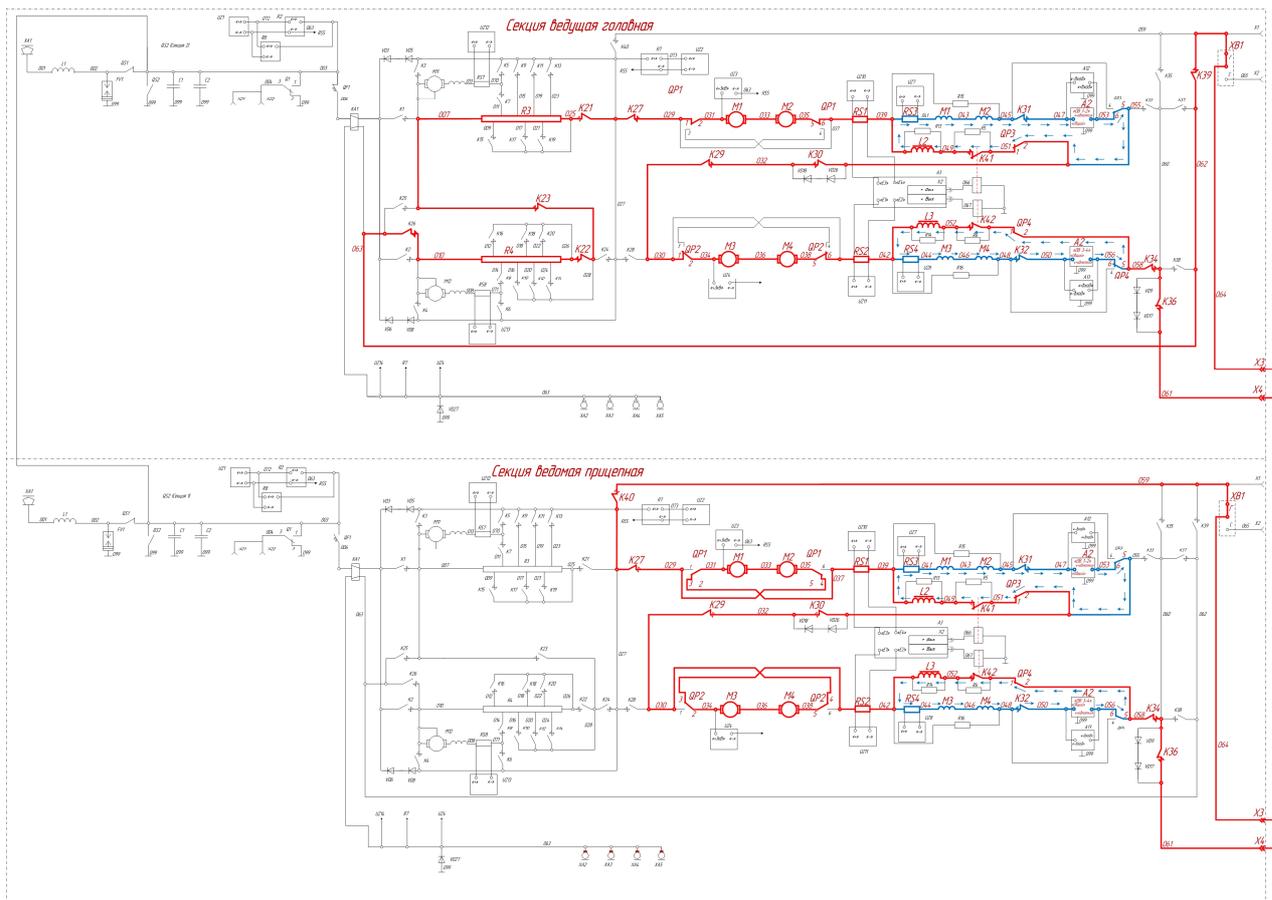


Рисунок 2.23 – Цепь реостатного торможения (ЭДТ) последовательного соединения тяговых двигателей

При создании условий для сбора реостатного торможения (ЭДТ) С соединения МПСУид дает команду БУК ведущей секции на включение реостатного контактора K26, при этом ЭДС тяговых двигателей «гасится» на

пуско-тормозных резисторах R3 и R4. Включение реостатных контакторов МПСУиД осуществляет в соответствии с таблицей 2.6. Схема режима ЭДТ С соединения тяговых двигателей показана на рисунке 2.23.

Таблица 2.6 – Последовательность включения реостатных контакторов на последовательном («С») и последовательно-параллельном («СП») соединении в режиме ЭДТ

Номер	R пуск, Ом	K1	K2	K3	K4	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15	K16	K17	K18	K19	K20	K21	K22	K23	K24	K25	K26
1	20,296	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	+
2	5,1594	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	+	+	-	-	-	+	+	-	-	+
3	4,5860	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	+	-	+	+	-	-	-	+	+	-	-	+
4	3,9000	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
5	3,5970	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
6	3,1485	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-	+	-	-	+
7	2,2797	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+
8	2,1489	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	-	+	-	-	+
9	1,8238	-	-	-	-	+	+	-	+	-	-	+	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	+
10	1,5170	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
11	1,3185	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	+
12	1,1278	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	+	-	-	-	+	+	+
13	0,9707	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+
14	0,7960	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+
15	0,6525	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+
16	0,5372	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+
17	0,3947	-	-	-	-	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	-	-	+	-	-	+	+	+
18	0,2861	-	-	-	-	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	-	+	+	-	-	+	+	+
19	0,1910	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+
20	0,1037	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+
21	0,0464	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+

#### 2.7.2.4 Рекуперативное торможение СП соединение

При создании условий для сбора цепи рекуперативного торможения СП соединения МПСУиД дает команду БУК для включения линейных контакторов в соответствии с таблицей 2.2.

БУК включает линейные контактора в обеих секциях: K27, K31, K30, K29, K32, K34, K37, K38. При этом происходит сбор электрической цепи двумя параллельными цепями:

- ведущая секция (рисунок 2.24) – обмотка якоря ТЭД М1, контакты 2-1 реверсора QP1, линейный контактор K27, параллельными цепями силовые диоды VD3 и VD4, «окно» диффреле КА1, помехоподавляющий

дроссель L1, разъединитель QS1, токоприемник ХА1, контактная сеть, потребитель, «земля», ведущая секция колесные пары, ТОУ ХА2...ХА5, шунт RS6 счетчика электроэнергии, «окно» диффреле КА1, параллельно включенные линейные контакторы К37 и К38, линейный контактор К34, контакты 8-10 режимного переключателя QP4, быстродействующий выключатель К42, катушка реактора L3, шунт RS2 системы измерения, контакты 9-8 реверсора QP2, обмотка якоря ТЭД М4, обмотка якоря ТЭД М3, контакты 11-10 реверсора QP2, линейный контактор К29, линейный контактор К30, контакты 2-1 режимного переключателя QP3, быстродействующий выключатель К41, катушка реактора L2, шунт RS1 системы измерения, контакты 6-5 реверсора QP1, обмотка якоря ТЭД М2, обмотка якоря ТЭД М1.

- Ведомая секция электрическая цепь аналогична ведущей секции кроме контактов реверсора находящегося в положении «Назад».

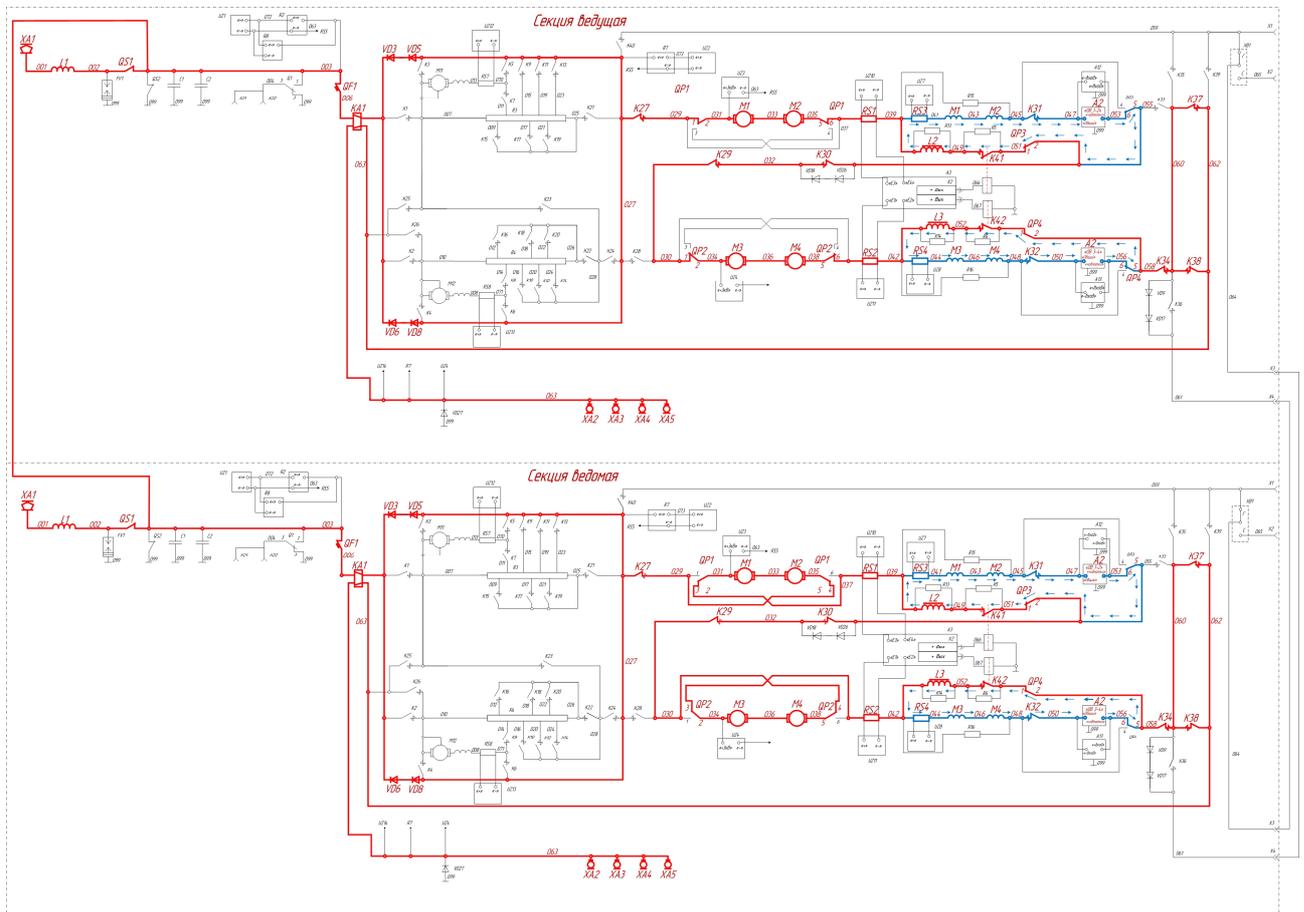


Рисунок 2.26 – Цепь рекуперативного торможения СП соединения тяговых двигателей

### 2.7.2.5 Реостатное торможение (ЭДТ) СП соединения ТЭД

При создании условий для сбора реостатного торможения (ЭДТ) СП соединения МПСУиД дает команду БУК обеих секций на включение реостатного контактора К26, при этом ЭДС тяговых двигателей «гасится» на пуско-тормозных резисторах R3 и R4. Включение реостатных контакторов МПСУиД осуществляет в соответствии с таблицей 2.6. Схема режима ЭДТ СП соединения тяговых двигателей показана на рисунке 2.25.

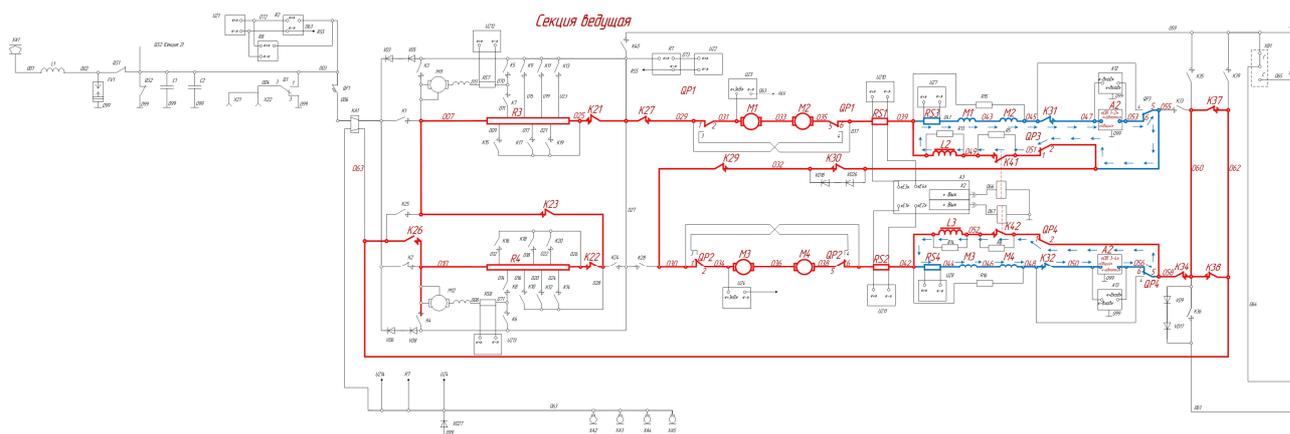


Рисунок 2.25 – Цепь реостатного торможения (ЭДТ) СП соединения тяговых двигателей

### 2.7.2.6 Рекуперативное торможение П соединения

При создании условий для сбора цепи рекуперативного торможения П соединения МПСУиД дает команду БУК для включения линейных контакторов в соответствии с таблицей 2.2.

БУК включает линейные контактора в обеих секциях: К27, К28, К31, К32, К34, К37, К38. При этом происходит сбор электрической цепи четырьмя параллельными цепями (рисунок 2.26):

- 1 ветвь ведущая секция – обмотка якоря ТЭД М1, контакты 2-1 реверсора QP1, линейный контактор К27, силовые диоды VD3, «окно» диффреле КА1, разъединитель QS1, помехоподавляющий дроссель L1, токоприемник ХА1, контактная сеть, потребитель, «земля», ведущая секция колесные пары, ТОУ ХА2...ХА5, шунт RS6 счетчика электроэнергии, «окно» диффреле КА1, линейный контактор К37, контакты 2-1 режимного переключателя QP3, быстродействующий выключатель К41, катушка реактора L2, шунт RS1 системы измерения, контакты 6-5 реверсора QP1, обмотка якоря ТЭД М2, обмотка якоря ТЭД М1;
- 2 ветвь ведущая секция – обмотка якоря ТЭД М3, контакты 11-10 реверсора QP2, линейный контактор К28, силовые диоды VD4, «окно» диффреле КА1, разъединитель QS1, помехоподавляющий дроссель L1, токоприемник ХА1,

контактная сеть, потребитель, «земля», ведущая секция колесные пары, ТОУ ХА2...ХА5, шунт RS6 счетчика электроэнергии, «окно» диффреле КА1, линейный контактор К38, линейный контактор К34, контакты 8-10 режимного переключателя QP4, быстродействующий выключатель К42, катушка реактора L3, шунт RS2 системы измерения, контакты 9-8 реверсора QP2, обмотка якоря ТЭД М4, обмотка якоря ТЭД М3;

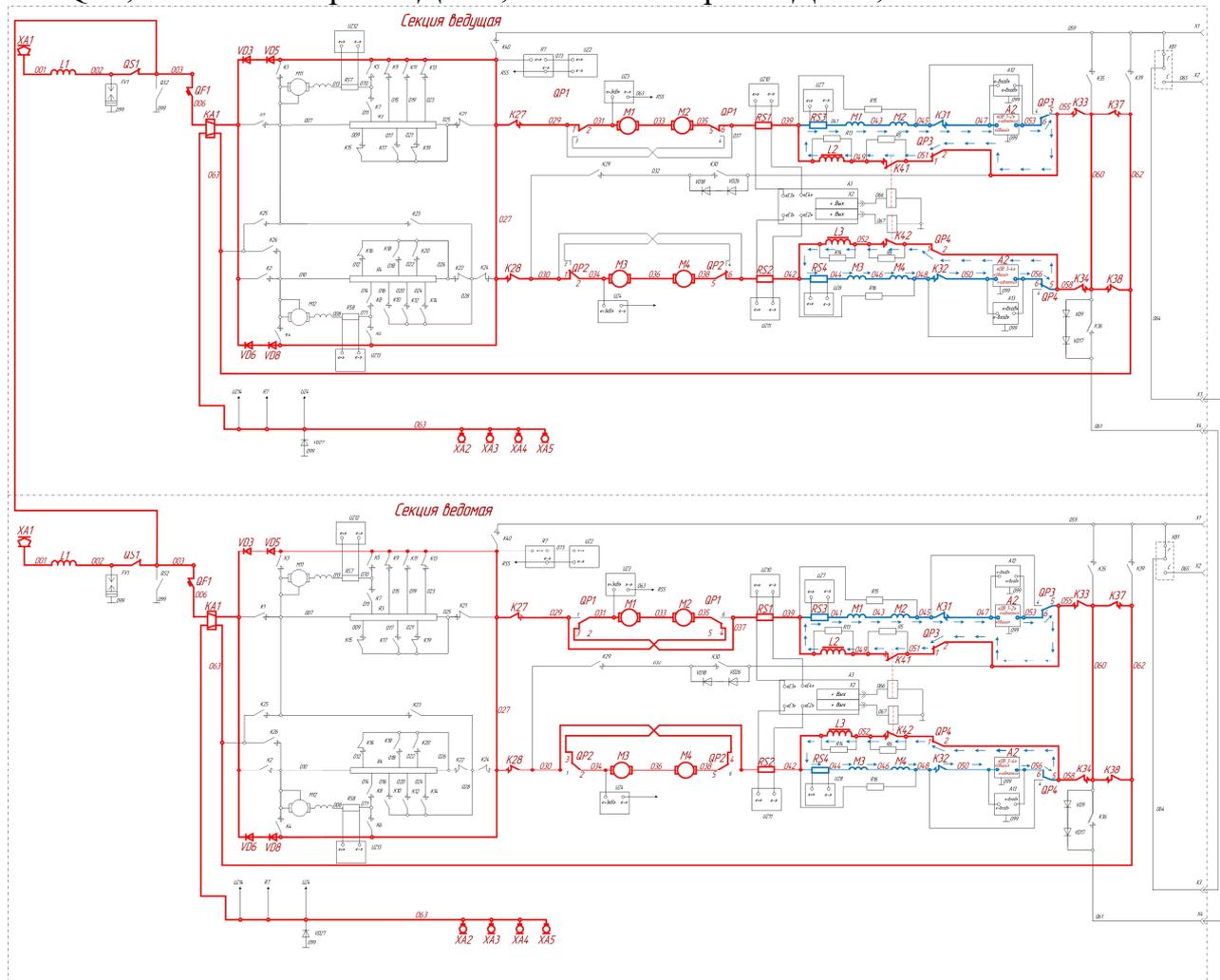
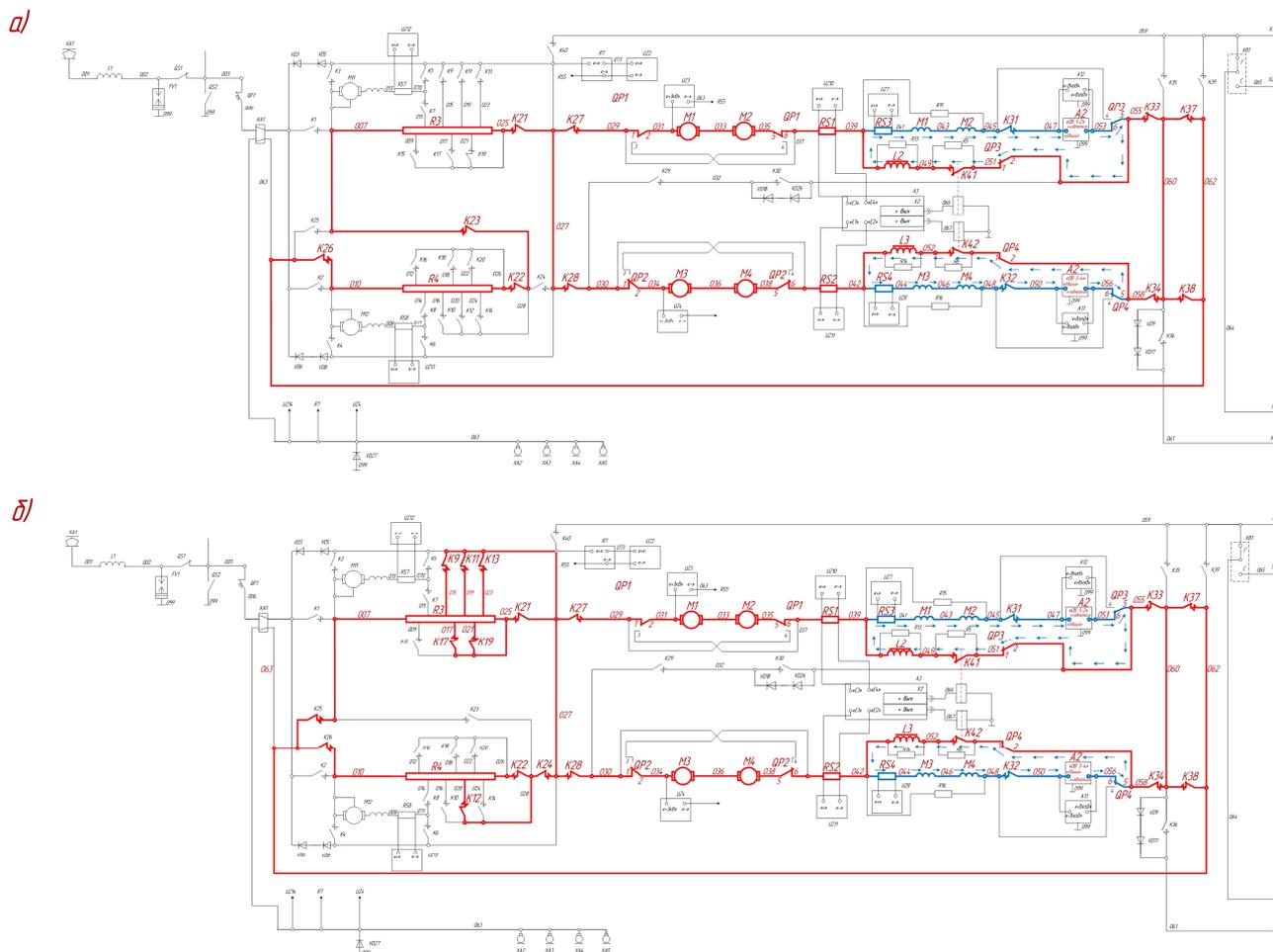


Рисунок 2.26 – Цепь рекуперативного торможения П соединения тяговых двигателей

- 3 ветвь ведомая секция - обмотка якоря ТЭД М2, контакты 5-4 реверсора QP1, линейный контактор К27, силовые диоды VD3, «окно» диффреле КА1, разъединитель QS1, помехоподавляющий дроссель L1, токоприемник ХА1, контактная сеть, потребитель, «земля», ведущая секция колесные пары, ТОУ ХА2...ХА5, шунт RS6 счетчика электроэнергии, «окно» диффреле КА1, линейный контактор К37, контакты 2-1 режимного переключателя QP3, быстродействующий выключатель К41, катушка реактора L2, шунт RS1 системы измерения, контакты 3-2 реверсора QP1, обмотка якоря ТЭД М1, обмотка якоря ТЭД М2.
- 4 ветвь ведомая секция – обмотка якоря ТЭД М4, контакты 8-7 реверсора QP2, линейный контактор К28, силовые диоды VD4, «окно» диффреле КА1,

разъединитель QS1, помехоподавляющий дроссель L1, токоприемник ХА1, контактная сеть, потребитель, «земля», ведущая секция колесные пары, ТОУ ХА2...ХА5, шунт RS6 счетчика электроэнергии, «окно» диффреле КА1, линейный контактор К38, линейный контактор К34, контакты 8-10 режимного переключателя QP4, быстродействующий выключатель К42, катушка реактора L3, шунт RS2 системы измерения, контакты 11-12 реверсора QP2, обмотка якоря ТЭД М3, обмотка якоря ТЭД М4.

### 2.7.2.6 Реостатное торможение (ЭДТ) П соединения ТЭД



а – цепь первой позиции; б – цепь четвертой позиции

Рисунок 2.27 – Цепь реостатного торможения (ЭДТ) параллельном соединении тяговых двигателей

При создании условий для сбора реостатного торможения (ЭДТ) П соединения МПСУиД дает команду БУК обеих секций на включение реостатных контакторов К25 и К26, при этом ЭДС тяговых двигателей «гасится» на пуско-тормозных резисторах R3 и R4. Включение реостатных контакторов МПСУиД осуществляет в соответствии с таблицей 2.7. на первой позиции ЭДТ П включаются реостатные контактора К21, К22, К23, К25 ЭДС тяговых двигателей «гасится» на ПТР R3 и R4 соединенных последовательно,

общим сопротивлением 20,926 Ом. На второй позиции и далее включается реостатный контактор К25, пуско-тормозные резисторы R3 и R4 соединяются в параллельную цепь.

Таблица 2.7 – Последовательность включения реостатных контакторов на параллельном соединении («П») в режиме ЭДТ

Номер поз.	R пуск, Ом	K3	K4	K9	R10	R11	K12	K13	K14	K15	K16	K17	K18	K19	K20	K21	K22	K23	K24	K25	K26
1	20,296	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	+
2	2,2329	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+
3	2,0744	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+	-	+	+	-	-	+	+	+
4	1,5183	-	-	+	-	+	+	+	-	-	-	+	-	+	-	+	+	-	+	+	+
5	1,4039	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+	+
6	1,2586	-	-	+	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+
7	1,1862	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-	+	+	+
8	0,9707	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	+	+
9	0,8654	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-	+	+	+
10	0,7853	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-	-	+	+	+
11	0,6273	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+	-	+	-	-	-	-	-	+	+	+
12	0,5372	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+
13	0,4503	-	-	-	+	-	+	-	-	-	+	+	+	-	-	+	-	-	+	+	+
14	0,3872	-	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+
15	0,3436	-	-	+	+	-	+	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+
16	0,2678	-	-	+	+	+	-	-	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-	+	+	+
17	0,1910	-	-	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+
18	0,1195	-	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+
19	0,0622	-	-	+	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	-	+	-	-	+	+	+
20	0,0464	-	-	+	-	+	-	+	-	+	+	+	-	+	-	-	+	-	+	+	+
21	0,0330	-	-	+	-	+	-	+	-	+	+	+	-	+	-	+	+	-	+	+	+

### III. Цепи защиты оборудования силовых и вспомогательных цепей

#### 3.1 Защита силовых и вспомогательных цепей от токов короткого замыкания

Силовые и вспомогательные цепи от токов короткого замыкания, превышающих (2700) А защищены быстродействующим выключателем QF1. На электровозах до № 215 отключившись по току короткого замыкания, быстродействующий выключатель своими главными контактами разрывает силовую цепь электровоза, а при помощи блокировочного контактора в проводе 400 (рисунок 2.3) разрывает цепь питания 110 В на катушки линейных и реостатных контакторов, контакторов включения ступеней питания ПСН КМ1 и КМ2, а также снимает сигнал «БВ включен» в БВС. На электровозах с № 216 внесены изменения в электрическую схему подачи питания в провод 400 – блокировочный контакт быстродействующего выключателя QF1 снимает питание с катушки контактора КМ20 (рисунок 1.13), а уже в свою очередь контактор КМ20 выключившись, снимает питание с цепи провода 400.

При коротких замыканиях, когда установившееся значение тока ниже тока срабатывания быстродействующего выключателя, защита силовой цепи тяговых двигателей осуществляется с помощью реле дифференциальной защиты КА1, отрегулированного на ток небаланса  $100^{-30}$  А. Цепи преобразователя собственных нужд защищаются дифференциальным реле КА2, отрегулированным на ток небаланса  $8,5^{-2}$  А. При срабатывании дифференциальные реле КА1 и КА2 своими блокировочными контактами размыкают цепь питания электромагнита QF1-2 и электромагнитного вентиля QF1-1 БВ, что приводит к его отключению. Одновременно, через замкнувшиеся блокировочные контакты КА1 (в проводе 351) в БВС и УУБК формируется сигнал «Дифференциальное реле ТЭД выключено», а через блокировочные контакты КА2 (в проводе 352) в БВС формируется сигнал «Дифференциальное реле ПСН выключено».

### 3.2 Защита тяговых двигателей от недопустимой скорости нарастания величины тока

Защита тяговых электродвигателей от недопустимой скорости нарастания величины токов силовой цепи в аварийных ситуациях, как в тяговом режиме (только при независимом возбуждении), так и в режиме электрического торможения осуществляется быстродействующими электромагнитными контакторами (БК) К41 и К42. Для управления быстродействующими контакторами служит устройство управления быстродействующими контакторами (УУБК), которое отслеживает якорные токи двигателей. На электровозах с № 114 каждый контактор управляется своим устройством УУБК-М (А3-1 и А3-2). На электровозах ранних выпусков на каждой секции установлено по одному устройству УУБК (А3), которое управляет обоими контакторами.

Входное напряжение питания +50 В на источник питания модуля УУБК поступает по проводу 513 (Х2:4) от БЦВ МПСУиД. На вход измерительного модуля УУБК поступает напряжение с измерительного шунта RSI (RS2), включенного в цепь 1 – 2 (3 – 4) якорей ТЭД и преобразуется в код, который поступает в управляющий процессор УУБК. Зарядное устройство УУБК формирует высокое напряжение для зарядки накопителя энергии.

При недопустимом значении скорости нарастания тока в цепи тяговых двигателей (более 300 А/мс), по команде управляющего процессора УУБК, накопитель энергии подключается к выходу Х2:1 (провода 066 и 067), при этом происходит быстрый разряд накопителя энергии через катушку быстродействующего контактора К41 (К42), что вызывает его отключение. Контактторы БК удерживаются в отключенном положении защелкой. Блокировочные контакты К41 (К42) размыкают цепь питания электромагнита QF1-2 и электромагнитного вентиля QF1-1 БВ, что приводит к его отключению. Силовые контакты БК размыкают цепь питания обмоток возбуждения. Система МПСУиД, получив сигнал с БВС (провод 349) о срабатывании одного из БК, разбирает силовую схему.

При отключении дифференциального реле тяговых двигателей КА1, через его замыкающую блокировку, напряжение с провода 351 подается к обеим УУБК (Х2:11), и при помощи формирователя сигналов ДР преобразуется в сигнал «Дифференциальное реле ТЭД выключено» поступающий к управляемым процессорам УУБК.

Для улучшения коммутационных условий при размыкании силовых контактов К41 и К42, параллельно им вводятся резисторы R5 и R6.

### 3.3 Защита статического преобразователя

Для защиты статического преобразователя СТПР-1000 (А2, до № 027 - А7 и А8), питающего обмотки возбуждения тяговых двигателей, применены устройства защиты преобразователя статического (УЗПС) А12, А13. После включения тиристора УЗПС, выходы статического преобразователя СТПР-1000 шунтируются через резистор УЗПС. Управление тиристором УЗПС происходит через драйвер, питание которого осуществляется от источника ИП-ПСН.

Электровазы №№ 114 – 350, оборудованы устройствами УЗПС с подключением управления тиристором от прибора ПИТ-БК (А22, А23). При срабатывании, прибор ПИТ-БК формирует импульс управления тиристором, после включения которого, выходы статического преобразователя СТПР-1000 также шунтируются через резистор УЗПС.

## Используемая литература

1. Электровоз грузовой постоянного тока 2ЭС6 с коллекторным тяговым двигателем. Руководство по эксплуатации часть 1. Описание и работа. Технические характеристики и электрические схемы. 2ЭС6.00.000.000 РЭ.
2. Электровоз грузовой постоянного тока 2ЭС6 с коллекторным тяговым двигателем. Руководство по эксплуатации часть 8. Использование по назначению. 2ЭС6.00.000.000 РЭ.
3. Брексон В.В. Краткие наставления по управлению электровозом 2ЭС6. – Екатеринбург: Уральские локомотивы, 2015 – 12 с.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

(основное)

### Цепи силовые. Перечень элементов

Обозначение	Наименование	Кол-во	Примечание
1	2	3	4
A1	Шкаф защиты ЗТ М4	2	ПСН-210-3
A2	Статический преобразователь СТПР-1000 М4	2	ПСН-210-3
A3-1	Устройство управления быстродействующими контакторами УУБК-М2	2	Блок аппаратов 1
A3-2	Устройство управления быстродействующими контакторами УУБК-М2	2	Блок аппаратов 2
A4	Статический преобразователь СТПР-600 М4	2	ПСН-210-3
A5	Шкаф ПЧиЗУ М4	2	ПСН-210-3
A12,A13	Блок УЗПС-2	4	
A15	Установка компрессорная винтовая ДЭН (ВВ, АКВ)	2	
C1	Конденсатор К75-15-10 кВ-0,5, мкФ±10%-У	2	
C2	Конденсатор К75-63-10 кВ-0,01, мкФ±10%-У	2	
FV1	РВКУ-3,3А0,1 (ОПН-3,3)	2	
K5...K26 K31, K32	Контактор электромагнитный СТ1130/04 (контактор пневматический ПК-21-03 ЭТ)	48	Без блокировки
K30, K36	Контактор электромагнитный СТ1130/08 (контактор пневматический ПК-21-03 ЭТ)	4	С блокировкой
K3, K4 K33, K34	Контактор электромагнитный СТ1130/08 (контактор пневматический ПК-32А-01 ЭТ)	8	Без блокировки
K1,K2, K27...K29, K35, K37...K40	Контактор электромагнитный СТ1130/08 (контактор пневматический ПК-32А-01 ЭТ)	20	С блокировкой
K41, K42	Контактор быстродействующий БК-78Т (БК-78ТЭТ.000)	4	
KA1	Реле диф. защиты РДЗ-068-02 6ТЕ.230.068-02 (РДЗЭТ.000-02ТУ)	2	

1	2	3	4
КА2	Реле дифференциальной защиты РДЗ-068 (РДЗ-068ЭТ.000-01)	2	
КМ1, КМ2, КМ19	Контактор электромагнитный СТ1130/04 (контактор электромагнитный 1КМ.016М-17 К110).	6	
L1	Дроссель ДР-150	2	
L2, L3	Реактор Р-1,5/1000-У2	4	
M1...M4	Электродвигатель тяговый коллекторный ЭДП-810 (СТК-810, ЭК-8104)	8	
M11, M12	Вентилятор охлаждения ПТР	4	
M14, M15	Двигатель асинхронный ИМ3912 рДМ 180 М2	4	
Q1	Переключатель ножевой МАВБ.685119.009	2	
QF1	Выключатель быстродействующий ВАБ-55-2500/30-Л-У2	2	
QP1...QP4	Переключатель кулачковый ПКД-22	8	
QR1...QR2	Рубильник П-330АП	4	
QS1	Разъединитель МАВБ.674210.006	2	
QS2	Заземлитель МАВБ.674210.006	2	
QS6	Переключатель ГВ-25ВП	2	
R2, R7, R8	Делитель напряжения ДН-4	6	
R3	Модуль ПТР 2ЭС6.81.000.000	2	
R4	Модуль ПТР 2ЭС6.82.000.000	2	
R5, R6	Резистор балластный (2 Ом) 2ЭС6.61.420.000 (СР-14 2 Ом 1шт.)	4	
R10	Резистор демпферный (1,05 Ом) 2ЭС6.63.420.000 (6ТЕ.662.014 1,05 Ом 1шт.)	2	
R11	Резистор пусковой (14,96 Ом) 2ЭС6.63.410.000 (СР-15, 1,87 Ом 8шт.)	2	
R13, R14	Резистор шунтирующий (4 Ом) 2ЭС6.61.410.000 (СР-14, 2 Ом 2шт.)	4	
R15, R16	Резистор шунтирующий (8 Ом) 2ЭС6.61.810.000 (СР-14, 2 Ом 4шт.)	4	
RS1...RS4	Шунт 75ШСМ-750А-0,5	8	
RS5	Шунт 75ШСМ-200А-0,5	2	
RS7, RS8	Шунт измерительный М 911.1-75.300А	4	
UZ1, UZ2 UZ7...UZ13	Датчик напряжения ПНКВ-1-1А	18	

1	2	3	4
UZ3, UZ4	Мегомметр МГМ-1	4	
VD3...VD5, VD6...VD8	Диод ДЛ-153-1250-24УХЛ2	12	
UZ14	Мегомметр МГМ-2	2	
VD9...VD17, VD18...VD26	Диод ДЛ 161-200-14 ТУ16-729.104- 81	36	
VD27	Диод ДЛ161-200-14 ТУ 16-729 Л 04-81	2	
XI...X4	Унифицированное междвагонное соединение черт. Э018.02.000.РН	8	
X21 ,X22	Розетка ввода в депо РН-1 черт. 6ТН.266.052	4	
XA1	Токоприемник АТ 160-3200 (SX- 2100 RUS Loco)	2	
XA2...XA5	Токоотвод 2ЭС4К.31 Л 30.000	8	
XB1	Панель переключения секций 2ЭС6.61.5000.000	2	
SF36,SF38	Автоматический выключатель EP102UCTZ32	4	
SF37	Дополнительный контакт СВТ	2	

**ПРИЛОЖЕНИЕ Б***(основное)*

## Цепи управления. Перечень элементов

Обозначение	Наименование	Кол- во	Примечание
1	2	3	4
A1	Шкаф защиты ЗТ М4	1	
A3	Устройство управления быстродействующим контактором УУБК- М2	1	Блок аппаратов 3
A5	Шкаф ПЧиЗУ черт. АВМЮ.566425.001	1	ПСН 210-3
A12, A13	Блок УЗПС	2	Блок аппаратов 1,2
A15	Установка компрессорная винтовая ДЭН (ВВ, АКВ)	1	
A21	Модуль управления прожектором МП500- 110/2	1	Шкаф блока №4
A27-A28	Датчик потока воздуха 2ЭС10.81.950.000	2	
C3	Конденсатор МГБП-2-1000- 2 мкФ±10%	1	МПСУиД
C4	Конденсатор 900В, 10 мкФ	1	МПСУиД
EL1	Лампа прожектора КГМ 110-600 (P408/41)	1	Прожектор
EL2...EL9	Лампа Ж110-60	8	Освещение ходовых частей
EL10	Лампа Ж110-40	1	Освещение ШПБ
EL11...EL13	Лампа Ж110-40	3	Освещение кабины
EL14...EL17	Лампа Ж110-60	4	Буферные фонари
EL19	Лампа Ж110-40	1	Освещение тамбура
EL20...EL28	Лампа Ж110-60	9	Освещение ВВК и МО
EL33..EL42	Лампа Ж110-60	10	Освещение ВВК и МО
EL43	Лампа Ж110-60	1	Освещение туалетного помещения. Секция 1
EL44	Светильник УФО	1	Подсветка кабины
FU3	Вставка плавкая ВП1-1 1А250В	1	Шкаф блока 4
FU6	Предохранитель ПР502А, 7,5А	1	ПУ-Эл
G2	Источник электропитания локомотивной электронной аппаратуры ИП-ЛЭ-110/50- 400х2	1	ПСН 1к, Шкаф блока 4
G3	Источник электропитания локомотивной электронной аппаратуры ИП-ЛЭ-110/50- 400х2	1	ПСН Пк, Шкаф блока 4
G4	Источник электропитания локомотивной электронной аппаратуры ИП-ЛЭ-110/50- 400х2	1	УКТОЛ, МПСУиД Ик Шкаф блока 4
G5	Источник электропитания локомотивной электронной аппаратуры ИП-ЛЭ-110/24- 350х2	1	24В, Шкаф блока 4

1	2	3	4
G6	Источник электропитания локомотивной электронной аппаратуры ИП-ЛЭ-110/50-400х1	1	МПСУиД 1к, Шкаф блока 4
GB1... GB96	Аккумулятор НК 125П	96	
K5...K8, K11...K20, K24-K26, K37, K38, KM1, KM2, KM19	Контактор электромагнитный СТ1130/04	24	Блоки аппаратов 1,2,3
K1-K4, K9, K10, K21-K23, K27-K30, K31- K36, K39, K40	Контактор электромагнитный СТ1130/08	2	Блоки аппаратов 1,2
K41, K42	Контактор быстродействующий БК-78Т ЭТ, У2 (БК-78Т ЭТ.000 ТУ)	2	Блоки аппаратов 1,2
KA1	Реле диф. защиты РДЗ-068-02 6ТЕ.230.068-02 (РДЗЭТ.000-02ТУ)	1	Блок аппаратов 3
KA2	Реле диф. защиты РДЗ-068-01 ЭТ 6ТЕ.230.068-01 (РДЗ ЭТ.000-01 ТУ)	1	Блок аппаратов 3
KL1	Реле Finder 44.52.9.110.000	1	Положение сеток ВВК и люка
KL2	Реле Finder 62.32.9.110.030.6	1	Подпитка КА1
KL4, KL5	Реле JQX-13F 110В	2	Управление стеклоочистителями
KL6	Реле Finder 44.52.9.110.000	1	Управление питанием МГМ
KL9	Контактор Schneider Electric LC1D09FD	1	Включение ВАБ
KL10	Реле Finder 44.52.9.110.000	1	Выбег
KL11	Реле Finder 44.52.9.110.000	1	Компрессор
KL12	Реле Finder 44.52.9.110.000	1	Тифон (КЛУБ-У)
KL13	Реле Finder 44.52.9.110.000	1	Свисок (КЛУБ-У)
KL15	Реле Finder 44.52.9.110.000	1	Крышки ПСН
KL16	Контактор Schneider Electric LC1D09FD	1	Обогрев зеркал
KL17	Контактор Schneider Electric LC1D25FD	1	Обогрев стекол
KL18	Контактор Schneider Electric LC1D25FD	1	Глав, резервуары
KL19	Концентратор блокировок АВМЮ.425124.001	6	Блокировки крышек ПСН
KM10, KM11	Контактор магнитный МК1- 20УЗА, 48В.	2	Шкаф блока 4
KM 14	Контактор магнитный МК1 - 10УЗА, 110В	1	Шкаф блока 4
KM15	Контактор магнитный МК 1 - 22УЗА, 110В	1	Шкаф блока 4
KM16, KM17	Контактор магнитный МК1- 10УЗА, НОВ.	2	Шкаф блока 4
KM20	Контактор Schneider Electric LC1D09 FD	1	Шкаф МПСУиД
KP1	Клапан электропневматический ЭПВ-54ЭТ.000-02, 110В	1	Токоприемник
KP2	Клапан электромагнитный КЭО 15/10/050/113 с ЭМ 00/DC/110/1	1	Тифон

1	2	3	4
КР3	Клапан электромагнитный КЭО 15/10/050/113 с ЭМ 00/DC/110/1	1	Свисток
КР6...КР9	Клапан электромагнитный КЭО 08/10/108/111/10 с ЭМО0/DC/1 10/3	4	Продувка гл. резервуаров
КР10	Вентиль электропневматический 181.00-10	1	Жалюзи ПТР
КР11	Клапан электромагнитный КЭО 15/10/050/113 с ЭМ 02/DC/110/1	1	Резервный резервуар
КР16...КР19	Клапан электромагнитный КЭО 15/10/050/113 с ЭМ 02/DC/110/1	4	Песок
КР20	Клапан электропневматический ЭПК153А.00-03	1	ЭПК
КР21	Датчик пневмоэлектрический 418.000	2	Воздухораспределитель
КР22	Вентиль электропневматический 120С.000-08	1	Отпуск тормоза
КР23	Вентиль электропневматический 120С.000-08	1	Блокировка тормоза
КР24	Вентиль электропневматический 120С.000-08	1	Срыв рекуперации
М8	Компрессор Б100/1VDC DuerrTechnik	1	Вспом. компрессор
М9, М10	Привод стеклоочистителя	2	Кабина
М20	Привод солнцезащитных шторок	1	Кабина
М21	Стеклоомыватель	1	Кабина
РА1	Амперметр М42300-А-100-0-100- 1,5	1	Кабина
РV1	Вольтметр М42300-В-0-100-1,5	1	Кабина
Q1	Блокировка электрическая низковольтная РП-272 ЭТ.200 из комплекта переключателя ОД-005 2ЭС6.63.700.000	1	
QF1-1	Электромагнитный вентиль из комплекта ВАБ-55-2500/30-Л-У2 2БП.274.118	1	ВАБ-55
QF1-2	Электромагнит из комплекта ВАБ-55-2500/30-Л-У2 2БП.274.118	1	ВАБ-55
QP1-1 QP2-1	Вентиль электромагнитный из комплекта ПКД-22	2	«Вперед»
QP1-2 QP2-2	Вентиль электромагнитный из комплекта ПКД-22	2	«Назад»
QP3-1 QP4-1	Вентиль электромагнитный из комплекта ПКД-22	2	«Независимое»
QP3-2 QP4-2	Вентиль электромагнитный из комплекта ПКД-22	2	«Последовательное»
QR1...QR2	Блокировка РЭВ-294	2	Блок аппаратов 3
QS1-1	Вентиль разъединителя МАВБ.674210.006 ТУ	1	«Вкл.»
QS1-2	Вентиль разъединителя МАВБ.674210.006 ТУ	1	«Выкл.»
QS2-1	Вентиль заземлителя МАВБ.674210.006 ТУ	1	«Вкл.»
QS2-2	Вентиль заземлителя МАВБ.674210.006 ТУ	1	«Выкл.»

1	2	3	4
R40	Электронагреватель косвенный плоский дисковый СКПД150-50- 5/0,6-1-110	1	Обогрев бака умывальника. Секция 1
R41, R42	Нагревательный элемент	2	Обогрев зеркал, Кабина
R78	Резистор МЛТ-2-7,2 кОм 5%	1	ПУ-Эл
R101	Резистор SQP-2-680	1	МПСУиД
R103	Резистор ПЭВ-100-200 ОЖО.467.551 ТУ	1	МПСУиД
R104	Резистор, 195 Ом. (ПЭВ-15-390 2 шт.)	2	Реле диф. защиты
R131	Резистор С2-33Н 2Вт 5% 5,6 кОм	1	Бак умывальника Секция 1
R132	Резистор SQP20A, 5,1 Ом	1	МПСУиД
R133	Резистор 47 Ом, 100 Вт. из комплекта ВАБ-55-2500/30-Л-У2 2БП.274.118	1	ВАБ-55
R140	Резистор ПЭВ 15-240	1	МПСУиД
R143	Резистор ПЭВР 100-47	1	Кабина
R144	Нагреватель кольцевой НК-64.30.60.110	1	С керамическим изолятором и клеммной коробкой
RS9, RS10	Шунт 75ШС100А-0,5	2	Кабина
S1	Выключатель цепей управления 130.40.000	1	УКТОЛ
SA1	Тумблер ПТ26-1В	1	Вкл./Откл Токоприемник МПСУиД
SA2	Тумблер ПТ26-1В	1	Вкл./Откл БВ МПСУиД
SA6	Переключатель М3SS1-10В 1 SFA611 210 R 1006	1	Освещение кабины ПУ-Эл
SA7	Переключатель М3SS1-11В 1 SFA611 210 R 1002	1	Фонарь буфера правый ПУ-Эл
SA8	Переключатель М3SS1-11В 1 SFA611 210 R 1002	1	Фонарь буфера левый ПУ-Эл
SA9	Переключатель М3SS1-10В 1 SFA611 210 R 1006	1	Управление стеклоочистителя ми ПУ-Эл
SA10	Переключатель М3SS1-10В 1 SFA611 210 R 1006	1	Прожектор ПУ- Эл
SA11	Тумблер ТВ 1 -2	1	Освещение ШПБ ШПБ
SA13 -SA15	Переключатель ПК 16-11И0101	3	Освещение ВВК и МО
SA 16	Переключатель ПК16-11С3053 У2	1	Освещение туалетного помещения. Секция 1
SA17	Тумблер ПТ26-1	1	ПСН МПСУиД
SA18	Переключатель М3SS1-10В 1 SFA611 211 R 1006	1	Солнцезащитная шторка ПУ-Эл
SA19	Тумблер ПТ26-1		ПБЗ, МПСУиД

1	2	3	4
SA28 – SA31	Переключатель 800EB-SM45	4	Отключение ТЭД ПУ-Эл
SA32, SA34	Тумблер ZB5-AD28	2	Режимы работы секций, ПУ-ЭЛ
SA41	Тумблер MTS3-10B 1 SFA 611 302 R 1100	1	Реверсор, ПУ-ЭЛ
SA43	Тумблер ZB5-AD28	1	Фиксированная скорость ПУ-Эл
SA44	Тумблер ZB5-AD28	1	Режим САУТ, ПУ-Эл
SA45	Джойстик Telemecanique ХКВ-Е- 1-1-3-0-0	1	Тяга ПУ-ЭЛ
SA46	Джойстик Telemecanique ХКВ-Е- 1-1-3-0-0	1	Ток возбуждения ПУ-Эл
SA49	ГЖ16-11А2002УХЛ2	1	Перезапуск ПСН Шкаф блока 4
SA55	Тумблер ПТ26-1В УСО.360.056ТУ	1	
SB1	Кнопка без фиксации МР1-10У 1 SFA611 100 R 1003	1	Вспом. компрессор, ПУ-Эл
SB2	Тумблер ZB5-AD28	1	Подсветка кабины, ПУ-Эл
SB3	Кнопка без фиксации МР1-10У 1 SFA611 100 R 1003	1	Тифон ПУ-Эл
SB4	Кнопка без фиксации МР1-10У 1 SFA611 100 R 1003	1	Свисток ПУ-Эл
SB5	Кнопка без фиксации МР1-10У 1 SFA611 100 R 1003	1	Тифон ПУ-Эл
SB6	Кнопка без фиксации МР1-10У 1 SFA611 100 R 1003	1	Свисток ПУ-Эл
SB8	Кнопка без фиксации МР1-10У 1 SFA611 100 R 1003	1	Песок принудительно
SB9	Кнопка без фиксации МР1-10У 1 SFA611 100 R 1003	1	Стеклоомыватель ПУ-Эл
SB10	Тумблер ПТ2-10	1	Обогрев бака умывальника. Секция 1
SB11	Кнопка МР1-10G 1 SFA 611 100 R 1002	1	Принудительное вкл. компрессора, ПУ-Эл
SB 12	Тумблер ZB5-AD28	1	Освещение ходовых частей ПУ-Эл
SB13	Кнопка МР1-10В 1 SFA611 100 R 1006	1	Продувка, ПУ-Эл
SB 14	Тумблер ZB5-AD28	1	Возбуждение, ПУ-Эл
SB15 - SB18	Тумблер ZB5-AD28		Токоприемники, ПУ-Эл
SB 19	Рукоятка бдительности РБ-80	1	РБП

1	2	3	4
SB24	Кнопка МР1-10В 1 SFA611 100 R 1006	1	Яркость индикаторов ПУ-Эл
SB25	Тумблер ZB5-AD28	1	Обогрев кранов, ПУ-Эл
SB27	Тумблер ZB5-AD28	1	Компрессоры, ПУ-Эл
SB28	Тумблер ZB5-AD28	1	Вентиляторы, ПУ-Эл
SB30	Тумблер ZB5-AD28	1	Быстродействующий выключатель, ПУ-Эл
SB31	Кнопка с грибком МРМ1-10У 1 SFA611 124 R 1003	1	Выбег, ПУ-Эл
SB32	Рукоятка бдительности РБ-80 ЦВИЯ.468311.001	1	РБ
SB33	Тумблер ZB5-AD28	1	Включение мегомметра ПУ-Эл
SB35	Педаля RS 321-060	1	«Песок принудительно»
SB36	Педаля RS 321-060	1	«Тифон»
SB37	Кнопка без фиксации МР1-10У 1 SFA611 100 R 1003	1	Отпуск тормоза ПУ-Эл
Автоматические выключатели Шкаф МПСУиД			
SF1	C60H-DC 1P 13A	1	Управление
SF2	C60H-DC 10A	1	Прожектор
SF3	C60H-DC 10A	1	Всп. компрессор
SF4	C60H-DC 6A	1	Упр. силовыми цепями
SF5	C60H-DC 6A	1	Буферные фонари
SF6	C60H-DC 6A	1	Осв. ход. частей
SF7	C60H-DC 10A	1	Осв. приб. безоп.
SF8	C60H-DC 16A	1	Освещение ВВК и МО
SF9	C60H-DC 16A	1	ИП ПСН Нк
SF10	C60H-DC 16A	1	ИПСАУТ
SF11	C60H-DC 16A	1	ИП ПСН 1к
SF12	C60H-DC 3A	1	Выбег
SF13	C60H-DC 16A	1	ИП УКТОЛ, ИП МПСУиД Пк
SF14	C60H-DC 16A	1	ИП МПСУиД 1к, МПСУиД
SF15	C60H-DC 10A	1	Продув гл. резервуаров
SF16	C60H-DC 16A	1	ИП 24В
SF17	C60H-DC 6A	1	Тифон, свисток
SF18	C60H-DC 16A	1	САП, Радиостанция

1	2	3	4
SF19	C60H-DC 32A (двухполюсный)	1	АБ
SF20	C60H-DC 6A	1	Управление АМК
SF21	C60H-DC 6A	1	КЛУБ
SF22	C60H-DC 3A	1	ТСКБМ
SF23	C60H-DC 3A	1	САУТ
SF24	C60H-DC 6A	1	СВЛ-ТР
SF25	C60H-DC 10A	1	АМК
SF27	C60H-DC 25A	1	Обогрев окон
SF30	C60H-DC 3A	1	Обогрев СВЛ-ТР
SF31	C60H-DC 10A	1	Вентиляторы ПСН
SF34	C60H-DC 50A	1	МКС (НП)
SF35	C60H-DC 32A	1	МКС (ИП-ЛЭ)
SF39	C60H-DC 10A	1	Вентиляторы ПЧиЗУ
SF40	C60H-DC 10A	1	Блок аппаратов №2
SQ1...SQ2	Выключатель ВПК 2112Б У2	2	ВВК
SQ3	Выключатель ВПК 2112Б У2	1	Крышевой люк
SQ4...SQ7	Геркон МК4 1А 71В 500W	4	Жалюзи
SQ8	Выключатель ВПК 2112Б У2	1	ВВК
SQ9	Выключатель бесконтактный ВБИ-М12-39У-2122-3	6	Крышки ПСН
SQ10	Геркон Meder МК4 1В 90 С	1	Стояночный тормоз
TVS1...TVS43	Супрессор 1.5KE68CA	43	
VD59	Светодиод L-793AD28	1	ПУ-Эл
VD61	1N4007	1	МПСУиД
VD69	Диод ДЛ112-10-10	1	
VD70... VD85	Диод 1N4007	17	МПСУиД
VD90..VD93	Диод 1N4007	4	МПСУиД
VD121, VD122 VD127... VD131	Диод ДЛ112-10-10	7	МПСУиД
VD132	Диод ДЛ132-80-10	1	МПСУиД
VD135	Диод 1N4007	1	МПСУиД
VD136, VD137	Диод ДЛ132-80-10	2	МПСУиД
VD143	Диод ДЛ112-10-10	1	МПСУиД
VD144, VD145	Диод 1N4007	2	
VD147, VD148	Диод ДЛ112-10-10	2	МПСУиД
VD156... VD158	Диод ДЛ112-40-10	3	МПСУиД
VD167	Диод ДЛ112-16-10	1	МПСУиД
VD169...VD17 6 VD178	Диод 1N4007	9	МПСУиД
VD181	Светодиод Kingbright L-793SRC-C	1	Бак умывальника. Секция 1
VD182	Диод ДЛ 112-10-10	1	МПСУиД
VD190, VD191	Диод ДЛ112-10-10	2	МПСУиД
VD192	Диод 1N4007	1	

1	2	3	4
VD193... VD218	Диод 1N4007	26	
VD219, VD220	Диод 1N4007	2	
X6, X7	Розетка низковольтная ССЭ11-160	2	
X8...X13	Розетка низковольтная Рз-8Б-У2	6	Блоки аппаратов
X50...X53	Соединитель Phoenix-contact	4	
XB11	Панель АБ АВМЮ.468361.102	1	Шкаф блока 4
UZ3, UZ4	Мегомметр МГМ-1 АВМЮ.411212.001	2	Блок аппаратов 3
UZ14	мегомметр МГМ-2	1	Блок аппаратов 3
YAB1...YAB3	Защелка электромагнитная 4ZB1, 110В ВЭПВ.629406.111	3	ВВК
YAB4	Защелка электромагнитная 4ZB1, 110В ВЭПВ.629406.111	1	Люк

Примечание - Количество элементов указано на одну секцию электровоза

