

Автор: Преподаватель Тайгинской дорожно-технической  
школы  
Преподаватель Тайгинской дорожно-технической  
школы

Осинцев И.А.

Логинов А.А.

Рецензенты: Начальник Тайгинской дорожно-технической  
школы

Фирсанков Е.Н.

Заместитель начальника службы  
локомотивного хозяйства

Ковалёв М.Б.

## Оглавление

Введение.....	6
Общие сведения.....	6
Сведения о проводах.....	7
1. Действие схем вспомогательных цепей.....	8
1.1 Включение аккумуляторной батареи на электровозах ВЛ11 до № 242.....	8
1.2 Включение аккумуляторной батареи на электровозах ВЛ11 с № 242.....	9
1.3 Включение вспомогательного компрессора МК-10.....	9
1.4 Включение кнопки "Сигнализация".....	10
1.5 Включение автоматов защиты цепей управления тяговых двигателей В20 (50А) и В30 (16А).....	10
1.6 Подъем токоприемников.....	14
1.7 Подготовка схемы электровозов ВЛ11 до № 373 для вывода из депо под низким напряжением.....	21
1.8 Включение БВ.....	21
1.9 Назначение множителя блокировок БВ реле РП 22.....	23
1.10 Действие силовой схемы после включения БВ.....	23
1.11 Включение двигателей-компрессоров.....	24
1.12 Включение двигателей-вентиляторов на высокую скорость.....	25
1.13 Включение мотор-вентиляторов на низкую скорость.....	26
1.14 Действие схемы агрегата панели управления АПУ-287 на электровозах ВЛ11 до № 242.....	28
1.15 Действие схемы агрегата панели управления АПУ-287 на электровозах ВЛ11 с № 242.....	30
1.16 Принцип действия электронных блоков АПУ-287.....	32
2 СХЕМЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ ТЯГОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ.....	33
2.1 Цепи управления схемой первой позиции "СП" соединения ТЭД на электровозах ВЛ11 до № 490.....	33
2.2. Силовая схема первой позиции "СП" соединения на электровозах ВЛ11 до № 490.....	36
2.3. Отличие цепи управления первой позиции "СП" соединения ТЭД на электровозах ВЛ11 с № 490 до № 716.....	38

2.4. Отличие цепи управления первой позиции "СП" соединения ТЭД на электровозах ВЛ11 с № 716 .....	38
2.5. Отличие силовой цепи ТЭД "СП" соединения на электровозах ВЛ11 с № 490 .....	39
2.6. Цепи управления первой позицией "С" соединения ТЭД на электровозах ВЛ11 .....	39
2.7. Силовая схема первой позиции "С" соединения ТЭД.....	41
3. ДЕЙСТВИЕ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ РЕЛЕ, ВЫКЛЮЧАЮЩИХ ЛИНЕЙНЫЕ КОНТАКТОРЫ.....	42
3.1 Действие реле РП27 и РП28.....	42
3.2. Действие реле РП26 .....	43
3.3. Действие реле РП23 .....	43
4. НАЗНАЧЕНИЕ БЛОКИРОВОЧНЫХ КОНТАКТОВ, ВКЛЮЧЕННЫХ В ЦЕПЬ КАТУШЕК ВЕНТИЛЕЙ ЛИНЕЙНЫХ КОНТАКТОРОВ .....	45
5. ПОЗИЦИИ ГЛАВНОЙ РУКОЯТКИ КТМ.....	46
СО ВТОРОЙ ДО ХОДОВОЙ ПОЗИЦИИ "С" СОЕДИНЕНИЯ ТЯГОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ.....	46
5.1. Электровоз ВЛ-11 до №490.....	46
5.2. Электровоз ВЛ11 с № 490 .....	47
6. ПЕРЕХОДЫ С ОДНОГО СОЕДИНЕНИЯ ТЯГОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ НА ДРУГОЕ .....	48
6.1. Переход с серийно-параллельного.....	48
на параллельное соединение тяговых двигателей .....	48
и позиции с 22 по 37 на электровозе ВЛ11 .....	48
6.2. Действие реле РВ6 на электровозе ВЛ11 .....	50
7. СХЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ГРУППОВЫМИ.....	51
ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЯМИ ПкГ1 НА ЭЛЕКТРОВОЗЕ ВЛ11М.....	51
ПРИ ОБРАТНОМ ПЕРЕХОДЕ С "СП" НА "С" .....	51
СОЕДИНЕНИЕ ТЯГОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ.....	51
9. ОСЛАБЛЕНИЕ ПОЛЯ ТЯГОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ.....	51
9.1. Ослабление поля на электровозе ВЛ11 .....	51

10 Действие схемы при отключении неисправного БВ. Электровоз ВЛ11 с № 070 .....	53
11. ДЕЙСТВИЕ СХЕМЫ ПРИ ОТКЛЮЧЕНИИ ТЯГОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ.....	53
12. ДЕЙСТВИЕ ЗАЩИТЫ ТЯГОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ,.....	55
ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ МАШИН И ДЕЙСТВИЕ ЕЕ СИГНАЛИЗАЦИИ .....	55
12.1. Дифференциальная защита .....	55
12.2. Максимальная защита тяговых двигателей и вспомогательных машин.....	56
12.3. Буферная защита от токов перегрузки.....	57
13. ЗАЩИТА ОТ БОКСОВАНИЯ.....	58
13.1. Принцип работы и схема включения датчиков .....	58
13.2 Действие защиты.....	58
14. СИГНАЛИЗАЦИЯ О ПОНИЖЕННОМ НАПРЯЖЕНИИ НА ТЯГОВЫХ ДВИГАТЕЛЯХ .....	61
15. ДЕЙСТВИЕ СХЕМЫ РЕКУПЕРАЦИИ НА ЭЛЕКТРОВОЗАХ ВЛ11 ДО № 490 НА ПАРАЛЛЕЛЬНОМ СОЕДИНЕНИИ ТЯГОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ .....	61
15.1. Включение возбuditелей .....	61
15.2. Включение реле моторного тока RT37.....	62
15.3. Действие схемы при перемещении рукояток контроллера .....	62
15.3.1.Реверсивно-селективная рукоятка устанавливается .....	62
в положение "Вперед-П" .....	62
15.3.2.Тормозная рукоятка устанавливается на позицию 02.....	63
15.3.3. Главная рукоятка устанавливается на 1 позицию .....	63
15.3.4. Тормозная рукоятка устанавливается на 1 позицию.....	64
15.3.5. Тормозная рукоятка устанавливается на 2 позицию.....	64
15.3.6. Тормозная рукоятка устанавливается на 3 позицию.....	65
15.3.7. Тормозная рукоятка перемещается в СТОРОНУ 15 ПОЗИЦИИ .....	65
15.3.8. Завершение сбора схемы рекуперации .....	66
16 Отличие в действии схемы рекуперации на "СП" и "С" соединениях тяговых двигателей .....	66
16.1"СП" соединение ТЭД .....	67
16.2 С" соединение ТЭД.....	67

17. ДЕЙСТВИЕ ЗАЩИТЫ И ЕЕ СИГНАЛИЗАЦИИ В РЕЖИМЕ РЕКУПЕРАЦИИ.....	68
17.1. Действие защиты от перегрузки и повышенного напряжения .....	68
17.2. Действие защиты от токов короткого замыкания на "П" соединения ТЭД.	68
17.3. Отличие действия защиты от токов короткого замыкания на "СП" и "С" соединениях тяговых двигателей .....	70
17.4. Действие схемы рекуперации при падении давления в тормозной магистрали .....	70
18. ДЕЙСТВИЕ СХЕМЫ РЕКУПЕРАЦИИ НА ЭЛЕКТРОВОЗЕ ВЛ11М.....	72
18.1. Включение преобразователей и реле моторного тока .....	72
18.2. Реверсивно-селективная рукоятка устанавливается в положение "Вперед-П" .....	72
18.3. Тормозная рукоятка устанавливается в положение "П" .....	73
18.4. Тормозная рукоятка устанавливается в положение "ПТ". Дальнейшее ее перемещение .....	75
19. ДЕЙСТВИЕ ЗАЩИТЫ В РЕЖИМЕ РЕКУПЕРАЦИИ И ЕЕ СИГНАЛИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОВОЗА ВЛ11 .....	76
19.1. Защита от повышенного напряжения и перегрузки .....	76
19.2. Защита преобразователя.....	77

## **Введение**

### **Общие сведения**

Электровоз ВЛ11 выпускался серийно с 1978 года. Всего выпущено 843 электровоза в двухсекционном исполнении.

Электровозы ВЛ11 могут работать в две, три и четыре секции (два двухсекционных электровоза по системе многих единиц). Работа одной секции, а также управление из средних кабин заводом не предусмотрены. Порядок формирования электровоза приведен в руководстве по эксплуатации. Два трехсекционных электровоза формируются из трех двухсекционных. При этом со стороны кабины А двухсекционного электровоза подсоединяется торцевой стенкой секция А, а со стороны кабины Б - секция Б. Поэтому возможны два варианта сформированных 3-х секционных электровозов: А+А+Б или А+Б+Б.

Крайние секции А или Б трехсекционного электровоза называются головная секция А и головная секция Б. Это важно знать, т.к. многие цепи, независимо от того, в какой секции находится управление, образуются только с головной секции А.

Два электровоза для работы по системе многих единиц соединяются кабинами разноименных секций.

При конструировании электровоза ВЛ-11 серийное соединение тяговых двигателей было предусмотрено как маневровое. Пуск электровоза предусматривался с "СП" соединения. На практике это привело к частым пережогам контактного провода. Во избежание этого, дорожным указанием обязали машинистов производить пуск с "С" соединения, а для уменьшения пускового тока с № 325 при формировании электровоза в цепь ТЭД стали вводить пусковой резистор головной секции А и средней. С этой же целью пусковой резистор одной секции с № 490 увеличен вдвое (с 7,168 Ом до 14,28 Ом). После таких модернизаций пусковой ток электровоза на "С" соединении стал равен примерно 200 А, а на "СП" - 600 А, но при пуске с "СП" соединения пережог контактного провода полностью не исключается. Кроме того, переход с "С" на "СП" соединение производится с разрывом силовой цепи, что вызывает резкие колебания силы тяги. Для устранения этих недостатков с 1987 года ТЭВЗ перешел на выпуск электровоза ВЛ-11М. Пуск его осуществляется с "С" соединения, а переход с "С" на "СП" соединение производится без разрыва силовой цепи.

### **Сведения о проводах**

На электровозах ВЛ-11 принят следующий порядок нумерации проводов электрических схем:

001-199 - силовые цепи;

201-299 - вспомогательные цепи (силовые);

301-399 - цепи управления, подключенные к панели управления, генератору управления, аккумуляторной батарее;

401-499 - цепи управления токоприемниками и аппаратами защиты (БВ, РдФ2, ПБЗ и т.д.)

501-699 - цепи управления тяговыми двигателями

701-799 - цепи управления вспомогательными машинами, отоплением, нагревателями, звуковыми сигналами, песочницами, ПРУ, тормозами;

801-899 - цепи сигнализации, низковольтных измерительных приборов, радиостанции, АЛСН

901-999 - цепи освещения

100-900 - (кратные ста) - "земля"

Э... межсекционные низковольтные провода.

#### **Резервные провода:**

P001-P005 - от клеммовой рейки БлКн22 пульта машиниста до клеммовой рейки ВВК

P006-P007 - от блока кнопочного выключателя БлКн5 пульта машиниста до клеммовой рейки ВВК

P010-P015 - от контроллера машиниста до клеммовой рейки ВВК

P021-P023 - от блока тумблеров У11 на пульте машиниста до панели диодов на блоке аппарата № 2

P026-P028 - от агрегата панели управления У12 до клеммовой рейки ВВК.

P040- от дешифратора АЛС У26 до клеммовой рейки Бл Кн22 в пульте машиниста

## **1. Действие схем вспомогательных цепей**

### **1.1 Включение аккумуляторной батареи на электровозах ВЛ11 до № 242**

Включение аккумуляторной батареи Б, состоящей из двух групп по 20 элементов, на каждой секции производится рубильником ВЗ на устройстве У12 (агрегат панели управления АПУ-287). При этом напряжение от батареи Б подается на плюсовую шину 18 (+Ш18) агрегата управления (перемычки между автоматами и предохранителями) и межсекционный провод Э 301:

+1гр. элементов Б, провод 328, П5:13(13 клемма на клеммовой планке П5 АПУ-287), провод 51, предохранитель ПР14 АБ на 50 А, нож рубильника ВЗ, амперметр А2, плюсовая шина +Ш18, П5:14 и ПЗ:8, провод Э301. Этот провод объединяет +Ш18 АПУ всех секций и по нему подается напряжение к В20 (ВУ-20), к кнопкам "Локомотивная сигнализация" на щитках БлКнб пультов помощника машиниста и к выключателям В4 и В14 блоков радиостанций.

От +Ш18 в каждой секции образуется цепь: резистор R12, провод 32, замкнутый блокировочный контакт контактора К2, провод 63, клемма П5:1, провод Э332, сигнальная лампа ЛС 81 "ГУ", "земля", "земляная" клемма П5:15 АПУ, соединенная с клеммой 7 на этой же планке, провод "земля", нож рубильника ВЗ, предохранитель ПР15 АБ на 50 А, провод 53, клемма П5:12, провод 327, 2 группа элементов Б, провод 325, клемма П5:10, провод 56, замкнутые контакты контактора К1, диоды Д15 и Д16, провод 54, клемма П5:11, провод 326, -1 группы элементов Б.

На пультах помощника машиниста всех секций загораются лампы "ГУ", сигнализирующие о том, что генераторы управления не работают. От плюсовой шины +18 через предохранители и автоматы защиты подается напряжение к клеммам клеммовых планок П1, П2, ПЗ, П4, П5 и от них в цепи управления, освещения и сигнализации. При включении в этих цепях тумблеров, кнопок, выключателей управления или контроллера питание пойдет в эти цепи, а затем на "минус" 1 группы элементов Б по цепи, подобной цепи лампы "ГУ".

Таким образом, при неработающих генераторах управления обе группы элементов батареи Б на каждой из секций соединены последовательно, а батареи всех секций межсекционным проводом Э301 соединены между собой параллельно и обеспечивают питание цепей управления, освещения, сигнализации, обогревов и радиостанций.

Диоды Д15 и Д16 предотвращают подзарядку аккумуляторных батарей друг от друга, исключая протекание больших уравнивающих токов по проводу Э301 и шинам +18 агрегатов панелей управления.

В режиме "Разряда" напряжение на батареях контролируется вольтметрами V1 на АПУ и V2 на пульте помощника машиниста, а их разрядные токи - амперметрами А2.

## **1.2 Включение аккумуляторной батареи на электровозах ВЛ11 с № 242**

На этих электровозах установлен АПУ с новой схемой заряда аккумуляторной батареи, позволяющей увеличить первоначальный зарядный ток с 9-10 А до 18-20 А и снизить конечный зарядный ток с 5 до 3-3,5 А.

При включении рубильника В3 подается напряжение на плюсовую шину +18 АПУ и межсекционный провод Э301 по цепи: +Б2, провод 328, клемма П5:13, провод 51, предохранитель ПР14АБ на 50А, левый нож рубильника В3, шунт амперметра А2, диод Д16, +Ш18. От +Ш18 напряжение через предохранители и автоматы подается в цепи управления, а также через клемму П5:14 на межсекционный провод Э301. От этого провода напряжение подается к тем же аппаратам, что и в предыдущей схеме. Кроме этого, на электровозах с № 310, по этому проводу через клеммовую сборку на пульте помощника машиниста подается напряжение к автоматам защиты, которые установлены на этом пульте: В21 - "БВ, Токоприемники", В22 - "Сигнализация", В23 - "Освещение кабин ФО, измерительных приборов", В24 - "Песок, свисток", В25 - "Вспомогательные машины". От +Ш18 образуется цепь на лампу "ГУ": резистор R12, замкнутый блокировочный контакт контактора К2, провод 63, клемма П5:1, провод Э322, лампа ЛС81 "ГУ", "земля", провод 300 на П5:15 АПУ, провод G, "земля", средний нож рубильника В3, предохранитель ПР15 АБ на 50 А, провод 53, клемма П15:3, провод 327, Б1, провод 325, клемма П5:10, провод 56, нормально замкнутые контакты контактора К1, провод 54, клемма П5:11, провод 326, -Б2.

Таким образом, как и в предыдущей схеме, все 40 банок аккумуляторной батареи в каждой секции соединены последовательно контактами контактора К1, а АБ всех секций проводом Э301 соединены параллельно. Включенные цепи управления будут иметь цепь на "минус" Б2 такую же, как и лампа "ГУ".

## **1.3 Включение вспомогательного компрессора МК-10**

При включении кнопки "Вспомогательный компрессор" на щитке помощника машиниста БлКн6 образуется цепь: +Ш18 АПУ, предохранитель ПР 13 "Вспомогательный компрессор" (25 А), провод 38, клемма П 1:6, провод 304, предохранитель Пр7, замкнутый контакт кнопки, провод Э721, катушка контактора К4, провод 300, "земля". После включения контактора К4 (установлен на АПУ) образуется следующая цепь: + Ш18, предохранитель ПР13, провод 38 замкнутый силовой контакт контактора К4, провод 58, клемма П5: 6, провод 307, якорь и обмотки возбуждения двигателя МК10, провод 700, "земля".

## 1.4 Включение кнопки "Сигнализация"

При включении кнопки "Сигнализация" на щитке БлКн5 пульты машиниста от плюсовой шины +18 АПУ-287 подается питание через автомат В19 (15А) "Сигнализация", провод 49, клемму П1:2, контакты кнопки "Сигнализация", на межсекционный провод Э801. От этого провода образуются цепи:

- через блокировочные контакты собственного БВ ВБ1 в проводах Э801-Э803 в каждой секции получают питание сигнальные лампы "1БВ", а от них по проводам Э804 и Э805 - лампы "2БВ" и "3БВ" на других секциях; кроме ламп "1БВ", "2БВ", "3БВ" на каждой секции, через блокировочный контакт ВБ1 в проводах Э801-Э810 получает питание общая лампа "БВ" (рис. 1);

- по цепям, подобным цепям сигнальных ламп "БВ", "1БВ", "2БВ" и "3БВ" через контакты токового реле РТЗ3 вентилятора получают питание сигнальные лампы "МВ", "1МВ", "2МВ" и "3М3" (рис. 2);

- через контакты дифференциального реле РДФ2 вспомогательных машин в проводах Э801-Э809 и через контакты дифференциального реле РДФ1 тяговых двигателей в проводах Э801-Э813 получают питание лампы "Вспомогательные машины" и "ТД";

- через контакты реле контроля защиты РкТ8 в проводах Э801-Э814 получают питание лампы "РКЗ".

Все вышеуказанные лампы загораются, сигнализируя о выключенном положении соответствующих аппаратов.

Остальные лампы "КБ" (БК), "РН" (реле низкого напряжения), "ТМ" (тормозная магистраль), "РБ" (реле буксования), "КП" (контроль перехода) загорятся после замыкания в их цепи контактов соответствующих аппаратов.

На электровозах ВЛ11 с № 440 установлена лампа "КТ" (контроль тормозов). Загорается при давлении сжатого воздуха в ТЦ электровоза 0,5 атм и выше и не погаснет до тех пор, пока давление сжатого воздуха в ТЦ одной из тележек сохраняется не менее этой величины. Цепь на лампу создается через контакты электропневматических датчиков СОТ1 и СОТ2, установленных на трубах к ТЦ.

На электровозах ВЛ 11 с № 730 установлена лампа "ПСР" (подготовка схемы рекуперативного торможения). Лампа загорается после установки реверсивно-селективной рукоятки КтМ в одно из положений "С", "СП" или "П" рекуперации и гаснет после размыкания блокировочных контактов К62 и К24, сигнализируя о сборе низковольтной и силовой цепи возбуждения ТЭД.

## 1.5 Включение автоматов защиты цепей управления тяговых двигателей В20 (50А) и В30 (16А)

До № 497 на электровозах ВЛ 11 вместо автомата В20 применяется выключатель управления ВУ-20 с предохранителем на 45 А, а до № 325 вместо автомата В30 применяется предохранитель Пр10 на 15 А.

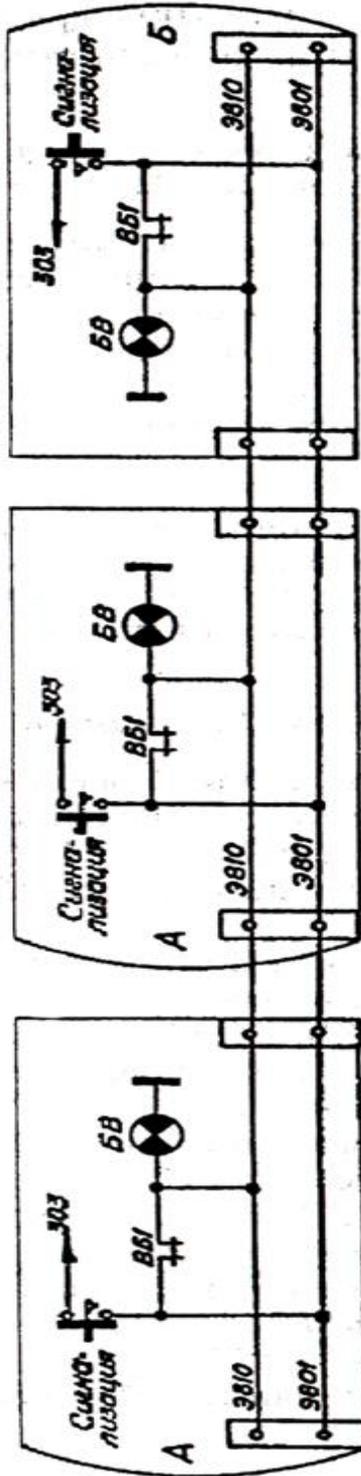
1. При включении автоматов В20 и В30 подается напряжение к контакторным элементам (КЭ) контроллера машиниста КтМ и к кнопке "Возврат БВ":

- провод Э301, автомат В20, провод 501, КЭ КтМ;
- провод 501, автомат В30, провод 502, КЭ КтМ. От провода 502 подается напряжение к блоку предохранителей и БлПр2 (ПР7, ПР8) АЛСН (на ВЛ 11 до №600);
- провод 502, АБТ (блокировка тормозов усл. № 367), провод 503, КЭ119-120 КтМ (0 позиция тормозной рукоятки), перемычка, КЭ 61-62 КтМ (0 позиция главной рукоятки), провод 637. По проводу 637 подается напряжение к кнопке "Возврат БВ" и к диодам Д77-Д79 в цепи катушки контактора К66 для включения реле РМТ;
- провод 503, кнопка "Электропечи II группы" (на ВЛ11 с № 170);
- провод 503, контакты 5-6 КЭП13 (ЭПК), замыкающиеся при повороте ключа ЭПК, провод 504, контакты реле РП26, провод 505, КЭ КтМ.

2. Образуются цепи:

- провод 503, низковольтная пластина П11, провод 506, катушка реле РП15, "земля". На секции, где управление, включается реле РП15, исключающее вредный контур в цепях управления ПкД1 и ПкД2;
- на электровозах ВЛ11 с № 175 подается напряжение к тумблеру В16 "Песок". Если он включен, и давление в ТЦ электровоза повысится до величины 2,8-3,2 атм независимо от способа их наполнения, замыкаются контакты пневматического выключателя управления ВУП-5 и образуется цепь на клапаны песочниц КЭП4 или КЭП5. Подача песка под колесные пары прекратится при помощи реле РП27;
- провод 503, кнопка КН2. При нажатии кнопки КН2 (ножная педаль для отпуска тормоза электровоза) срабатывает клапан КЭП9, отпуская тормоз электровоза при заторможенном составе;
- провод 503, контакты КрМ (микровыключатель контроллера крана машиниста усл. № 395), замкнутые в 1-5 положениях ручки крана и размыкающиеся в шестом положении, провод 739, диод Д80-Д81, провод Э740, катушка реле РП28, провод 700, "земля". На всех секциях включаются реле РП28. Замыкаются контакты в проводах 601-602 в цепи катушек вентиля линейных контакторов;
- провод 505, КЭ17-18 КтМ, провод 584, контакт реле РП20, провод 675, ПР в щитке УН, верхние контакты (по схеме) тумблеров В1-В6, катушки вентиля "Н" переключателей ПкД1 и ПкД2, провод 500, "земля". Валы отключателей двигателей всех секций фиксируются в нормальных положениях.

а) схема соединения ламп БВ (I вариант)



а) схема соединения ламп 1 БВ, 2 БВ, 3 БВ (I вариант)

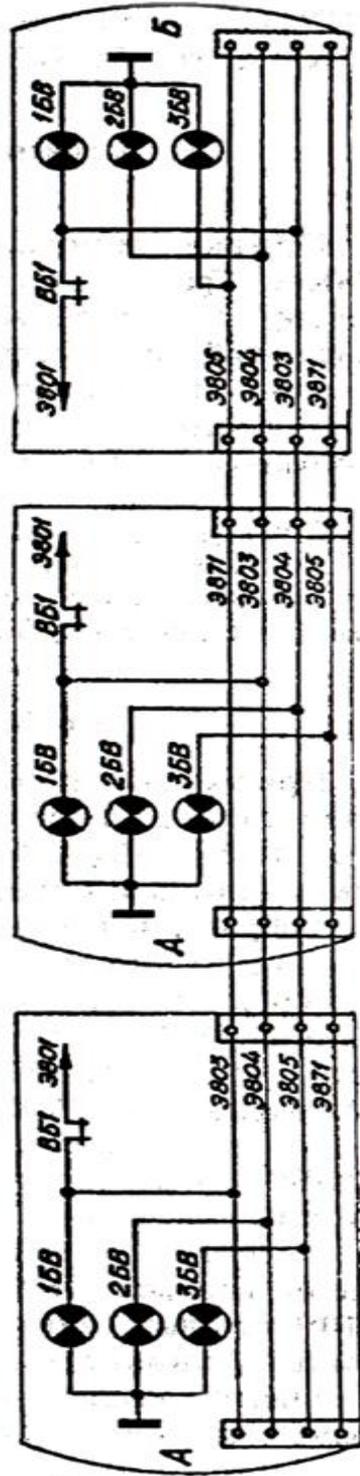
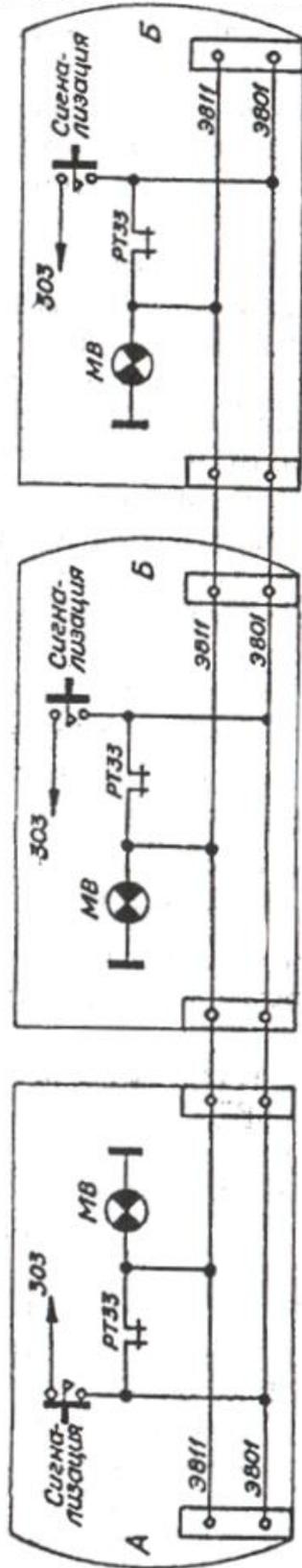


Рисунок 1 – Схема сигнализации БВ

а) схема соединения ламп МВ (II вариант)



а) схема соединения ламп 1 МВ, 2 МВ, 3 МВ (II вариант)

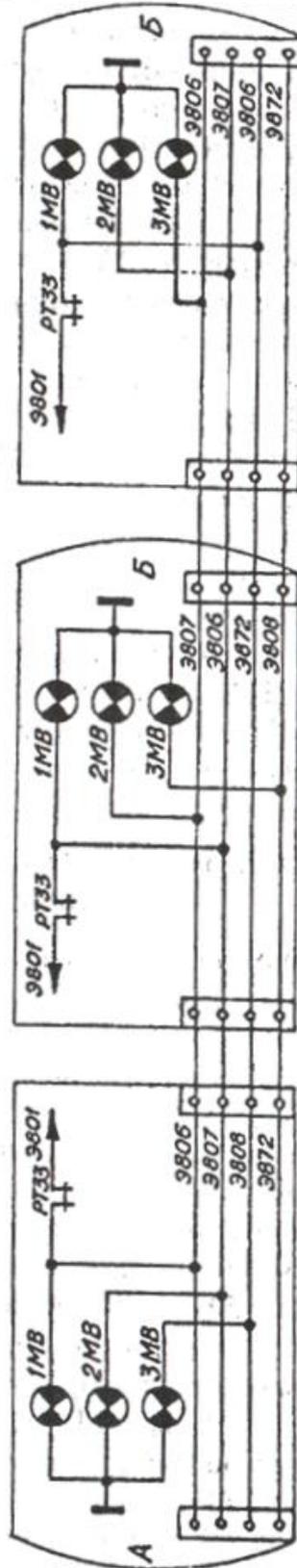


Рис.2 Схема сигнализации мотор - вентиляторов

## 1.6 Подъем токоприемников

### Условия, необходимые для подъема токоприемника:

- наличие напряжения в цепях управления не менее 35 В и давления в пневматической цепи управления не менее 3-3,5атм, необходимое для включения ВУП1 (выключатель управления пневматический);
- закрытое положение дверей ВВК и люков на всех секциях (иначе не будет воздуха под поршнем ВУП1 той секции, где это условие не выполнено. Из-за разомкнутого положения контактов этого ВУП не будет цепи от провода Э419 на провод Э420);
- нижнее положение рукоятки шинного разъединителя Рз3 на всех секциях;
- на ВЛ11 с № 043 и на ВЛ11М нулевое положение главной рукоятки КтМ, а с № 795 и на ВЛ11М выключенное положение БВ (иначе не будет подано напряжение к кнопке "Токоприемники").

При включении аккумуляторной батареи подается напряжение на провод 435 по цепям:

- электровоз ВЛ11 до № 310: +Ш18 АПУ, В6(15А) "Токоприемники, БВ" на АПУ, провод 47, клемма ПЗ:7, провод 320, КЭ 59-60 (0 позиция главной рукоятки КтМ), провод 435;
- электровоз ВЛ 11 с № 310: провод Э301, на клеммовой сборке пульта помощника машиниста, автомат В21 "Токоприемники, БВ" на этом пульте, провод 320, КЭ 59-60 КтМ, провод 435;
- электровоз ВЛ 11 с № 795: провод Э301, автомат В6 "Токоприемники, БВ" на пульте помощника машиниста, провод 320, блокировочный контакт ВВ1, провод 436, КЭ 59-60 КтМ, провод 435;

При включении кнопки "Токоприемники" на БлКн5 образуется цепь (рис. 3): провод 435, замкнутые контакты кнопки «Токоприёмники», питание поступает на провод Э419, от которого запитываются низковольтные катушки вентилей защиты КпЗщ13 на каждой секции, провод 400, "земля". У вентиля защиты КпЗщ13 открываются впускные клапаны и на каждой секции воздух от пневматического агрегата цепей управления давлением 5атм через пневматические блокировки дверей ВВК и крышевых люков подходит к ВУП1 и к клапану токоприемника КЭП1 (вентиль типа ЭВТ-54 или клапан КП-41).

Если выполнены все условия для подъема токоприемника, от провода Э419 головной секции Б через низковольтную пластину П22, контакты ВУП1 всех секций, блокировочные контакты Рз3 всех секций подается напряжение на провод Э420 и к кнопкам "Токоприемник I", "Токоприемник II" и "Токоприемник III".

При включении кнопки "Токоприемник I" образуются цепи (рис. 4 -7):

- провод Э420, замкнутый контакт кнопки, провод Э421, кнопка "Токоприемник" на ЩПР БлКн7, провод 431, катушка вентиля клапана

токоприёмника КЭП1, провод 400, "земля". Вентиль клапана КЭП1 токоприемника возбуждается и впускает воздух в цилиндр токоприемника первой секции;

- провод Э421, разделительный диод Д84, провод 434, катушка промежуточного реле РП29, провод 400, "земля". Реле включается и своими контактами в проводах 435-320 шунтирует КЭ 59-60 КтМ, обеспечивая сохранение вышеуказанных цепей, на позициях главной рукоятки далее нулевой.

После включения кнопок остальных токоприемников, по проводам Э422 и Э423 через межсекционные соединения на средней и задней секциях, получает питание провод Э421, и на этих секциях образуются такие же цепи, как и на первой секции.

В силовой схеме, после подъема токоприёмника Пк1, подается напряжение к устройству У1, через дроссель радиопомех L1, к конденсатору С1, вилитовому разряднику Рр1, через крышевой разъединитель Рз1 на токоведущие шины, а также к разъединителю заземления Рз2, конденсатору С2, к верхней клемме шинного разъединителя Рз3 и к неподвижному контакту быстродействующего выключателя ВБ1.

На каждой-секции образуются цепи:

Плавкая вставка ПР 3, добавочное сопротивление R17, киловольтметр V1, провод 200, "земля".

Добавочное сопротивление R14, катушка реле РКЗ РкТ8, силовая катушка вентиля защиты КпЗщ13, провод 200, "земля". При исправной силовой катушке вентиля защиты КпЗщ13 якорь реле контроля защиты РкТ8 притягивается. Контакты реле РкТ8 размыкаются в цепи проводов Э801-Э814 лампы "РКЗ" гаснут. Лампа погасая, сигнализирует об исправности силовой катушки вентиля защиты КпЗщ13, а так же размыкаются контакты РкТ8 в проводах 433-407. Цепь на удерживающую катушку БВ при поднятом токоприемнике будет проходить через контакты реле РП29.

Ввиду того, что магнитные потоки обеих катушек направлены согласованно, после подъема Пк1 магнитный поток сердечника вентиля защиты КпЗщ13 усиливается.

#### Примечания.

- Конденсатор С1, дроссель L1, устройство У1 — это элементы защиты от радиопомех, возникающих при токосъеме. Конденсатор С2 — элемент защиты от радиопомех, создаваемых внутренним оборудованием электровоза.

- Заземление кожуха резистора R17 и наличие ПР3 исключают взрыв вольтметра контактной сети при перекрытии по кожуху R17. В настоящее время, вместо металлического кожуха, применяется пластмассовый.

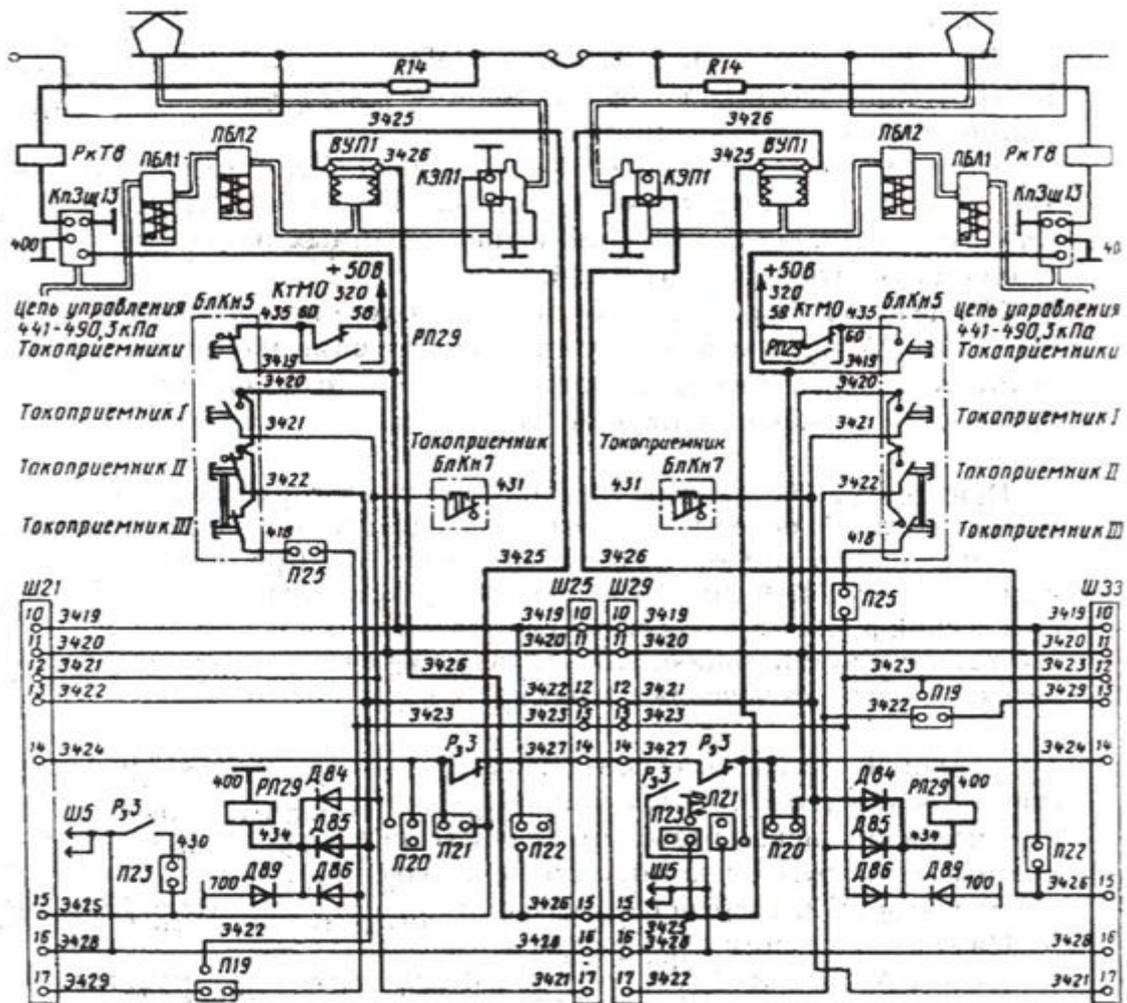


Рис.3 Схема управления токоприёмниками двухсекционного электровоза ВЛ - 11

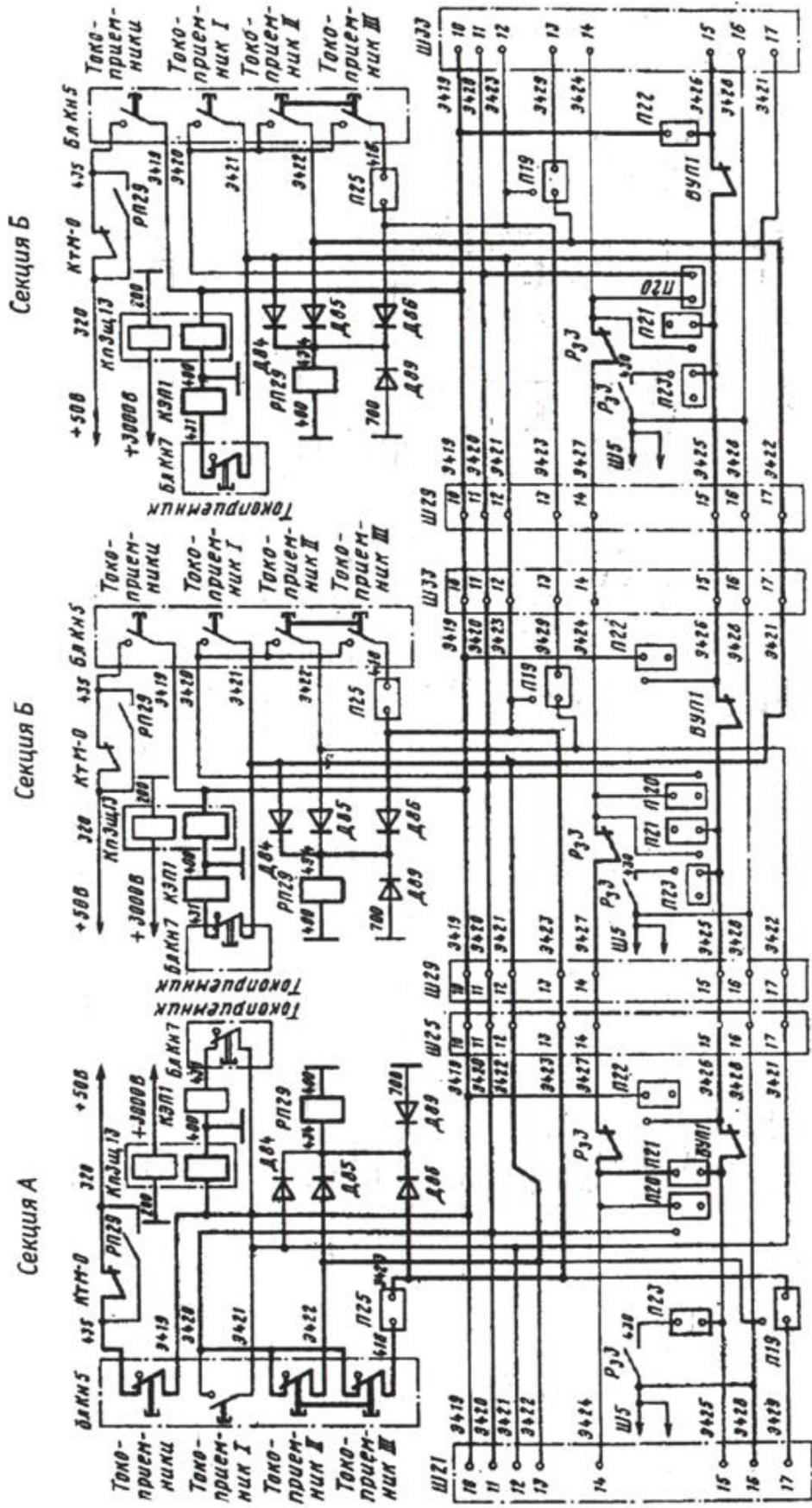


Рис.4 Схема управления токоприёмниками трёхсекционного А+Б+Б электровоза ВЛ-11

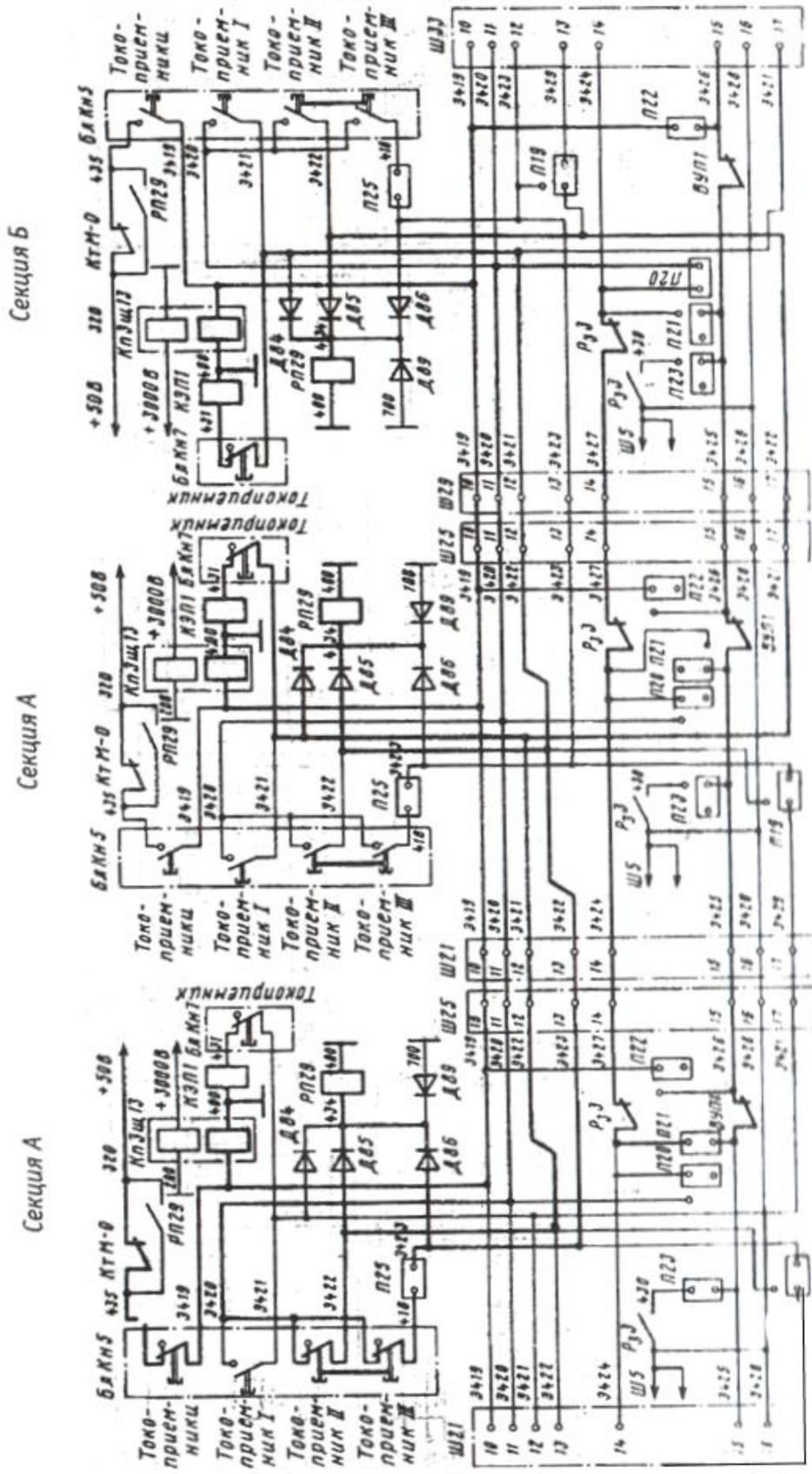


Рис.5 Схема управления токоприёмниками трёхсекционного А+А+Б электровоза ВЛ-11

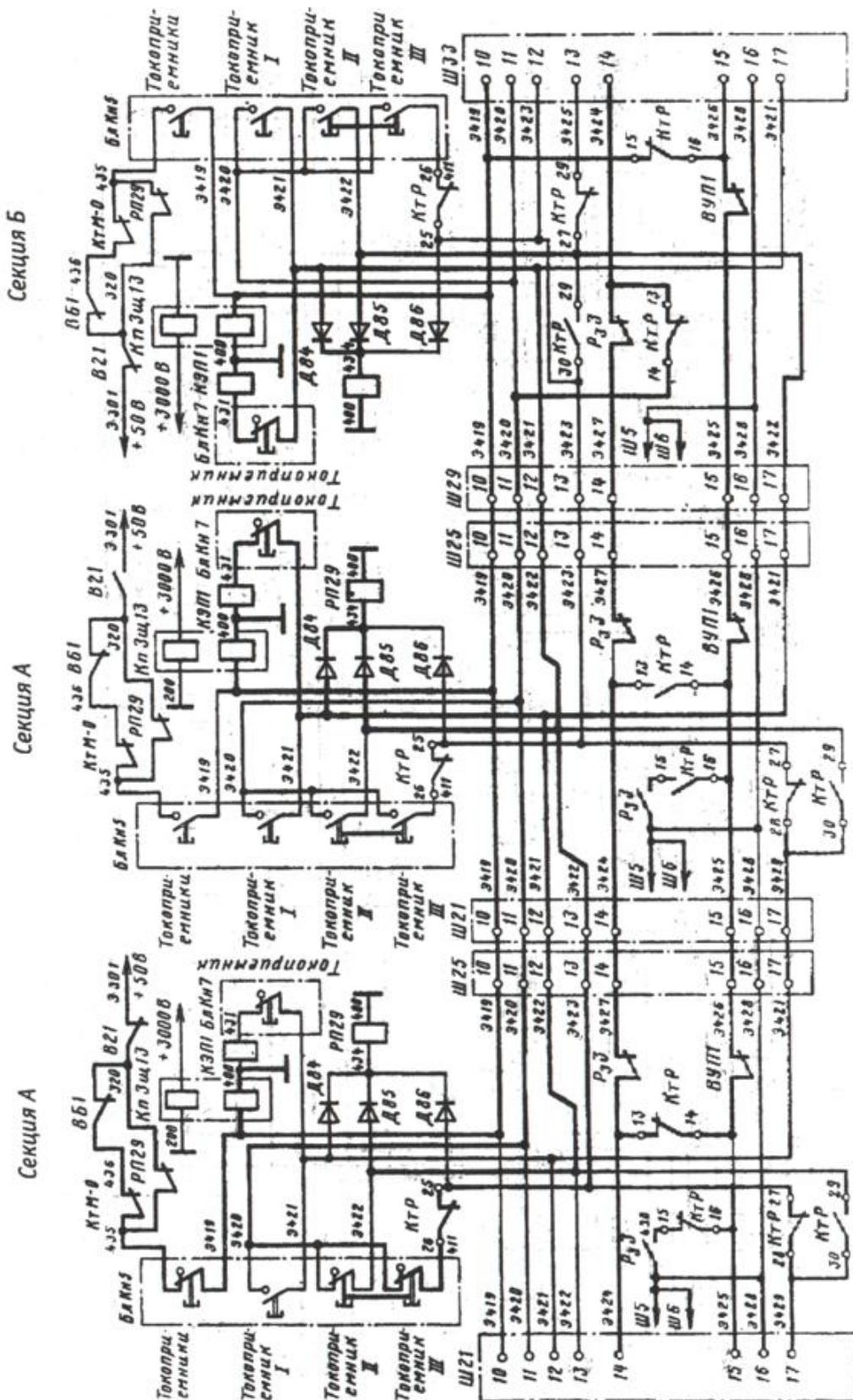


Рис.6 Схема управления токоприёмниками трёхсекционного А+А+Б электровоза ВЛ-11М

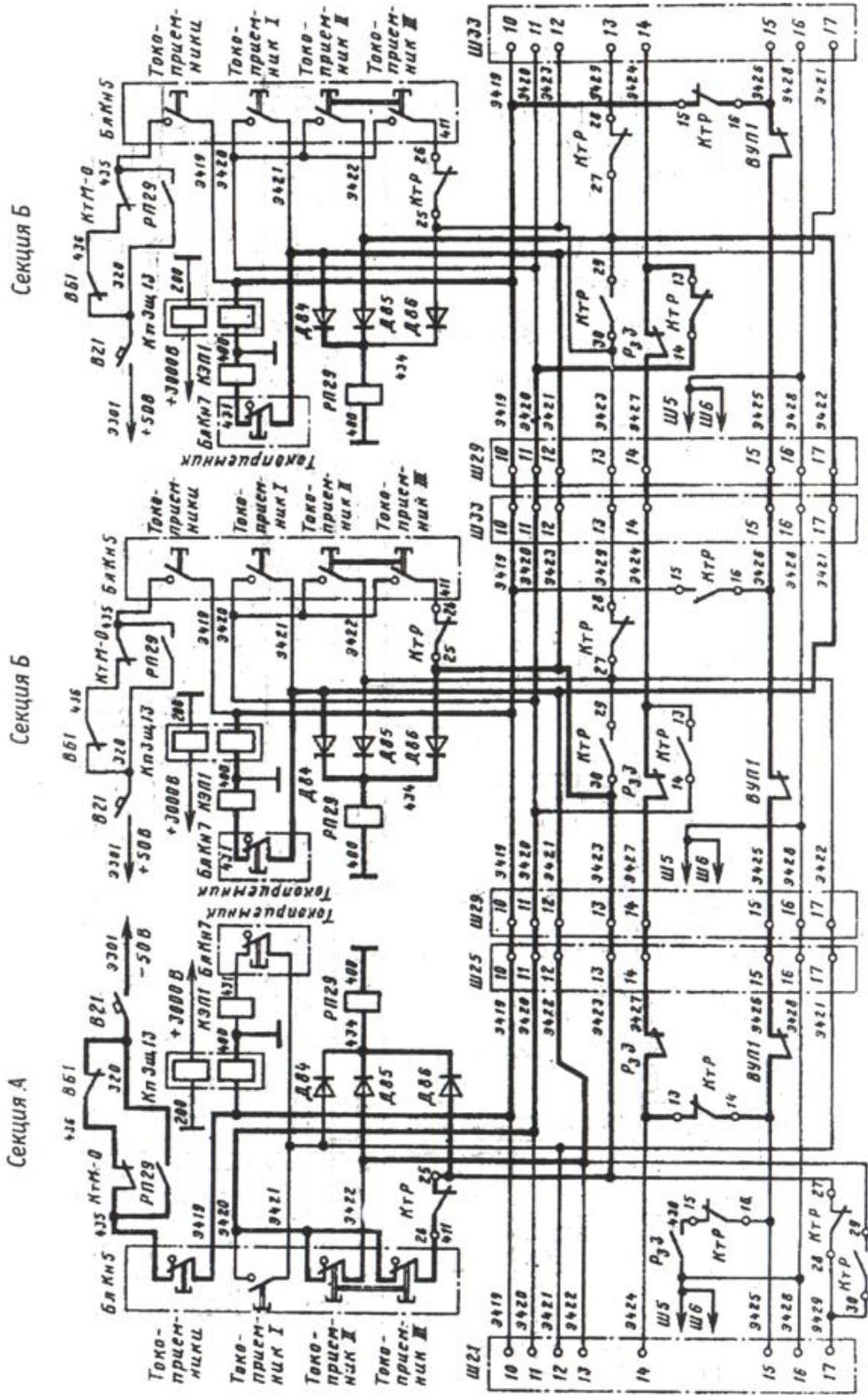


Рис.7 Схема управления токоприёмниками трёхсекционного А+Б+Б электровоза ВЛ-11М

## **1.7 Подготовка схемы электровозов ВЛ11 до № 373 для вывода из депо под низким напряжением**

- Нож шинного разъединителя Рз3 переключается вверх. При этом одна из блокировок Рз3 между проводами Э424-Э427 размыкается, исключая подъем токоприемников.
- После закрытия дверей ВВК и люков выхода на крышу, в силовую подкузовную розетку Ш1 (Ш2) подключается провод от деповской сети.
- Для приведения электровоза в движение после включения деповского разъединителя включается БВ, реверсивно-селективная рукоятка КтМ устанавливается в положение "Вперед-М", а главная рукоятка КтМ перемещается до начала движения электровоза.

## **1.8 Включение БВ**

При включении аккумуляторной батареи, в зависимости от номера электровоза, подается напряжение на провод 320 по следующим цепям:

- электровоз ВЛ11 до № 310: +Ш18 АПУ, В6 (15А) "Токоприемники, БВ" на АПУ, провод 47, клемма ПЗ:7, провод 320;
- электровоз ВЛ11 до № 310: провод Э301 на клеммовой сборке пульта помощника машиниста, автомат В21 "Токоприемники, БВ" на этом же пульте, провод 320. При включении кнопки "БВ" от провода 320 через ее контакты подается напряжение на провод Э404. От этого провода подается напряжение к контактам реле перегрузки ТЭД РТ35, РТ36 и реле максимального напряжения РН10, а также через кнопку "БВ" на ЩПР БлКн7 на провод 405.

От провода 405 образуются цепи:

1 контакты реле перегрузки преобразователя РТ34, провод 414, сопротивление R37, провод 415, катушка дифференциального реле РДФ2 вспомогательных машин, провод 400, "земля".

2 Сопротивление R36, провод 416, катушка дифференциального реле РДФ1 ТЭД, провод 400, "земля".

По катушкам обоих дифференциальных реле протекает ток, но реле остаются выключенными, так как из-за наличия сопротивлений в цепи их катушек величина этого тока недостаточная чтобы притянуть якорь. Кроме этого, от провода 405 подается напряжение к диоду Д121. Диодная цепочка, состоящая из диода Д121 и резисторов R41 и R42, ограничивает эдс самоиндукции, возникающей при разрыве цепи, удерживающей катушки БВ кнопкой или контактами тех аппаратов, которые включены в ее цепь.

При нажатии кнопки "Возврат БВ" питание с провода 503 через замкнутые контакторные элементы контроллера на нулевой позиции поступает на

провод 637, далее через замкнутые контакты кнопки, запитывается провод Э402 и далее параллельно:

- провод Э402, блокировочные контакты быстродействующих контакторов КБ45 и КБ46, замкнутые при отключенных БК, включающие катушки БК КБ45 и КБ46, провод 400, "земля". Если один из БК, или оба были отключены, они восстанавливаются;

- провод Э402, контакты токового реле мотор-вентиляторов РТ33, провод 403 и далее параллельно: катушка электромагнитного контактора К63 и катушка вентиля "Возврат БВ", провод 400, "земля". Вентиль "Возврат БВ" впускает воздух в цилиндр привода БВ. Рычаги БВ перемещаются до соприкосновения якоря с полюсами удерживающего электромагнита. Изменяют положение блокировочные контакты БВ.

После включения контактора К63 образуются цепи:

- электровоз ВЛ11: +Ш18 АПУ, автомат В11 (25А) "Дифф. реле", провод 46, клемма ПЗ:6, провод 319 и далее через контакты и блокировки контактора К63, получают питание катушки РДФ1 и РДФ2, провод 400, "земля".

- электровоз ВЛ11М: +Ш14 АПУ, F10 (25 А) "Дифф. реле", провод 45, клемма Х14:2, провод 319 и далее также.

Дифференциальные реле тяговых двигателей РДФ1 и вспомогательных машин РДФ2 включаются, т.к. их катушки получают форсированное питание прямо от АБ. Размыкаются блокировочные контакты обоих РДФ в проводах Э801-3813 и Э801-Э809. Лампы "ТД" и "Вспомогательные машины" гаснут, сигнализируя о включении РДФ. Замыкаются контакты обоих РДФ в проводах 405-406 и 406-433. Образуется цепь: провод 433, контакты реле РП29, провод 407, блокировочный контакт тормозного переключателя ПкТ, провод 408, удерживающая катушка БВ, провод 400, "земля". Якорь удерживающего электромагнита БВ притягивается к полюсам.

При отпускании кнопки "Возврат БВ" снимается питание с катушек контактора К63 и вентиля "Возврат БВ". Снятие питания с последнего приводит к тому, что под действием растянутых отключающих пружин силовые контакты БВ замыкаются. После выключения контактора К63, катушки обоих РДФ сохраняют питание от провода 405 через сопротивление R37 и R36, что повышает их чувствительность на отключение.

Изменение положения блокировочных контактов БВ приводит к следующему:

- размыкается блокировочный контакт в проводах Э801-Э803; Э801-Э810. При включении БВ на всех секциях лампы "1БВ", "2БВ", "3БВ" и "БВ" гаснут, Если на одной из секций БВ не включится, то через эти блокировочные контакты сохранится цепь питания на лампу БВ этой секции и общую лампу БВ.

- размыкается блокировочный контакт в проводах 598-412. Цепь катушки счетчика отключений БВ "ИП" будет прервана до отключения БВ;

- размыкается блокировочный контакт в проводах 320-436 на электровозах ВЛ11 с № 795 и на ВЛ11М. Подъем токоприемников при выключенном БВ исключается;
- замыкается двойной блокировочный контакт БВ в проводах 598-599. Подготавливается цепь питания катушек вентиля линейных контакторов;
- замыкается блокировочный контакт в проводах 320-417. От провода 320 получают питание катушка реле РП22 (множитель блокировок БВ) и реле времени РВ7. Включением реле РП22 подготавливается цепь питания катушек контакторов вспомогательных машин, а замыканием контактов реле времени РВ7 в проводах 412-413 подготавливается цепь питания счетчика отключений БВ "ИП" на срабатывание.
- На электровозе ВЛ11М с № 373 снято реле РП22, в связи с этим изменена схема зависимости, положения контакторов вспомогательных машин и электрических печей от положения БВ.
- На электровозе ВЛ11М с № 373 с целью исключения повреждения катушек РДФ1 и РДФ2, возникающего при длительном нажатии кнопки "Возврат БВ", в цепь катушки контактора К63 введена блокировка реле времени РВ7 в проводах 403-401. Поэтому катушка контактора К63 будет под питанием с момента нажатия кнопки "Возврат БВ" до момента притяжения якоря реле РВ7, т.е. кратковременно.

### **1.9 Назначение множителя блокировок БВ реле РП 22**

Контакты промежуточного реле РП22 включены в цепь катушек контакторов вспомогательных машин. При коротком замыкании в силовой цепи этих машин срабатывает реле РДФ2 и разрывает цепь удерживающей катушки БВ. БВ размыкает свои контакты. Ввиду малого количества витков в его дугогасительной катушке и небольшого тока короткого замыкания вспомогательных машин, магнитное дутье будет слабым. БВ может не погасить дугу, что приведет к его порче. Реле РП22, выключаясь вместе с БВ, обеспечивает выключение контакторов вспомогательных машин. Контактторы, выключаясь, разрывают свои цепи и обеспечивают надежное дугогашение.

### **1.10 Действие силовой схемы после включения БВ**

После включения БВ в каждой секции от провода 003 через замкнутый контакт ВБ1 подается напряжение по вводному проводу РДФ1 008 к верхнему кронштейну линейного контактора К10, через параллельно соединенные контакты режимного переключателя ПкС и высоковольтную пластину П1 (только на головной секции А) на провод 009 от которого к верхнему кронштейну линейного контактора К1 и от провода 008 и плюсовую отключающую катушку

(выводы 11-12) дифференционного реле РДФ2 на плюсовую шину 202 вспомогательных машин.

Образуются цепи:

- +Ш202, добавочное сопротивление R18, провод 121, обмотка напряжения (ГН2) счетчика Wh1 электрической энергии (моторный), провод 127, токовая обмотка (ГН2) счетчика Wh2 (рекуперативный), провод 100, токоотводящее устройство Пк2 - Пк5, "земля". По обмотке счетчика Wh1 проходит ток, но подвижная система не вращается, т.к. ток не проходит по его токовой обмотке;

- провод 008, добавочное сопротивление R16, катушка реле рекуперации РН11, добавочное сопротивление R16, первая группа R2 пускового резистора, провод 018, контакторный элемент 1 ПкГ, провод 021, вторая группа R1 пускового резистора, провод 028, добавочное сопротивление R12, провод 029, катушка реле максимального напряжения РН10, провод 030, катушка реле низкого напряжения РН9, провод 200, "земля". Якорь реле рекуперации РН11 притягивается, его контакты в цепи управления размыкаются, но изменений в схеме не происходит.

### **1.11 Включение двигателей-компрессоров**

При включении аккумуляторной батареи подается напряжение на провод 308 (на электровозе ВЛ 11 с № 373 на провод 309) по следующей цепи:

- электровоз ВЛ11 до № 310: +Ш18 АПУ, В23 (10А) "Вспомогательные машины" на АПУ, провод 39, клемма П1:7, провод 308;

- электровоз ВЛ11 с № 310: +Ш18 АПУ, клемма П5:14, провод Э301 на клеммовой сборке пульта помощника машиниста, автомат В25 "Вспомогательные машины" на этом же пульте, провод 308.

При включении кнопки "Компрессоры" на щитке машиниста БлКн5 образуются цепи: провод 308 (309), замкнутые контакты кнопки "Компрессоры", провод 701, замкнутый контакт регулятора давления РГД1, провод Э702 и далее параллельно;

- на электровозах ВЛ11 до № 373: провод Э702, блокировочный контакт электромагнитного контактора К55, провод Э817, лампа "МК", провод 800, "земля".

- провод Э702, контакты промежуточного реле РП22, провод 703, замкнутый контакт кнопки "Компрессор" на ЩПР БлКн7, провод 704, катушка электромагнитного контактора К55, провод 700, "земля".

На пультах машиниста загораются лампы "МК" и после включения контакторов К55 - гаснут.

После включения контакторов К55 на каждой секции в силовой схеме образуется следующая цепь: +Ш202 вспомогательных машин, контакты контактора К55, провод 213, пусковой резистор R22 (27 Ом), провод 217, ОЯ и

ОВ МК9, провод 211, минусовая отключающая катушка (13-14) РДФ2, токовые обмотки счетчиков электроэнергии, токоотводящее устройство, "земля".

### **1.12 Включение двигателей-вентиляторов на высокую скорость**

При включении кнопки "Высокая скорость вентиляторов" на щитке машиниста БлКн5 образуется цепь: провод Э301, автомат В25, провод 308, контакты кнопки "Высокая скорость вентиляторов", провод Э706 и далее параллельно:

- провод Э706, блокировочный контакт электромагнитного контактора К51, провод 708, катушка "В" переключателя вентиляторов ПкВ, провод 700, "земля". Валы ПкВ всех секций поворачиваются в положение "В" - высокая скорость вращения вентиляторов.

- провод Э706, блокировочный контакт "В" переключателя вентиляторов ПкВ, провод 710, контакт промежуточного реле РП22, провод 711, кнопка "Вентилятор" на ЩПР БлКн7, провод 412, катушка электромагнитного контактора К51, провод 700, "земля". На каждой секции включаются электромагнитные контакторы К51.

В силовой схеме образуется цепь: шина +202 вспомогательных машин, контакты контактора К51, провод 203, пусковой резистор R20 (30,885 Ом), включающая и удерживающая катушки контактора пусковой панели К57, провод 205, ОЯ, ОВ МВ6, провод 207, катушка токового реле РТ33, провод 208, контакты 1-4 ПКВ, провод 211, минусовая отключающая катушка (13-14) РДФ2, токовые обмотки счетчиков электроэнергии, токоотводящее устройство, "земля".

При увеличении пускового тока до 14 А притягивается якорь токового реле двигателя-вентилятора РТ33, а при уменьшении его до 25 А - якорь контактора пусковой панели К57.

После включения реле РТ33 изменяют положение его контакты:

- размыкается контакт в проводах Э402-403 (на ВЛ - 11 с № 245). восстановление БВ при работающих МВ становится невозможным.

- размыкаются контакты в цепи ламп "МВ", "1МВ", "2МВ" и "3МВ". Лампы гаснут, сигнализируя о работе МВ и исправности их силовой цепи. В противном случае общая лампа "МВ" и лампа МВ одной из секций не погаснут;

- замыкается контакт в проводах 310-313, подготавливая цепь катушек контакторов К1 и К2 на АПУ для подключения АБ на подзарядку.

После включения контактора пусковой панели К57 закорачивается пусковой резистор R20 и включающая катушка контактора К57. На ВЛ 11 с № 330 часть резистора R20 (0,935 Ом) не закорачивается и остается в цепи МВ6 как демпферная.

### 1.13 Включение мотор-вентиляторов на низкую скорость

При включении кнопки "Низкая скорость вентиляторов" на БлКн5 образуется цепь: провод Э301, автомат В25, провод 308, контакты кнопки, провод Э705 и далее параллельно:

- провод Э705, блокировочный контакт электромагнитного контактора К51, провод 707, катушка "Н" переключателя вентиляторов ПкВ, провод 700, "земля". Валы ПкВ всех секций поворачиваются в положение "Н" - низкая скорость вращения вентиляторов.

- провод Э705, низковольтная пластина П25, провод 709, блокировочный контакт "Н" переключателя вентиляторов ПкВ, провод 710, блокировочный контакт реле РП22, провод 711, контакт кнопки "Вентилятор" на ЩПР БлКн7, провод 412, катушка электромагнитного контактора К51, провод 700, "земля".

Для образования последовательной цепи МВ6 всех трех секций при формировании трехсекционного электровоза на ПкВ каждой секции произведены следующие переключения:

**Головная секция А.** Все провода, кроме провода 210, оставлены на своих местах. Образование цепи и ее заземление производится только через эту секцию, т.к. только на этой секции включается контактор К51 и на ней же соединены между собой провода 212 и 211 на клемме 4 ПкВ.

**Средняя секция.** Два провода 212 сняты с клеммы 4 и переставлены на освободившуюся клемму 5, что исключает преждевременное заземление цепи МВ6 через эту секцию.

**Головная секция Б.** Два провода 212 сняты с клеммы 4 и переставлены на клемму 2, т.е. соединены с проводом 209 для начала образования цепи на "землю" с этой секции.

Для повышения частоты вращения (напряжение на коллекторе каждого МВ6 1000 В, вместо 1500 В) на каждой секции провод 210 снят с клеммы 5 и переставлен на клемму 6. Контактными 3-6 ПкВ параллельно ОВ МВ6 подключается R21 (2,25 Ом), что обеспечивает работу МВ6 с 50% ослаблением поля.

**Силовая схема для варианта А+А+Б.** При формировании электровоза на клеммах 5 межсекционных блоков клемм БлКл1 и БлКл2 провода закреплены в следующем порядке (рис.8)

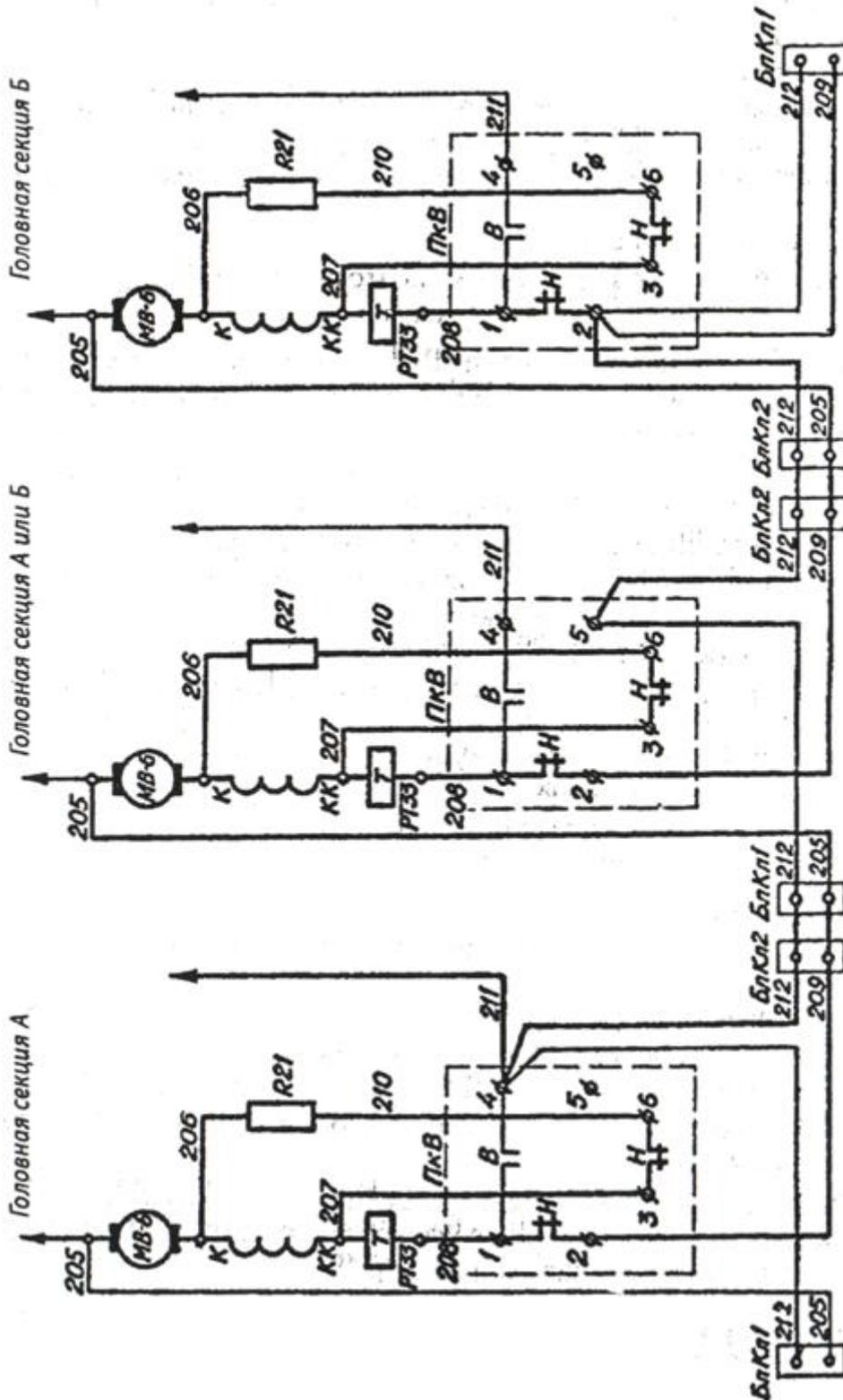


Рисунок 8 – Схема включения вентиляторов при низкой скорости вращения

**Головная секция А:** +шина 202 вспомогательные машины, контакты контактора К51, провод 203, пусковой резистор R20, провод 204, включающая,

удерживающая катушки контактора К57, провод 205, ОЯ МВ6, провод 206 и далее параллельно через ОВ МВ6, провод 207 и через сопротивление R21, контакты 6-3 ПкВ, провод 207. Провод 207, катушка реле РТ33 МВ6, контакты 1-2 ПкВ, провод 209, провод 209 на клемме 5 БлКл2.

**Средняя секция А:** клемма 5 на БлКл1, провод 205, цепь МВ6 этой секции такая же, как и на головной секции А, провод 209 на клемме 5 БлКл2.

**Головная секция Б:** клемма 5 на БлКл2, провод 205, цепь МВ6, как и на предыдущих секциях до контактов 1-2 ПкВ. Так как на клемме 2 ПкВ этой Секции вместе с проводом 209 находится провод 212, дальнейшая цепь на головную секцию А будет проходить по этому проводу, который объединяет клеммы 10 БлКл2 всех секций: клеммы 10 БлКл головной секции Б, клеммы 10 БлКл2 и БлКл1 средней секции, клеммы 10 БлКл2 головной секции А, провод 212, клемма 4 ПкВ, провод 211 и далее на "землю".

При увеличении пускового тока МВ6 до 14 А притягивается якорь реле РТ33, а при уменьшении его до 25 А включается контактор К57.

**Силовая цепь варианта А+Б+Б** аналогична варианту А+А+Б и проходит через клеммы 5 межсекционных блоков клемм БлКл 1 и БлКл2 в следующей последовательности:

**головная секция А:** БлКл2 кл.5 - пр.209. **средняя секция Б:** БлКл2 кл.5 - пр.205, БлКл1 кл.5 - пр.209. **головная секция Б:** БлКл2 кл.5 - пр.205.

Минусовая цепь: через клеммы 10 этих же блоков клемм, но в обратной последовательности.

#### **1.14 Действие схемы агрегата панели управления АПУ-287 на электровозах ВЛ11 до № 242**

Основными аппаратами агрегата панели управления являются: бесконтактный регулятор напряжения БРН, блок защиты БЗ и блок выравнивания напряжений БНВГ. Все аппараты выполнены на полупроводниковых элементах.

При включении мотор-вентиляторов на зажимах генератора управления, за счет остаточного магнетизма его полюсов, появляется незначительная эдс. От генератора потечет ток по следующей цепи: зажим "Я" (плюс) генератора "Г", провод 324, клемма П5:9, провод 64, якорный предохранитель ПР18 на 150 А, шунт амперметра А1, левый и средний ножи рубильника генератора В2, провод 22 и далее по двум цепям:

1) провод 22, автомат В1 обмотки возбуждения генератора "Г" на 10 А, элементы схемы БЗ, Д10, элементы схемы БРН, параллельно включенные R10 и R8, R9, провод 26, клемма П2:5, провод 311, обмотка возбуждения Ш-ШШ генератора "Г", его зажим "ЯЯ" (минус), провод 300, "земля";

2) провод 22, клемма П2:7, провод 313, контакты реле РТ33, провод 310, клемма П2:1, провод 27, регулирующий резистор R13, катушка контактора К1, провод "земля", клемма П5:15, провод 300 ("земля"), зажим ЯЯ (минус)

генератора. Если в первоначальный момент эдс генератора была незначительной, то теперь, после протекания тока по обмотке, она увеличивается. При ее величине 40 В включается контактор К1 (устанавливается регулировкой резистора R13) и через свои блокировки от провода 27 подает питание на катушку контактора К2. Контактор К2 включается и своей блокировкой снимает питание с провода Э322. Лампа "ГУ" гаснет, сигнализируя о наличии напряжения на "ГУ".

При возрастании эдс генератора до величины большей, чем напряжение на батарее, ток от генератора пойдет по следующей цепи: зажим "Я" генератора "Г", провод 324, клемма П5:9, провод 64, якорный предохранитель ПР18 (150 А), шунт амперметра А1, левый нож рубильника В2, провод 23, R14 и R15, Д13 и Д14, плюсовая шина 18. От шины 18 ток пойдет по следующим цепям:

1) шунт амперметра А2, левый нож рубильника В3, плюсовой предохранитель ПР14 I группы элементов АБ на 50 А, провод 51, клемма П5:13, провод 328, I группа элементов АБ, провод 326, клемма П5:11, провод 54, главные контакты контактора К2, R17, провод 53, минусовой предохранитель ПР15 для обеих групп элементов АБ на 50 А, провод "земля", клемма П5:15, провод 300, "земля", зажим "ЯЯ" (минус) генератора;

2) шунт амперметра А3, правый нож рубильника В3, плюсовой предохранитель ПР16 второй группы элементов АБ на 50 А, главные контакты контактора К1, сопротивление R16, провод 56, клемма П5:10, провод 325, II группа элементов АБ, провод 327, клемма П5:12, провод 53 и далее на зажим "ЯЯ" (минус) генератора по цепи I группы элементов АБ;

3) включенные потребители в цепях управления, освещения, сигнализации, радиостанции, корпус электровоза (земля), провод 300, зажим "ЯЯ" (минус) генератора.

Таким образом, обе группы элементов аккумуляторной батареи главными контактами контакторов К1 и К2 подключены параллельно на подзарядку к генератору. От него же питаются и цепи управления. Демпферные сопротивления R16 и R17 ограничивают величину первоначального зарядного тока каждой группы элементов АБ. Они подобраны из такого расчета, чтобы максимальный зарядный ток при сильно разряженной АБ составлял не более 30% от номинального. Диоды Д13 и Д14 исключают разряд АБ на генератор управления при неработающих двигателях-вентиляторах, т.е. выполняют роль реле обратного тока.

При работе панели в режиме заряда амперметрами А2 и А3 контролируются зарядные токи обеих групп элементов АБ, амперметром А1 - ток генератора, вольтметром V1 - напряжение на генераторе и на батарее путем переключения переключателя В4 вольтметра, вольтметром V2, установленным на пульте помощника машиниста, - напряжение цепи управления.

Действие схемы панели управления при высокой и низкой скорости вентиляторов одинаково. Исключение состоит в том, что при низкой скорости

контактами ПкВ в проводах 312-311 переключателя вентилятора закорачивается резистор R9 в цепи обмотки возбуждения генератора. Это необходимо с целью увеличения эдс генератора, т.к. частота вращения его якоря при низкой скорости вентилятора значительно ниже, чем при высокой.

Диоды Д11 и Д12, включенные параллельно катушкам контакторов К1 и К2, улучшают дугогашение на блокировочных контактах контактора К1 и токового реле РТЗЗ, а также обеспечивают замедление выключения контакторов К1 и К2, необходимое для сохранения схемы заряда батареи при кратковременных, резких колебаниях напряжения контактной сети.

Резисторы R14 и R15 выравнивают величину сопротивлений диодов Д13 и Д14, исключая прохождение большого тока по диоду с меньшим внутренним сопротивлением, а, следовательно, и его нагрев.

### **1.15 Действие схемы агрегата панели управления АПУ-287 на электровозах ВЛ11 с № 242**

Схема заряда аккумуляторной батареи, применяемая на электровозах до этого номера, не обеспечивает полный ее заряд, т.к. начальный зарядный ток мал и равен 9-10 А, а конечный велик 3-5 А. Новая схема заряда, применяемая на этих электровозах, обеспечивает начальный зарядный ток на уровне 18-20 А, а конечный - 3-3,5 А.

Внешне панель АПУ на этих электровозах отличается тем, что электронные блоки закрыты общей крышкой и на ее лицевой стороне установлены медные луженые пластины X1, X2, X3, X4 и X5.

После запуска МВ, при включении контактора К51, образуется цепь: +Ш18 АПУ, блокировка К2, провод 71, клемма П5:2, провод 329, блокировочный контакт контактора К51, провод 330, клемма П3:2, провод 70, провод 70 у блока БРН, R18, R10, R9, провод 26, клемма П2:8, провод 311, обмотка возбуждения Ш-ШШ ГУ, "земля". Таким образом, через Ш18 обмотка возбуждения ГУ получает питание от АБ до момента включения контактора К2 и размыкания его блокировки. Контактors же К1 и К2 включаются при напряжении на ГУ 40 В, т.е. тогда, когда ГУ намагничен полностью.

Заряд аккумуляторных батарей всех секций производит ГУ той секции, на АПУ которой пластины X1-X5 установлены горизонтально и ее ГУ работает с напряжением на зажимах 33 В. Это сделано изменением уставки блока БРН по напряжению путем установки пластины X1 горизонтально.

При запуске МВ на зажимах ГУ появляется незначительная эдс.

От плюса генератора ток потечет по следующей цепи: зажим Я генератора Г, провод 324, клемма П5:9, провод 64, якорный предохранитель ПР18 (150А), шунт амперметра А1, средний нож рубильника В2 "Генератор", провод 22 (вправо вверх по схеме) контакты 3-1 X1 (горизонтально), провод 73 и далее по следующим цепям:

- провод 73, контакты 3-1 X5 (горизонтально), автомат В1 (10А) "Возбуждение ГУ", схема блока БЗ, диод Д10, схема блока БРН, сопротивление R10 и R8 параллельно, R9, провод 26, клемма П2:5, провод 311 обмотки возбуждения Ш-ШШ, зажим ЯЯ Г, "земля".

Если в первоначальный момент эдс генератора была незначительной, то сейчас после прохождения тока по его обмотке, она возрастает;

- провод 22 (от рубильника В2 вниз по схеме), клемма П2:7, провод 313, контакты реле РТЗЗ, провод 310, клемма П2:1 провод 27, контакты 3-1 X3 (горизонтально) катушка контактора К1, провод Г, "земля", провод Г "земля" у клеммы П5:15, провод 300, зажим ЯЯ генератора Г. При эдс генератора 40 В и более включается контактор К1 и через его блокировочные контакты образуется цепь на катушку контактора К2. Нормально замкнутые главные контакты контактора К1 делят АБ по 20 банок, а нормально разомкнутые контакты контактора К1 и К2 (замкнулись при их включении) подключают обе группы Б1 и Б2 АБ на подзарядку;

- провод 73, диод Д15, перемычка между диодами Д15 и Д16, шунт амперметра АЗ, правый нож рубильника ВЗ, предохранитель ПР16, контакты контактора К1, сопротивление R16, провод 56, клемма П5:10, провод 325, Б1, провод 327, клемма П5:12, провод 53, предохранитель ПР15, средний нож ВЗ, провод Г, "земля", провод Г, "земля" клемма П5:15, провод 300, зажим ЯЯ генератора Г. Первая группа банок АБ заряжается;

- провод 73, диод Д15, перемычка между диодами Д15 и Д16, шунт амперметра А2, левый нож рубильника ВЗ, предохранитель ПР14, провод 51, клемма П5:13, провод 328, Б2, провод 326, клемма П5:11, провод 54, контакт контактора К2, сопротивление R17, провод 53, предохранитель ПР15, средний нож рубильника ВЗ, провод Г, "земля", провод Г, "земля", клемма П5:15, провод 300, зажим ЯЯ генератора Г. Вторая группа банок АБ заряжается.

Цепь на заряд АБ других секций: провод 73, клемма П5:8 данной секции, провод ЭЗЗ5, межкузовные соединения ПЗ1 и ПЗ2, провод ЭЗЗ5 на других секциях, П5:8 на АПУ этих секций, провод 73 и далее по цепям заряда обеих групп банок, подобным описанным выше.

В случае неисправности ГУ или цепи заряда произойдет автоматическое переключение всех АБ электровоза на последовательное соединение всех 40 банок и их подключение к плюсовой шине 18 через диод Д16. Это произойдет следующим образом:

- в секции, где ГУ работает на заряд АБ, переключение АБ произойдет по причине исчезновения напряжения на катушках К1 и К2;

- на других секциях К1 и К2 выключаются потому, что ток после резистора R13 потечет не через катушку контактора К1, а через диод Д18, клемму 1:4, провод 73, провод 73 на планке П5:8, провод ЭЗЗ5, ПЗ1 и ПЗ2, провод 73 на секции с ГУ работающим на заряд, контакты 1-3 X4, средний нож рубильника В2, диод Д17 и далее по проводу 64 через якорь генератора на "землю". При

напряжении на АБ менее чем на шине +18 их подзарядка будет происходить через резистор R19. Этот резистор ограничивает зарядный ток.

### Питание цепей управления всех секций

Обеспечивает ГУ той секции (на тройнике двух секций), на АПУ которой пластины X1-X5 установлены вертикально. Из-за того, что пластина X1 установлена вертикально, изменяется уставка блока БРН по напряжению, и он поддерживает его на зажимах ГУ в пределах 48-50 В.

После появления эдс на зажимах ГУ ток потечет по цепям: зажим "Я" генератора Г, провод 324, клемма П5:9, провод 64, предохранитель ПР18, шунт А1, средний нож рубильника В2, провод 22, контакты 1-2 X5, автомат В1 и далее на обмотку возбуждения генератора Г по цепи, описанной выше, и от провода 22 через R14 и R15, Д15 и Д14 на плюсовую шину +18. От этой шины через предохранители и автоматы во включенные цепи управления данной секции и далее на "землю". С "земли" на зажим ЯЯ генератора Г. От плюсовой шины 18 через клемму П5:14 на провод Э301, который соединяет плюсовые шины 18 других секций, и далее во включенные цепи управления этих секций.

Цепь заряда АБ на секции, ГУ которой питает цепи управления, прервана пластиной Х4, установленной вертикально.

### **1.16 Принцип действия электронных блоков АПУ-287**

На АПУ установлены следующие блоки:

- БРН - бесконтактный регулятор напряжения;
- БЗ - блок защиты;
- БВНГ - блок выравнивания напряжений генератора.

БРН поддерживает напряжение на зажимах ГУ в пределах 50В (33В). Основными его элементами являются измерительное устройство, выполненное по схеме нелинейного моста, и регулирующее устройство. При возрастании напряжения генератора до величины 50В прекращается прохождение тока по элементам схемы БРН. Обмотка возбуждения теряет питание. Напряжение генератора снижается и как только оно станет ниже 50В, ток снова начинает протекать по элементам схемы БРН, обмотка возбуждения вновь получает питание. Напряжение генератора вновь возрастает до 50В.

Этот процесс непрерывно повторяется, поэтому напряжение генератора будет пульсировать около 50 В. Для сглаживания этих пульсаций, параллельно якорным зажимам генератора, включен конденсатор С2. Диод Д9, включенный параллельно обмотке возбуждения, исключает перенапряжение на элементах схемы измерительного устройства БРН, возникающее из-за значительной индуктивности обмотки.

БЗ: при неисправности измерительного устройства БРН, когда транзистор теряет способность закрываться, напряжение на ГУ резко возрастает до максимальной величины. Это может привести к повреждениям в цепях управления и блоков АПУ. Для быстрого прекращения возрастания напряжения и служит блок БЗ, который до 60-64В на зажимах ГУ пропускает ток от блока БРН на обмотку возбуждения ГУ. При возрастании его до 60-64В блок БЗ срабатывает и прерывает цепь на обмотку ГУ. Напряжение его снижается. Для восстановления блока нажимается его кнопка. Если после трехкратного восстановления он не восстанавливается, необходимо устранить неисправность или выключить рубильник В2 "Генератор".

БВНГ служит для выравнивания напряжений между генераторами управления всех секций. Он подсоединен к якору генератора и БРН своей секции, к якорям генератора и блокам БВНГ других секций.

При равных напряжениях на генераторах блок БВНГ никакого влияния на работу блока БРН не оказывает. Если же возникает разница между напряжениями генераторов, блок БВНГ на той секции, на которой генератор стал вырабатывать меньшее напряжение, срабатывает и увеличивает уставку по напряжению блока БРН. Напряжение генератора растет. Это будет происходить до тех пор, пока напряжения генераторов всех секций не уравниваются. При любом количестве секций напряжение всех генераторов управления выравнивается по уровню большего из них. Интервал колебания напряжения при включении и выключении блока БВНГ составляет 4-5В. В случае выхода из строя одного из генераторов управления блок БВНГ этой секции срабатывает и производит переключения в схеме, предотвращающие нарушения в системе выравнивания напряжения генераторов. При этом нагрузка распределяется равномерно между оставшимися в работе генераторами.

## **2 СХЕМЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ ТЯГОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ**

### **2.1 Цепи управления схемой первой позиции "СП" соединения ТЭД на электровозах ВЛ11 до № 490**

Для сбора схемы первой позиции рукоятки контроллера КтМ устанавливаются на соответствующие позиции:

Тормозная рукоятка остается на позиции "О". При этом замкнут контакторный элемент (КЭ) тормозного вала 111-112, подготавливающий цепь "земли" катушкам вентилей линейных контакторов.

Реверсивно-селективная рукоятка устанавливается на позицию "ВПЕРЕД-М"

Замыкаются КЭ 63-64, 67-68, 73-74 и 1-2. Образуются цепи:

- провод 502, КЭ 67-68, провод Э563, катушка "М" переключателя, провод 500, "земля". На каждой секции кулачковые валы ПкТ занимают положение "М". Замыкаются силовые и блокировочные контакты ПкТ этого положения. Силовые контакты соединяют последовательно ОЯ и ОВ ТЭД. Блокировочные устанавливают зависимость положения ряда аппаратов от положения вала ПкТ:

- провод 505, КЭ 63-64, провод Э561, катушка "Вп" ПкР секции А, "земля" и провод Э561, межсекционное соединение, провод Э562, катушка "Наз" ПкР секции Б, "земля". Кулачковые валы ПкР всех секций, в зависимости от того, как расположена секция по направлению движения (вперед кабиной или торцевой стенкой кузова), занимают положение "Вп" и "Наз". В тройнике в зависимости от варианта формирования - два "Вп", один "Наз" и наоборот. Силовые контакты создают цепь ОЯ ТЭД для движения вперед, а блокировочные устанавливают зависимость положения ряда аппаратов от положения вала ПкР.

После разворота валов переключателя ПкР через блокировочные контакты "Вп" или "Наз" в каждой секции подается напряжение на провод 567. От которого образуются цепи:

- провод 567, катушка промежуточного реле РП 20, провод 500, "земля". На каждой секции включается множитель блокировок реверсора реле РП20. Его контакт в проводах 599-601, замыкаясь, подготавливает цепь катушек вентиля линейных контакторов. Контакт в проводах 584-675, размыкаясь, снимает питание со щитка У11 для отключения ТЭД. Поворот валов ПкД1 и ПкД2 в положение "А" исключается;

- провод 567, контакты ВУП-4. К контактам ВУП-4 (с № 175) подается напряжение. При давлении в ТЦ электровоза 1,9-2,2 Атм его контакты замкнутся и создадут цепь на катушки вентиля клапанов ПРУ КЭП6 или КЭП7 задних по ходу тележек. Это исключает юз при пневматическом торможении;

- провод 567, предохранитель ПР6 и далее параллельно: диод Д72 и Д73, провода 568 и 573, блокировочные контакты "Н" ПкД1 и ПкД2, катушки вентиля "Н" ПкД1 и ПкД2, "земля". Кулачковые валы обоих ПкД зафиксировались в "Нормальном" положении по новой цепи и повернуть их в положение "Аварийное" становится невозможным;

- провод 567, блокировочный контакт ПкТ, провод 577;

- провод 577, диод Д58-Д63, провод 639. Верхняя (по схеме) группа катушек вентиля реостатных контакторов под напряжением;

- провод 577, блокировочный контакт линейного контактора К1, провод 593, диод Д43-Д50, провод 641. Нижняя группа катушек вентиля реостатных контакторов под напряжением. К отдельным катушкам напряжение подается через контакты реле противобоксовочной защиты РП16;

- провод 502, КЭ 73-74, провод Э566, катушка вентиля "СП-П" режимного переключателя ПкС и катушка реле РП17, провод 500, "земля". Валы переключателей ПкС всех секций занимают положение "СП-П". Силовые контакты переключателей ПкС соединяют ТЭД в каждой секции

последовательно, а блокировочные - устанавливают зависимость положения ряда аппаратов от положения вала ПкС. Включением множителя блокировок ПкС реле РП17 в режиме рекуперации на "СП" соединение в цепь НОВ АМ-Г вводится полностью секция 1-18 резистора R31;

- замыканием КЭ 1-2 от провода 501 подается напряжение к КЭ13-14 и 27-28 главного вала КтМ.

**Главная рукоятка устанавливается на 1 позицию.** Размыкаются КЭ 17-18, 59-60 и 60-62, замыкаются КЭ 9-10, 13-14, 15-16, 19-20, 21-22, 23-24 и 27-28.

Размыканием КЭ 17 -18 еще раз рвется цепь к щитку У11 для отключения ТЭД. Размыканием КЭ 59-60 и 61-62 исключается подъем токоприемников и включение (восстановление) БВ на позициях главной рукоятки далее нулевой. Образуются цепи:

- провод 502, КЭ 19-20, провод Э585, блокировочные контакты контакторов К33 и К34 (контакторы ОП1), провод 544 и 545, катушки вентиля контакторов глубокой ступени ОП К31 и К32, провод 540, два блокировочных контакта переключателя ПкТ, провод 400, "земля". Включаются контакторы К31 и К32, создающие для ТЭД режим глубокого ослабления поля (16% от тока якоря). Их блокировочные контакты в проводах 589-588 и 588-677, замыкаясь, подготавливают цепь "земли" катушкам вентиля линейных контакторов;

- провод 502, КЭ 21-22, провод Э535, катушки вентиля контакторов К39, К40, провод 540, два блокировочных контакта ПкТ, провод 400, "земля". Включаются контакторы ОП4 К39 и К40 с общим пневматическим приводом, подготавливая 2 позицию главной рукоятки;

- провод 502, КЭ 23-24, провод Э533, катушки вентиля контакторов К35, К36, провод 500, "земля". Включаются контакторы ОП2 К35 и К36, подготавливая 3 позицию главной рукоятки;

- КЭ 13-14, провод Э582, блокировочный контакт переключателя ПкГ, провод 591, блокировочный контакт переключателя ПкС, провод 590, катушка реле времени РВ6, провод 500, "земля". Включается реле времени РВ6 (выдержка на отпадание якоря 2-3 с), контролирующее время поворота вала ПкГ из "СП" в "П" положение.

Его контакты в проводах 597-598, замыкаясь, подготавливают плюсовую цепь катушек вентиля линейных контакторов;

- КЭ 27-28, провод Э587, блокировочный контакт переключателя ПкД1, провод 596, блокировочный контакт переключателя ПкД2, провод 597, контакты реле времени РВ6, провод 598, блокировочный контакт ВБ1, провод 599, контакт реле РП20, провод 601, контакт реле РП28, провод 602, контакт реле РП23 (ТМ), провод 603, блокировочный контакт переключателя ПкТ, провод 604;

- провод 604, блокировочный контакт переключателя ПкД2, провод 605, катушка вентиля линейного контактора К19, провод 589;

- провод 604, катушка вентиля линейного контактора К18, провод 589;
- провод 604, катушка вентиля линейного контактора К1, провод 606, блокировочный контакт ПкТ, провод 589;
- провод 589, блокировочный контакт контактора К32, провод 588, блокировочный контакт контактора К31, провод 677, диод Д74-75, провод Э581, КЭ 9-10, перемычка, КЭ 111-112 тормозного вала, "земля".

Включаются линейные контакторы К1, К18 и К19. После включения ведущего линейного контактора К1 его блокировочные контакты производят в схеме ряд переключений. Замыкается блокировочный контакт в проводах 589 - "земля". Катушки вентиля контакторов К1, К18 и К19 получают вторую цепь на "землю". Замыкается блокировочный контакт в проводах 592-593 и размыкается - в проводах 593-577. Нижняя группа катушек вентиля реостатных контакторов будет иметь новую плюсовую цепь от провода Э582, необходимую для режима рекуперации;

- провод 604, блокировочные контакты реверсора "Вп" или "Наз", ПкР, провод 741 или 743 блокировочные контакты переключателя ПкТ, провод 742 или 744, катушки вентиля КЭП6 или КЭП7 ПРУ, провод 700, "земля". До № 326, в зависимости от положения реверсора, в каждой секции получает питание катушка вентиля клапана ПРУ КЭП6 или КЭП7. С № 326 в цепь их катушек включены контакты токового реле РТ38. Это реле срабатывает при токе ТЭД 325 А и только после замыкания его контактов образуется цепь на эти катушки;

- провод 604, контакт реле РП16, провод 616 и далее параллельно: блокировочный контакт переключателя ПкТ, провод 617, катушка вентиля уравнильного контактора К17, блокировочный контакт переключателя ПкД1, провод 613, блокировочный контакт переключателя ПкД2, провод 614, блокировочный контакт переключателя ПкС, провод 615, катушка вентиля линейного контактора К10.

Катушки вентиля контакторов уравнильного К17 и линейного К10 под напряжением, но они не включаются так как нет цепи земли. Таким образом, на 1 позиции "СП" соединения включены линейные контакторы К1, К18, К19, контакторы ОП К31, К32, К35, К36, К39 и К40.

## **2.2. Силовая схема первой позиции "СП" соединения на электровозах ВЛ11 до № 490**

В силовой схеме каждой секции образуется электрическая цепь из четырех последовательно соединенных ТЭД, подключенных к контактной сети: токоприемник Пк1, провод 001, дроссель радиопомех L1, провод 002, крышевой разъединитель Рз1, провод 003, силовые контакты ВБ БВ1, вводные провода 008 РДФ1, параллельно соединенные КЭ ПкС и высоковольтная пластина П1, провод 009, контакты линейного контактора К1, первая группа R2 пускового резистора, провод 018, КЭ 1 ПкГ, провод 021, вторая группа R1 пускового

резистора, провод 028, контакты линейного контактора К18, провод 031, катушка, реле перегрузки РТ35, 1-2 ТЭД, провод 032, КЭ ПкД1, провод 033, КЭ ПкР, ОЯ 1-2 ТЭД, КЭ ПкР, провод 041, КЭ ПкТ, провод 042 и далее по двум параллельным цепям:

- ОВ 1 ТЭД провод 044 КЭ ПкТ, провод 045, ОВ 2 ТЭД, провод 018 КЭ ПкТ, провод 047, КЭ ПкД1;

- контакты контактора К31, провод 061, вторая катушка индуктивного шунта L3, провод 047, КЭ ПкД1.

Далее: КЭ ПкД1, провод 048 КЭ 4 ПкГ, провод 076, контакты линейного контактора К19, провод 077, катушка реле перегрузки 3-4 ТЭД РТ36, а с № 326 и катушка токового реле РТ38 ПРУ, провод 078, КЭ ПкД2, провод 079, КЭ ПкР, провод 080, ОЯ 3-4 ТЭД, провод 082, КЭ ПкР, провод 091, КЭ ПкТ, провод 092 и далее по 2-м параллельным цепям:

- ОВ 3 ТЭД, провод 093, КЭ ПкТ, провод 094, ОВ 4 ТЭД, провод 095, шунт Шн1 амперметра А1, провод 099, КЭ ПкТ, провод 096, КЭ ПкД2;

- контакты контактора К32, провод 110, вторая катушка индуктивного шунта L4, провод 096, КЭ ПкД2.

Далее: КЭ ПкД2, провод 115, шунт Шн2 амперметра А2, провод 116, КЭ ПкС, провод 117, КЭ ПкТ, провод 119, параллельно соединенные пластина П2 и КЭ ПкС, выводной провод 121 РДФ1, токовая обмотка Wh1(выводы Г-Н), провод 127, токовая обмотка счетчика Wh2 (выводы Г-Н), провод 100, токоприемники Пк1-Пк5, "земля".

ТЭД всех секций подключены параллельно контактной сети, работают с глубоким ослаблением поля 16% и с полностью введенным пусковым резистором 7,168 Ом.

До № 071 в цепь ОЯ 4-3 ТЭД включена силовая катушка реле давления РГД2 ПРУ. Прохождение тока по его катушке вызывает открытие его впускного клапана и подачу сжатого воздуха через открытые впускные клапаны клапанов КЭП6 и КЭП7 в цилиндры ПРУ. При дальнейшем увеличении тока ТЭД давление в цилиндрах ПРУ будет увеличиваться при помощи РГД2 и наоборот.

С № 071 РГД2 снято, а взамен его на подводящей трубе к КЭП6 и КЭП7 установлен пневматический редуктор усл. № 348, отрегулированный на 2-2,5 атм. Давление сжатого воздуха в цилиндрах ПРУ этой величиной создается с 1 позиции, после срабатываний КЭП6 и КЭП7, и будет постоянным независимо от увеличения или уменьшения тока ТЭД.

С № 326 величина давления 2-2,5 атм в цилиндрах ПРУ устанавливается таким же редуктором и будет постоянным, независимо от тока ТЭД, но наполнение их сжатым воздухом произойдет только после срабатывания реле РТ38 (при токе ТЭД 325 А) и замыкания его контактов в цепи катушек вентиля КЭП6 и КЭП7. От второй группы R1 пускового резистора через R13 (18000 Ом) проходит небольшой ток по катушкам реле максимального напряжения РН10 и низкого напряжения РН9.

### **2.3. Отличие цепи управления первой позиции "СП" соединения ТЭД на электровозах ВЛ11 с № 490 до № 716**

Цепи такие же, за исключением:

- цепь катушек вентиля линейных контакторов соединяется с землей через КЭ 109-110 тормозного вала вместо КЭ 111-112;
- плюсовая цепь катушек вентиля линейных контакторов образуется от провода 501 через КЭ 79-80 реверсивно-селективного вала, вместо 1-2, и КЭ 23-24 главного вала, вместо 27-28;
- схема предусматривает, вместо глубокого ослабления поля 16%, работу ТЭД на 1 позиции с ослаблением поля 36% (режим ОП4). Контактры К31 и К32 сняты. На первой позиции главной рукоятки замыкаются КЭ 19-20 и 21-22. По проводу Э586 образуются цепи на катушки контакторов ОП1 К33 и К34, а по проводу Э535 - на катушки контакторов ОП4 К39(К40). После включения контакторов ОП1 К33 и К34, от провода 589 через блокировки этих контакторов создается цепь "земли" для катушек вентиля линейных контакторов;
- установлены дополнительно три реостатных контактора К20, К21, К22 во второй группе.

Таким образом, на 1 позиции "СП" этих электровозов включены линейные контакторы К1, К18, К19 и контакторы ОП К33, К34, К39 и К40.

### **2.4. Отличие цепи управления первой позиции "СП" соединения ТЭД на электровозах ВЛ11 с № 716**

Тормозная рукоятка остается на "О" позиции замкнут КЭ 109-110, вместо КЭ 111-112, для заземления катушек вентиля линейных контакторов.

Реверсивно-селективная рукоятка устанавливается в положение "Вперед-М"

Замыкаются КЭ 63-64, 67-68, 73-74 и 79-80. Образуются цепи:

- от провода 502 через КЭ 67-68 на катушки вентиля "М" переключателей ПкТ всех секций;
- от провода 505 через КЭ 63-64 на катушки вентиля ПкР, реле РП-20, катушки вентиля "Н" переключателей ПкД1 и ПкД2 всех секций по таким же цепям, как и с № 490. От провода 567 подается напряжение к катушкам вентиля только двух реостатных контакторов К20 и К21 и к ВУП4;
- от провода 502 через КЭ 73-74 цепь только на катушки вентиля "СП-П" переключателей ПкС.
- от провода 501 через КЭ 79-80, вместо КЭ1-2, подается напряжение к КЭ главного вала 13-14 и 23-24.

Главная рукоятка устанавливается на 1 позицию размыкаются те же КЭ и с той же целью, что и до № 490. Замыкаются КЭ 9-10,13-14,15-16,19-20,21-22 и

23-24. Через эти КЭ образуются те же цепи, что и с № 490, но имеющие изменения:

- в цепь катушек вентилях линейных контакторов введен блокировочный контакт ПкС в проводах 597-522, исключая включение этих контакторов до поворота вала переключателя ПкС в положение "СП-П";

- после включения контактора К1 от провода Э582 образуется цепь на катушку реле времени РВ6 и параллельно через блокировочный контакт контактора К1 по проводу 593 через диоды Д43-Д44 и провод 641 подается напряжение к катушкам вентилях остальных реостатных контакторов (реле РП16 снято с № 755).

Таким образом, на этих электровозах провод 641 является основным проводом для подачи напряжения к катушкам вентилях реостатных контакторов.

## **2.5. Отличие силовой цепи ТЭД "СП" соединения на электровозах ВЛ11 с № 490**

- Общая величина пускового сопротивления увеличена с 7,168 Ом до 14,28 Ом.
- Серийно внедрена система автоматического управления рекуперативным торможением (САУРТ), поэтому установлены аппараты этой системы: ДкН (датчик напряжения), ДкТ1 (датчик тока якоря) и ДкТ2 (датчик тока возбуждения).

- Ток течет по ОЯ 1-2 ТЭД и по ОЯ 3-4 ТЭД, по их ОВ к контактам КЭ ПкД1 (ПкД2) и параллельно через К33 (К34), часть R3 (R4), К39 (К40), L3 (L4) к КЭ ПкД1 (ПкД2) и далее - на "землю". По цепи ослабления поля, состоящей из части R3 (R4), величиной 0,0099 Ом проходит 64% тока обмоток якорей, а по их обмоткам возбуждения - 36% этого тока. ТЭД работают в режиме ОП4.

## **2.6. Цепи управления первой позицией "С" соединения ТЭД на электровозах ВЛ11**

Тормозная рукоятка КтМ остается на позиции "О" замкнут КЭ 111-112.

Реверсивно-селективная рукоятка КтМ устанавливается в положение "Вперед-МС" замыкаются КЭ 63-64, 67-68, 71-72. Образуются цепи:

- от провода 502 через КЭ 67-68 на катушки вентилях "М" переключателя ПкТ всех секций, как и в положении "Вперед-М";

- от провода 505 через КЭ 63-64 по проводу Э561 цепи на катушки вентилях ПкР и реле РП20. Подается напряжение к ВУП4, цепи на катушки вентилях "Н" переключателей ПкД1 и ПкД2 и подается напряжение к катушкам вентилях реостатных контакторов обеих групп (с № 716 по проводу 567 только к контакторам К20 и К21). Все цепи подобны цепям положения "Вперед-М";

- провод 501, КЭ 71-72, провод Э565, катушка вентиля "С" переключателя ПкС, "земля". Валы переключателей ПкС всех секций занимают положение "С".

КЭ ПкС соединяют ТЭД всех секций между собой последовательно, а блокировочные устанавливают зависимость положения ряда аппаратов от положения вала ПкС. От провода Э565, кроме этого, подается напряжение к КЭ 15-16 главного вала.

Главная рукоятка КтМ устанавливается на 1 позицию размыкаются КЭ 17-18, 59-60 и 60-62 с той же целью, что и на 1 позиции "СП" соединения. Замыкаются КЭ:

- до № 490: 9-10, 13-14, 15-16, 19-20, 21-22, 23-24 и 27-28;
- с № 490: 9-10, 13-14, 15-16, 19-20, 21-22 и 23-24.

Замыканием КЭ 9-10 подготавливается цепь земли для катушек вентиля линейных контакторов. Замыкание КЭ 13-14 и 27-28 (с № 490 КЭ 23-24) происходит вхолостую, т.к. к ним не подано напряжение от КЭ реверсивно-селективного вала 1-2 (с № 490 - КЭ 79-80).

Образуются цепи:

- до № 490: От провода 502 через КЭ 19-20, 21-22 и 23-24 на катушки вентиля контакторов К31, К32, К39 (К40) и К35 (К36) для создания глубокого ослабления поля ТЭД и подготовки 2 и 3 позиций;

- с № 490: От провода 502 через КЭ 19-20 и 21-22 на катушки вентиля контакторов К33, К34 и К39 (К40) для создания цепи ОП4. Все цепи подобны цепям 1 позиции СП соединения;

- провод 501, от провода Э565, независимо от номера электровоза, через КЭ 15-16, провод Э583, блокировочный контакт переключателя ПкС, провод 594, блокировочный контакт группового переключателя ПкГ, провод 595, контакты сдвоенной кнопки БВ на ЩПР БлКн7 (установлена с № 071), провод 598 и далее по цепи, подобной цепи 1 позиции "СП" соединения, подается напряжение на провод 604. От провода 604 образуются цепи:

- катушка вентиля контактора К1, провод 606, блокировочный контакт переключателя ПкТ, провод 589. На средней и на головной Б секциях пластина П14 установлена в рабочее положение (по схеме горизонтально, необходима для режима рекуперации), поэтому катушка вентиля контактора К1 дополнительно соединяется с проводом 589 через эту пластину и блокировочный контакт переключателя ПкС; катушка вентиля линейного контактора К18, провод 589;

- блокировочный контакт переключателя ПкС и ПкД2, провод 605, катушка вентиля линейного контактора К19, провод 589.

Провод 589 соединяется с землей по такой же цепи, как и на "СП", которая зависит от номера электровоза;

- с № 716, после замыкания блокировочного контакта К1 в проводах 590-593, от провода Э583 подается напряжение к катушке вентиля остальных реостатных контакторов;

- цепи клапанов ПРУ КЭП6 и КЭП7 такие же, как и на "СП" соединении.

В отличие от 1 позиции "СП"соединения с провода 604 напряжение подается только на катушку уравнильного контактора К17. Цепь катушки линейного контактора К10 прервана блокировочным контактом группового переключателя ПкС.

## **2.7. Силовая схема первой позиции "С" соединения ТЭД**

При формировании электровоза в три секции, для образования последовательного соединения ТЭД всех секций, на ПкС произведены следующие переключения:

- **Головная секция А.** В рабочее положение установлены пластины П1 (соединяет провода 008 и 009) и П2 (соединяет провода 119 и 121).

- **Средняя секция.** Пластины не устанавливаются.

- **Головная секция Б.** В рабочее положение установлена только пластина ПЗ (соединяет провода 116 и 117). На этой же секции, а с № 490 и на средней, с целью закорачивания ее пускового резистора провода 011 сняты с ложного зажима 13 ПкС (изолятор на раме ПкС) и переставлены на клемму 10 КЭ ПкС.

### **СИЛОВАЯ СХЕМА ДЛЯ ВАРИАНТА А+А+Б**

- Головная секция А: Пк1, L1, Рз1, провод 003, ВБ1, провод 008, РДФ1, провод 008, пластина П1, провод 009, К1, R2, КЭ 1 ПкГ, R1, К18, цепь 1-2 и 3-4 ТЭД до ШН2, как и на СП соединении. От ШН2: КЭ ПкС, провод 122, клемма 9 на БлКл2.

- Средняя секция А: клемма 9 на БлКл1, провод 125, КЭ ПкС, провод 009, К1: до № 490: далее, как и на головной секции А до провода 122 на клемме 9 БлКл2; с № 490: провод 011, контакты 10 и 11 ПкС, провод 028, К18 и далее, как и на головной секции А, до провода 122 на клемме 9 БлКл2.

- Головная секция Б: клемма 9 на БлКл2, провод 125, КЭ ПкС и далее, независимо от номера электровоза, К1, провод 01 контакты 10 и 11 КЭ ПкС, провод 028, К18 и далее по цепи ТЭД до ШН2. От ШН2: провод 116, пластина ПЗ, провод 117, КЭ ПкТ, провод 119, КЭ ПкС, провод 123, клемма 6 БлКл2.

- Средняя секция А: клемма 6 БлКл2, провод 119, КЭ ПкС, провод 123, клемма 6 БлКл1.
- Головная секция А: клемма 6 на БлКл2, провод 119, пластина П2, провод 121, токовые обмотки счетчиков, токосъемники, "земля".

### **СИЛОВАЯ СХЕМА ДЛЯ ВАРИАНТА А+Б+Б**

- Головная секция А: Пк1, L1, Рз1, провод 003, ВБ1, провод 008, РДФ1, провод 008, пластина П1, провод 009, К1, R2, КЭ 1 ПкГ, Р1, К18, цепь 1-2 и 3-4 ТЭД до ШН2, как и на СП соединении. От ШН2: КЭ ПкС, провод 122 клемма 9 на БлКл2.

- Средняя секция Б: клемма 9 на БлКл2, провод 125, КЭ ПкС, провод 009,

К1: до № 490: далее, как и на головной секции А до провода 122 на БлКл1.  
- с № 490: провод 011, контакты 10 и 11 КЭ ПкС, провод 028, К18 и далее, как и на головной секции А, до провода 122 на клемме 9 БлКл1.

- Головная секция Б: клемма 9 на БлКл2, провод 125, КЭ ПкС и далее, независимо от номера электровоза, К1, провод 011, контакты 10 и 11 КЭ ПкС, провод 028, К18 и далее по цепи ТЭД до ШН2. От ШН2: провод 116, пластина ПЗ, провод 117, КЭ ПкТ, провод 119, КЭ ПкС, провод 123, клемма 6 БлКл2.

- Средняя секция Б: клемма 6 на БлКл1, провод 119, КЭ ПкС, провод 123, клемма 6 на БлКл2.

- Головная секция А: клемма 6 на БлКл2, провод 119, пластина П2, провод 121, токовые обмотки счетчиков, токосъемники, земля.

Таким образом, на "С" соединении ТЭД:

- до № 490 в цепь ТЭД трех секций введен пусковой резистор головной А и средней секции по 7,168 Ом.

- с № 490 - резистор только головной секции А величиной 14,28 Ом.

- как и на "СП" соединении, до № 490 ТЭД работают в режиме глубокого ослабления (16%), а с № 490 - в режиме ОП4 (36%).

### **3. ДЕЙСТВИЕ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ РЕЛЕ, ВЫКЛЮЧАЮЩИХ ЛИНЕЙНЫЕ КОНТАКТОРЫ**

#### **3.1 Действие реле РП27 и РП28**

Реле РП27 является аппаратом АЛС. При включении автомата В20 (ВУ-20) и В30 (ПР10) от провода 502 (на ВЛ 11 с № 600 и на ВЛ11М - от провода Э301) через автомат В26 (на ВЛ 11 до № 265 - ПР7 на БлПр2) подается напряжение на плюсовую клемму дешифратора У26 (в принципиальной схеме эта цепь не показана) и провод 839. От этого провода образуется цепь: провод 839, кнопка "Проверка АЛС" на БлКнб, контакты 0-10 УкС (скоростемера, замкнутые в пределах этой скорости), катушка РП27, В27 (ПР8), "земля". Реле РП27 включается. При движении:

- реле РП27 выключено, т.к. скорость более 10 км/час. Контакты в проводах 619-733 замкнуты;

- реле РП28 включено, т.к. ручка крана машиниста усл. № 395 находится в поездном положении. Контакты в приводах 503-619 (с № 175 и на ВЛ 11М в проводах 503-644) разомкнуты, а в проводах 601 - 602 замкнуты.

При переводе ручки крана усл. № 395 в шестое положение контакты его контроллера КрМ размыкаются. Реле РП28 выключается:

- размыкаются контакты в проводах 601-602. Линейные контакторы выключаются;

- замыкаются контакты в проводах 503-619 (503-644). От провода 619 (644) образуются цепи:

- провод 619 (644), диоды Д56, Д57, провод Э533 катушка вентиля КЭП8, провод 500, "земля".

Открывается впускной клапан клапана замещения КЭП8, и он через редуктор усл. № 348 впускает воздух в ТЦ электровоза давлением 2-2,5 атм (при выключенном ВР);

- провод 619, контакты РП27, провод 733, Д70-Д71, провод Э730, Д67 и далее, в зависимости от положения вала ПкР, получает питание катушка клапана КЭП4 или КЭП5. Под колесные пары электровоза подается песок.

При снижении скорости движения до 10 км/ч и менее контакты УкС замыкаются, реле Р27 включается, его контакты в проводах 619-733 размыкаются, подача песка прекращается. Катушка же вентиля клапана КЭП8 остается под питанием до тех пор, пока ручка крана усл. № 395 не будет установлена во 2-ое положение.

### **3.2. Действие реле РП26**

Реле РП26, так же как и реле РП27, является аппаратом АЛС. При включении АБ от провода Э301 подается напряжение к контактам ЭПК КЭП13 по следующей цепи: провод Э301, кнопка "Локомотивная сигнализация" на щитке БЛКн6, провод 820, контакты 7-8 ЭПК КЭП3.

При срабатывании ЭПК эти контакты замыкаются, реле РП26 включается. Размыкаются контакты реле РП26 в проводах 504-505. Теряют питание провода 505 и Э561. На всех секциях выключаются реле РП20 и линейные контакторы. Замыкаются контакты реле РП26 в проводах 503-619 (503-644). Так как они включены параллельно контактам реле РП28, в схеме происходит то же самое, что и при срабатывании реле РП28.

При неисправности пневматической части ЭПК перекрывается его кран на питательной магистрали. В камере выдержки ЭПК воздуха не будет, контакты 7-8 ЭПК будут замкнуты, реле РП26 включено, а линейные контакторы выключены. Для их включения необходимо выключить реле РП26 выключением кнопки "Локомотивная сигнализация".

### **3.3. Действие реле РП23**

Реле РП23 является аппаратом устройства контроля целостности тормозной магистрали поезда. Это устройство предназначено для сигнализации и разбора схемы моторного режима при нарушении целостности тормозной магистрали поезда. В рекуперативном режиме оно обеспечивает только сигнализацию о нарушении целостности тормозной магистрали. Устройство состоит из пневмоэлектрического датчика усл. № 418-000, установленного между двухкамерным резервуаром и главной частью воздухораспределителя; промежуточного реле РП23 и сигнальной лампы "ТМ". Датчик имеет два канала, в

которых располагаются резиновые диафрагмы с толкателями, воздействующими на микровыключатели ДДР и ДТЦ. Один канал соединен с каналом дополнительной разрядки воздухораспределителя, другой - с его тормозной камерой. При заряженном воздухораспределителе в полостях над диафрагмами обоих каналов датчика давления сжатого воздуха нет. Контакты микровыключателя ДДР разомкнуты, а контакты микровыключателя ДТЦ замкнуты.

При нарушении целостности тормозной магистрали в хвосте поезда происходит ее служебная дополнительная разрядка, но так как ручка крана машиниста находится в поездном положении и кран питает тормозную магистраль, дополнительная разрядка в воздухораспределителях головных вагонов и электровоза произойдет на незначительную величину. Ввиду этого воздухораспределитель электровоза на торможение не срабатывает и наполнения его тормозных цилиндров сжатым воздухом не происходит. Однако, эта незначительная величина дополнительной разрядки (0,2 атм) вызывает прогиб вниз диафрагмы в канале дополнительной разрядки датчика и замыкание контактов микровыключателя ДДР. При этом образуются цепи:

- провод Э801 (до № 088-Э419), контакты ДДР, ДТЦ, провод Э750, катушка РП23, "земля". Реле РП23 включается;
- провод Э801, контакты РП23, провод 816, ЛС83 "ТМ", "земля". Загорается лампа "ТМ", сигнализируя о нарушении целостности тормозной магистрали;
- провод Э801, контакты РП23, провод 816, Д53, провод 737 и далее на катушку реле РП23. Катушка реле РП23 получает питание через собственную блокировку, чем сохраняется включенное положение реле после окончания дополнительной разрядки.

Таким образом, при нарушении целостности тормозной магистрали в хвосте поезда на пульте машиниста загорается лампа "ТМ" и разбирается схема. Для того, чтобы привести устройство в исходное положение, необходимо закрыть контроллер и произвести торможение краном машиниста. При давлении сжатого воздуха 0,5-0,7 атм в тормозной камере воздухораспределителя электровоза, а следовательно, и в такой же камере датчика, размыкаются контакты микровыключателя ДТЦ. Реле РП23 выключается, его контакты в периодах Э801-816 размыкаются, а в проводах 602-603 - замыкаются. Лампа "ТМ" гаснет.

При нарушении целостности тормозной магистрали в голове поезда, ввиду большой величины дополнительной разрядки, воздухораспределитель электровоза срабатывает на торможение. Так же, как и при нарушении целостности магистрали в хвосте поезда, в момент дополнительной разрядки замыкает свои контакты микровыключатель ДДР, исключается реле РП23, разбирается схема, загорается лампа "ТМ". При создании в тормозной камере воздухораспределителя давления 0,5-0,7 атм размыкаются контакты микровыключателя ДТЦ. Реле РП23 выключается и лампа "ТМ" гаснет.

Таким образом, при нарушении целостности тормозной магистрали в голове поезда кратковременно загорается лампа "ТМ", создается давление в тормозных цилиндрах электровоза и разбирается схема.

В обоих случаях для включения линейных контакторов после выключения реле РП23 (контакты РП23 в проводах 602-603 замкнулись, а блокировочный контакт контактора К1 в проводах 589-500 разомкнут) главную рукоятку необходимо перевести на 1 позицию для создания цепи на "землю" катушкам вентилей линейных контакторов через КЭ 9-10 (на ВЛ11М - КЭ 15-16) КтМ.

При любом торможении краном машиниста устройство будет работать так же, как и при нарушении целостности магистрали в голове поезда. Кратковременное загорание лампы "ТМ" при этом свидетельствует об исправности устройства.

Диод Д53 исключает ложное загорание лампы "ТМ" при кратковременном замыкании контакторов ДДР при отпуске тормозов, происходящее из-за появления давления в канале дополнительной разрядки воздухораспределителя. Диод Д52 служит для снижения уровня перенапряжения и улучшения условий коммутации контактов микровыключателей датчика.

#### **4. НАЗНАЧЕНИЕ БЛОКИРОВОЧНЫХ КОНТАКТОВ, ВКЛЮЧЕННЫХ В ЦЕПЬ КАТУШЕК ВЕНТИЛЕЙ ЛИНЕЙНЫХ КОНТАКТОРОВ**

- КЭ 9-10 КтМ и блокировочный контакт линейного контактора К1 в проводах 589-500 называются блокировкой 1 позиции. Она обеспечивает задержку главной рукоятки на 1 позиции до включения линейных контакторов, исключая тем самым пуск электровоза при частично выведенном пусковом резисторе. При выключении линейного контактора К1 (по каким-то причинам), а значит и остальных линейных контакторов на позициях далее первой, повторное их включение возможно только на первой позиции главной рукоятки. Этим самым исключаются резкие колебания силы тяги.

- Блокировочные контакты переключателей ПкД1 в проводах Э587-596, ПкД2 в проводах 596-597 и ПкГ в проводах Э587-597 определяют образование "плюсовой" цепи катушек вентилей линейных контакторов при работе с отключенным ТЭД: на "С" - от провода Э583, на "СП" цепи не будет, на "П" - от провода Э587.

- Контакты реле времени РВ6 в проводах 597-598, с выдержкой на отпадание якоря 2-3 с, обеспечивают выключение линейных контакторов при повороте вала ПкГ из положения "С-СП" в положение "П" более этого времени.

- Блокировочный контакт БВ в проводах 598-599 при отключении БВ обеспечивает выключение линейных контакторов. Этим облегчается дугогашение БВ, что особенно необходимо при неисправности его дугогасительного устройства.

- Контакт реле РП20 в проводах 599-601, переключателя ПкТ в проводах 603-

604, а с № 530 и переключателя ПкС в проводах 597-522 обеспечивают включение линейных контакторов только после окончания поворота валов ПкР, ПкТ и ПкС. Этим исключают их поворот под нагрузкой.

• Контакт реле РП28 в проводах 601-602 и РП23 в проводах 602-603 обеспечивают выключение линейных контакторов при их срабатывании. Этим исключают разрыв поезда.

• Блокировочные контакты переключателей ПкС и ПкД2 в проводах 604-605 не допускают включение линейного контактора К19 на "П" соединении при отключении 3-4 ТЭД. Этим исключается заземление 1 группы пускового резистора через "обходную" перемычку, шунтирующую цепь 3-4 ТЭД.

• Блокировочный контакт переключателя ПкС в проводах 607-589 на средней и головной секциях Б (пластина П14 на этих секциях соединяет провода 606 и 607) обеспечивает подключение ТЭД всех секций к контактной сети на "С" соединении в режиме рекуперации только контактором К1 головной секции А.

## **5. ПОЗИЦИИ ГЛАВНОЙ РУКОЯТКИ КТМ СО ВТОРОЙ ДО ХОДОВОЙ ПОЗИЦИИ "С" СОЕДИНЕНИЯ ТЯГОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ**

### **5.1. Электровоз ВЛ-11 до №490**

Вторая позиция: размыкается КЭ 9-10. Катушки вентиля линейных контакторов будут иметь цепь на "землю", только через блокировочный контакт линейного контактора К1 в проводах 589-500. Замыкается КЭ 25-26. Образуется цепь: провод 502, КЭ 25-26, провод Э586 и далее параллельно:

- Блокировочный контакт переключателя ПкГ, провод 541, Д54, провод 539;
- Блокировочный контакт переключателя ПкГ, провод 541, Д65, провод 543;
- Контакт датчика ДкБ2, провод 543.

От проводов 539 и 543: катушки вентиля контакторов К33 и К34, провод 540, два блокировочных контакта ПкТ, провод 400, "земля". Включаются контакторы ОП1 К33 и К34. Размыкаются их блокировочные контакты в проводах Э585-544 и Э585-545. Контакторы глубокого ослабления К31 и К32 выключаются.

В силовой схеме ток течет по ОЯ 1-2 и 3-4 ТЭД, пойдет по их ОВ до КЭ переключателей ПкД1 и ПкД2 и параллельно через К33 и К34, К39 и К40, часть сопротивления R3 и R4 0,0099 Ом, через L3 и L4 к ПкД1 и к ПкД2. По обмоткам возбуждения ТЭД, вместо 16%, проходит 36% тока якорей, т.е. ТЭД переключились с режима глубокого ослабления поля в режим ОП4.

Третья позиция: размыкаются КЭ 19-20 и 21-22. Размыканием КЭ 19-20 еще раз рвется цепь на катушки К31 и К32. Размыкание КЭ 21-22 приводит к выключению контакторов ОП4 К39 и К40.

В силовой схеме ток течет по ОЯ 1-2 и 3-4 ТЭД, пойдет по их ОВ к ПкД1 и ПкД2 и параллельно через К33 и К34, К35 и К36 часть сопротивления R3 и R4, L3 и L4 к ПкД1 и к ПкД2.

По обмоткам возбуждения протекает 55% тока якорей, т.е. ТЭД переключились с ОП4 в режим ОП2.

Четвертая позиция: размыкаются КЭ 23-24 и 25-26. Контактторы ОП2 К35, К36 и контакторы ОП1 К33, К34 выключаются. ТЭД с ОП2 переводятся в режим полного поля.

Пятая позиция: замыкается КЭ 31-32. Провод Э622 через минусовую шину главного вала соединяется с "землей". Катушка вентиля реостатного контактора К3, имеющая "плюс" с момента постановки реверсивно-селективной рукоятки КтМ в положение "Вперед-М" или "Вперед-МС", соединяется с "землей". Контакт К3 включается и закорачивает секцию 1-2 в 1 группе пускового резистора, уменьшая его величину на 0,93 Ом.

Позиции 6-20: согласно развертке контроллера замыкаются КЭ с 33-34 по КЭ 57-58 и соединяют катушки вентиля реостатных контакторов с минусовой шиной главного вала. Контактторы, включаясь, уменьшают величину пускового резистора путем закорачивания его секций или соединяя их в параллельные ветви. То есть с пятой позиции начинается реостатный пуск электровоза. Напряжение на ТЭД возрастает, и когда оно станет равным 2700 В притягивается якорь реле низкого напряжения РН9. Его контакты в проводах Э801-Э815 замыкаются и лампа "РН" загорается.

21 позиция: пусковой резистор из цепи ТЭД полностью выведен. Позиция ходовая. Напряжение на ТЭД на "С" соединении равно: 2ВЛ11 - 375 В, 3ВЛ11 - 250 В, а на "СП" - 750 В. На этой же позиции происходит подготовка к переходу с "СП" на "П" соединении. Она заключается в том, что замыкается КЭ 29-30. Катушки вентиля линейного контактора К10 и уравнивательного К17, имея "плюс" с 1 позиции (на "С" соединении - только К17), соединяются с "землей", по следующей цепи: провод 610, блокировочный контакт переключателя ПкТ, провод 612, блокировочный контакт контактора К18, провод 611, диод Д54-Д55, провод Э621, минусовая шина главного вала, провод 600, "земля".

Линейный контактор К10 и уравнивательный контактор К17 (на "С" соединении - только К17) включаются. Их включением уменьшается число обходных цепей секций пускового резистора, и силовая схема ТЭД подготавливается к переключению на "П" соединении. Ток обходит закороченный пусковой резистор на "СП" соединении через К10, КЭ 1 ПкГ и К17, а на "С" - через К5, К8 и К17.

## **5.2. Электровоз ВЛ11 с № 490**

Особенности действия схемы на позициях 2-21 заключаются в том, что на 2 позиции размыкаются КЭ 19-20 и 21-22. Катушки вентиля контакторов ОП4 К39, К40 и ОП1 К33, К34 теряют питание. Контактторы выключаются и ТЭД с ОП4

переводятся в режим полного поля. В остальном действие схемы на последующих позициях точно такое же, как и до № 490.

## **6. ПЕРЕХОДЫ С ОДНОГО СОЕДИНЕНИЯ ТЯГОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ НА ДРУГОЕ**

### **6.1. Переход с серийно-параллельного на параллельное соединение тяговых двигателей и позиции с 22 по 37 на электровозе ВЛ11**

Переключение ТЭД с "СП" на "П" соединение производится за четыре переходных позиции с применением запирающих диодов, исключающих снижение силы тяги.

#### 1 переходная позиция (X1)

При переводе главной рукоятки с 21 на 22 позицию замыкаются КЭ 9-10 и 11-12. Размыкаются КЭ 13-14, 15-16 и все КЭ, соединяющие катушки вентиля реостатных контакторов с минусовой шиной главного вала. Остаются замкнутыми КЭ 27-28 и 29-30. После изменения положения КЭ в схеме происходит следующее:

- замыкание КЭ 9-10, дублируется цепь "земли" катушек вентиля линейных контакторов;

- после замыкания КЭ 11-12 образуются цепи: провод 501, КЭ 11-12, провод Э564 и далее параллельно:

- провод Э564, блокировочный контакт переключателя ПкГ, провод Э819, ЛС87, "земля". Загорается лампа "КП" (контроль перехода), сигнализирующая о начале перехода;

- провод Э564, блокировочный контакт СП-П переключателя ПкС, провод 574, катушки включающего и выключающего вентиля ПкГ, провод 500, "земля".

Вентиль выключающего типа выпускает воздух из левой полости цилиндра, а включающего типа - впускает его в правую полость. Для этого необходимо время, поэтому на X1 позиции вал ПкГ не поворачивается, его КЭ и блокировочные контакты своего положения не изменяют;

- из-за размыкания КЭ 13-14 теряет питание провод Э582. Выключается реле времени РВ6 и снимается питание с нижней группы катушек вентиля реостатных контакторов. Поскольку реле времени РВ6 имеет выдержку на отпадание якоря 2-3 с, его контакты в проводах 597-598 остаются замкнутыми и линейные контакторы остаются включенными;

- реостатные контакторы из-за потери их катушек вентиля цепи на "землю" (нижняя группа потеряла и плюс) выключились. Однако, пусковой резистор в цепь ТЭД не вводится, т.к. сохранилась обходная цепь через К10, КЭ 1 ПкГ и К17.

Таким образом, на X1 позиции перехода получили питание вентили переключателей ПкГ, загорелась лампа "Контроль перехода" и выключились

реостатные контакторы. ТЭД остались соединенными по схеме 21 позиции "СП" соединения.

#### 2 переходная позиция (X2)

Начинает поворот вал переключателя ПкГ. На данной позиции размыкается его КЭ 4. Его размыканием в цепь ТЭД вводятся блоки запирающих диодов Д1-Д24 (с № 490 - один блок Д1-Д12). ТЭД при этом сохраняют ту же цепь, что и на позиции X1, т.е. остаются соединенными по схеме "СП" соединения.

Кроме этого, на данной позиции замыкается блокировочный контакт ПкГ в проводах 612-589, подготавливая цепь "земли" катушек вентилях контакторов К10 и К17 через блокировочный контакт контактора К1 в проводах 589-500.

#### 3 переходная позиция (X3)

Размыкается КЭ 1. В цепь ТЭД, соединенных по схеме "СП" соединения, вводятся 1 и 2 группы пускового резистора, соединенные параллельно общей величиной сопротивления 1,79 Ом. Это необходимо для исключения броска тока на позиции X4 при переключении ТЭД с напряжения 750 В на напряжение 1500 В.

Кроме этого, размыкается блокировочный контакт переключателя ПкГ в проводах Э582-591. Дополнительно рвется цепь на катушку реле времени РВ6 и на катушки вентилях нижней группы реостатных контакторов.

#### 4 переходная позиция (X4)

Замыкаются КЭ 2,3,5 и 6. Элементы 2 и 3 подключают 3-4 ТЭД к 1 группе пускового резистора. КЭ 5 и 6 подключают 1-2 ТЭД к "земле". Из-за наличия запирающих диодов возможная цепь генераторного тока от +ОЯ 1 ТЭД через К17 и КЭ 2 и 3 ПкГ до -ОЯ 2 ТЭД исключается. Поэтому 1-2 ТЭД остаются в режиме тяги.

На этой позиции ток проходит через линейный контактор К1, 1 группу пускового резистора и параллельно через линейный контактор К10, 2 группу пускового резистора к уравнительному контактору К17. От этого контактора токи пойдут по цепи 3 и 4 ТЭД и далее по проводу 119 на "землю" и параллельно по цепи 1 и 2 ТЭД через КЭ 5 и 6 также на "землю". Таким образом, на позиции X4 тяговые двигатели соединены параллельно.

Кроме этого, на данной позиции размыкается блокировочный контакт переключателя ПкГ в проводах Э564-Э819 и замыкается в проводах Э564-590. Размыканием блокировок в проводах Э564-Э819 снимается питание с лампы "КП" которая, погасая, сигнализирует об окончании перехода. После замыкания блокировки в проводах Э564-590 получает питание катушка реле времени РВ6 и от провода Э564 подается напряжение к нижней группе катушек вентилях реостатных контакторов.

#### **Положение "П" ПкГ позиции главной рукоятки с 22 по 37 позицию**

Вал ПкГ занимает положение "П". Изменяют положение все остальные блокировочные контакты ПкГ в противобоксовочной схеме, в схеме управления рекуперативным торможением, в схеме при работе с отключенными двигателями. Кроме этих блокировочных контактов, замыкается блокировочный

контакт в проводах 589-577, шунтируя разомкнутые блокировочные контакты контакторов К31, К32, а с № 490 - К33, К34. Катушки вентилях линейных контакторов, имея цепь на землю через блокировочный контакт К1 в проводах 589-500, временно соединяются с землей через КЭ 9-10 и 111-112 (109-110 с №490).

При переводе главной рукоятки с 22 на 23 позицию размыкается КЭ 9-10. Катушки вентилях линейных контакторов будут соединяться с "землей" только через блокировочный контакт контактора К1 в проводах 589-500. С № 246 на этой позиции размыкается КЭ 29-30. Катушки вентилях контакторов линейного К10 и уравнивательного К17 теряют цепь на "землю" через минусовую шину главного вала, но сохраняют ее по цепи: провод 610, блокировочный контакт переключателя ПкГ, провод 612, блокировочный контакт переключателя ПкГ, провод 589, блокировочный контакт контактора К1, провод 500, "земля".

При дальнейшем переводе главной рукоятки с 23 по 37 позицию будет происходить реостатный пуск электровоза. Путь тока в силовой схеме такой же, как и на позиции Х4. Разные по величине токи, протекающие по R2 и R1, уравниваются на контакторе К17 и равными величинами протекают по цепи 1-2 и 3-4 ТЭД на "землю". На 37 позиции пусковой резистор полностью выведен, ток протекает к ТЭД через включенные угловые реостатные контакторы. Позиция ходовая. ТЭД работают с напряжением на коллекторе 1500 В.

## **6.2. Действие реле РВ6 на электровозе ВЛ11**

Реле времени РВ6, с выдержкой на отпадание якоря 2-3 с, исключает выход из строя переключателя ПкГ, если его вал будет поворачиваться из положения "С-СП" в положение "П" более этого времени.

При переводе главной рукоятки с 21 на 22 позицию размыкается КЭ 13-14. Катушка реле времени РВ6 теряет питание. Если с этого момента до момента замыкания блокировочного контакта переключателя ПкГ в проводах Э564-590 на позиции Х4 пройдет более 2-3 с, якорь реле времени РВ6 отпадает, его контакты в проводах 597-598 размыкаются и линейные контакторы выключаются. Дальнейший поворот вала переключателя ПкГ будет происходить при обесточенной силовой цепи, что и исключает его порчу. После окончания поворота вала переключателя ПкГ в положение "П" и замыкания его блокировочных контактов в проводах Э564-590 и 589-677 катушка реле времени РВ6 получает питание от провода Э564, а катушки вентилях линейных контакторов соединяются с "землей". Линейные контакторы вновь включаются. Такой кратковременный провал силы тяги на одной из секций допустим, т.к. переход с "СП" на "П" соединение производится при достаточно большой скорости.

## **7. СХЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ГРУППОВЫМИ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЯМИ ПкГ1 НА ЭЛЕКТРОВОЗЕ ВЛ11М ПРИ ОБРАТНОМ ПЕРЕХОДЕ С "СП" НА "С" СОЕДИНЕНИЕ ТЯГОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ**

При переводе главной рукоятки с позиций "СП" на позиции "С" соединения размыкается КЭ 3-4 главного вала. Провод Э564 теряет питание и в схеме происходит следующее:

- на электровозах до № 125: вал переключателя ПкГ головной секции Б, вентили которого не имеют подпитки от провода 567, начинает поворачиваться из положения "СП-П" в положение "С". В начале поворота размыкается его блокировочный контакт в проводах 567-Э923. Катушки вентиля переключателя ПкГ средней секции теряют питание от провода 567 головной секции Б и его вал начинает поворачиваться из положения "СП-П" в положение "С". Размыкается блокировочный контакт переключателя ПкГ этой секции в проводах 567-Э923. Вентили переключателя ПкГ головной секции А теряют питание от провода 567 средней секции и его вал также поворачивается в положение "С";
- на электровозах с № 125: валы переключателей ПкГ головной секции Б и средней, вентили которых не имеют подпитки от провода 567, сразу же начинают свой поворот из положения "СП-П" в положение "С". Вал переключателя ПкГ головной секции начнет свой поворот из положения "СП-П" в положение "С" только тогда, когда его вентили потеряют питание от провода 567 средней секции, т.е. после размыкания блокировочного контакта переключателя ПкГ этой секции в проводах 567-Э923 (средней является секция А) или в проводах 567-954, если средней является секция Б.

## **9. ОСЛАБЛЕНИЕ ПОЛЯ ТЯГОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ**

На ходовых позициях 21 и 37 электровоза ВЛ11 и на ходовых позициях 18, 33 и 48 электровоза ВЛ11М возможно применение четырех ступеней ослабления поля.

### **9.1. Ослабление поля на электровозе ВЛ11**

#### Позиция ОП1

При установке тормозной рукоятки на эту позицию замыкается КЭ тормозного вала 99-100 и 101-102 при этом образуются цепи:

- провод 502, КЭ 99-100, провод Э531, блокировочный контакт контактора К40, провод 538, блокировочный контакт контактора К24 (тормозной контактор), провод Э586 и далее параллельно:
- ДкБ1 и ДкБ2, провод 539 и провод 543, катушка К33 и К34, провод 540;

- кроме этого, на "С" и "СП" соединениях: провод Э586, блокировочный контакт переключателя ПкГ, провод 541, диод Д64 и Д65, провод 539 и провод 543, катушки вентиля контакторов К33 и К34, провод 540, два блокировочных контакта переключателя ПкТ, провод 400, "земля".

Включаются контакторы ОП1 К33 и К34:

- провод 502, КЭ 101-102, провод Э532 и далее параллельно;
- провод Э532, катушка реле РП18, "земля". Включается реле РП18, исключающее постановку ОП4 при боксовании электровоза на "С" и "СП" соединениях;

- провод Э532, контакт реле РП21, провод 549, катушка вентиля контактора К61, "земля". Включается контактор буферной защиты К61;

- провод Э532, блокировочный контакт контактора К61, провод 346, блокировочный контакт контактора К33, провод 547, блокировочный контакт контактора К34, провод 538 и далее по цепи, приведенной выше.

Таким образом, катушки вентиля контакторов первой степени ослабления поля К33 и К34 на ОП1 имеют две цепи питания: первую - от провода Э531, а вторую - от провода Э532.

Включением контакторов К33 и К34 параллельно обмоткам возбуждения (ОВ) ТЭД подключаются цепи, состоящие из резисторов R3 и R4 по 0,2329 Ом и индуктивных шунтов L3 и L4. 75% тока якорей протекает по ОВ 1-2 ТЭД и 3-4 ТЭД к КЭ ПкД1 и ПкД2 и параллельно (25%) через К33 и К34, R3 и R4, L3 и L4 к КЭ ПкД1 и к КЭ ПкД2.

#### Позиция ОП2

Размыкается КЭ 99-100 и замыкается КЭ 103-104. Размыканием КЭ 99-100 снимается питание с провода Э531. Катушки вентиля контакторов ОП1 К33 и К34 будут получать питание только от провода Э532. После замыкания КЭ 103-104 образуется цепь: провод 502, КЭ 103-104, провод Э533, катушка вентиля контактора К35, "земля". Контактors ОП2 К35 и К36, имеющие общий пневматический привод, включаются. В силовой схеме 55% тока якорей протекает по ОВ 1-2 ТЭД и 3-4 ТЭД к КЭ ПкД1 и к КЭ ПкД2, а 45% - через К33 и К34, К35 и К36, часть R3 и R4, L3 и L4 к КЭ ПкД1 и к КЭ ПкД2.

#### Позиция ОП3

Замыкается КЭ 105-106. Образуется цепь: провод 502, провод Э534, катушка вентиля контактора К37, "земля". Контактors ОП3 К37 и К38, имеющие общий пневматический привод, включаются. В силовой схеме 43% тока якорей протекает по ОВ 1-2 ТЭД и 3-4 ТЭД к КЭ ПкД1 и к КЭ ПкД2, а 67% - через К33 и К34, К37 и К38, часть R3 и R4, L3 и L4 к КЭ ПкД1 и к КЭ ПкД2.

#### Позиция ОП4

Замыкается КЭ 107-108. Образуется цепь: провод 502, КЭ 107-108, провод Э535, катушка вентиля контактора К39, "земля". Контактors ОП4 К39 и К40, имеющие общий пневматический привод, включаются. В силовой схеме 36% тока якорей протекает по ОВ 1-2 ТЭД и 3-4 ТЭД к КЭ ПкД1 и к КЭ ПкД2, а 64%

- через К33 и К34, К39 и К40, часть (0,0099 Ом) R3 и R4, L3 и L4 к КЭ ПкД1 и к КЭ ПкД2.

## **10 Действие схемы при отключении неисправного БВ. Электровоз ВЛ11 с № 070**

Разъединитель Рз5 снят. На ЩПР БлКн7 снята кнопка "Возбудитель" и установлены две механически заблокированные кнопки "БВ", выключением которых и отключается неисправный БВ. При этом на этой секции вспомогательные машины, из-за отсутствия напряжения на плюсовой шине 202, работать не будут. Если БВ отключен на средней или головной секции Б, для взятия поезда с места на "С" соединении необходимо включить двигателя-вентилятора на низкую скорость вращения для охлаждения ТЭД неисправной секции. При включении же мотор-вентиляторов на высокую скорость линейные контакторы неисправной секции на "С" соединении не включатся. Такая схема работает следующим образом. При выключении сдвоенных кнопок БВ размыкаются их контакты в проводах Э404-405. Подача питания на удерживающую катушку БВ исключается. Размыкаются контакты в проводах 595-598. Включение линейных контакторов на "СП" и "П" соединениях исключается. Замыкаются контакты в проводах 595-576, через которые на "С" соединении образуется цепь от провода Э583 на катушки вентиля линейных контакторов. Наличие в этой цепи блокировки ПкВ положения "Низкая скорость" исключает включение линейных контакторов, если будет включена высокая скорость вентиляторов. На "СП" и "П" соединениях в работе участвуют ТЭД секций с исправными БВ.

При выключении сдвоенных кнопок "БВ" на головной секции А в работе участвуют ТЭД двух секций с исправными БВ только на "СП" и "П" соединениях. Двигатели-вентиляторы включаются на высокую скорость.

## **11. ДЕЙСТВИЕ СХЕМЫ ПРИ ОТКЛЮЧЕНИИ ТЯГОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ**

Для дистанционного отключения тяговых двигателей электровоз оборудован отключателями двигателей ПкД1, ПкД2 и щитком У11, установленным на пульте машиниста. Отключение любой пары ТЭД производится переключением соответствующих тумблеров на этом щитке.

При нулевых положениях главной и реверсивно-селективной рукояток КтМ. Перевод этих рукояток на нулевые позиции сопровождается переводом питания катушек "Н" обоих переключателей двигателей ПкД с провода 567 на провод 584. Для отключения 1-2 ТЭД в первой по ходу секции переключается тумблер В1 (ОД1-2 1-ой секции). При этом катушка "Н" ПкД1 теряет питание от провода

569, а катушка "А" получает его от провода 570. Кулачковый вал ПкД1 поворачивается в положение "Н". Изменяют положение его кулачковые элементы и блокировочные контакты. Блокировочные контакты производят следующие переключения:

- размыкается блокировочный контакт в проводах Э587-596. Катушки вентилях линейных контакторов К1, К18 и К19 на секции с отключенными ТЭД будут получать питание на "С" соединении от провода Э583, на "СП" - цепи к ним не будет, а на "П" соединении цепь к этим катушкам вновь питание восстанавливается через блокировочный контакт переключателя ПкГ в проводах Э587-597. Включение линейных контакторов на "СП" соединении не допустимо, так как исправная пара ТЭД подключится под напряжение 3000 В;

- размыкается блокировочный контакт в проводах 616-613. Линейный контактор К10 включаться не будет, чем обеспечивается на "П" соединении введение в цепь 3-4 ТЭД только первой группы пускового резистора;

- размыкается блокировочный контакт в проводах 557-558. Постановка рекуперации исключается, так как катушка вентиля "Т" переключателя ПкТ теряет питание. Кулачковый элемент со стороны якорей создает цепь, минуя 1-2 ТЭД, соединяя между собой провода 032 и 076, а элемент со стороны обмоток отсоединяет эти ТЭД от "земли";

- на "С" соединении в работе участвуют 10 ТЭД, на "СП" - 8 ТЭД исправных секций, а на "П" соединении - вновь 10 ТЭД. На секции с отключенными ТЭД на "С" и "П" соединениях работают 3-4 ТЭД.

Для отключения 3-4 ТЭД в этой же секции переключается тумблер В2 (ОДЗ-4 1-ой секции). Катушка вентиля "Н" переключателя ПкД2 теряет питание от провода 571, а катушка вентиля "А" получает его от провода 572. Кулачковый вал ПкД2 поворачивается в положение "А". Переключение блокировочного устройства ПкД2 приводит к следующим изменениям в схеме. Из-за размыкания блокировочных контактов ПкД2 в проводах 596-597, 613-614, 558-559 и 604-605 катушки линейных контакторов К1 и К18 получают питание только на "С" и "СП" соединениях по цепям, рассмотренным выше, а катушка вентиля контактора К19 - только на "С" соединении. Катушки вентиля контактора К10 и вентиля "Т" переключателя ПкТ питания получать не будут.

Не включение контактора К10 обеспечивает введение в цепь 1 -2 ТЭД на "П" соединении только первой группы пускового резистора через контакторы К17 и К18. Не включение контактора К19 исключает заземление на "П" соединении первой группы пускового резистора через перемычку, шунтирующую 3-4 ТЭД.

В силовой схеме кулачковый элемент ПкД2 со стороны якорей создает цепь, минуя 3-4 ТЭД, соединяя между собой провода 078 и 115, а элемент со стороны обмоток отсоединяет эти ТЭД от "земли".

На "С" соединении в работе участвуют 10 ТЭД, на "СП" - 8 ТЭД исправных секций, а на "П" соединении - вновь 10 ТЭД. На секции с отключенными ТЭД на "С" и "СП" соединениях работают 1-2 ТЭД.

Для отключения тяговых двигателей других секций переключаются тумблеры ВЗ-В6. Действие схемы будет таким же, как описано выше. Необходимо помнить о том, что реле РП15 включено только на той секции, где находится управление. Постановка рекуперации с отключенными ТЭД на электровозах без системы САУРТ исключается: из-за разомкнутого положения блокировочного контакта переключателя ПкТ в проводах 559-604 не включится контактор К62 и цепь обмоток независимого возбуждения генератора преобразователей всех секций будет прервана.

## **12. ДЕЙСТВИЕ ЗАЩИТЫ ТЯГОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ, ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ МАШИН И ДЕЙСТВИЕ ЕЕ СИГНАЛИЗАЦИИ**

Защита вышеуказанных цепей осуществляется от токов коротких замыканий при помощи дифференциальной и максимальной защит, от перегрузки - при помощи буферной защиты, от боксования - при помощи противобуксовочной защиты и сигнализацией от пониженного напряжения.

### **12.1. Дифференциальная защита**

Эта защита является более чувствительной, чем максимальная защита при помощи БВ, т.к. при коротком замыкании в цепи нескольких последовательно соединенных ТЭД ток короткого замыкания может не достигнуть тока уставки БВ, а при коротком замыкании со стороны земли БВ вообще не срабатывает. Дифференциальная защита ТЭД выполнена при помощи дифференциального реле РДФ1 типа РДЗ-063, имеющего ток небаланса 100 А. Защита вспомогательных машин выполнена при помощи дифференциального реле РДФ2 типа РДЗ-063-01, имеющего ток небаланса 8,5 А.

При срабатывании любого из дифференциальных реле изменяют положение их контакты. Замыкаются контакты РДФ1 в проводах Э801-Э813 или РДФ2 в проводах Э801-Э809. На пульте машиниста загораются сигнальные лампы "ТД" или "Вспомогательные машины", сигнализируя о том, какое из дифференциальных реле сработало. Размыкаются контакты РДФ1 в проводах 406-433 или РДФ2 в проводах 405-406. Из-за размыкания любой пары контактов теряет питание удерживающая катушка БВ. БВ той секции, в которой возникло короткое замыкание в цепи тяговых двигателей или вспомогательных машин, срабатывает и отключает неисправную секцию от контактной сети. Изменяют положение и блокировочные контакты БВ.

- в проводах 598-599 (на ВЛ11М - в проводах 590-599). Выключаются линейные контакторы, облегчая БВ разорвать электрическую дугу. На ВЛ11М с этой целью выключением линейного контактора К18 в цепь ТЭД вводятся

пусковые резисторы (размыкается его блокировочный контакт в проводах 592-641);

- в проводах 320-417 (на ВЛ11М до № 373). Выключается реле РП22, которое своими контактами разрывает цепи катушек контакторов вспомогательных машин. Последние, выключаясь, обеспечивают более надежное дугогашение БВ. Одновременно теряет питание катушка реле времени РВ7. Но контакты реле разомкнутся спустя 2-3 с. Это обеспечивает кратковременное образование цепи на катушку счетчика отключений БВ ИП. На электровозах ВЛ11М с № 373 разрыв цепи катушки реле РВ7 производится блокировкой БВ в проводах 417-400;

- на электровозах ВЛ11М с № 373 размыкается блокировочный контакт в проводах 308-309, назначение которой такое же, как и контактов реле РП22 на электровозе ВЛ 11.

Замыкаются блокировочные контакты БВ:

- в проводах Э801-Э810. Загорается "общая" лампа "БВ";
- в одной из пары проводов Э801-Э803, Э801-Э804 или Э801-Э805. При следовании на "С" соединении ТЭД, если сработало РДФ1, загорается сигнальная лампа головной секции А, т.е. "1 БВ" или "ЗБВ". При следовании на "СП" или "П" соединении ТЭД загорается одна из ламп "1БВ", "2БВ" или "ЗБВ";
- в проводах 598-412 (на ВЛ11М - 590-412). До размыкания контактов реле РВ7 образуется цепь на катушку счетчика отключений БВ ИП.

Отключение БВ приводит к остановке мотор-вентиляторов, а значит и к выключению реле РТ33. При следовании на низкой скорости, независимо от того, какое РДФ сработало, загорается общая лампа "МВ" и лампы "МВ" всех секций. На высокой скорости - лампа "МВ" и одна из ламп "1МВ", "2МВ" и "ЗМВ". Если отключение БВ произошло при работающих мотор-компрессорах, загорается лампа "МК".

## **12.2. Максимальная защита тяговых двигателей и вспомогательных машин**

Защита выполнена при помощи ВБ1 типа БВП-5-02, ток уставки которого равен  $2500^{+100} / -200$  А, а собственное время отключения составляет 0,003 - 0,0015 с. По существу БВ защищает от короткого замыкания провод 008 до РДФ1 и РДФ2 или силовую цепь ТЭД и высоковольтную цепь вспомогательных машин, если контакты РДФ1 или РДФ2 закорочены. Поскольку ток уставки БВ достаточно велик, отключение его, несмотря на малое собственное время, приводит к образованию круговых огней на коллекторах ТЭД и вспомогательных машин, т.е. к их порче.

Поэтому, если собрана максимальная аварийная защита (провод 408 соединен с постоянным "плюсом"), машинист обязан, при наличии времени, перейти на аварийную схему с дифференциальной защитой. Действие сигнализации при

отключении БВ аналогично описанному выше, но лампы "ТД" и "Вспомогательные машины" не загораются.

### **12.3. Буферная защита от токов перегрузки**

Необходимость в этой защите возникает тогда, когда по цепи ТЭД протекает опасный по величине ток. Им является ток, равный часовому току ТЭД типа ТЛ-2К1, умноженному на коэффициент 2,5, т.е. ток величиной 1200 А. Естественно, при таком токе не сработает БВ, т.к. его величина значительно меньше тока установки БВ и тем более - дифференциальное реле, так как отсутствует ток небаланса.

Защита от токов перегрузки выполнена при помощи реле перегрузки РТ35 и РТ36, имеющих ток установки  $750 \pm 30$  А.

#### **Действие защиты на электровозе ВЛ 11**

При срабатывании любого из реле замыкаются их контакты в проводах Э404-Э802. От провода Э404 образуются цепи на лампу "РП" и на катушку реле РП21:

- при следовании на полном поле или в режиме ОП1 для ликвидации перегрузки необходимо перейти на полное поле или реостатные позиции при следовании на полном поле до погасания лампы "РП";

- при следовании в режиме ОП2-ОП4, после включения реле РП21, размыкаются его контакты в проводах Э532-549 и выключается контактор К61. Его блокировочный контакт в проводах Э532-546 (с № 716 -Э532-Э533) размыкается, контакторы ОП1 К33 и К34 выключаются и ТЭД переводятся на полное поле. Перегрузка ликвидируется, якоря реле РТ35 или РТ36 отпадают, их контакты в проводах Э404-Э802 размыкаются, реле РП21 выключается и замыкает свои контакты в проводах Э532-549. Контакт К61 включается, но катушки вентиля контакторов ОП1 К33 и К34 питания не получают из-за разомкнутого положения их собственных блокировочных контактов в проводах 546-547 и 547-538. Для восстановления необходимого ОП, т.е. для включения контакторов К33 и К34 тормозная рукоятка переводится с позиций ОП2-ОП4 на позицию ОП1. Катушки вентиля этих контакторов получают питание от провода Э531 и контакторы включаются. После этого тормозная рукоятка вновь устанавливается на необходимую позицию ОП.

#### **Действие защиты на электровозе ВЛ11М**

Снято реле РП21 и контактор К61. Одна пара контактов реле РТ35 и РТ36 включена в цепь катушки реле РП18, вторая - в цепь сигнальной лампы "РП", а контакты реле РП18 включены во вторую параллельную цепь питания катушек вентиля контакторов ОП1 К33 и К34 от провода Э532.

Действие схемы защиты аналогично действию такой же схемы на электровозе ВЛ 11. Исключение составляет то, что цепь катушек вентиля контакторов ОП1 К33 и К34 при перегрузке ТЭД в режиме ОП2-ОП4 разрывается не блокировкой контактора К61, а контактами реле РП18.

## 13. ЗАЩИТА ОТ БОКСОВАНИЯ

### 13.1. Принцип работы и схема включения датчиков

Датчики боксования выполнены на полупроводниковых приборах и состоят из контрольного органа и исполнительного органа с быстродействующим электромагнитным реле. Контрольный орган датчика подключается в диагональ уравновешенного моста, плечами которого являются якоря двух последовательно включенных тяговых двигателей, и две части сопротивления R11 (R12). Исполнительный орган включается в цепь управления. Для подачи напряжения к исполнительным органам датчиков ДкБ 1 и ДкБ2, т.е. включения противобоксовочной защиты, на щитке машиниста БлКн5 включается кнопка "Противобоксование". При ее включении напряжение от основного питающего провода Э301 через предохранитель Пр8 в щитке БлКн6, по проводам 441 и Э442 подается к исполнительным органам датчиков боксования и контактам их быстродействующих реле в проводах Э442-444.

При отсутствии боксования колесных пар, например, у двигателей 1 и 2, падение напряжения на части 1-2 сопротивления R11, примерно, равно напряжению на якоре 1-го тягового двигателя. Падение напряжения на части 2-3 сопротивления R11 примерно равно напряжению на якоре 2-го тягового двигателя. Ввиду того, что плечи моста из-за расхождения характеристик тяговых двигателей, разности диаметров бандажей и отклонения величин сопротивлений R11 и R12 не могут быть выполнены идеальными, вводные клеммы контрольного органа датчика боксования ДкБ1 будут находиться под небольшим, недостаточным для его срабатывания, напряжением. При боксовании одного из двигателей напряжение на нем растет, а на смежном - падает. Равновесие моста нарушается. Срабатывает контрольный, а затем исполнительный органы датчика боксования ДкБ1.

### 13.2 Действие защиты

#### Действие защиты независимо от режима работы ТЭД и их соединения

После срабатывания любого из датчиков через контакты их быстродействующих реле ДкБ1 или ДкБ2 от провода Э442 получает питание провод 444. От этого провода образуются следующие цепи:

- провод 444, Д68, провод Э443, лампа "РБ", "земля". На электровозе ВЛ11М: провод Э801, контакты ДкБ1 или ДкБ2, провод Э453, "земля". На пульте машиниста загорается лампа "РБ"
- провод 444, Д66, провод 745 и далее, в зависимости от положения вала реверсора в каждой секции, цепь на катушку вентиля клапана песочницы КЭП4 или КЭП5. Под колесные пары секции с боксующей колесной парой подается песок.

Действие защиты на "С" и "СП" соединениях ТЭД. Кроме вышеуказанных цепей, от провода 444 образуется следующая цепь: провод 444, Д68, провод Э443, катушка реле РП16, блокировочные контакты переключателей ПкГ, ПкД1, ПкД2, ПкТ, "земля". Включается реле РП16 и своими контактами снимает питание с части катушек вентилях реостатных контакторов, которые были включены на данной позиции главной рукоятки. Контакторы выключаются и вводят в цепь тяговых двигателей часть пускового резистора, что в какой-то мере соответствует действиям машиниста при сбросе главной рукоятки. Введение части пускового резистора обеспечивает уменьшение величины тока всех тяговых двигателей, включая и боксующий, а следовательно, предотвращает развитие боксования. После прекращения боксования и размыкания контактов реле ДкБ1 и ДкБ2, реле РП16 выключается и схема этой позиции восстанавливается.

Кроме этого, на электровозе ВЛ11, начиная с шестой позиции, постоянно замкнута один из блокировочных контактов реостатных контакторов К11, К12 или К14. Поэтому с этой позиции, независимо от того, боксует или нет электровоз, образуется следующая цепь: провод Э442, один из блокировочных контактов контакторов К11, К12 или К14, провод 451, блокировочный контакт переключателя ПкГ, провод 452, контакт реле РП18, провод Э535, катушка вентиля контактора К39, провод 540, двойной блокировочный контакт переключателя ПкТ, "земля". Включаются контакторы ОП4 К39 и К40 с общим пневматическим приводом и остаются постоянно включенными. При срабатывании исполнительного органа одного из датчиков ДкБ1 или ДкБ2 замыкаются контакты их реле в проводах 542-543 или 542-539. Образуется цепь: провод Э442, один из блокировочных контактов контакторов К11, К12 и К14, блокировочный контакт переключателя ПкГ, провод 452, контакт реле РП18, провод 542 и далее через контакты ДкБ1 или ДкБ2, катушки контакторов К33 или К34, провод 540, через блокировочные контакты переключателя ПкТ на "землю". Один из контакторов ОП1 К33 и К34 включается. Боксующий и смежный с ним ТЭД переводятся в режим ОП4. Это приводит к уменьшению момента вращения, что и способствует прекращению боксования или препятствует его развитию. На электровозе ВЛ11М контакторы ОП4 К39 и К40 включаются сразу же после включения кнопки "Противобоксование", т.к. образуется цепь: провод Э442, получивший питание после включения кнопки "Противобоксование", блокировочный контакт переключателя ПкГ2, провод 452, контакты реле РП 18, провод Э535, катушка К39, "земля".

После замыкания контактов быстродействующих реле ДкБ1 или ДкБ2 в проводах 542-539 или 542-543 от провода Э442, независимо от позиции контроллера, образуется цепь на одну из катушек контакторов ОП1 К33 или К34. Боксующий и смежный с ним ТЭД переводятся и режим работы с ОП4.

При следовании на "С" и "СП" соединениях с любым ОП срабатывание любого из датчиков боксования не приводит к снятию ОП, т.к. контакты

быстродействующих реле их исполнительных органов в проводах Э586-539 и Э586-543, а на ВЛ11М в проводах 579-539 и 579-543 зашунтированы, соответственно, блокировочным контактом переключателей ПкГ1 и ПкГ2. Через этот блокировочный контакт и сохраняют свои цепи катушки контакторов ОП 1 К33 и К34.

#### Действие схемы на "П" соединении ТЭД

На электровозах ВЛ11 до № 755 после замыкания контактов быстродействующих реле ДкБ1 или ДкБ2 в проводах Э442-444, реле РП16 включаться не будет, т.к. цепь его катушки разомкнута блокировочным контактом ПкГ1 в проводах 445-448. Вместо этого на электровозах ВЛ11 с № 490 и на ВЛ 11М от провода Э443 образуется цепь на катушку уравнивательного контактора противобоксовочной схемы К25. На ВЛ11 до №490 включаются два контактора К25 и К26 с общим пневматическим приводом. Контактор К25 соединяет в каждой секции средние точки между обмотками якорей и обмотками возбуждения параллельных ветвей ТЭД, а контактор К26 - такие же точки параллельных ветвей ТЭД всех секций. Включение уравнивательных соединений выравнивает токи параллельных ветвей ТЭД, стабилизирует силу тяги, а значит и способствует прекращению боксования или препятствует его развитию.

При следовании на "П" соединении с любым ОП, в виду того, что блокировочный контакт ПкГ в проводах Э586-541 на ВЛ11 и ПкГ2 на ВЛ11М в проводах 579-541 разомкнут, срабатывание любого из датчиков боксования приводит к выключению контакторов ОП1 К33 или К34, т.е. к переводу боксующего и смежного с ним ТЭД на полное поле. Для восстановления вновь ОП2-ОП4 тормозную рукоятку необходимо вначале установить на позицию ОП1.

#### Действие схемы в режиме рекуперации и при работе с отключенными ТЭД

При юзе в режиме рекуперации или при боксовании при следовании с отключенными ТЭД, из-за разомкнутого положения блокировочных контактов переключателей ПкТ, ПкД 1 и ПкД2, действие схемы сводится к загоранию лампы "РБ" и к подаче песка.

- Реле РП18 включается при постановке любой ступени ОП, поэтому при боксовании на "С" и "СП" в режиме ослабления поля боксующий и смежный с ним ТЭД не переводятся в режим ОП4, т.к. разомкнуты контакты реле РП18 в цепи катушек контакторов К39, К40, К33 и К34.

- Предохранитель ПР1 (на ВЛ11 до № 490 и ПР2) на 400 А, исключает выравнивание токов при образовании "кругового" огня на боксующем ТЭД.

## **14. СИГНАЛИЗАЦИЯ О ПОНИЖЕННОМ НАПРЯЖЕНИИ НА ТЯГОВЫХ ДВИГАТЕЛЯХ**

Сигнализация выполнена при помощи реле низкого напряжения Рн9. При выборе позиций главной рукоятки контроллера машиниста, по мере уменьшения величины пускового резистора, напряжение на ТЭД возрастает и как только его величина станет равной 2700 В, якорь реле РН9 притягивается, его контакты в проводах Э801-Э815 замыкаются и лампа "РН" загорается. При снижении напряжения до величины 1900 В якорь реле отпадает, и контакты размыкаются, лампа "РН" гаснет, сигнализируя о низком напряжении.

## **15. ДЕЙСТВИЕ СХЕМЫ РЕКУПЕРАЦИИ НА ЭЛЕКТРОВОЗАХ ВЛ11 ДО № 490 НА ПАРАЛЛЕЛЬНОМ СОЕДИНЕНИИ ТЯГОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ**

С № 490 на электровозах ВЛ11 серийно внедрена система автоматического управления рекуперативным торможением САУРТ. Поэтому действие схемы рекуперации с этой системой аналогично действию схемы электровозов ВЛ11М и будет рассмотрено ниже.

### **15.1. Включение возбuditелей**

При включении кнопки "Возбудитель" подается напряжение на провод Э713:

- до № 110: +Ш18 АПУ, автомат В20 "Возбудитель", провод 48, зажим ПЗ:2, провод 315, кнопка, провод Э713;
- с № 110: провод Э706 у кнопки "Высокая скорость вентиляторов", переключатель, провод Э713.

От провода Э713 образуются цепи:

провод Э713, блокировочный контакт контактора К53, провод Э818, лампа "П" (ЛС85), "земля";

- провод Э713, контакт реле РП22, провод 715, П5:4 АПУ, катушка вентиля контактора КЗ, П5:7, "земля".

Включается контактор КЗ. Образуются цепи:

• +Ш18 АПУ, главные контакты КЗ, В17 "Возбуждение преобразователя", провод 35, зажим П1:1, провод 302, обмотка независимого возбуждения двигателя АМ-М, "земля";

- провод Э713, контакт реле РП22, провод 715, блокировочный контакт контактора КЗ, провод 716, контакт реле оборотов РО12 (1900 об/мин), катушка вентиля контактора К53, "земля".

Включается контактор К53, и лампа "П" гаснет. В силовой схеме образуется цепь: +Ш202 вспомогательных машин, контактор К53, катушка реле перегрузки преобразователя РТ34 ( $I_{уст} = 80 \pm 4$  А), демпферный резистор R23 (10,6 Ом),

пусковой резистор R24 (40,8 Ом), включающая и удерживающие катушки контактора пусковой панели К56, обмотка якоря, последовательная обмотка возбуждения двигателя АМ-М, провод 211 и далее - на "землю". При спадании пускового тока двигателя АМ-М до 20А включается контактор пусковой панели К56 и закорачивает пусковой резистор R24 и свою включающую катушку.

## **15.2. Включение реле моторного тока РТ37**

После включения контактора К3, при включении кнопки "Возбудитель", образуются цепи:

- +шина 18 на АПУ, главные контакты К3, В24 "РМТ", провод 36, зажим П1:4, провод 305, R38, провод 645, катушка реле РТ37, "земля";
- провод 637, диод Д77-Д79, провод Э646, контакт реле РТ37, провод 647, блокировочный контакт контактора К3, катушка вентиля контактора К66, "земля".

Контактор К66 включается и закорачивает сопротивление R38 в цепи катушки реле РТ37. Реле РТ37 включается и своей блокировкой в проводах Э646-647 рвет цепь катушки К66. Контактор К66 выключается и вводит в цепь катушки РТ37 R38 (95 Ом) для повышения чувствительности реле на отключение. Для того, чтобы реле РТ37 успело включиться, контактор К66 выключается с некоторым замедлением. Оно обеспечено включением параллельно его катушке диода Д51.

Замыкается контакт реле РТ37 в проводах 603-559 и подготавливает цепь питания катушек вентиля переключателей ПкТ и линейных контакторов в режиме рекуперации.

## **15.3. Действие схемы при перемещении рукояток контроллера**

### **15.3.1.Ревёрсивно-селективная рукоятка устанавливается в положение "Вперед-П"**

Замыкаются КЭ 63-64, 69-70, 73-74 и 7-8. Образуются цепи:

- провод 505, КЭ 63-64, провод Э561 и далее, как и в тяговом режиме, цепи на катушки вентиля переключателей ПкР "Вп" ("Наз"), реле РП20, "Н" ПкД1 и ПкД2, а также подается напряжение к катушкам реостатных контакторов и к ВУП4;
- провод 502, КЭ 73-74, провод Э566, катушка вентиля переключателя ПкС "СП-П" и параллельно катушка реле РП17, "земля". Валы переключателей ПкС занимают положение "СП-П"соединения и включаются множители их контактов реле РП17, изменяющие величину сопротивления резистора R31 в цепи НОВ АМ-Г;

- провод 502, КЭ 69-70, провод Э564, блокировочный контакт СП-П переключателя ПкС, провод 574, катушки вентиля переключателя ПкГ, "земля" и параллельно от провода Э564 цепь на катушку реле времени РВ6. Валы ПкГ занимают положение "П" и включается реле времени РВ6.

### **15.3.2. Тормозная рукоятка устанавливается на позицию 02**

Валы переключателей ПкТ занимают положение "Т", теряют плюс катушки вентиля реостатных контакторов, изменяется цепь удерживающей катушки БВ, включаются контакторы К18, К19, К23 и К24, обмотки возбуждения ТЭД подключаются к якору генератора АМ-Г.

Замыкаются КЭ 103-104, 109-110, 113-114. Образуются цепи:

- провод 501, КЭ 109-110, КЭ 7-8 реверсивно-селективного вала, провод Э587, блокировочный контакт переключателя ПкГ и далее до провода 602;

- провод 602, контакт реле РТ37, провод 559, блокировочные контакты переключателей ПкД2 и ПкД1, катушка вентиля "Т" переключателя ПкТ, провод Э536, КЭ 113-114, "земля". Валы переключателей ПкТ поворачиваются в положение "Т", размыкаются блокировочные контакты переключателей ПкТ в проводах 567-577 и 407-408. Теряют питание катушки реостатных контакторов и изменяется цепь удерживающей катушки БВ, которая будет проходить через блокировки КБ45, КБ46 и ПкТ,

- провод 602, блокировки РТ37 и ПкТ, провод 604, катушка вентиля контактора К18, К19, провод 589, блокировочный контакт переключателя ПкТ, "земля".

Включаются линейные контакторы К18 и К19 и соединяют катушку реле рекуперации РН11 с "землей" через якорную цепь ТЭД (предварительная цепь через катушки РН9 и РН 10 прервана КЭ 1 ПкГ): R2, КЭ 2-3 ПкГ, К19, РТ38, РТ36, КЭ ПкД2, КЭ ПкР, ОЯ3, ОЯ4, КЭ ПкР, КЭ ПкТ, НН2-Н2 АМ-Г, L4, ШН2, КЭ ПкС, КБ-45, R6, провод 119 и далее на "землю";

- катушки клапанов КЭП6 и КЭП7 ПРУ, имея плюс от провода 604, соединяются с "землей" через блокировочные контакты ПкТ положения "Т", т.е. догружаются задние по ходу движения тележки;

- от провода 604 подается напряжение к катушкам вентиля линейных контакторов К1 и К10;

- провод 502, КЭ 103-104, провод Э533, блокировочный контакт переключателя ПкТ, БВ1, катушка К23 (К24), "земля". Контактторы включаются и подключают ОВ ТЭД к якору АМ-Г.

### **15.3.3. Главная рукоятка устанавливается на 1 позицию**

Разблокируется тормозная рукоятка и появляется возможность перемещения ее далее позиции 02.

#### **15.3.4. Тормозная рукоятка устанавливается на 1 позицию**

Включается контактор К62 и реле РП19 (цепь от провода 604). Реле РП19 соединяет катушки угловых реостатных контакторов с "землей", а контактор К62 создает цепь независимого возбуждения НОВ АМ-Г. Замыкается КЭ 115-116. Образуются цепи:

- провод 604, ВУП 3 (разбирает схему возбуждения ТЭД электровоза при давлении в ТЦ более 1,5 атм), провод 556, катушки К62 и РП 19, провод 555, блокировочные контакты контакторов К23 и К53, провод Э537, КЭ 115-116, "земля".

Включается реле РП19 и соединяет катушки угловых реостатных контакторов К5, К13, К8 и К16 с "землей". Включается контактор К62, после включения которого в схеме происходит следующее:

- замыкается блокировочный контакт контактора К62 в проводах 599-602 и закорачивает контакты реле РП20 и РП28. Этим исключается выключение линейных контакторов и подтормаживание электровоза при срабатывании этих реле, т.е. исключается применение двух видов торможения;

- замыкаются главные контакты контактора К62 и, если управление производится из кабины головной секции А, образуется цепь:

- провод 501, КЭ 109-110, провод 507, параллельно включенные секции 1-14 и 1-17 резистора R31 (блокировочный контакт переключателя ПкГ замкнут), секция резистора 14-16 R31, провод Э524, П12, провод 527, контакты контактора К62, НОВ АМ-Г, и резистора R32 (выравнивает токи возбуждения ТЭД между секциями), провод 529, П13, провод Э526, МСС, провод Э525 средней секции, П12 (вертикально), провод 527, контакты К62, НОВ АМ-Г и R32, П13, провод Э526, МСС, провод Э525 головной секции Б, П12 (вертикально), провод 527, контакты К62, цепь НОВ АМ-Г и R32, П13 (вертикально на этой секции), "земля".

На зажимах АМ-Г появляется эдс, т.к. обмотки его главных полюсов получили питание. В силовой цепи пойдет ток по обмоткам возбуждения ТЭД, включенных по схеме независимого возбуждения:

- +АМ-Г, провод 098, контакт контактора К23, провод 094, ОВ 4 ТЭД, КЭ ПкТ, провод 073, контакт контактора КБ45, провод 071, КЭ ПкТ, провод 042, ОВ 1 ТЭД, провод 044, КЭ ПкТ, провод 097, -АМ-Г;

- +АМ-Г, провод 098, контакт контактора К24, провод 045, ОВ 2 ТЭД, провод 046, КЭ ПкТ, провод 118, контакт контактора КБ46, КЭ ПкТ, провод 092, ОВ 3 ТЭД, провод 039, КЭ ПкТ, провод 097, -АМ-Г.

Примечание. МСС - межсекционное соединение.

#### **15.3.5. Тормозная рукоятка устанавливается на 2 позицию**

Включается контактор К61.

Замыкается КЭ 101-102, образуются цепи:

провод 502, КЭ 101-102, провод Э532, контакт реле РП21, катушка контактора К61, "земля". Контактор К61 включается и закорачивает секцию 15-16 резистора R31;

провод 502, КЭ 103-104 (замкнут с позиции 02), провод Э533, блокировочный контакт контактора К24, провод 548, блокировочный контакт контактора К61, провод Э532, контакт реле РП21, катушка контактора К61, "земля". Катушка контактора К61 получает питание по второй цепи через собственный блокировочный контакт в проводах 548-Э532.

### **15.3.6. Тормозная рукоятка устанавливается на 3 позицию**

Создается цепь на электроблокировочный клапан КЭБ, закорачивается секция 1-2 резистора R31, катушка контактора К61 сохраняет цепь от провода Э533 через собственный блокировочный контакт.

Замыкаются КЭ 105-106, 75-76, размыкается КЭ 101-102, образуются цепи:

- провод 502, КЭ 105-106, провод Э534, блокировочный контакт переключателя ПкТ, провод 550, блокировочный контакт контактора К19, провод 551, контакт ВУП2, провод 552, катушка клапана КЭБ, "земля". КЭБ отсоединяет ТЦ электровоза от ВР и соединяет их с атмосферой, исключая одновременное применение двух видов торможения.

При снижении давления в ТМ до 2,7-2,9 атм ВУП2 размыкает свои контакты и снимает питание с катушки КЭБ. Пневматическое торможение электровоза восстанавливается.

- Замыкается КЭ 75-76, закорачивается секция 1-2 резистора R31. Цепь НОВ АМ-Г будет проходить от провода 501, минуя эту секцию.

- Размыкается КЭ 101-102, катушка К61 теряет питание от провода Э532, но сохраняет его от провода Э533 через свою собственную блокировку в проводах 548-Э532.

### **15.3.7. Тормозная рукоятка перемещается в сторону 15 позиции**

Когда суммарная эдс всех ТЭД становится больше напряжения контактной сети на 80-100 В, якорь реле рекуперации РН11 отпадает, его контакты в проводах 608-Э537 замыкаются и образуются следующие цепи:

- провод 604, блокировки РП16, ПкД1, ПкД2, ПкС, катушка вентиля контактора К10, провод 610, блокировочный контакт переключателя ПкТ, провод 609, блокировочный контакт переключателя ПкГ, провод 606;

- провод 604, катушка вентиля линейного контактора К1, провод 606;

- провод 606, блокировочный контакт контактора К23, провод 608, контакты реле РН11, провод Э537, КЭ 115-116, "земля".

Катушки линейных контакторов К1 и К10, имеющие "плюс", соединяются с "землей" и контакторы включатся. Как и в режиме тяги, после включения линейного контактора К1, катушки вентилях всех линейных контакторов дополнительно соединяются с "землей" через блокировочный контакт контактора К1;

- провод Э564, блокировочный контакт переключателя ПкГ, провод 590, блокировочный контакт переключателя ПкС, провод 592, блокировочный контакт контактора К1, провод 593, катушки вентилях угловых реостатных контакторов К5, К13, К8, К16, контакты реле РП19, "земля". Включаются угловые реостатные контакторы.

Включением линейных контакторов К1 и К10 ТЭД подключаются к контактной сети, а включением угловых реостатных контакторов из цепи ТЭД выводится Рп.

В силовой схеме ток рекуперации пойдет по двум параллельным цепям:

- +ОЯ 1 ТЭД, КЭ ПкР, КЭ ПкД1, РТ35, К18, К16, К13, К10, провод 08;
- +ОЯ 3 ТЭД, КЭ ПкР, КЭ ПкД2, РТ36, К19, КЭ 2 и 3 ПкГ, К8, К5, К1, провод 09, П1 и КЭ ПкС (на средней и головной секции Б-КЭ ПкС), провод 08;
- провод 08, РДФ1, БВ1, Рз1, L1, Пк1, тяговая подстанция или электровоз, работающий в режиме тяги, рельсовая цепь, токосъемные устройства, токовые обмотки счетчиков Wh2, Wh1, выводной провод РДФ1 121;
- провод 121, КЭ 6 ПкГ, R5, КБ45, провод 71, КЭ 5 ПкГ, L3, ОПВ АМ-Г, КЭ ПкТ, КЭ ПкР, ОЯ 2 ТЭД, -ОЯ 1 ТЭД;
- провод 121, КЭ ПкС (на головной секции Аи П2), провод 119, R6, КБ46, КЭ ПкС, ШН2, КЭ ПкД2, L4, РТ37, ОПВ АМ-Г, КЭ ПкТ, КЭ ПкР, ОЯ 4 ТЭД, -ОЯ 3 ТЭД.

### **15.3.8. Завершение сбора схемы рекуперации**

#### Примечания.

- При управлении из головной секции Б в цепь НОВ АМ-Г всех секций введен резистор R31 этой секции, но последовательная цепь этих обмоток все равно начинается с головной секции А: R31 секции Б, провод Э524 (П12 на этой секции вертикально и соединяет провода Э525 и Э527), провод Э524 на головной секции А, П12 и далее по цепи, описанной выше.

- Обмотки возбуждения ТЭД подключены к АМ-Г по перекрестной (циклической) схеме, которая обеспечивает выравнивание токов якорей в параллельных цепях ТЭД, разница которых возможна из-за расхождения характеристик ТЭД.

### **16 Отличие в действии схемы рекуперации на "СП" и "С" соединениях тяговых двигателей**

Действие схемы на этих соединениях аналогично "П" соединению, но имеет ряд отличий.

### **16.1 "СП" соединение ТЭД**

При установке реверсивно-селективной рукоятки КтМ в положение "Вперед-СП" КЭ 69-70 не замыкается, поэтому вал переключателя ПкГ остается в положении "С-СП". Также как и в положении "Вперед-П", остается замкнутым КЭ 73-74, поэтому вал переключателя ПкС также занимает положение "СП-П" и включается реле РП17. Ввиду того, что разомкнут блокировочный контакт переключателя ПкГ в проводах 520-521, контактами реле РП17 в цепь НОВ АМ-Г вводится вся секция 1-18 сопротивления R31. Катушка реле РВ6 получает питание от провода 501 через КЭ 5-6.

- Подключение ТЭД в каждой секции к контактной сети производится линейным контактором К1. Цепь катушек вентилях К1, К18 и К19 такая же, как и на "П" соединении. Включение линейного контактора К10 исключается разомкнутой блокировкой переключателя ПкГ в проводах 606-609.

- В силовой схеме ток рекуперации потечет в контактную сеть от "плюса" обмотки якоря 1ТЭД. Возвращаться будет из рельсовой цепи на "минус" обмотки якоря 1ТЭД по проводу 119, контакты контактора КБ46 и далее через последовательно соединенные обмотки якорей остальных ТЭД. Ток возбуждения ТЭД протекает тем же путем, что и на "П" соединении.

### **16.2 "С" соединение ТЭД**

- При установке реверсивно-селективной рукоятки КтМ в положение "Вперед-С" замыкается КЭ 71-72. От провода Э565 образуется цепь на катушки вентилях "С" переключателя ПкС и их валы занимают положение "С". КЭ ПкС соединяют обмотки якорей ТЭД всех секций последовательно. Кроме этого, от провода Э565 подается напряжение на провод Э583.

- При установке тормозной рукоятки на позицию 02 от провода Э583, после разворота вала переключателя ПкТ, на средней и головной секции Б образуется цепь на катушки вентилях линейных контакторов К1, К18 и К19. Катушка вентиля контактора К1 соединяется с "землей" через пластину П14, установленную на этих секциях горизонтально, блокировки ПкС и ПкТ. На головной секции А катушки вентилях линейных контакторов К18 и К19, имея такие же цепи, как и на "П" соединении, включаются на позиции 02. Катушка же вентиля линейного контактора К1 из-за того, что пластина П14 на этой секции установлена вертикально, соединится с "землей" только после замыкания контактов реле рекуперации РН11 в проводах 608-Э537. Таким образом, подключение ТЭД всех секций к контактной сети производится одним контактором К1 головной секции А.

- В силовой схеме ток рекуперации потечет от "плюса" обмотки якоря 1ТЭД головной секции А в контактную сеть. Возвращаться будет из рельсовой цепи на "минус" этой обмотки по проводу 119 головной секции Б через контакты ее БК

КБ46 и далее через последовательно соединенные обмотки якорей ТЭД всех секций, минуя контакты БК этих секций. Ток возбуждения ТЭД протекает тем же путём, что и на "П" соединении ТЭД.

## **17. ДЕЙСТВИЕ ЗАЩИТЫ И ЕЕ СИГНАЛИЗАЦИИ В РЕЖИМЕ РЕКУПЕРАЦИИ**

### **17.1. Действие защиты от перегрузки и повышенного напряжения**

Защита производится при помощи реле перегрузки РТ35, РТ36 и реле повышенного напряжения РН10. При срабатывании любого из них от провода Э404 образуются цепи на лампу "РП" и катушку реле РГТ21. Реле включается и своими контактами в проводах Э532-549 снимает питание с катушки контактора К61. Контактор выключается. Это приводит к следующему:

- размыкается блокировочный контакт контактора и К61 в проводах 548-Э532. Восстановление питания катушки контактора К61 после выключения реле РП21 от провода Э533 становится невозможным;
- размыкаются главные контакты контактора К61 в проводах 523-Э524; в цепь НОВ АМ-Г всех секций вводится секция 15-16 резистора R31.

Возбуждение ТЭД резко уменьшается. Перегрузка или повышенное напряжение ликвидируются, реле РП21 выключается, лампа "РП" гаснет, цепь катушки контактора К61 восстанавливается, но контактор остается выключенным. Для его включения необходимо запитать его катушку от провода Э532, то есть перевести тормозную рукоятку на позицию 2. Такая зависимость исключает резкие колебания тормозной силы, так как позволяет восстановить полное возбуждение ТЭД только на этой позиции.

### **17.2. Действие защиты от токов короткого замыкания на "П" соединения ТЭД**

Защита производится при помощи быстродействующих контакторов КБ45 и КБ46 типа БК-78Т независимо от места короткого замыкания - в силовой цепи ТЭД, в крышном оборудовании или в контактной сети. Во всех этих случаях ток рекуперации быстро достигает величины тока короткого замыкания, так как ТЭД питают место короткого замыкания.

Допустим, имеется перекрытие по поверхности стойки КЭ ПКС в проводах 008-009. Ток короткого замыкания, поддерживаемый ТЭД, потечет по двум параллельным цепям:

- "плюс" ОЯ 1 ТЭД, КЭ переключателя ПкР и ПкД2, катушка реле РТ35, силовые контакты контакторов К18, К16, К13, провод 021, К10, КЭ переключателя ПкС, корпус электровоза, рельсовая цепь;
- "плюс" ОЯ 3 ТЭД КЭ переключателя ПкР и ПкД2, катушка реле РТ36, РТ38 (с № 326), силовые контакты контактора К19, КЭ2 и 3 переключателя ПкГ,

силовые контакты контакторов К8, К5, К1, провод 009, КЭ переключателя ПкС, корпус электровоза, рельсовая цепь;

- рельсовая цепь, токосъемные устройства, токовые обмотки счетчиков Wh2 и Wh1 и далее вновь по двум параллельным цепям;

- провод 121, КЭ 6 переключателя ПкГ, провод 072, сопротивление R5, контакты контактора КБ45, КЭ переключателя 5 ПкГ, провод 048, КЭ 1 переключателя ПкД1, катушки индуктивного шунта L3. Так как ток короткого замыкания нарастает по величине довольно быстро, в индуктивном шунте наводится эдс самоиндукции, поэтому ток короткого замыкания пойдет через КЭ переключателя ПкТ, провод 063, отключающую катушку контактора КБ45, сопротивление R9, первую катушку L3 и далее по цепи тока рекуперации на "минус" ОЯ 1 ТЭД;

- провод 121, П2 и КЭ переключателя ПкС (на средней и головной секциях Б только КЭ ПкС), провод 119, сопротивление R6, контакты контактора КБ46, КЭ переключателя ПкС, ШН2, КЭ переключателя ПкД2, провод 096 и далее, из-за наличия эдс самоиндукции в индуктивном шунте L4, через КЭ переключателя ПкТ, провод 112, отключающую катушку контактора КБ46, сопротивление R10, первую катушку L4 и далее по цепи тока рекуперации на "минус" ОЯ 3 ТЭД.

При нарастании тока короткого замыкания в отключающих катушках контакторов КБ45 и КБ46 до величины 35-50 А они срабатывают на отключение и их подвижные контакты фиксируются в этом положении защелками. После размыкания их контактов ток короткого замыкания от сопротивления R5 и R6 потечет по следующим цепям:

- по дуге между контактами контакторов КБ45 и КБ46 и далее на минус ОЯ 1 ТЭД и ОЯ 3 ТЭД по цепи тока рекуперации на место короткого замыкания

- по разрядному сопротивлению R7 и R8 и далее на минус ОЯ 1 ТЭД и ОЯ 3 ТЭД по цепи тока рекуперации на место короткого замыкания.

Ввиду того, что сопротивление дуги между контактами БК и величины R7 и R8 довольно значительны, эдс ТЭД значительно больше эдс генератора АМ-Г, ток от R5 и R6 в основном пойдет:

- при срабатывании контакторов КБ45: сопротивление R5, провод 73, КЭ переключателя ПкТ, шунт амперметра А1, ОВ 4 ТЭД, провод 94, контакт контактора К23, провод 98, ОЯ АМ-Г, провод 97, КЭ переключателя ПкТ, ОВ 1 ТЭД, провод 42, КЭ переключателя ПкТ, провод 48, КЭ переключателя ПкД1, индуктивный шунт L3, ОПВ АМ-Г, провод 56, КЭ переключателя ПкТ, ОЯ 2 ТЭД, -ОЯ 1 ТЭД;

- при срабатывании контактора КБ46: сопротивление R6, провод 118, КЭ переключателя ПкТ, ОВ 2 ТЭД, провод 45, контакт контактора К24, провод 98, ОЯ АМ-Г, провод 97, КЭ переключателя ПкТ, ОВ 3 ТЭД, провод 92, КЭ переключателя ПкТ, КЭ переключателя ПкС, ШН2, КЭ переключателя ПкД2, индуктивный шунт L4, провод 105, катушка реле РТ37, ОПВ АМ-Г, КЭ переключателя ПкТ, ОЯ 4 ТЭД, -ОЯ 3 ТЭД.

Таким образом, при размыкании контактов любого БК, ТЭД с независимого возбуждения переводятся на последовательное и по их обмоткам протекает ток короткого замыкания в направлении, противоположном току возбуждения. Происходит интенсивное размагничивание главных полюсов ТЭД. ЭДС ТЭД и ток короткого замыкания, который они поддерживали, спадает до нуля. Кроме этого, величина тока короткого замыкания ограничивается ЭДС самоиндукции, которая появляется в ОВ ТЭД при убывании магнитного потока, а скорость его нарастания ограничивается индуктивным шунтом, включенным в якорную цепь ТЭД. Размагничивание ТЭД, ограничение скорости нарастания и величины  $I_{кз}$  обеспечивают быстрое действие защиты, исключающее образование кругового огня на коллекторах ТЭД.

Размыкание силовых контактов БК сопровождается изменением положения его блокировочных контактов:

- замыкается блокировочный контакт в цепи, включающей катушки БК, которая получит питание при нажатии кнопки "Возврат БВ";
- замыкается блокировочный контакт в цепи ламп "БК" и они загораются;
- размыкается блокировочный контакт в цепи удерживающей катушки БВ. БВ отключает секцию от контактной сети.

### **17.3. Отличие действия защиты от токов короткого замыкания на "СП" и "С" соединениях тяговых двигателей**

- На "СП" соединении в каждой секции ток рекуперации протекает только через контакты контактора КБ46, поэтому при коротком замыкании происходит размагничивание обмоток возбуждения только 3 и 2 ТЭД.

- На "С" соединении ток рекуперации протекает только через контакты контактора КБ46 головной секции Б, поэтому при коротком замыкании происходит размагничивание обмоток возбуждения только 3 и 2 ТЭД секции Б.

Тем не менее, по сравнению с параллельным соединением, эффективность защиты на "СП" и "С" соединениях не снижается, так как индуктивность цепи якорей на "СП" соединении в два раза, а на "С" соединении, в зависимости от количества секций, в четыре или в шесть раз выше. Во столько же раз при коротком замыкании будет меньше и межламельное напряжение.

### **17.4. Действие схемы рекуперации при падении давления в тормозной магистрали**

При зарядке ТМ электровоза, когда давление в ней повысится до 4,5-4,9 атм, поршни выключателей ВУП2 всех секций поднимаются вверх. Их контакты в проводах 551-552 замыкаются, подготавливая создание цепи катушек электроблокировочных клапанов КЭБ. При сборе схемы рекуперации, на

третьей позиции тормозной рукоятки, КЭБ срабатывает и отсоединяет ТЦ электровоза от ВР и соединяет их с атмосферой. При применении пневматического торможения поезда, с нормальной разрядкой ТМ, наполнение ТЦ электровоза сжатым воздухом не происходит. Это исключает применение двух видов торможения электровоза, а значит и юз колесных пар.

При снижении давления в ТМ ниже 2,7-2,9 атм по различным причинам, поршни ВУП2 под воздействием сжатых пружин опускаются вниз. Их контакты размыкаются и снимают питание с катушек клапанов КЭБ. КЭБ отсоединяет ТЦ электровоза от атмосферы и соединяет их вновь с ВР. Пневматическое торможение электровоза восстанавливается. После наполнения ТЦ электровоза сжатым воздухом давлением 1,3-1,5 атм размыкают свои контакты ВУП3 в проводах 604-556 и снимают питание с катушки контактора К62. Это приводит к снятию питания с НОВ АМ-Г всех секций, т.е. применение двух видов торможения прекращается. Ток рекуперации уменьшается, появляется моторный ток. При моторном токе 100 А выключается реле РТ37. Блокировка РТ37 в проводах 602-559 снимает питание с провода 604. Линейные контакторы выключаются и разбор схемы рекуперации завершается при заторможенном электровозе.

### **17.5. Защита двигателя преобразователя**

Защита двигателя преобразователя, как и всех вспомогательных машин, производится при помощи дифференциального реле РДФ2. Кроме этой защиты, двигатель имеет защиту от перегрузки и повышенной частоты вращения. Защита от токов перегрузки производится при помощи реле перегрузки РТ34 типа РТ500, имеющего ток уставки 80+4 А. Контакты этого реле в проводах 405-414 включены в цепь удерживающей катушки РДФ2, поэтому после срабатывания реле РТ34 в схеме происходит то же самое, что и при срабатывании РДФ2 в тяговом режиме. Дополнительно, после срабатывания реле РП22 и выключения контактора К53, на пульте машиниста загорается лампа "П", так как замыкается его блокировка в проводах Э713-Э818.

Повышенная частота вращения двигателя возможна из-за потери цепи независимой обмотки (обрыв в самой обмотке, сгоревший предохранитель и т.д.). В этом случае магнитный поток главных полюсов создается только обмоткой возбуждения последовательного возбуждения, имеющей 95 витков. Из-за этого магнитный поток главных полюсов будет слабым и двигатель будет работать в режиме глубокого ослабления поля. При частоте вращения 1900 об/мин срабатывает реле оборотов РО12. Его контакты в проводах 716-717 размыкаются и контактор К53 выключается, отключая двигатель от контактной сети.

## **18. ДЕЙСТВИЕ СХЕМЫ РЕКУПЕРАЦИИ НА ЭЛЕКТРОВОЗЕ ВЛ11М**

### **18.1. Включение преобразователей и реле моторного тока**

При включении кнопки "Возбудитель" от провода Э706 у включенной кнопки "Высокая скорость вентиляторов" подается напряжение на провод Э713, от которого образуются следующие цепи:

- провод Э713, блокировочный контакт контактора К53, провод Э818, лампа ЛС85 "ПР", "земля". Загорается лампа преобразователей;
- провод Э713, контакт реле РП22, провод 715 (на ВЛ11М с № 373 - провод Э713), катушка контактора К69, "земля". Включается низковольтный контактор К69;
- провод 688, находящийся под напряжением после включения автоматов В20 и В30, диод Д77, провод 689, два блокировочных контакта контактора К23, провод 692, контакт реле РТ37, провод 647, катушка контактора К66, провод 648, блокировочный контакт контактора К69, "земля". Включается низковольтный контактор К66. Замыкаются его главные контакты в проводах 302-645, подготавливая цепь реле РТ37;
- +Ш14, F9 "Возбудитель", провод 44, клемма Х14:1 на АПУ-009, провод 323, главные контакты контактора К69, провод 302;
- провод 302, независимая обмотка возбуждения двигателя АМ-М, "земля". У главных полюсов двигателя преобразователя появляется магнитный поток;
- провод 302, контакты реле оборотов РО12, провод 717, катушка контактора К53, "земля". Включается контактор К53 и подключает двигатель АМ -М к контактной сети. Схема аналогична электровозу ВЛ11;
- провод 302, контакты контактора К66, провод 645, катушка реле РТ37, "земля". Катушка реле РТ37 получает питание минуя сопротивление, и реле включается. Размыкается его контакт в проводах 692-647. В цепь катушки реле РТ37 вводится сопротивление R38, необходимое для повышения чувствительности реле на отключение.

### **18.2. Реверсивно-селективная рукоятка устанавливается в положение "Вперед-П"**

Загорается лампа "ПСР", подается питание к блокам САУРТ, занимают соответствующее положение валы переключателей ПкР1 и ПкР2, вал переключателя ПкГ поворачивается в положение "СП-П", а переключателя ПкГ2 - в положение "П", к катушкам вентилей переключателей ПкТ1 (ПкТ2) подается напряжение, переключатель ПкД1 и ПкД2 фиксируются в нормальном положении.

Замыкаются КЭ реверсивно-селективного вала 63-64,65-66,67-68, 71-72, 73-74, 75-76, 81-82, образуются цепи:

- провод Э801, КЭ 63-64, провод Э751, параллельно включенные блокировочные контакты К62 и К24, провод Э874, лампа ЛС92 "ПСР" (подготовка схемы рекуперации), "земля";
- провод 505, КЭ 65-66, провод Э934. Клемма Х3:1 штепсельного разъема на ПЗ8 блока САУРТ У14 под напряжением;
- замыканием КЭ 67-68 провод Э620 соединяется с "землей", подготавливая заземление катушек вентилях контакторов К1 и К10;
- провод 505, КЭ 71-72, провод Э561. От этого провода образуются цепи, аналогичные цепям тягового режима;
- провод 501, КЭ 73-74, провод Э564. От этого провода образуется цепь на катушки вентилях переключателей ПкГ, аналогичная цепи тягового режима на "СП" соединении;
- провод 501, КЭ 75-76, провод Э565, блокировочный контакт переключателя ПкГ, провод 593. От этого провода образуются цепи:
- катушки вентилях переключателей ПкГ2, "земля". Валы переключателей ПкГ2 занимают положение "П";
- блокировка ПкГ2, провод 592, катушка РВ6, "земля".

Кроме этого, по проводу Э565 через клемму Х4:1 ПЗ8 подается напряжение к блоку питания БП в блоке У14 САУРТ. После разворота валов ПкГ и включения реле времени РВ6 подается напряжение на катушки вентилях "Т" переключателей ПкТ1 и ПкТ2 по цепи:

- провод 502, КЭ 81-82, провод Э587, блокировочные контакты переключателей ПкД1 и ПкГ2, провод 590, блокировочный контакт ВБ1, провод 599, контакт реле РВ6, провод 598, контакт реле РП20, провод 601, контакт реле РП28, провод 602, блокировочный контакт переключателя ПкД2, провод 558 катушки вентилях "Т" переключателей ПкТ1 и ПкТ2.

### **18.3. Тормозная рукоятка устанавливается в положение "П"**

Замыкаются КЭ тормозного вала 105-106, 109-110, 111-112. Образуются цепи:

- провод 501, КЭ 109-110, провод Э532, контакт реле РТ35, провод 548, контакт реле РН10, провод 540, контакт реле РТ36, провод 549, катушка реле РП18, "земля". Включается реле буферной защиты РП18, и подготавливает цепь включения контактора К62;
- провод 501, КЭ 105-106, провод Э533, контакты реле РП18, провод Э532 и далее на катушку реле РП 18. Катушка реле РП 18 становится на "самопитание";
- катушки вентилях переключателей ПкТ1 и ПкТ2, провод 557, блокировочный контакт переключателя ПкД1, провод 644, диод Д109, провод Э536, КЭ 111-112, "земля". Валы обоих переключателей ПкТ занимают

положение "Т". После изменения положения блокировочных контактов ПкТ изменяются и образуются цепи:

- изменяется цепь удерживающей катушки БВ, в которую контактами ПкТ2 вводятся блокировочные контакты БК КБ45 и КБ46;

- провод 502, КЭ 81-82, провод Э587, блокировочный контакт переключателя ПкГ2, провод 590, блокировочный контакт ВБ1, контакты реле РВ6, РП20, РП28, провод 602, контакт реле РТ37, провод 520, блокировочный контакт переключателя ПкГ2, провод 522, блокировочный контакт переключателя ПкГ, провод 604;

- провод 604, ВУП3, провод 556, блокировочный контакт контактора К53, провод 555, контакт реле РП18, катушка контактора К62, провод 690, диод Д90, провод Э536, КЭ 111-112, "земля". Включается низковольтный электромагнитный контактор К62. Замыкается блокировочный контакт в проводах 598-602, шунтируя контакты реле РП20 и РП28. Размыкается его блокировочный контакт в проводах Э751-Э874, но лампа "ПСР" продолжает гореть, т.к. замкнут блокировочный контакт контактора К24. После замыкания главных контактов контактора К62 от провода Э301 через контакты этого контактора по проводу 514 через клемму Х3:6 П38 подается напряжение на блок БТП в блоке У14 САУРТ и через резистор R32 - на НОВ АМ-Г. Минусовая цепь этой обмотки через клемму Х3:7 П38 соединена с блоком БТП. Так как БТП сработает только после получения сигнала от элемента ЭСН в блоке БС, то цепь НОВ АМ-Г пока прервана;

- провод 604, блокировочный контакт переключателя ПкГ2 и параллельно через ПкД2 и диод Д55, провод 597, катушка вентиля контактора К18, провод 589, блокировка ПкТ1, "земля";

- провод 604, блокировочный контакт переключателя ПкД2, провод 605, катушка вентиля контактора К19, провод 589, блокировочный контакт переключателя ПкТ1, "земля". Включаются линейные контакторы К18 и К19. После замыкания блокировочных контактов контактора К18 образуются следующие цепи:

- провод 501, КЭ 105-106, провод Э533, блокировочный контакт контактора К18, провод 576, катушка реле РП19 и катушка вентиля контактора К23, провод 575, блокировочный контакт переключателя ПкТ1, "земля". Включается реле РП19 и рекуперативные контакторы К23 и К24 с общим пневматическим приводом. После включения этих аппаратов происходит следующее:

в цепи лампы ПСР размыкается блокировочный контакт контактора К24 в проводах Э751-Э874. Она, погасая, сигнализирует об исправности цепи возбуждения ТЭД;

замыканием контактов реле РП19 катушки угловых реостатных контакторов К7, К9, К15 и К20 соединяются с "землей";

поскольку замкнут блокировочный контакт контактора К18 в проводах 592-641, от провода Э565 подается напряжение к катушкам всех реостатных кон-

такторов. Так как "землю" имеют катушки только угловых реостатных контакторов, то включаются только они. Их включением, в отличие от ВЛ11, до отпадания якоря реле РН11 из цепи ТЭД выводятся пусковые резисторы R2 и R1. Включением контакторов К23 и К24 обмотки возбуждения ТЭД подключаются к якору генератора преобразователя.

#### **18.4. Тормозная рукоятка устанавливается в положение "ПТ". Дальнейшее ее перемещение**

Замыкаются КЭ 91-92, 93-94, 107-108, размыкается КЭ 109-110.

После замыкания КЭ 91-92 образуется цепь: клемма Х3:5 П38 блока У14 САУРТ, провод 508, КЭ91-92, провод 507, задатчик тока и скорости ЗТС, провод 511, клемма Х5:14 П38. Замыкается цепь питания обмотки возбуждения ЗТС. От ЗТС, по проводам 509 и 511 через клеммы Х5:1 и Х5:2 П38 подается сигнал на блок сравнения БС в блоке У14 САУРТ. В блоке БС начинает работать канал регулирования напряжения. На выходе блока БС формируется положительный сигнал и прерыватель ТП блока БТП замыкает цепь НОВ АМ-Г. Поскольку появился магнитный поток главных полюсов генератора, созданный НОВ, на зажимах генератора появляется эдс. По обмоткам возбуждения ТЭД, по цепи, аналогичной цепи электровоза ВЛ11 без САУРТ, потечет ток возбуждения. Отличие состоит в том, что в цепь обмоток возбуждения 1 и 4 ТЭД включен датчик тока возбуждения ДкТ2 САУРТ. С этого момента начинается автоматический перевод ТЭД в режим рекуперативного торможения, т.е. возрастают эдс генератора, ток возбуждения и эдс ТЭД. При суммарной эдс всех ТЭД больше напряжения в контактной сети на 80-100В отпадает якорь реле рекуперации РН11 и замыкаются его контакты в проводах 606-554. Образуется цепь: катушка вентиля контактора К10, провод 615, блокировочный контакт переключателя ПкД1, провод 610, блокировочный контакт переключателя ПкГ2, провод 606 у катушки К1, контакты РН11, провод 554, блокировочный контакт контактора К23, провод Э620, КЭ 67-68 реверсивно-селективного вала, "земля". Катушки вентиля линейных контакторов К1 и К10, имея плюс, соединяются с "землей". Контактторы включаются и подключают ТЭД к контактной сети, что определяется по появлению тока рекуперации величиной 80-100 А. Как и в схеме электровоза ВЛ11, после включения контактора К1, одна его блокировка шунтирует контакты РН11, а другая - создает параллельную цепь "земли" катушкам вентиля всех линейных контакторов.

В силовой схеме ток рекуперации потечет тем же путем, что и в схеме электровоза ВЛ 11. Отличие состоит в том, что в цепь ОЯ 3 и 4 ТЭД включен датчик тока якоря ДкТ1 САУРТ. Кроме этого, чтобы не допустить возрастания напряжения в контактной сети свыше 4000 В, к проводу 008 подключен датчик напряжения ДкН САУРТ.

После замыкания КЭ 107-108 образуется цепь: провод 501, КЭ 107-108, провод Э534, блокировочный контакт переключателя ПкТ, провод 550, блокировочный контакт контактора К19, провод 551, ВУП2, провод 552, катушка клапана КЭБ, "земля". Электроблокировочный клапан КЭБ отсоединяет ТЦ электровоза от ВР и соединяет ТЦ с атмосферой, исключая применение двух видов торможения.

Размыкание КЭ 109-110 приводит к тому, что реле РП18 теряет плюс от провода Э532, но сохраняет его от провода Э533 через свои контакты.

При дальнейшем перемещении тормозной рукоятки возрастает величина выходного сигнала с ЗТС, а в результате возрастает и величина тока рекуперации. При установившейся его величине начинают работать элементы САУРТ по стабилизации тока рекуперации при колебаниях напряжения в контактной сети, сравнения  $I_d/I_s$ , ограничения по напряжению в контактной сети и защиты от юза.

Действие схемы рекуперации на "СП" и "С" соединениях легко прослеживается по схеме. Оно аналогично "П" соединению. Отличие в том, что изменяется соединение ТЭД. Путь тока возбуждения и тока рекуперации на этих соединениях аналогичен пути тока на электровозе ВЛ 11.

## **19. ДЕЙСТВИЕ ЗАЩИТЫ В РЕЖИМЕ РЕКУПЕРАЦИИ И ЕЕ СИГНАЛИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОВОЗА ВЛ11**

Действие защиты аналогично действию ее на электровозе ВЛ11. Исключение составляет действие защиты от перегрузки, повышенного напряжения и защита преобразователя.

### **19.1. Защита от повышенного напряжения и перегрузки**

Защита производится при помощи реле РН10, РТ35 и РТ36. При срабатывании любого из реле теряет питание катушка реле РП18. Контакты реле в проводах 555-462 размыкаются и рвут цепь катушки контактора К62. Контактор К62 выключается и отключает НОВ АМ-Г от провода Э301. Эдс АМ-Г,  $I_{втэд}$ ,  $\Phi_{тэд}$  и  $I_p$  резко снижаются, перегрузка или повышенное напряжение ликвидируются. Контакты реле РТ35, РТ36 или РН10 замыкаются, но цепь на катушку реле РП18 остается прерванной, так как разомкнуты его контакты в проводах Э533-Э532. Повторное включение реле РП18 и контактора К62, т.е. восстановление возбуждения ТЭД, возможно только на позиции "ПТ" тормозной рукоятки. На этой позиции катушка реле РП18 вновь получит питание от провода Э532 и реле включится. После этого, перемещением тормозной рукоятки, вновь восстанавливаются прежние величины токов возбуждения и рекуперации. Если же машинист не среагирует на загорание лампы "РП", в схеме рекуперации потечет моторный ток. При его величине 100 А отпадает якорь реле моторного

тока. Его контакты в проводах 602-520 размыкаются и снимают питание с провода 604. Это приводит к выключению линейных контакторов, контакторов К62 и К23 (К24), т.е. схема рекуперации полностью разбирается. Замыкаются блокировки контакторов К62 и К24 в проводах Э751-Э874. Это приводит к загоранию лампы "ПСР".

## **19.2. Защита преобразователя**

Отличие в действии защиты от электровоза ВЛ11 заключается в том, что после срабатывания БВ, цепь НОВ АМ-Г рвется не контактором К3, а контактором К69.